

УДК 667.621.2

*Т.А. Караваєв<sup>а</sup>, В.А. Осика<sup>а</sup>, В.О. Комаха<sup>а</sup>, Н.В. Калуга<sup>а</sup>, В.В. Ткачук<sup>б</sup>,  
О.О. Сікорський<sup>в</sup>*

## ПРОЦЕСИ ХІМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ В СИСТЕМІ МІНЕРАЛЬНИЙ НАПОВНЮВАЧ–МОДИФІКАТОР–ПЛІВКОУТВОРЮВАЧ

<sup>а</sup> Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна

<sup>б</sup> Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

<sup>в</sup> Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

У статті наведено результати ІЧ-спектроскопічних досліджень процесів хімічної взаємодії в системі мінеральний наповнювач–модифікатор–плівкоутворювач, що можуть відбуватися у процесі виробництва водно-дисперсійних фарб і впливати на експлуатаційні властивості одержаних покриттів. Досліджені модельні системи включали мінеральні наповнювачі: крейда (карбонатний наповнювач для норпластів – КНН) і каолін (КС-1 просянівський); модифікатори: диспергатор (натрієва сіль поліакрилової кислоти – Axilat 32S) та гідрофобізатор (калій метилсиліконат – ГКЖ-11к); плівкоутворювачі: водна дисперсія стирол-акрилового співполімеру (Ucar DL 450) і кремнієорганічного полімеру (IE-2404). Аналіз отриманих ІЧ-спектрів показав можливість протікання процесів взаємодії в наступних системах: Ucar DL 450+Axilat 32S (за участю зв'язків C=C і функціональних груп OH); Ucar DL 450+ГКЖ-11к (за участю груп OH, Si–H та C=C); Axilat 32S+ГКЖ-11к (за участю груп OH). У системі КНН+Axilat 32S можлива часткова хімічна взаємодія за участю груп C=O наповнювача. Заміна Axilat 32S на калій метилсиліконат характеризується наявністю хімічної взаємодії останнього з поверхнею крейди за участю адсорбованої води та групи C=O. Після промивання водою ця особливість залишається, що дозволяє прогнозувати утворення поверхневого шару з молекул калій метилсиліконату на частинках КНН, який забезпечує гідрофобізацію останньої. У системі КС-1+Ucar DL 450 фіксується наявність процесів взаємодії. Підтвердженням цьому є зниження інтенсивності першої групи смуг поглинання на 20–25% та поява смуги поглинання зв'язків C–H. Система КС-1+IE-2404 характеризується наявністю процесів взаємодії за участі OH-груп поверхні каоліну, а утворені зв'язки мають гідролітичну стійкість.

**Ключові слова:** водно-дисперсійна фарба, мінеральний наповнювач, крейда, каолін, плівкоутворювач, модифікатор, диспергатор, гідрофобізатор.

**DOI:** 10.32434/0321-4095-2019-127-6-83-91

### *Вступ*

Водно-дисперсійні фарби (ВДФ) користуються все більшим попитом на ринках провідних країн світу та України зважаючи на їх екологічність, легкість колерування, зручність одержання та високі експлуатаційні властивості покриттів, інші переваги порівняно з лакофарбовими матеріалами (ЛФМ) на органічних розчинниках [1]. Враховуючи зазначені переваги, останні 15 років в Україні зростають обсяги ви-

робництва та частка ВДФ [2,3].

Важливе значення у формуванні якості ВДФ і покриттів з них належить мінеральним наповнювачам. Останні можуть частково замінювати високовартісні пігменти, покращувати властивості ВДФ і покриттів, виконувати специфічні функції (регулювати реологічні властивості, виступати армуючими елементами у покриттях, тощо [4].

Зважаючи на практично необмежені запа-

си крейд і каолінів в Україні (понад 550 та 510 млн. тонн, відповідно), а також наявності потужностей з виробництва наповнювачів, на сьогодні потребують висвітлення здійснені дослідження цих матеріалів з точки зору їх застосування у складі водно-полімерних систем.

Нами були здійснені комплексні дослідження вітчизняних крейд і каолінів основних українських родовищ як наповнювачів ВДФ за найбільш важливими фізичними та хімічними властивостями. Зокрема досліджено хімічний склад, структуру, дисперсність, олієвмісність, білизну та інші фізико-хімічні властивості карбонатних та алюмосилікатних наповнювачів [5–11].

Визначено вплив зазначених властивостей на адсорбційну здатність наповнювачів за відношенням до водно-дисперсійного плівкоутворювача, критичну об'ємну концентрацію [12], реологічні властивості систем наповнювач – водна дисперсія латексу [13,14], тощо. За результатами комплексних досліджень встановлено, що найбільш перспективними наповнювачами на основі осадових крейд є карбонатний наповнювач для норпластів (КНН), крейда марок ММС-1 та ММС-2, збагачені каоліни марок КС-1, КНФ-86, КВФ-90.

Ефективне поєднання мінеральних наповнювачів з диспергованим у воді плівкоутворювачем у складі ВДФ є передумовою виконання кожним своєї функції для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей покриття. Цього можна досягти за рахунок рівномірного змочування плівкоутворювачем частинок наповнювачів і рівномірного розподілу останніх у полімерній матриці покриття. Застосування ПАР (диспергаторів) прискорює і підвищує ефективність цього процесу, забезпечуючи рівномірний розподіл мінеральної фази у середовищі плівкоутворювача та у покритті після його формування.

Відповідним підбором складу і структури диспергаторів можна регулювати зміну властивостей поверхні наповнювачів, забезпечуючи більш ефективне руйнування агрегатів і агломератів. Як диспергатори обґрунтовано використовувати полікарбоксилати, спорідненими до поверхні наповнювачів, у яких є карбоксильні групи [15]. Застосування останніх у поєднанні з обраними мінеральними наповнювачами дозволило досягти необхідних технологічних властивостей ВДФ та експлуатаційних властивостей покриттів.

Мета роботи – дослідження процесів

хімічної взаємодії в системі мінеральний наповнювач (крейда, каолін) – модифікатор – водно-дисперсійний плівкоутворювач.

#### **Матеріали та методи дослідження**

Процеси взаємодії досліджувалися на модельних системах, наближених до реальних ВДФ. Як мінеральні компоненти обрано карбонатний наповнювач для норпластів (КНН) (виробництва ТОВ «Слов'янська індустріальна спілка «Сода», Райгородське родовище Донецької обл.) та каолін марки КС-1 (ТОВ «Проско Ресурси», Просянівське родовище Дніпропетровської обл.). Як модифікатори застосовували диспергатор – натрієва сіль поліакрилової кислоти (Axilat 32S) та гідрофобізатор – калій метилсиліконат (ГКЖ-11к). Як плівкоутворювачі застосовували стирол-акрилову латексну дисперсію аніонного типу Usar DL 450 виробництва Dow Chemical та дисперсію кремнієорганічного полімеру ІЕ-2404 виробництва Dow Corning.

Співвідношення компонентів у системах (мінеральний наповнювач+модифікатор (диспергатор, гідрофобізатор)+вода; мінеральний наповнювач+модифікатор+плівкоутворювач) відповідало складу ВДФ з об'ємною концентрацією наповнювачів (ОКН) 60 об. %. Моделювання систем здійснювали за технологією виробництва ВДФ, що передбачала диспергування наповнювача у воді у присутності диспергатора протягом 10–15 хв при швидкості фрези дисольвера 2000–2500 об./хв. У випадку систем з плівкоутворювачем виконували додаткове диспергування протягом 5 хв після введення плівкоутворювача при зниженій швидкості фрези дисольвера (300–400 об./хв). Після диспергування утворені дисперсії відстоювали протягом 2–3 діб для проходження процесів взаємодії.

Стійкість утворених зв'язків у системі оцінювали після промивання 8–10-кратною кількістю води під час механічного перемішування з наступним витримуванням протягом доби. Для виявлення процесів взаємодії наважку сухого порошку (3 мг) пресували зі спектрально чистим КВг.

У системах без мінерального наповнювача інгредієнти поєднувалися у таких же співвідношеннях, як у реальних умовах з подальшим затвердінням відповідно до технології виробництва ВДФ і одержання покриттів. ІЧ-спектри знімали на ділянці 400–4000  $\text{cm}^{-1}$  на ІЧ-Фур'є спектрометрі AVATAR 370 FT-IR.

#### **Результати та їх обговорення**

На першому етапі об'єктами досліджень і були системи, що включали модифікатори і

плівкоутворювачі. У результаті дослідження систем Ucar DL 450+Axilat 32S ідентифіковано присутність в ІЧ-спектрах нових смуг поглинання: 3205 ( $\nu$ -OH), 3060 ( $\nu$ -CH), 1945, 1563 ( $\nu$  C=C) та 962, 841  $\text{cm}^{-1}$  ( $\delta$ -CH).

У системі Ucar DL 450+ГКЖ-11к фіксуються нові смуги: 3438 ( $\nu$ -OH), 3060  $\nu$ u-CH), 2248 ( $\nu$  Si-H), 1582 та 1493 ( $\nu$  C=C), 908 та 857  $\text{cm}^{-1}$  ( $\delta$ -CH). Тільки одна нова смуга спостерігається в ІЧ-спектрах систем Ucar DL 450+IE-2404 (3060  $\text{cm}^{-1}$  –  $\nu$ -CH) (табл. 1).

У системі Axilat 32S+ГКЖ-11к відмічено появу таких смуг поглинання: 3277 ( $\nu$ -OH), 1413, 928 і 886  $\text{cm}^{-1}$  ( $\delta$ -CH).

Аналіз ІЧ-спектрів вихідних компонентів досліджуваних систем дозволяє констатувати присутність характеристичних смуг поглинання наведених вище зв'язків практично в усіх випадках. Тому реально передбачити можливість протікання процесів взаємодії в системах Ucar DL 450+Axilat 32S за участю зв'язків C=C і функціональних груп OH; Ucar DL 450+ГКЖ-11к – груп OH, Si-H та C=C; Axilat 32S+ГКЖ-11к – груп OH.

Доказом можливості утворення нових зв'язків може слугувати поява для всіх досліджуваних систем (у тому числі Ucar DL 450+IE-2404) характеристичних смуг поглинання для валентних та деформаційних коливань зв'язків Карбон-Гідроген (C-H).

Схеми їх появи можуть бути найрізноманітнішими: як за участю подвійних зв'язків C=C, так і функціональних груп OH та Si-H. У цьому стосунку до найбільш активних можливо віднести Ucar DL 450+Axilat 32S та Ucar DL 450+ГКЖ-11к, а до найменш активних – Ucar DL 450+IE-2404.

Порівняльний аналіз інтенсивності характеристичних ІЧ-смуг поглинання для згаданих вище реакційно здатних зв'язків і груп у вихідних інгредієнтах та їх сумішах після відповідного перерахунку дозволяє констатувати їх зменшення. Тоді як зростає інтенсивність смуг, відповідальних за валентні і деформаційні коливання C-H<sub>3</sub> груп (табл. 1).

На другому етапі об'єктами ІЧ-спектроскопічних досліджень слугували системи мінеральний наповнювач – модифікатор, мінеральний наповнювач – плівкоутворювач, мінеральний наповнювач–модифікатор–плівкоутворювач.

Детальний кількісний аналіз процесів взаємодії в системах: крейда (КНН)–диспергатор (розчин натрієвої солі поліакрилової кислоти – Axilat 32S); КНН–стирол-акриловий плівкоут-

ворювач Ucar DL 450; КНН–Axilat 32S–Ucar DL 450 у вихідному стані та після відмивання водою дозволяє констатувати наступне:

1. У системі КНН–Axilat 32S можлива часткова хімічна взаємодія за участю груп C=O наповнювача (смуга при 1797  $\text{cm}^{-1}$ ). Кількісним підтвердженням цьому є зниження інтенсивності останньої майже на 40%, тоді як у випадку застосування Ucar DL 450 цей показник знаходиться на рівні 10%. Використання плівкоутворювача у поєднанні з диспергатором характеризується зменшенням смуги поглинання при 1797  $\text{cm}^{-1}$  на 15%. Інтенсивність всіх інших характеристичних смуг (адсорбованої води, зв'язків C-H і CH<sub>3</sub> та інших) змінюється несуттєво.

2. Зазначеним вище системам після додаткового промивання водою властиві дещо інші характеристики. Інтенсивність смуги поглинання при 1797  $\text{cm}^{-1}$  не змінюється для КНН після взаємодії з натрій поліакрилатом (Axilat 32S). У системі з плівкоутворювачем (Ucar DL 450) зменшення становить більше 15%, а для Ucar DL 450 у поєднанні з Axilat 32S – 30%. Все це фіксується на фоні несуттєвої зміни інтенсивності всіх інших характеристичних смуг поглинання зазначених систем (табл. 2).

Заміна Axilat 32S на метилсиліконат калію (ГКЖ-11к) характеризується наявністю хімічної взаємодії останнього з поверхнею крейди за участю адсорбованої води та групи C=O. Так, у першому випадку інтенсивність смуги при 3422  $\text{cm}^{-1}$  знижується для систем КНН+ГКЖ-11к та КНН+ГКЖ-11к+Ucar DL 450 у 3,5–4,0 рази. Причому ця закономірність спостерігається і після промивання водою, що є свідченням виникнення хімічної взаємодії і дозволяє прогнозувати утворення поверхневого шару з молекул метилсиліконату калію на частинках КНН, що забезпечує гідрофобізацію її поверхні.

Група C=O взаємодіє з ГКЖ-11к менш інтенсивно. Зменшення інтенсивності характеристичної смуги при 1797  $\text{cm}^{-1}$  знаходиться на рівні не вище 50%.

Наведені закономірності стосовно адсорбційної взаємодії поширюються і на кремнійорганічну емульсію IE-2404. Крім зниження інтенсивності смуги при 3422  $\text{cm}^{-1}$  в 2,5–3,0 рази, відмічається її зміщення до 18  $\text{cm}^{-1}$  у бік більших частот (особливо після відмивання водою). У випадку групи C=O зменшення інтенсивності характеристичної смуги становить на рівні 20% (табл. 3).

Що стосується процесів взаємодії просянського каооліну КС-1 з диспергатором Axilat 32S,

Таблиця 1

## Характеристичні смуги поглинання плівкоутворювачів і модифікаторів і систем на їх основі

Параметри характеристичних смуг поглинання (смуга / інтенсивність, ум. од.)							
Ucar DL 450	Axilat 32S	Ucar DL 450 + Axilat 32S	ГКЖ-11к	Ucar DL 450 + ГКЖ-11к	IE-2404	Ucar DL 450+IE-2404	Axilat 32S+ГКЖ-11к
–	3340/54	3205/45	3359/143	3438/29	33902/59	3356/18	3277/90
3027/34		3060/162		3060/44		3060/24	
2957/80	2971/63	3027/80		3026/64		3027/38	2966/87
2932/76	2927/66	2957/99	2964/143	2957/104	2948/110	2958/91	
2872/45		2872/91		2873/77	2860/84	2932/84	
–	2278/52		2359/38	2248/9		2872/53	
1730/128	1711/69	1945/7	2340/35				
–	1664/63	1733/104		1731/138	1733/116	1730/126	1653/28
1601/27	1597/85	1601/59	1656/69	1601/50	1683/116	1601/30	1560/83
–	1541/99	1563/59		1582/50			
–	1510/102				1522/83		
–		1493/68		1493/60	1456/83	1493/40	1413/121
1439/35	1452/71	1452/95		1452/102		1452/70	
1453/63		1395/67	1385/113	1393/78	1383/95		1270/102
–	1374/62	1262/88	1266/101	1255/111	1269/118	1269/90	
–	1309/80	1165/100		1162/123	1141/122	1159/110	
1258/51	1233/69	1165/100		1114/88		1115/100	
–		1066/72		1066/75	1078/120	1069/102	1023/137
1162/90	1105/59	1029/59		1027/83			
1116/41	1017/35						
1067/45		962/32	995/133	908/20		850/40	928/63
–	816/32	808/17		857/59	845/54	765/70	
–		841/22		761/67	766/86	700/90	886/56
761/35		761/70	770/104	700/97		554/16	775/123
700/79		701/96	668/42	550/20	557/12		

то останні не фіксуються за участю гідроксильних груп поверхні каоліну (смуги поглинання при  $3694\text{ см}^{-1}$ ,  $3619\text{ см}^{-1}$ ,  $789\text{ см}^{-1}$ ) та адсорбованої води ( $3436\text{ см}^{-1}$ ). Відсутні і смуги поглинання, характерні для зв'язків С–Н у діапазоні  $2873\text{–}2958\text{ см}^{-1}$ .

У системі каолін–плівкоутворювач (КС-1+Ucar DL 450) фіксується наявність процесів взаємодії. Підтвердженням цьому є зниження інтенсивності першої групи смуг поглинання на 20–25% та поява смуги поглинання зв'язків С–Н. Аналогічні закономірності відмічено і для системи КС-1+Axilat 32S+Ucar DL 450.

Промивання водою останньої та системи КС-1+Ucar DL 450 супроводжується суттєвим зниженням інтенсивності смуг поглинання, характерних для зв'язків С–Н. В останньому випадку фіксується взаємодія за участю ОН-груп та адсорбованої води. Така взаємодія не спостерігається для системи КС-1+Axilat 32S+Ucar DL 450. Заміна Axilat 32S на ГКЖ-11к характеризується наявністю взаємодії останнього за участю ОН-груп каоліну. Інтенсивність характеристичних смуг останніх знижується на 20–25% (табл. 4).

У випадку системи КС-1+ГКЖ-11к+Ucar

Таблиця 2

Зміна положення та інтенсивність смуг поглинання карбонатів (КНН) у системах з Axilat 32S і Ucar DL 450

Вихідний КНН	Параметри характеристичних смуг поглинання (смуга / інтенсивність, ум. од.)					
	Без промивання водою			Після промивання водою		
	КНН+Axilat 32S	КНН+Ucar DL 450	КНН+Axilat 32S+Ucar DL 450	КНН+Axilat 32S	КНН+Ucar DL 450	КНН+Axilat 32S+Ucar DL 450
3439/15 (H <sub>2</sub> O)	3423/8	3439/14	3436/16	3427/14	3427/14	3422/9
2958/20 (C–H)	–	2958/18	2958/20	2982/70	–	–
2873/19 (C–H)	2873/10	2873/18	2928/21	–	2823/12	2922/10
		–	2873/18	2873/17	2873/14	2873/11
2512/26 (C–H)	2512/19			2512/35	2513/25	2512/21
					2359/9	
1797/60 (C=H)	1797/37	1797/53	1797/51	1797/	1797/	1797/42
1731/59 (C=H)	–	1731/57	1732/57	60(30)	50(18)	(17)
1428/129 (CO <sub>3</sub> )	1433/132	14283/127	1425/132			
				1435/132	1429/135	1429/137
874/114 (CO <sub>3</sub> )	874/107	874/107	874/111	1035/34	1086/34	1086/27
7128/82 (CO <sub>3</sub> )	712/60	712/60	712/71	874/125	874/107	874/102
				812/64	712/56	712/45

DL 450 відмічено додатково появу смуг поглинання в діапазоні 2853–2957 см<sup>-1</sup>, характерних для зв'язків C–H. Промивання водою призводить практично до повної відсутності останніх. Варто зазначити, що інтенсивність смуг поглинання OH-груп поверхні каолінів залишається практично без змін.

Система КС-1+ІЕ-2404 характеризується наявністю процесів взаємодії за участі зазначених вище OH-груп поверхні каоліну. При цьому слід зауважити про гідролітичну стійкість утворених зв'язків. Доказом останнього є практично незмінна інтенсивність характеристичних смуг поглинання при 3694 см<sup>-1</sup> та 3619 см<sup>-1</sup> після відмивання системи водою (табл. 5).

#### Висновки

Аналіз взаємодії карбонатних і алюмосилікатних наповнювачів (крейди і каоліну) з модифікаторами (Axilat 32S, ГКЖ-11к) і плівкоутворювачем (стирол-акриловим Ucar DL 450 і кремнієорганічним ІЕ-2404) з використанням ІЧ-спектроскопії дозволяє стверджувати наступне: процеси хімічної взаємодії у випадку крейди

можливі за участі зв'язків C=O і, в деяких випадках, адсорбованої води; ступінь гідролітичної стійкості новоутворених зв'язків визначається переважно видом модифікатора; застосування калій метилсиліконату (ГКЖ-11к) забезпечує її більш високий рівень; алюмосилікати можуть взаємодіяти з іншими компонентами ВДФ за участю OH-груп та адсорбованої води, що входять до їх складу. Надано кількісне оцінювання відмічених процесів за зміною положення та інтенсивністю характеристичних смуг поглинання функціональних груп і хімічних зв'язків в ІЧ-спектрах наповнених систем.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Karavayev T. Solventbased paints still dominate // Eur. Coat. J. – 2012. – No. 11. – P.18-19.
2. Karavayev T. Losemittelhaltige Farben dominieren: Der ukrainische Farben- und Lackmarkt im Überblick // Farbe und Lack. – 2012. – Vol.118. No. 10. – P.6-7.
3. Karavayev T., Osyka V., Kolomiets T. Water-borne coating

Таблиця 3

Зміна положення та інтенсивність смуг поглинання карбонатів (КНН) у системах з ГКЖ-11к, а також Ucar DL 450 та ІЕ-2404

Параметри характеристичних смуг поглинання (смуга / інтенсивність, ум. од.)						
Вихідний КНН	КНН+ГКЖ-11к	КНН+ГКЖ-11к (після промивання водою)	КНН+ГКЖ-11к+Ucar DL 450	КНН+ГКЖ-11к+Ucar DL 450 (після промивання водою)	КНН+ІЕ-2404	КНН+ІЕ-2404 (після промивання водою)
3422/25	3441/6	3422/5	3422/16	3422/7	3423/8	3440/11
2982/12	–	2986/6	3027/9	–	–	2978/14
2917/11	2817/7	–	2958/27	–	–	–
2873/18	2873/8	2873/10	2925/10	2922/7	2924/14	2924/15
2512/35	2512/12	2512/21	2873/24	2873/8	2876/12	2873/13
2359/7	–	–	2513/30	2512/16	2513/20	2513/23
1797/68 (32)	1797/39 (19)	1797/42 (21)	2359/16	–	–	–
1429/14	1429/143	1429/128	2341/12	–	–	–
1086/51	1037/29	1082/32	1798/57	1797/37 (16)	1799/55	1798/54
875/134	874/115	1037/31	(16)	–	(18)	(19)
848/32	–	874/110	1732/64	1428/128	–	–
712/92	712/57	–	(10)	1037/25	1428/134	1429/136
		712/62	1428/135	874/101	1123/46	1269/84
			1032/60	712/5	1082/46	1119/46
			874/115		874/119	1033/70
			712/88		799/27	874/115
					771/27	798/27
					712/77	775/26
						712/73

materials already dominate // *Eur. Coat. J.* – 2019. – No. 2. – P.18-20.

4. *Караваєв Т.А.* Водно-дисперсійні фарби: товарознавча оцінка: монографія. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2015. – 288 с.

5. *Караваєв Т., Свідерський В.* Порівняльна оцінка властивостей карбонатних наповнювачів водно-дисперсійних фарб // *Товари і ринки.* – 2010. – № 2. – С.164-170.

6. *Danylkovych A., Mokrousova O., Zhygotsky A.* Improvement of the filling and plasticization processes of forming multifunctional leather materials // *East. Eur. J. Enterprise Technol.* – 2016. – Vol.2. – No. 6(80). – P.23-31.

7. *Свідерський В.А.* Дисперсність та структура карбонатних наповнювачів для водно-дисперсійних фарб / *В.А. Свідерський, Т.А. Караваєв* // *Вісник Черкаського державного технол. ун-ту. Сер. Техн. науки.* – 2012. – № 2. – С.

102–108.

8. *Kovtunen O., Travinskaya T., Mokrousova O.* Thermal properties of anionic polyurethane composition for leather finishing // *Mater. Sci. (Medziagotyra).* – 2016. – Vol.22. – No. 3. – P. 397-402.

9. *Караваєв Т.А., Свідерський В.А., Земляной І.В.* Властивості поверхні карбонатних наповнювачів // *Вісник Черкаського державного технол. ун-ту. Сер. Техн. науки.* – 2012. – № 4. – С.95-100.

10. *Sviderskyi V., Karavayev T.* Composition and physico-chemical properties of Ukrainian kaolins surface // *Chem. Chem. Technol.* – 2013. – Vol.7. – No. 2. – P.197-203.

11. *Караваєв Т.А., Свідерський В.А.* Свойства поверхности каолинов // *Техника и технология силикатов.* – 2013. – Т.20. – № 4. – С.11-16.

12. *Караваєв Т.А., Свідерський В.А.* Визначення критичної об'ємної концентрації наповнювача у водно-диспер-

Таблиця 4

## Зміна положення та інтенсивність смуг поглинання каолінів (КС-1 просянівський) у системах з Axilat 32S і Ucar DL 450

Вихідний КС-1	Параметри характеристичних смуг поглинання (смуга / інтенсивність, ум. од.)				
	Без промивання водою			Після промивання водою	
	КС-1+Axilat 32S	КС-1+Ucar DL 450	КС-1+Axilat 32S+Ucar DL 450	КС-1+Ucar DL 450	КС-1+Axilat 32S+Ucar DL 450
3694/101	3694/110	3695/78	3695/83	3694/78	3694/102
3619/98	3619/109	3619/75	3620/76	3619/75	3619/98
3436/29	3460/42	3440/25	3436/15	3436/18	3436/29
1635/7	–	2958/30	2958/31	2958/8	–
1115/107	1115/113	2929/32	2933/30	2929/9	2926/4
1008/112	1008/117	2873/17	2873/17	–	2847/2
912/110	912/118	1731/40	1731/38	1731/12	1944/3
789/40	796/47	1453/28	1453/23	–	1821/3
754/36	754/36	1116/94	1115/90	1158/91	1727/4
697/55	696/55	1032/125	1032/114	1031/112	1631/18
536/58	536/46	1008/124	1007/116	1008/113	1111/105
		911/100	911/95	911/103	1032/112
		789/25	789/24	795/29	912/113
		755/25	758/24	754/25	789/42
		700/40	700/30	697/31	754/39
		537/76	535/66	537/63	696/50
					539/49

сійних фарбах // Вісник Черкаського державного технол. ун-ту. Сер. Техн. науки. – 2013. – № 4. – С.141-149.

13. *Hierarchical structure of the derma affected by chemical treatment and filling with bentonite: diagnostics with a method of standard contact porosimetry* / Mokrousova E., Dzyazko Y., Volkovich Y., Nikolskaya N. // Springer Proceed. Phys. – 2016. – Vol.183. – P.277-290.

14. *Sikorsky O., Myronyuk O., Svidersky V. Rheological behavior of montmorillonite water suspensions in the presence of surfactants* // Chem. Chem. Technol. – 2015. – Vol.9. – P.237-240.

15. *Mokrousova O.R., Volkovich Yu.M. Hide and skin of mammals* // Structural properties of porous materials and powders used in different fields of science and technology. – London: Springer, 2014. – Chapter 12. – P.251-266.

Надійшла до редакції 11.09.2019

#### PROCESSES OF CHEMICAL INTERACTION IN THE SYSTEM MINERAL FILLER–MODIFIER–BINDER

*T.A. Karavayev<sup>a,\*</sup>, V.A. Osyka<sup>a</sup>, V.O. Komakha<sup>a</sup>, N.V. Kaluga<sup>a</sup>, V.V. Tkachuk<sup>b</sup>, O.O. Sikorskyi<sup>c</sup>*

<sup>a</sup> Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine

<sup>b</sup> Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

<sup>c</sup> National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

\* e-mail: t.karavayev@knute.edu.ua

*The article presents the results of the IR-spectroscopic study of the processes of chemical interaction in the system mineral filler–modifier–binder, which can occur in the production of water-dispersion paints and affect the operational properties of the obtained coatings. The investigated model systems included mineral fillers (chalk as a carbonate filler for norplasts (designated as CFN) or kaolin from Prosiyanivske deposit (designated as KC)), modifiers (sodium salt of polyacrylic acid as a dispersant (designated as Axilat 32S) and potassium methyl silicone as a water repellent (designated*

Таблиця 5

Зміна положення та інтенсивність смуг поглинання каолінів (КС-1 просянівський) у системах з ГКЖ-11к, а також Ucar DL 450 та ІЕ-2404

Параметри характеристичних смуг поглинання (смуга / інтенсивність, ум. од.)						
Вихідний КС-1	КС-1+ГКЖ-11к	КС-1+ГКЖ-11к (після промивання водою)	КС-1+ГКЖ-11к+Ucar DL 450	КС-1+ГКЖ-11к+Ucar DL 450 (після промивання водою)	КС-1+ІЕ-2404	КС-1+ІЕ-2404 (після промивання водою)
3694/109	3695/85	3695/84	3696/73	3695/78	3695/79	3695/85
3619/104	3620/78	3619/81	3619/72	3619/79	3619/75	3619/78
3436/30	–	–	3423/34	3450/14	–	–
2922/5	2917/4	2917/3	3027/17	–	–	–
2851/3	2851/2	–	2957/50	–	2967/6	2969/7
1941/3	–	–	2924/59	2922/10	–	2923/8
1824/3	–	–	2872/33	–	–	–
1635/7	–	–	2853/34	2852/5	2847/4	2851/5
1115/115	1115/93	1115/93	1732/72 (45)	1731/15 (6)	–	–
1008/121	1029/113	1033/112	1454/77 (24)	1427/36 (10)	–	–
912/118	1009/110	1008/107	1032/119	1115/95	1271/31 (7)	1272/36 (7)
789/40	913/94	912/96	1009/118	1031/115	1115/89 (20)	1115/96 (20)
754/32	793/22	789/23	912/107	1008/114	1032/109	1031/116
697/50	754/19	754/20	795/37	912/96	1009/107	1008/114
645/8	697/29	695/33	757/30	795/26	912/86	912/92
536/58	–	–	699/30	754/20	796/24	796/26
469/54	533/64	538/66	–	696/32	755/19	755/22
431/45	469/55	468/59	537/47	644/7	695/28	695/30
	429/30	429/34	469/27	537/60	–	–
			–	468/52	538/45	538/48
				–	468/50	469/54
					430/32	

as GKZh-11k)), and binders (aqueous dispersion of styrene-acrylic copolymer (designated as Ucar DL 450) or organosilicon polymer (designated as ІЕ-2404)). The analysis of the obtained IR-spectra showed the possibility of the interactions in the following systems: Ucar DL 450+Axilat 32S involving C=C bonds and functional groups of OH, Ucar DL 450+GKZh-11k with the participation of OH, Si–H and C=C groups, and Axilat 32S+GKZh-11k via OH groups. A partial chemical interaction with the participation of C=O groups of the filler is possible in the system CFN+Axilat 32S. The replacement of Axilat 32S by potassium methyl silicone is associated with the chemical interaction with the chalk surface by means of adsorbed water and the C=O groups. After washing with water, this feature remains which allows predicting the formation of a surface layer of potassium methyl silicon molecules on the particles of CFN that provides its hydrophobization. The presence of interaction processes is also detected in the system KC-1+Ucar DL 450. This is evidenced by a decrease in the intensity of the first group of absorption bands by 20–25% and the appearance of the absorption band of the C–H

bond. The system KC-1+ІЕ-2404 is characterized by the interaction processes with the participation of the OH groups on the kaolin surface; the generated bonds show a hydrolytic stability.

**Keywords:** water-dispersion paint; mineral filler; chalk; kaolin; binder; modifier; dispersant; water-repellent agent.

#### REFERENCES

1. Karavayev T. Solventbased paints still dominate. *European Coatings Journal*, 2012, no. 11, pp. 18-19.
2. Karavayev T. Losemittelhaltige Farben dominieren: der ukrainische Farben- und Lackmarkt im Überblick [Solvent-containing paints dominate: the Ukrainian paint and lacquer market at a glance]. *Farbe und Lack*, 2012, vol. 118, no. 10, pp. 6-7. (in German).
3. Karavayev T., Osyka V., Kolomiets T. Water-borne coating materials already dominate. *European Coatings Journal*,



2019, vol. 2, pp. 18-20.

4. Karavayev T.A., *Vodno-dyspersiini farby: tovaroznavcha otsinka* [Water-dispersion paints: commodity science evaluation]. Kyiv National University of Trade and Economics Publishers, Kyiv, 2015. 288 p. (in Ukrainian).

5. Karavayev T., Sviderskyi V. Porivnyal'na otsinka vlastyvostei karbonatnykh napovnyuvachiv vodno-dyspersiinykh farb [Comparative evaluation of the properties of carbonate fillers for water-dispersion paints]. *Commodities and Markets*, 2010, no. 2, pp. 164-170. (in Ukrainian).

6. Danylkovych A., Mokrousova O., Zhygotsky A. Improvement of the filling and plasticization processes of forming multifunctional leather materials. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 2016, vol. 2, no. 6(80), pp. 23-31.

7. Sviderskyi V.A., Karavayev T.A. Dyspersnist' ta struktura karbonatnykh napovnyuvachiv dl'a vodno-dyspersiinykh farb [Dispersion and structure of carbonate fillers for water-dispersion paints]. *Visnyk Cherkas'kogo Derzhavnogo Tekhnologichnogo Universytetu. Seriya Tekhnichni Nauky*, 2012, no. 2, pp. 102-108. (in Ukrainian).

8. Kovtunenکو O., Travinskaya T., Mokrousova O. Thermal properties of anionic polyurethane composition for leather finishing. *Materials Science (Medziagotyra)*, 2016, vol. 22, no. 3, pp. 397-402.

9. Karavayev T.A., Sviderskyi V.A., Zemlyanoi I.V. Vlastyvosti poverkhni karbonatnykh napovnyuvachiv [Surface properties of carbonate fillers]. *Visnyk Cherkas'kogo Derzhavnogo Tekhnologichnogo Universytetu. Seriya Tekhnichni Nauky*, 2012, no. 4, pp. 95-100. (in Ukrainian).

10. Sviderskyi V., Karavayev T. Composition and physico-chemical properties of Ukrainian kaolins surface. *Chemistry & Chemical Technology*, 2013, vol. 7, no. 2, pp. 197-203.

11. Karavayev T.A., Sviderskyi V.A. Svoistva poverkhnosti kaolinov [Properties of the kaolin surface]. *Tekhnika i Tekhnologiya Silikatov*, 2013, vol. 20, no. 4, pp. 11-16. (in Russian).

12. Karavayev T.A., Sviderskyi V.A. Vyznachennya krytychnoyi ob'emnoyi kontsentratsii napovnyuvacha u vodno-dyspersiinykh farbakh [Determination of critical volume concentration of filler in water-dispersion paints]. *Visnyk Cherkas'kogo Derzhavnogo Tekhnologichnogo Universytetu. Seriya Tekhnichni Nauky*, 2013, no. 4, pp. 141-149. (in Ukrainian).

13. Mokrousova E., Dzyazko Y., Volkovich Y., Nikolskaya N. Hierarchical structure of the derma affected by chemical treatment and filling with bentonite: diagnostics with a method of standard contact porosimetry. In: Fesenko O., Yatsenko L. (eds.) *Nanophysics, nanophotonics, surface studies, and applications. Springer Proceedings in Physics*, 2016, vol. 183, pp. 277-290.

14. Sikorsky O., Myronyuk O., Svidersky V. Rheological behavior of montmorillonite water suspensions in the presence of surfactants. *Chemistry & Chemical Technology*, 2015, vol. 9, pp. 237-240.

15. Mokrousova O.R., Volkovich Yu.M. Hide and skin of mammals. In: *Structural properties of porous materials and powders used in different fields of science and technology*. Springer London, 2014, chapter 12, pp. 251-266.