

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2021.4.6>

УДК 677.494

¹БУДАШ Ю. О., ^{1,2}ТАРАСЕНКО Н. В., ¹ПЛАВАН В. П.,
¹ЗАТОЛОКІН М. І., ¹ШИЛІНЦЕВА Т. М.

¹Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

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

ВПЛИВ МЕХАНІЧНОЇ АКТИВАЦІЇ НА РОЗМІРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ФОРМУ ЧАСТИНОК ГЛИНОПОРОШКІВ РІЗНОГО ТИПУ

Мета. Визначення впливу процесу попередньої механічної активації на розмірні характеристики та форму частинок глинопорошків різного типу.

Методика. Об'єктами досліджень в роботі були вибрані глинопорошки монтморилонітового та палигорськітового типу. Процес механічної активації глинопорошків виконувався за допомогою лабораторного кульового млину. Для мікроаналізу частинок зразків використовувався метод оптичної поляризаційної мікроскопії. Морфометричний аналіз частинок глинопорошків виконували методом аналізу зображень у програмі ImageJ. При цьому визначали площу й периметр та розраховували еквівалентний діаметр і показник форми частинок зразків. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програмних пакетів «Statistica» та «Excel».

Результати. В роботі досліджено вплив процесу механічної активації на розмірні характеристики та форму частинок глинопорошків монтморилонітового та палигорськітового типу. Встановлено, що зменшення середніх значень еквівалентного діаметру частинок в процесі механічного впливу (~ на 14–15%) реалізується переважно за рахунок руйнування найбільш великих їх агрегатів. При цьому інтенсивність цього процесу – помітно вища для глини монтморилонітового типу. Показано, що для обох досліджених зразків процес механоактивації призводить до зростання середніх значень показника форми частинок (~ на 9–10%) та збільшення однорідності їх розподілу за цим показником.

Наукова новизна. З використанням детального морфометричного аналізу частинок різних типів глинопорошків, встановлені закономірності впливу процесу механічної активації на кількісні статистичні характеристики їх розподілу за еквівалентним діаметром та показником форми.

Практичне значення. Отримані результати дозволять обґрунтовано підійти до вибору методів попередньої обробки глинопорошків, призначених для виробництва наповнених полімерних нанокомпозиційних матеріалів.

Ключові слова: глинопорошок; полімерний композит; механоактивація; частинка; еквівалентний діаметр; показник форми; морфометричний аналіз.

Вступ. Широке використання полімерів в різноманітних галузях промисловості є однією з сучасних тенденцій розвитку виробництва. Переважна більшість полімерів використовується в нинішній час у вигляді композиційних матеріалів, що вміщують окрім основного полімеру різноманітні добавки органічної та неорганічної природи [1–3]. Це дозволяє розширити спектр композиційних полімерних виробів з характеристиками, які задовольняють конкретним вимогам споживачів такої продукції.

Велика увага приділяється в останній час використанню для одержання полімерних композиційних матеріалів мікро- та нанодисперсних мінеральних наповнювачів класу алюмосилікатів (глин) [4–6]. Їх застосування дозволяє суттєво покращити фізико-механічні характеристики вихідної полімерної матриці [7], збільшити її стійкість до підвищених температур експлуатації [8], а також надати корозійну стійкість полімерним покриттям [9]. Крім того, використання глинистих наповнювачів вирішує й важливу екологічну проблему за рахунок зменшення частки полімерної складової в композиті.

Початкові розміри, форма частинок та характер розподілу за цими показниками є одними з основних фізичних характеристик мінеральних наповнювачів [10]. Вони визначають

технологічні особливості їх підготовки, введення в основний компонент суміші, ступінь диспергування та однорідність їх розподілу в полімерній матриці.

Як було встановлено в попередніх дослідженнях [11], розподіл частинок різних глинопорошків за розмірними характеристиками відповідає логнормальному закону з довгим правим «хвостом». Це свідчить про наявність в зразках відносно великих агрегатів частинок глини, що може чинити негативний вплив на макрооднорідність полімерних композиційних матеріалів. Одним із шляхів подолання цієї проблеми є використання додаткових операцій підготовки наповнювача, направлених на зменшення розмірних характеристик агрегатів частинок. В цьому сенсі, метод механічної активації є найбільш простим в реалізації та економічно обґрунтованим.

Постановка завдання. *Мета роботи* – визначення впливу процесу попередньої механічної активації на розмірні характеристики та форму частинок глинопорошків різного типу.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктами досліджень в роботі були вибрані глинопорошки виробництва компанії «Дашбент» [12] монтморилонітового (марка С4Т₂К) та палигорськітового (марка ПП-5) типу (М1 та П1 відповідно). Для їх сухого подрібнення застосовано лабораторний циліндричний кульовий млин з використанням в якості розмельних елементів керамічних куль діаметром 20 мм. Частота обертання млина складала 60 об/хв; час обробки – 20 хв. Для мікроаналізу частинок глинопорошків використовувався метод оптичної поляризаційної мікроскопії з фіксацією цифрових зображень об'єктів дослідження (мікроскоп марки МП-6). Морфометричний аналіз частинок виконували методом аналізу зображень у програмі «ImageJ» [13]. При цьому визначали площу (S_p) та периметр (P_p) окремих частинок зразків. Еквівалентний діаметр ($D_e = \sqrt{4S_p/\pi}$) і показник форми ($SF = 4\pi \cdot S_p / P_p^2$) частинок розраховували по відповідним формулам. Статистичну обробку експериментальних даних виконували за допомогою програмних пакетів «Statistica» і «Excel».

Результати дослідження. На рис. 1 наведені мікрофотографії частинок досліджених зразків глини до та після механоактивації. Візуальний аналіз свідчить про помітний вплив цього процесу на розмірні характеристики частинок глини обох типів та характер їх розподілу.

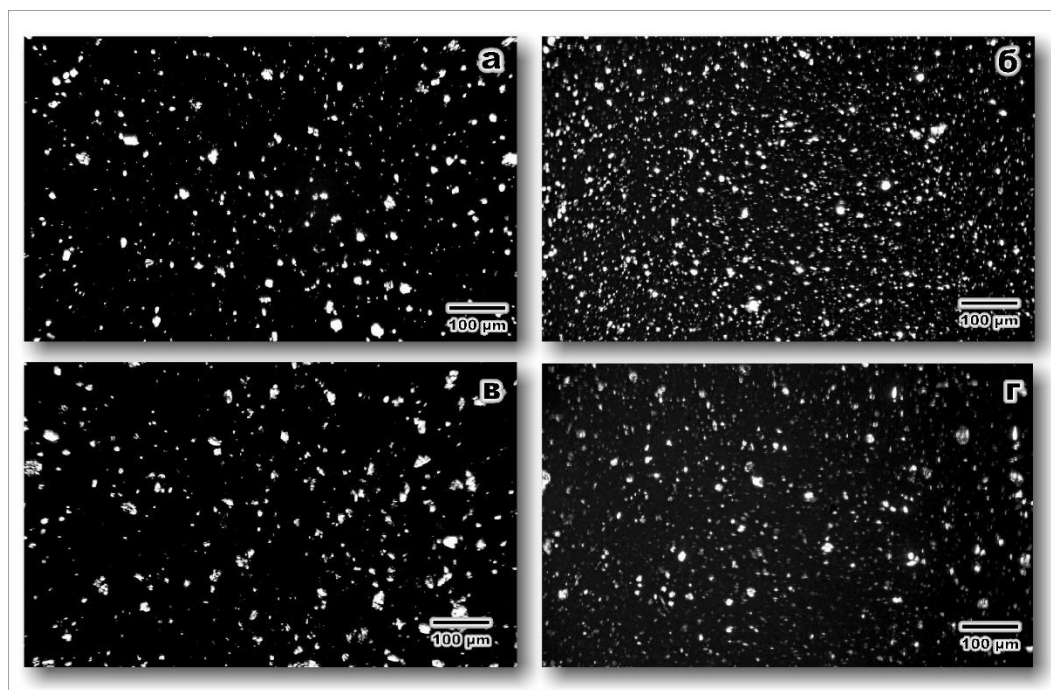


Рис. 1. Мікрофотографії в поляризованому світлі (поляроїди схрещені) частинок глини зразків М1(а, б) та П1(в, г), до (а, в) та після (б, г) механоактивації

Результати кількісного аналізу розподілу частинок зразків М1 та П1 за еквівалентним діаметром (D_e) в початкових зразках та після проведення процесу механоактивації представлені на рис. 2. Можна бачити, що в обох випадках реалізується якісно подібний характер розподілу частинок за D_e , який добре апроксимується логнормальною кривою с довгим правим «хвостом». В той же час після механоактивації спостерігаються певні кількісні зміни, які полягають в зменшенні відносної кількості частинок великих розмірів. Це свідчить, що процес механоактивації впливає в першу чергу саме на такий тип частинок, збільшуючи їх кількість в середині розподілу. Це також підтверджується помітним загостренням апроксимуючих логнормальних кривих (рис. 2) на гістограмах розподілу частинок досліджених глин за еквівалентним діаметром.

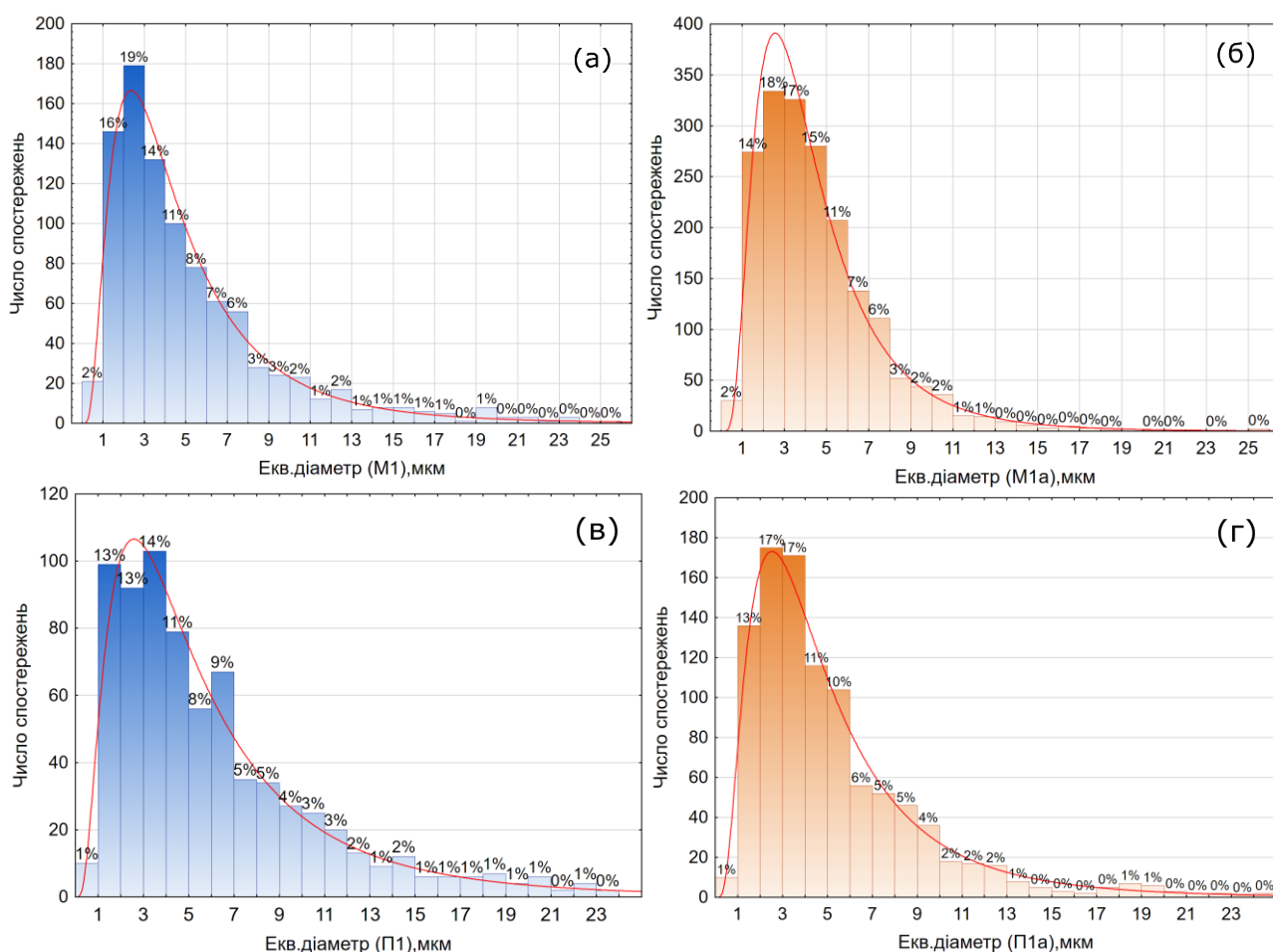


Рис. 2. Гістограми розподілу частинок глини М1 (а, б) та П1 (в, г) за еквівалентним діаметром до (а, в) та після (б, г) механоактивації

З результатів наведених в табл. 1 видно, що процес механоактивації призводить до зменшення середньоарифметичних значень D_e частинок досліджених зразків на 14–15%. Відбувається також звуження 95%-ного довірчого інтервалу значень D_e та зменшення коефіцієнту варіації розподілу, що більш помітно для зразку М1. Для обох типів глин проведення процесу механоактивації незначним чином впливає на частку частинок з $D_e < 2$ мкм. В той же час кількість частинок в зразках М1 та П1 з відносно великими розмірами ($D_e > 10$ мкм) суттєво знижується (в 2,2 та 1,6 рази відповідно). Таким чином, зменшення середніх значень розмірних характеристик частинок в процесі механічного впливу

реалізується переважно за рахунок руйнування найбільш великих їх агрегатів. При цьому інтенсивність цього процесу помітно вища для глини монтморилонітового типу.

Як відомо [4], наночастинки монтморилоніту мають шарувату структуру, в той час для палигорськіту характерна виражена фібрилярна морфологія з суттєво більшою площею взаємодії частинок на рівні мікроагрегатів. Очевидно саме цим пояснюється більша стійкість агрегатів частинок палигорськіту до процесу механічного подрібнення.

В табл. 1 наведені узагальнені результати статистичного аналізу розподілу частинок глинопорошків М1 та П1 за еквівалентним діаметром до та після механоактивації.

Таблиця 1

Загальні статистичні показники розподілу частинок глинопорошків за еквівалентним діаметром до та після механоактивації

Зразок	Число об'єктів	Еквівалентний діаметр (D_e) частинок, мкм				Коефіцієнт варіації, %	Відносна кількість частинок з $D_e < 2$ мкм, %	Відносна кількість частинок з $D_e > 10$ мкм, %
		середнє значення	інтервал -95%	інтервал +95%	медіана			
М1	932	5,2	5,0	5,5	3,9	81,6	18	11
М1 (актив.)	1893	4,5	4,4	4,7	3,9	64,7	16	5
П1	734	6,5	6,1	6,9	4,8	92,1	15	18
П1 (актив.)	1010	5,5	5,2	5,8	4,1	86,6	14	11

Окрім зміни розмірних характеристик частинок глинопорошків при механоактивації, в роботі було досліджено також вплив цього процесу на їх показник форми (SF). Ця характеристика безпосередньо впливає на ефективну площу взаємодії на кордоні між полімерною матрицею та частинками наповнювача, а отже обумовлює кінцеві властивості композиційного матеріалу.

На рис. 3 представлені гістограми розподілу частинок глин М1 та П1 за показником форми в зразках до та після проведення процесу механоактивації.

Для обох початкових зразків характерний несиметричний характер розподілу, зміщений в бік більших значень SF . Для його апроксимації може бути застосований бета-розподіл, який використовується для опису процесів із природними нижньою і верхньою межами [14], а його область визначення співпадає з інтервалом значень SF (0-1). Можна бачити, що після проведення процесу механоактивації відбувається додатковий зсув найбільш вірогідних значень апроксимуючих кривих в бік більших значень SF . Це свідчить про зростання відносної кількості частинок, форма яких наближається до круглої.

В табл. 2 наведені узагальнені результати статистичного аналізу розподілу частинок глинопорошків М1 та П1 за показником форми.

Отримані результати свідчать, що для обох досліджених зразків процес механоактивації призводить до помітного зростання як середньоарифметичних, так і медіанних значень SF частинок (~ на 9–10%). Помітне зменшення коефіцієнту варіації вказує на збільшення однорідності розподілу частинок за цим показником. Про це також свідчить різке (~ у 2 рази) зниження відносної кількості частинок з $SF < 0,5$ та нееквівалентне зростання частки частинок з $SF > 0,8$ в результаті процесу механоактивації. Отримані закономірності вказують на певне вирівнювання розподілу частинок за показником форми в результаті механоактивації в основному за рахунок частинок, форма яких суттєво відрізняється від круглої.

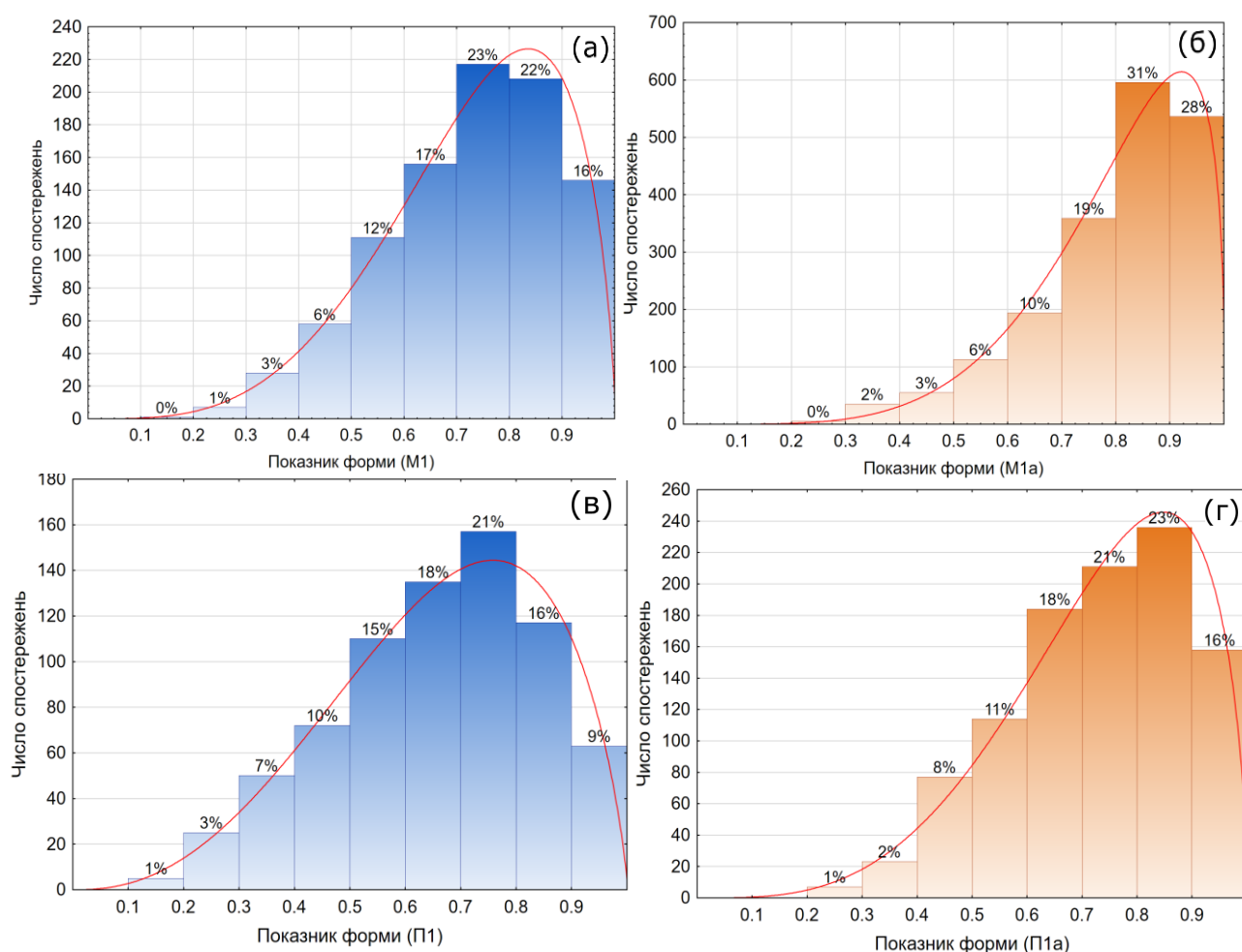


Рис. 3. Гістограми розподілу частинок глини М1 (а, б) та П1 (в, г) за показником форми до (а, в) та після (б, г) механоактивації

Таблиця 2

Загальні статистичні показники розподілу частинок глинопорошків за показником форми до та після механоактивації

Зразок	Число об'єктів	Показник форми (SF) частинок				Коефіцієнт варіації, %	Відносна кількість частинок з SF < 0,5, %	Відносна кількість частинок з SF > 0,8, %
		середнє значення	інтервал -95%	інтервал +95%	медіана			
М1	932	0,73	0,72	0,74	0,75	22,6	10	38
М1 (актив.)	1893	0,80	0,79	0,81	0,83	18,2	5	59
П1	734	0,66	0,64	0,67	0,68	28,2	21	25
П1 (актив.)	1010	0,73	0,72	0,74	0,74	22,2	11	39

Таким чином, попередня механічна активація глинопорошків досліджених типів є достатньо ефективним інструментом впливу на розмірні характеристики частинок, їх форму а також на загальний характер розподілу за цими показниками. Її використання дозволить

покращити технологічні властивості глинистих наповнювачів для одержання полімерних композиційних матеріалів.

Висновки. Досліджено вплив процесу попередньої механічної активації на розмірні характеристики та форму частинок глинопорошків монтморилонітового та палігорськитового типу. Встановлено, що зменшення середніх значень розмірних характеристик частинок в процесі механічного впливу (~ на 14-15%) реалізується переважно за рахунок руйнування найбільш великих їх агрегатів. При цьому інтенсивність руйнування помітно вища для глини монтморилонітового типу. Показано, що для обох досліджених зразків процес механоактивації призводить до помітного зростання середніх значень показника форми частинок (~ на 9-10%) та збільшення однорідності розподілу частинок за цим показником.

Подальші дослідження в цьому напрямку можуть бути направлені на інтенсифікацію механічних активаційних процесів, наприклад, шляхом їх поєднання з ультразвуковою обробкою глинопорошків.

References

Література

1. Rahman, M. R. (ed.). (2020). *Advances in Sustainable Polymer Composites*. Woodhead Publishing. 306 p.
2. Jumaidin, R., Sapuan, S. M., Ismail, H. (ed.). (2020). *Biofiller-reinforced Biodegradable Polymer Composites*. CRC Press. 322 p.
3. Thomas, S., Shanks, R., Joy, J. (2016). *Micro- and nanostructured polymer systems: from synthesis to applications*. CRC Press. 348 p.
4. Bergaya, F., Lagaly, G. (2013). *Handbook of clay science*. 2nd edition. Elsevier. 1752 p.
5. Hussain, C. M. (ed.). (2020). *Handbook of polymer nanocomposites for industrial applications*. Elsevier. 782 p.
6. Plavan, V. P., Rezanova, V. G., Budash, Y. O., Ishchenko, O. V., Rezanova, N. M. (2020). Influence of Aluminum Oxide Nanoparticles on Formation of the Structure and Mechanical Properties of Microfibrillar Composites. *Mechanics of Composite Materials*, Vol. 56, № 3, P. 319–328.
7. Arbelaiz, A., Fernández, G., Orue, A. (2021). The effect of montmorillonite modification and the use of coupling agent on mechanical properties of polypropylene–clay nanocomposites. *Polymers and Polymer Composites*, Vol. 29, № 6, P. 660–671.
8. Lima, J. C., Costa, A. R. M., Sousa, J. C., Arruda, S. A., Almeida, Y. M. (2021). Thermal behavior of polyethylene terephthalate/organoclay nanocomposites: investigating copolymers as matrices. *Polymer Composites*, Vol. 42, № 2, P. 849–864.
9. Melia, M. A., Percival, S. J., Qin, S., Barrick, E., Spoerke, E., Grunlan, J., Schindelholz, E. J. (2020). Influence of Clay size on corrosion protection by Clay nanocomposite thin films. *Progress in Organic Coatings*, Vol. 140, P. 105489.
1. Rahman M. R. (ed.). *Advances in Sustainable Polymer Composites*. Woodhead Publishing, 2020. 306 p.
2. Jumaidin R., Sapuan S. M., Ismail H. (ed.). *Biofiller-reinforced Biodegradable Polymer Composites*. CRC Press, 2020. 322 p.
3. Thomas S., Shanks R., Joy J. *Micro- and nanostructured polymer systems: from synthesis to applications*. CRC Press, 2016. 348 p.
4. Bergaya, F., Lagaly G. *Handbook of clay science*. 2nd edition. Elsevier, 2013. 1752 p.
5. Hussain C. M. (ed.). *Handbook of polymer nanocomposites for industrial applications*. Elsevier, 2020. 782 p.
6. Plavan V. P., Rezanova V. G., Budash Y. O., Ishchenko O. V., Rezanova N. M. Influence of Aluminum Oxide Nanoparticles on Formation of the Structure and Mechanical Properties of Microfibrillar Composites. *Mechanics of Composite Materials*. 2020. Vol. 56. № 3. P. 319–328.
7. Arbelaiz A., Fernández G., Orue A. The effect of montmorillonite modification and the use of coupling agent on mechanical properties of polypropylene–clay nanocomposites. *Polymers and Polymer Composites*. 2021. Vol. 29. № 6. P. 660–671.
8. Lima J. C., Costa A. R. M., Sousa J. C., Arruda S. A., Almeida Y. M. Thermal behavior of polyethylene terephthalate/organoclay nanocomposites: investigating copolymers as matrices. *Polymer Composites*. 2021. Vol. 42. № 2. P. 849–864.
9. Melia M. A., Percival S. J., Qin S., Barrick E., Spoerke, E., Grunlan, J., Schindelholz E. J. Influence of Clay size on corrosion protection by Clay nanocomposite thin films. *Progress in Organic Coatings*. 2020. Vol. 140. P. 105489.

10. Basim, G. B., Khalili, M. (2015). Particle size analysis on wide size distribution powders; effect of sampling and characterization technique. *Advanced Powder Technology*, Vol. 26, № 1, P. 200–207.
11. Budash, Yu. O., Stupa, V. I., Lubska, M. V., Pushkarenko, K. V., Sylenok, I. P. (2019). Vyznachennia rozmirnykh kharakterystyk chastynok hlynoporoshkiv yak nanonapovniuvachiv polimernykh kompozytsii. [Determination of dimensional characteristics of particles of clay powders as nanofillers of polymer compositions]. *Visnyk KNUTD = Bulletin of KNUTD*, № 5 (138), P. 122–131 [in Ukrainian].
12. PAT "Dashukivski bentonity" – providnyi ukrainskyi vyrobnyk produktii z bentonitovykh i palyhorskitovykh hlyn [PJSC "Dashukivsky Bentonites" – a leading Ukrainian manufacturer of products from bentonite and paligorskite clays]. URL: <http://dash-bent-pjsc.com/> [in Ukrainian].
13. Pérez, J. M. M., Pascau, J. (2013). Image processing with Imagej. Packt Publishing Ltd. 140 p.
14. Hill, T., Lewicki, P., Lewicki, P. (2006). Statistics: methods and applications: a comprehensive reference for science, industry, and data mining. StatSoft, Inc. 832 p.
10. Basim G. B., Khalili M. Particle size analysis on wide size distribution powders; effect of sampling and characterization technique. *Advanced Powder Technology*. 2015. Vol. 26. № 1. P. 200–207.
11. Будащ Ю. О., Ступа В. І., Лубська М. В., Пушкаренко К. В., Силенок І. П. Визначення розмірних характеристик частинок глинопорошків як нанонаповнювачів полімерних композицій. *Вісник КНУТД*. 2019. № 5 (138). С. 122–131.
12. ПАТ "Дашуківські бентоніти" – провідний український виробник продукції з бентонітових і палигорскітових глин. URL: <http://dash-bent-pjsc.com/>
13. Pérez J. M. M., Pascau J. Image processing with Imagej. Packt Publishing Ltd. 2013. 140 p.
14. Hill T., Lewicki P., Lewicki P. Statistics: methods and applications: a comprehensive reference for science, industry, and data mining. StatSoft, Inc. 2006. 832 p.

BUDASH YURII

Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor
Department of Applied Ecology, Technology
of Polymers and Chemical Fibers
Kyiv National University of Technologies
and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8718-1577>
Scopus Author ID: 9134072100
Researcher ID: H-6012-2018
E-mail: budash@ua.fm

TARASENKO NATALIA

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

PLAVAN VIKTORIIA

Doctor of Technical Sciences, Professor
Department of Applied Ecology,
Technology of Polymers and Chemical Fibers
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@knutd.edu.ua

SHYLINTSEVA TATIANA

Student, Department of Applied Ecology, Technology of
Polymers and Chemical Fibers, Kyiv National University
of Technologies and Design, Ukraine
E-mail: rezonshi@gmail.com

ZATOLOKIN MYKOLA

Student, Department of Applied Ecology, Technology of
Polymers and Chemical Fibers, Kyiv National University
of Technologies and Design, Ukraine
E-mail: kzatolokin1997@gmail.com

¹БУДАШ Ю. А., ^{1,2} ТАРАСЕНКО Н. В., ¹ПЛАВАН В. П.,
¹ЗАТОЛОКИН М. И., ¹ШИЛИНЦЕВА Т. М.

¹Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина

²Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского", Украина

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФОРМУ ЧАСТИЦ ГЛИНОПОРОШКОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Цель. Определение влияния процесса предварительной механической активации на размерные характеристики и форму частиц глинопорошков разного типа.

Методика. Объектами исследований в работе были выбраны глинопорошки монтмориллонитового и палигорскитового типа. Процесс механической активации глинопорошков выполнялся с помощью лабораторной шаровой мельницы. Для микроанализа частиц образцов использовался метод оптической поляризационной микроскопии. Морфометрический анализ частиц глинопорошков выполняли методом анализа изображений в программе ImageJ. При этом определяли площадь, периметр и рассчитывали эквивалентный диаметр а также показатель формы частиц образцов. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программных пакетов Statistica и Excel.

Результаты. В работе исследовано влияние процесса механической активации на размерные характеристики и форму частиц глинопорошков монтмориллонитового и палигорскитового типа. Установлено, что уменьшение средних значений эквивалентного диаметра частиц в процессе механического воздействия (~14–15%) реализуется преимущественно за счет разрушения наиболее крупных их агрегатов. При этом интенсивность этого процесса заметно выше для глины монтмориллонитового типа. Показано, что для обоих исследованных образцов процесс механоактивации приводит к росту средних значений показателя формы частиц (~ на 9–10%) и увеличению однородности их распределения по этому показателю.

Научная новизна. С использованием детального морфометрического анализа частиц различных типов глинопорошков установлены закономерности влияния процесса механической активации на количественные статистические характеристики их распределения по эквивалентному диаметру и показателю формы.

Практическое значение. Полученные результаты позволят обоснованно подойти к выбору методов предварительной обработки глинопорошков, предназначенных для производства полимерных наполненных нанокмпозиционных материалов.

Ключевые слова: глинопорошок; полимерный композит; механоактивация; частица; эквивалентный диаметр; показатель формы; морфометрический анализ.

¹BUDASH Yu. O., ^{1,2}TARASENKO N. V., ¹PLAVAN V. P.,
¹ZATOLOKIN M. I., ¹SHILINTSEVA T. M.

¹Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

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

INFLUENCE OF MECHANICAL ACTIVATION ON SIZE CHARACTERISTICS AND FORM OF CLAY POWDERS PARTICLES OF VARIOUS TYPES

Purpose. Determination of the influence of the process of preliminary mechanical activation on the dimensional characteristics and shape of particles of different types of clay powders.

Methodology. Clay powders of montmorillonite and palygorskite type were chosen as the objects of research in this work. The process of mechanical activation of clay powders was carried out using a laboratory ball mill. For microanalysis of sample particles, the method of optical polarizing microscopy was used. Morphometric analysis of clay powder particles was performed by image analysis using the ImageJ software. At the same time, the area and perimeter were determined, and the equivalent diameter and also the shape index of the particles of the samples were calculated. The experimental data were statistically processed using the Statistica and Excel software packages.

Results. The paper investigates the effect of the process of mechanical activation on the dimensional characteristics and shape of particles of montmorillonite and palygorskite type clay powders. It was found

that the decrease in the average values of the equivalent particle diameter in the process of mechanical action (~14–15%) is realized mainly due to the destruction of their largest aggregates. Moreover, the intensity of this process is noticeably higher for clay of the montmorillonite type. It is shown that for both studied samples, the process of mechanical activation leads to an increase in the average values of the particle shape index (~ by 9–10%) and an increase in the uniformity of their distribution by this index.

Scientific novelty. Using a detailed morphometric analysis of particles of various types of clay powders, the regularities of the influence of the mechanical activation process on the quantitative statistical characteristics of their distribution over the equivalent diameter and shape index have been established.

Practical value. The results obtained will make it possible to reasonably approach the choice of pretreatment methods for clay powders intended for the production of polymer filled nanocomposite materials.

Keywords: clay powder; polymer composite; mechanical activation; particle; equivalent diameter; shape index; morphometric analysis.