

УДК 666.762

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/34>**Нудченко Л.А.**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Береговий Т.О.**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Мережко Н.В.**

Київський національний торговельно-економічний університет

Свідерський В.А.Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СТАН ПОВЕРХНІ ДИСПЕРСНИХ ОКСИДІВ

Ефективність застосування дисперсних оксидів в складі композиційних матеріалів різного функціонального призначення в значній мірі визначається фізико – хімічними властивостями їх поверхні. Не менш важливим фактором являється і стабільність останніх в процесі експлуатації. Однак дані дані відносно таких особливостей дуже обмежені, тому метою статті є кількісна оцінка складу, енергетичного стану та адсорційної здатності ряду оксидів II – IV груп періодичної системи, що використовуються в якості наповнювачів або слугують складовими компонентами різних композитів.

Методами, що базуються на різних фізичних принципах (змочуваності полярними і неполярними рідинами, діелектричними властивостями, ІЧ – спектроскопія, комплексний термічний аналіз) оцінений енергетичний стан поверхні дисперсних оксидів та його зміни в процесі дії вологого середовища з мікроорганізмами.

Виявлено рівень розвитку деструкційних процесів та найбільш стабільні оксидні матеріали (Al_2O_3 та його модифікації).

Одержані результати можуть знайти застосування в промислових і біологічних процесах.

Ключові слова: дисперсні оксиди, змочуваність, діелектричні втрати, питома поверхня, енергетичний стан поверхні, ІЧ – спектроскопія, дериватографія.

Постановка проблеми. Ефективне застосування оксидних наповнювачів в складі композиційних матеріалів різного функціонального призначення представляє значний науковий і практичний інтерес. Існуючі сучасні підходи вибору тих чи інших оксидів базуються переважно на оцінці фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей кінцевого складу композиту і потребують обширних системних досліджень.

Властивості поверхні наповнювачів (енергетичний стан, наявність лужних і кислотних центрів, їх фізико-хімічні властивості) до уваги часто не беруться. Тому порівняльний аналіз вказаних властивостей дисперсних оксидів в аспекті взаємодії з адсорбатами різного ступеня хімічної активності дозволить визначити їх реакційну здатність та прогнозувати рівень впливу на покращення експлуатаційної надійності композитних матеріалів. З іншого боку наявність такої інфор-

мації може спростити процес вибору ефективних оксидних наповнювачів.

Аналіз останніх досліджень. Оксиди різни хімічних елементів знаходять широке використання в промисловості і медицині як складові та структуроутворюючі або функціональні інгредієнти цілої лінійки різноманітних матеріалів від водотривких і теплоізоляційних до конструкційних. В той же час слід відмітити наявність низки обмежень на їх використання в складі готових виробів через проблеми на стадії виробництва в частині керування процесами взаємодії зі зв'язувальною речовиною та досягнення оптимальних технологічних режимів.

Прогнозування ступеню взаємодії між рідкою і твердою фазою являється обов'язковою умовою при розробці низки процесів і технологій в хімічній промисловості, що відносяться до композиційних матеріалів різного функціонального призначення.

Повнота змочування поверхні наповнювачів являється визначаючим параметром в технології полімерних композитів, яка передбачає диспергування наповнювачів і пігментів в розчинах або розплавах високомолекулярних сполук, формування покриттів та склеювання субстратів різної хімічної структури, активацію поверхні неорганічних і органічних полімерів [1].

Регулювання повноти контакту між твердою поверхнею наповнювача та рідиною (зв'язуючим) в наш час базується на реалізації концепції гідрофільно – ліпофільного балансу (ГБЛ)[2]. Цей підхід має ряд обмежень, що констатується в роботах [3, 4]. Однією з причин цього являється зміна ГБЛ поверхні наповнювачів в процесі контакту з оточуючим середовищем, зокрема водою в різних агрегатних станах та іншими деструкційними агентами.

Характерною особливістю значної кількості оксидних матеріалів являється наявність кислотно – лужних властивостей їх поверхні. Так оксиди заліза, титана, кремнію і алюмінію відносяться до сильних твердих кислот апротонного та протонного типів, здатних до донорно – акцепторної взаємодії з фенільними групами в складі полімерних зв'язних. Електронно – акцепторна і протонно – донорна здатність зростає в ряду оксидів елементів від Co_2O_3 до Al_2O_3 [5].

Оксиди з основними властивостями можуть взаємодіяти з ланцюгами макромолекул по нуклеофільному механізму з наступним їх розривом і утворенням циклічних продуктів. Наслідком цього являється зниження температури початку деструкції і зменшення кількості твердого залишку полімера, а також зміщення максимальної швидкості розкладу в бік нижчих температур.

Передбачають, що оксиди слаболужного характеру сприяють зменшенню виділення легколетких продуктів деструкції полімерів та підвищенню суцільності покриттів на їх основі. Досягається це за рахунок зв'язування молекул води, що містяться в кристалогідратах таких оксидів [6].

Відомо, що стійкість оксидних сполук до дії рідких агресивних середовищ визначається величиною вільної енергії утворення їх із елементів. До найбільш стійких за цією ознакою відносяться оксиди кальцію, ітрію, лантану і торію. Однак CaO і La_2O_3 легко піддаються гідратації, а оксиди ітрію і торію не знаходять широкого використання. Тому розповсюдження на практиці отримали оксиди алюмінію, магнію і цирконію, які мають достатньо високу хімічну стійкість. Слід враховувати при цьому, що не всі згадані оксидні спо-

луки можуть задовільно суміщатися зі зв'язними речовинами різної хімічної природи внаслідок їх високої деструкційної активності [7].

Постановка завдання. Метою досліджень являється кількісна оцінка фізико – хімічних властивостей поверхні дисперсних оксидів елементів II – IV груп та особливостей їх змочування водою зокрема в присутності мікроорганізмів, як активного деструкційного середовища.

Пропонується оцінити властивості дисперсних оксидів за такими показниками, як змочуваність, коефіцієнт ліофільності, питома ефективна поверхня, умовний тангенс кута діелектричних витрат, поверхнева енергія та визначити рівень їх стабільності при дії відмічених деструкційних ефектів.

Задачами роботи є:

- кількісна оцінка змочуваності та енергетичного стану поверхні дисперсних оксидів;
- аналіз зміни властивостей поверхні під дією води в поєднанні з мікроорганізмами;
- встановлення особливостей взаємодії оксидів алюмінію з водою.

Виклад основного матеріалу. Об'єктами дослідження були вибрані дисперсні оксиди різних хімічних елементів II – IV груп періодичної системи марки «ч.д.а.». Крім того у випадку оксиду алюмінію для порівняння вивчались технічний глинозем, електрокорунд білий і нормальний та гідрооксид алюмінію.

Енергетичний стан поверхні досліджуваних матеріалів оцінювався за такими показниками, як змочуваність при натіканні водою B_n (косинус кута змочування поверхні дисперсної речовини рідиною), коефіцієнт ліофільності β ($\beta = \frac{B_n}{B_n^0}$, де B_n^0 – змочуваність при натіканні неполярною рідиною), умовний тангенс кута діелектричних витрат ($\text{tg } \delta$). Питома ефективна поверхня при змочуванні водою і бензолом визначились з використанням методів змочування при натіканні [8].

Насичення паром води дисперсних оксидів здійснювалось шляхом витримки в середовищі з 96% відносною вологістю в присутності мікроорганізмів до досягнення адсорбційної рівноваги [9].

Встановлено за результатами оцінки змочуваності водою при натіканні, що всі досліджувані матеріали можливо поділити на дві групи. Мінімальну змочуваність (на рівні $2,3 - 8,9 \times 10^{-2}$) мають оксиди Al, Ni, Ba, Co, Ti, Si, Ca та Mg. Всі інші оксидні матеріали характеризуються показниками змочуваності на рівні $10,0 - 20,4 \times 10^{-2}$. Найгірше змочується водою Al_2O_3 ($2,3 \times 10^{-2}$), а найкраще ZnO ($20,4 \times 10^{-2}$) (табл. 1).

Властивості поверхні дисперсних оксидів

Оксид	Змочуваність водою при натіканні ($\times 10^2$)	Коефіцієнт ліофільності	Питома ефективна поверхня по воді, $\text{м}^2/\text{г}$	Умовний тангенс кута діелектричних витрат
MgO	8.9 6.1	0.45 0.42	33.6 32.8	0.400 0.101
CaO	8.9 10.4	1.00 0.40	36.7 17.7	0.590 0.510
ZnO	20.4 9.8	1.07 0.38	9.2 5.6	0.594 0.419
BaO	5.7 11.3	0.49 0.53	1.3 5.5	0.550 0.490
SnO	17.4 5.3	2.23 0.31	16.5 5.3	0.359 0.282
PbO	15.6 6.6	0.47 0.32	6.2 1.4	0.219 0.100
B_2O_3	10.0 7.9	1.40 0.29	1.4 3.5	0.500 0.099
Al_2O_3	2.3 5.1	0.20 0.63	16.8 19.7	0.588 0.339
Cz_2O_3	14.7 5.5	0.47 0.37	2.8 1.6	0.590 0.229
Fe_2O_3	15.4 8.0	1.83 0.14	2.2 5.9	0.599 0.391
Co_2O_3	7.1 5.2	0.36 0.12	12.1 8.0	0.599 0.590
Ni_2O_3	5.0 8.4	0.54 0.34	21.4 37.9	–
SiO_2	8.8 0.9	0.62 0.47	19.9 15.1	0.599 0.299
TiO_2	7.8 11.6	1.66 0.54	7.1 1.7	0.599 0.590

Примітка: * В чисельному наведені дані для вихідних оксидів, а в знаменнику після витримки у вологому середовищі з мікроорганізмами

Заміна характеру змочуючої рідини на неполярний (бензол) дещо порушує порядок розташування оксидів за величиною коефіцієнта ліофільності. Мінімальні його значення зафіксовано для Al_2O_3 . Найбільш ліофільним серед досліджуваних оксидів, як і у випадку змочуваності при натіканні водою, являється Fe_2O_3 (1.83). В групу гідрофільних матеріалів потрапили також оксиди Ca, Zn, B, Ti, а всі інші мають гідрофобну поверхню.

Стосовно ефективної питомої поверхні по воді можливо серед досліджуваних матеріалів виділити три групи. Максимальний її рівень ($33.6 - 33.7 \text{ м}^2/\text{г}$) відмічено у оксидів магнію і кальцію. Друга група включає оксиди алюмінію та заліза ($16.8 - 19.9 \text{ м}^2/\text{г}$). Інші досліджувані матеріали мають ефективну питому поверхню в межах $1.3(\text{BaO}) - 9.2(\text{ZnO}) \text{ м}^2/\text{г}$.

Аналіз отриманих даних відносно умовного tg кута діелектричних витрат при частоті 1000 Гц свідчить про відсутність значної диференціації в рівнях взаємодії дисперсних оксидів з парою води на відміну від змочуваності в рідкому стані. Виключення складає тільки MgO ($\text{tg } \delta = 0.400$, на фоні 0.500-0.599 для всіх інших діелектриків).

Прогнозування стабільності основних властивостей поверхні мінеральних наповнювачів, особливо на етапі експлуатації, представляє значний інтерес в науковому і прикладному плані. В першу чергу це стосується деструктивної дії води в різних агрегатних станах у поєднанні з різноманітними каталізуючими факторами. На прикладі волого середовища (96%) з присутністю мікро-

організмів, як одного з найбільш розповсюджених випадків в процесі застосування композиційних матеріалів, було оцінено рівень стабільності основних властивостей поверхні дисперсних оксидів [10].

Виявлено в частині змочуваності водою неоднозначну картину. Зростання останньої спостерігається тільки для оксидів Ba (на 286%) та Al (на 121%). Змочуваність всіх інших тестованих матеріалів погіршилась в межах від 89.8 (SiO_2) до 21% (B_2O_3). Абсолютні максимальні значення $V_{(н)}$ відмічено для TiO_2 і BaO, а мінімальні у SiO_2 окрім двох останніх відносно суттєві зміни в процесі тестування спостерігається в Al_2O_3 .

Ліофільно – ліофобний баланс поверхні дисперсних оксидів після дії вологи в поєднанні з мікроорганізмами, як і у випадку змочуваності водою, змінюється неоднозначно. Коефіцієнт ліофільності збільшується тільки для BaO (45.7%) та Al_2O_3 (117,9%). Максимальне його зменшення відмічено для Fe_2O_3 (92,3%), а мінімальне – MgO (6.7%). Лінійка оксидних матеріалів з найвищими значеннями β має такий вид: $\text{BaO} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2 > \text{SiO}_2$.

Важливим фактором при оцінці енергетичного стану поверхні дисперсного матеріалу являється рівень розвитку її ефективності питомої складової. Аналогічно змочуваності встановлено диференційовану зміну ефективної питомої поверхні по воді досліджуваних оксидів після експозиції у вологому середовищі. Вона збільшується у BaO (322%), B_2O_3 (150%), SiO_2 (24%) та Al_2O_3 (18%).

За абсолютними величинами ефективна питома поверхня перебуває в межах 4.2 (BaO) – 3.1 м²/г (Al₂O₃). Зменшення поверхні після тестувань становить від 372% (TiO₂) до 2.4% (MgO), що складає відповідно 4.2 – 0.8 м²/г.

Застосування методів дослідження, що базуються на інших фізичних принципах (оцінка діелектричних витрат після витримки у вологому середовищі) показало, на відміну від змочуваності, досить високу однорідність енергетичного стану поверхні дисперсних оксидів. Встановлено, що після дії води в присутності пліснявих грибів можливе значне його зниження (у V₂O₅ до 80%). Окрім останнього найменші значення tg δ зафіксовано для MgO (0.101), Cr₂O₃ (0.229), SiO₂ (0.229), а найбільші у TiO₂ (0.590) та BaO (0.490).

Аналіз отриманих даних стосовно змочуваності і діелектричних витрат дозволяє стверджувати про нерівноцінну участь активних груп поверхні оксидів в забезпеченні її енергетичного стану. Доказом може слугувати – високі значення tg δ в TiO₂ у вихідному стані, а також їх мінімальне зменшення (всього на 0.09) після експозиції в агресивному середовищі. На цьому фоні змочуваність, коефіцієнт ліофільності і питома ефективна поверхня змінюється більш суттєво.

Детальна оцінка енергетичного стану поверхні дисперсних оксидів, які представляють практичний інтерес та входять до складу полімінеральних наповнювачів була здійснена шляхом оцінки їх кристалічного поверхневого натягу з використанням органічних речовин одного гомологічного ряду (табл. 2).

Таблиця 2

Критичний поверхневий натяг дисперсних оксидів (Н/м × 10³) після дії води в присутності мікроорганізмів

Оксид	Вихідний стан	Після випробувань
MgO	96	86
CaO	126	90
Al ₂ O ₃	85	120
Fe ₂ O ₃	140	96
SiO ₂	125	75

Встановлено, що максимальний критичний поверхневий натяг серед досліджуваних оксидів має Fe₂O₃ (140 × 10⁻³ Н/м), а мінімальний – Al₂O₃ (85 × 10⁻³ Н/м). Після експозиції у агресивному середовищі тільки для останнього відмічено його збільшення на 41,2%. Мінімальні зміни критичного поверхневого натягу спостерігається тільки у оксиду магнію (10%).

Отримані експериментальні дані показали наявність суттєвих відмінностей енергетичного стану поверхні дисперсних оксидів та його стабільності в присутності води з мікроорганізмами. Серед досліджуваних матеріалів особливої уваги заслуговує Al₂O₃. Його поверхня має мінімальну змочуваність водою і коефіцієнт ліофільності та критичний поверхневий натяг. Після експозиції у вологому середовищі для згаданих показників і питомої ефективної поверхні характерно стабільне зростання. Наявність таких закономірностей дає підстави стверджувати про високу хімічну активність реакційноздатних центрів на його поверхні відносно води, що може посилюватись амфотерними властивостями останнього. Лужно – земельні оксиди (Mg та Ca) та кислотні (Si, Ti) значно поступаються в здатності до хімічної взаємодії в поверхневому шарі оксиду алюмінію.

З метою в'ясування особливостей поведінки Al₂O₃ вологому середовищі для порівняння були протестовані різновиди електрокорунду Al(OH)₃ суміші оксидів алюмінію і кремнію (табл. 3).

Встановлено, що гідрофобність матеріалів на основі Al після експозиції у вологому середовищі з мікроорганізмами міняється неоднозначно. Погіршення змочування (зниження β від 1.19–2.00 до 0.08–0.39) характерно для всіх сполук, за виключенням Al₂O₃ та нормального електрокорунду. Коефіцієнт ліофільності вказаних матеріалів збільшується від 0.20–0.22 до 0.30–0.32. Гідрофобізація дисперсних матеріалів може бути пояснена орієнтованою адсорбцією кислих продуктів метаболізму. В разі оксиду алюмінію і нормального електрокорунду даний процес не є переважним. Відмінна особливість досліджуваного Al₂O₃ – збільшення рН водних витяжок (на 0.11–0.28) в процесі випробування. Аналогічний ефект відмічено для суміші SiO₂ у співвідношенні 75:25.

Питома ефективна поверхня по воді і бензолу їх дещо зростає (0.9–2.9 м²/г). Для інших композицій концентрація водневих іонів значно збільшується і особливо для діоксида кремнію (рН змінюється від 7.52 до 5.45).

Виконаний фізико – хімічний аналіз видів оксиду алюмінію показав, що особливості взаємодії з пліснявими грибами у вологому середовищі визначаються наявністю в його складі різних форм води. Збільшення рН реакційного середовища характерно для частково гідратованого, а зменшення – для безводного оксиду. Дереватографічний аналіз оксидів алюмінію різного ступеня

Властивості поверхні дисперсних матеріалів на основі алюмінію

Матеріал	$V_H \times 10^2$	β	pH водної витяжки	Питома ефективна поверхня по воді, m^2/g	Питома ефективна поверхня по бензолу, m^2/g
$Al(OH)_3$	3.23/5.25*	2.00/0.39	–	1.5/2.4	1.3/1.2
Електрокорунд білий	6.04/5.04	0.31/0.21	–	5.7/7.6	1.7/0.9
Електрокорунд нормальний	1.43/1.96	0.22/0.30	–	1.7/1.4	2.7/2.6
Суміші Al_2O_3 та SiO_2 (мас.%)					
75:25	3.14/2.48	0.32/0.26	7.92/8.03	17.6/18.6	14.9/15.8
50:50	2.95/2.32	0.31/0.25	7.95/6.86	18.3/17.4	10.1/9.6
25:75	2.63/1.83	0.30/0.24	7.72/6.88	19.1/16.3	6.3/5.4

Примітка * – по аналогії з таблиці 1.

гідратації (наявність $Al(OH)_3$ та $AlO(OH)$ підтверджують ендоефекти при 548–578 і 813 К відповідно) в корунді виявив ослаблення зв'язку гідроксильних груп з матеріалом після дії пліснявих грибів. Ендоефекти, викликані наявністю $Al(OH)_3$, $AlO(OH)$, зникають повністю (рис. 1).

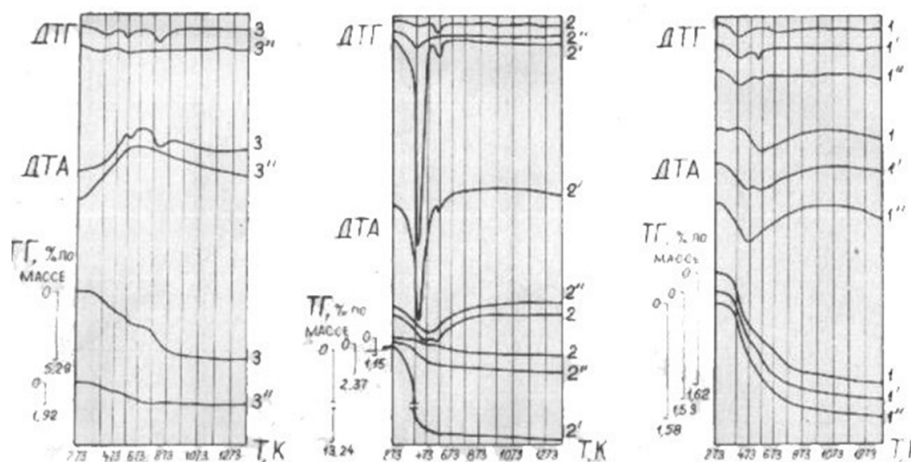
Одночасно з цим відмічається поява ендотермічних ефектів при 443–458 К, обумовлених видаленням адсорбованої води. Витримка вказаних матеріалів у вологому середовищі (96%) практично не впливає на наявність гідроксильних груп. Відсутність для деяких видів гідратованого оксиду алюмінію ендоефекту характерного для $AlO(OH)$ пов'язано з незначною його кількістю (менше 0.5мас). Максимальна втрата маси (4.37%) відмічено у матеріалі зі збільшеним вмістом $AlO(OH)$.

Дія пліснявих грибів на гідроксид алюмінію супроводжується зменшенням інтенсивності ендоефекту при 593–608 К (часткова дегідратація

$Al(OH)_3$) та другого не менш вираженого при 818–823 К (повна дегідратація). Втрата маси для гідроксиду алюмінію після впливу мікроорганізмів складає інтервал 593–608 К 19.0 % в порівнянні з 17.6% у контрольного і 17.02 % після витримки у вологому середовищі при кінцевих значеннях 34.8 та 34.55% відповідно. Отже, мікроорганізми сприяють послабленню зв'язку гідроксильних груп з атомом алюмінію.

Можливість гідратації оксиду алюмінію в процесі дії пліснявих грибів підтверджують появою на його ІЧ – спектрах широкої смуги поглинання з максимумом 3450 см^{-1} . Суттєвих змін в даній області для вихідного і видержаного у вологому середовищі оксиду не спостерігається (рис. 2).

Дія пліснявих грибів на електрокорунд, який не містить практично води, супроводжується протіканням дещо інших процесів. Максимум ендоефекту, обумовленого видаленням адсорбційної води, зміщується в більш високотемпера-

Рис. 1. Дериваторами Al_2O_3 :

1, 2, 3 – вихідний Al_2O_3 ; 1', 2' – після витримки у вологому середовищі;
1'', 2'', 3'' – після дії мікроорганізмів та вологого середовища

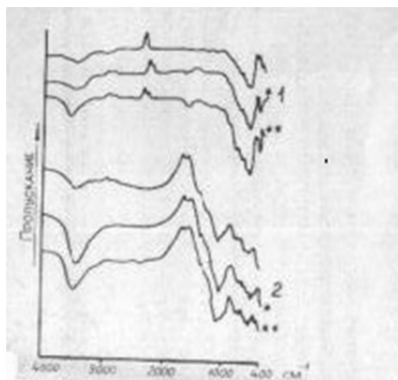


Рис. 2. ІЧ – спектри оксиду алюмінію (1) та білого електрокорунду (2) після витримки у вологому середовищі (*) та в присутності мікроорганізмів(**)

турну область на 55–70 градусів. Після витримки у вологому середовищі для нормального електрокорунду це значення не перевищує 45, а для білого електрокорунду 5 градусів. Зменшення маси складає 0.1%. Отже, вплив мікроорганізмів

на електрокорунд сприяє появі більш міцно сорбованої води.

Виконаний комплексний фізико – хімічний аналіз дозволив пояснити механізм змін на поверхні Al_2O_3 . Сутність його полягає в утворенні гідроксидів при дії мікроорганізмів та води на безводний Al_2O_3 з інгібуванні їх розвитку за рахунок кислотно – основного зв’язування продуктів метаболізму або в безпосередньому перебігу зазначених процесів на частково гідратованому оксиді.

Висновки і пропозиції. Методами аналізу, що базується на різних фізичних принципах досліджень фізико – хімічних властивостей поверхні дисперсних оксидів та їх стабільність у вологому середовищі з мікроорганізмами. Наведена класифікація оксидів за показниками змочуваності, tg кута діелектричних втрат та критичного поверхневого натягу. Виявлено найбільш стійкі матеріали (на основі алюмінію).

Одержані результати можуть мати практичне значення.

Список літератури:

1. Maxim, L. Daniel; Niebo, Ron; McConnell, Ernest E. (2014-04-01). “Perlite toxicology and epidemiology – a review”. *Inhalation Toxicology*. 26 (5): 259–270. doi:10.3109/08958378.2014.881940. ISSN0895– 8378. PMC 4002636. PMID 24601903.
2. Bilim C. Properties of cement mortars containing clinoptilolite as a supplementary cementitious material. *Constr Build Mater* 2011; 25:3175–80.
3. Скоробогатий Я.П. Фізична і колоїдна хімія та фізико-хімічні методи дослідження / Я.П. Скоробогатий, В.Ф. Федорко. Львів: Компакт-ЛВ, 2005. 245 с.
4. Киреев В. А. Краткий курс физической химии : Учебник для вузов. 5-е изд., стереотипное. М. : Химия, 1978. 624 с.
5. Ліпатніков, В. Є. Фізична та колоїдна хімія / В. Є. Ліпатніков, К. М. Козаков. Київ: Вища школа, 1993. 197 с.
6. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія. К.: Вища школа, 1988. 432 с.
7. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т./ за ред. В. С. Білецького. Донбас, 2004.Т.2. 640 с.
8. Оура К., Лифшиц В. Г., Саранин А. А. и др. Введение в физику поверхности / Под ред. В. И. Сергиенко. М.: Наука, 2006. 490 с.
9. Сальник В. Г. Фізико-хімічна механіка дисперсних структур у технології будівельного фарфору / В. Г. Сальник, В. А. Свідерський, Л. П. Черняк. К. : Знання, 2012. 158 с.
10. Пашенко А. А. Кремнийорганические покрытия для защиты от биокоррозии / А.А. Пашенко, В. А. Свидерский. К.: Техніка, 1988. 136 с.

Nudchenko L.A., Berehovy T.O., Merezhko N.V., Sviderskyi V.A. ENERGY STATE OF THE SURFACE OF DISPERSED OXIDES

The effectiveness of the use of dispersed oxides in composite materials of various functional purposes is largely determined by the physical and chemical properties of their surface. An equally important factor is the stability of the latter during operation. However, the given data regarding such features are very limited, so the purpose of the article is to quantitatively assess the composition, energy state, and adsorption capacity of a number of oxides of groups II-IV of the periodic table, which are used as fillers or serve as components of various composites.

Using methods based on various physical principles (wettability by polar and non-polar liquids, dielectric properties, IR spectroscopy, complex thermal analysis), the energy state of the surface of dispersed oxides and its changes during the action of a moist environment with microorganisms was assessed.

The level of development of destructive processes and the most stable oxide materials (Al_2O_3 and its modifications) were revealed.

The obtained results can find application in industrial and biological processes.

Key words: dispersed oxides, wettability, dielectric losses, specific surface area, energy state of the surface, IR spectroscopy, derivatography.