

УДК 544.7

ЗМОЧУВАННЯ КРЕМНЕЗЕМІВ РІЗНОЇ ГІДРОФОБНОСТІ ВОДОЮ ТА ДЕКАНОМ

П.О. Кузема

*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України
вул. Генерала Наумова 17, Київ 03164, Україна*

*Методом капілярного поглинання досліджено процес змочування водою та *n*-деканом хімічно модифікованих високодисперсних кремнеземів з гідрофільно-гідрофобною поверхнею. Виявлено нелінійну залежність осмотичної активності і немонотонну залежність швидкості змочування від ступеня модифікування поверхні метилсилільними групами.*

ВСТУП

Одним із способів підвищення ефективності використання високодисперсних кремнеземів (ВДК) як адсорбентів, каталізаторів, наповнювачів полімерів, загусників дисперсійних середовищ (мастил, лаків, фарб) та ін. є гідрофобізація їхньої поверхні заміщенням гідроксильних груп на органічні або елементоорганічні [1]. В більшості випадків проводити повну гідрофобізацію поверхні недоцільно, оскільки існує певне співвідношення гідрофільних та гідрофобних груп на поверхні кремнезему, яке надає йому оптимальних властивостей. Зокрема, результати досліджень вказують на те, що як прямі (масло у воді), так і зворотні (вода в маслі) емульсії можна стабілізувати високодисперсним гідрофобізованим кремнеземом і, що важливо, існує оптимальний ступінь гідрофобізації частинок, при якому стабілізуюча здатність є максимальною [2].

Широке застосування для гідрофобізації ВДК знайшли органохлорсилани [3]. На теперішній час детально вивчено процеси газофазного модифікування метилхлорсиланами, причому з трьох сполук складу Me_nSiCl_{4-n} ($1 \leq n \leq 3$) найчастіше використовують триметилхлорсилан (ТМХС) у зв'язку з простою стехіометрією поверхневої реакції (1:1) [2] і диметилдихлорсилан (ДМДХС), внаслідок утворення щільного органофільного шару на поверхні при хімічному модифікуванні за участі цього реагенту [4]. Однак остаточно не з'ясовано, як впливає реалізація способу газофазного модифікування у різних типах реакторів на гідрофільно-гідрофобні властивості одержуваних ВДК з частково метилсилільованою поверхнею і як впливає ступінь гідрофобізації поверхні ВДК на його гідрофобність.

Для оцінки гідрофобності твердих тіл зазвичай використовують метод вимірювання крайового кута змочування [5]. Однак цей метод дає прийнятні результати тільки у випадку гладких, однорідних та чистих поверхонь. Для високодисперсних порошків, зокрема гідрофобізованих ВДК, більш зручним є метод капілярного поглинання [6], який дає можливість визначати не тільки величини осмотичної активності (максимального об'єму поглиненої рідини), але і швидкості змочування полярними та неполярними рідинами. Метою даної роботи було дослідження поглинання і швидкості змочування ВДК водою та *n*-деканом в залежності від ступеня і способу модифікування поверхні метилсилільними (МС) групами.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Матеріали. Для дослідження було взято пірогенний ВДК з питомою поверхнею 200 м²/г (А200), одержаний на Калуському дослідно-експериментальному заводі Інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка Національної академії наук України, а також кремнеземи різного ступеня метилсилілювання поверхні, синтезовані у різних типах реакторів шляхом газофазного хімічного модифікування поверхні А-200 ДМДХС (АМД) або ТМХС (АМТ). Модифікатори марки "х.ч." перед використанням очищували перегонкою за стандартною методикою [7].

Гідрофобізація ВДК. Процес модифікування здійснювали з урахуванням умов перебігу поверхневих хімічних реакцій диметил- і триметилсилілювання, узагальнених в [8], при 573 К протягом години. Підготовку поверхні А-200 проводили при 473 К в сушильній шафі,

а після модифікування здійснювали прогрів зразків у струмені сухого повітря при 453 К з метою видалення з поверхні залишку непрореагованих модифікаторів та продуктів хімічних реакцій. Тривалість кожної з двох останніх операцій складала дві години. Модифікування проводили у трьох типах реакторів: автоклаві, реакторі з перемішуванням (РП) та реакторі з киплячим шаром (РКШ). У першому і другому випадку модифікатор додавали до ВДК при 293 К і поступово прогрівали суміш до 573 К. В останньому випадку пари модифікатора вводили в контакт з нагрітим до 573 К ВДК. Ступінь прищеплення МС груп (θ) варіювали кількістю введеного модифікатора (автоклав або РП) або часом подачі його парів (РКШ).

Методи. ІЧ-спектри реєстрували за допомогою спектрофотометра "UR-20". Маса таблеток кремнезему, спресованих при 50 кгс/см², складала (30,0±0,5) мг. Ступінь модифікування визначали за формулою

$$\theta = \theta_{max} D_x / D_{max},$$

де D_x і D_{max} – інтегральна густина аналітичного піку в області 2980–2990 см⁻¹ відповідно досліджуваного зразка і зразка з максимальним прищепленням МС груп; θ_{max} – максимальний ступінь модифікування

$$\theta_{max} = C_{MC} / C_{OH},$$

де C_{OH} і C_{MC} – відповідно концентрація гідроксильних і МС груп (в ммоль/г), визначених за формулою [9]

$$C = 2,303 \frac{D_v \Delta v_{1/2} \cdot 10^6}{A_{\Delta v} s_0 p_{num}},$$

де C – концентрація поверхневих функціональних груп (в ммоль/г) кремнезему; D_v – оптична густина в максимумі смуги поглинання; $\Delta v_{1/2}$ – напівширина смуги поглинання, см⁻¹; $A_{\Delta v}$ – інтегральний коефіцієнт поглинання, см⁻¹/моль; s_0 – площа поверхні зразка, що знаходиться під ІЧ-випромінюванням, см²; p_{num} – товщина поглинаючого шару, мг/см².

Процес змочування вихідного та модифікованих ВДК рідинами вивчали на приладі, описаному в [10] за методикою, наведеною в [6], при температурі 293 К. Порошкоподібний зразок масою 50 мг вносили в скляну кювету з діаметром 1 см та висотою 3 см. Дном кювети служив фільтрувальний папір, який закріплю-

вався тефлоновим кільцем. Зразок ущільнювали постукуванням кювети на дерев'яній дощечці до постійного об'єму. Потім кювету з порошком поміщали в установку, яка складалась з фільтру Шотта, з'єданого з бюреткою, що наповнена змочувальною рідиною. В момент контакту рідини з кюветою, що містить порошок, останній поглинає рідину (за рахунок капілярних сил) до повного насичення. Для характеристики змочування було обрано воду (як полярну рідину) і *n*-декан (як неполярну). Визначали об'єм поглиненої речовини в залежності від часу проведення процесу. Розглядаючи процес змочування як односторонню реакцію псевдопершого порядку, експериментальні точки на графіку $V=f(t)$ апроксимували функцією $V=A(1-e^{-kt})$ [11], в результаті визначали параметри процесу змочування – максимальний об'єм поглиненої речовини A (в мл) та константу швидкості змочування k (в с⁻¹).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Схему взаємодії ДМДХС і ТМХС з поверхнею дегідратованого пірогенного ВДК представлено на рис. 1.

Наявність молекул води впливає на структуру модифікуючого шару у випадку модифікування поверхні кремнезему ДМДХС. В результаті цього на поверхні ВДК можуть утворюватись диметилсиланольні групи або олігодиметилсилоксанові структури.

ІЧ-спектри А-200 і деяких зразків АМД і АМТ наведено на рис. 2. В усіх випадках при модифікуванні ВДК хлорсиланами в ІЧ-спектрах ми спостерігали зменшення інтенсивності смуги поглинання з максимумом в області 3745–3750 см⁻¹ і появу смуг поглинання з максимумами в області 2980–2990 см⁻¹, що підтверджує перебіг хімічних реакцій на поверхні за участю вільних гідроксилів та прищеплення МС груп до поверхні ВДК.

Результати моделювання динаміки змочування водою та деканом деяких зразків АМД і АМТ, синтезованих в автоклаві, зображено на рис. 3 а, б.

Визначені параметри об'єму насичення (A) та ефективної константи швидкості (k_{ef}), а також величини середньоквадратичного відхилення (R^2) модельної кривої від експерименту для всіх досліджуваних зразків наведено в таблицях 1 та 2. Відносна похибка обчислень величини A складала приблизно 10%, а k_{ef} – близько 5%.

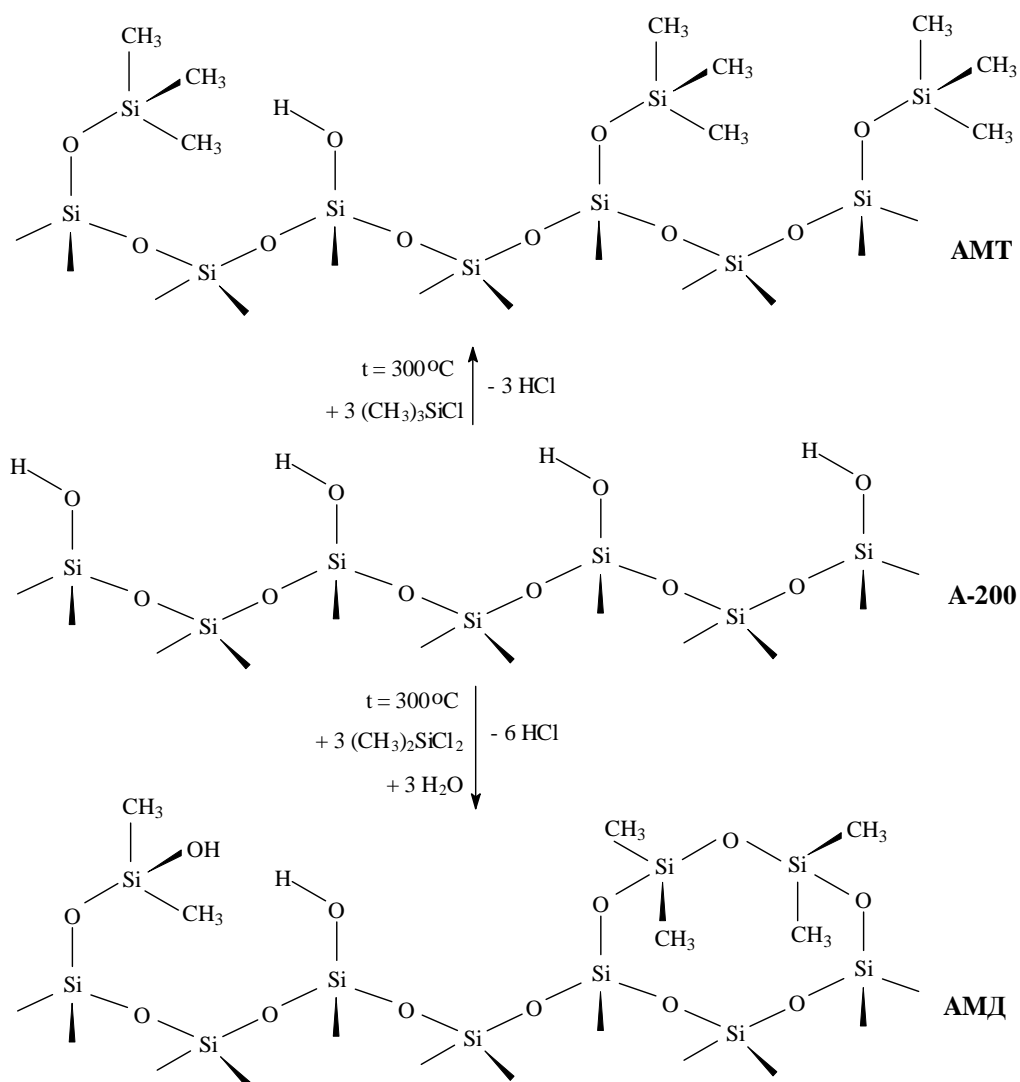


Рис.1.Схема взаємодії ДМДХС і ТМХС з поверхнею дегідратованого пірогенного ВДК

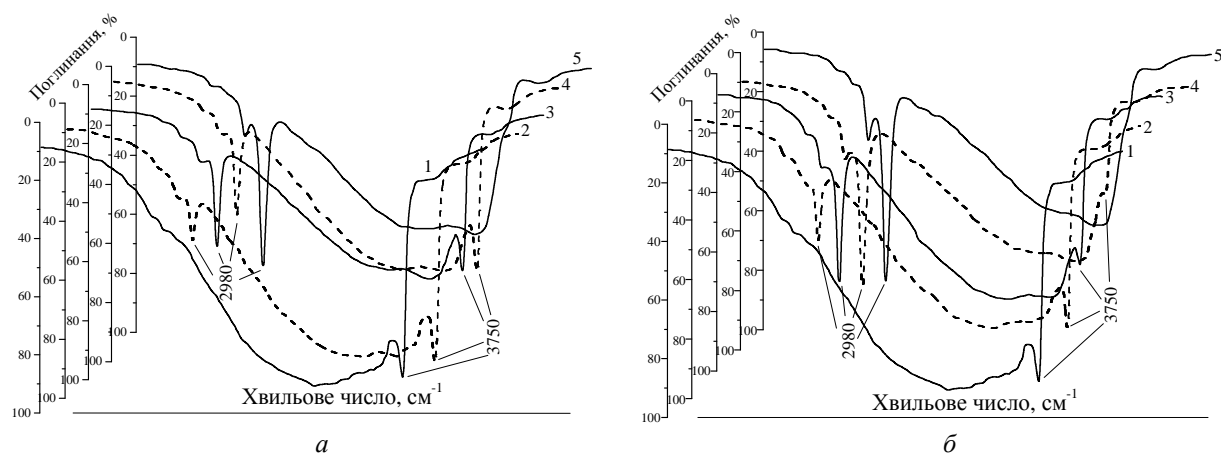


Рис. 2. ІЧ-спектри немодифікованого (1) та модифікованого в автоклаві ДМДХС (а) і ТМХС (б) кремнеземів (очікувані ступені модифікування: 2 – 0,27; 3 – 0,60; 4 – 1; 5 – max)

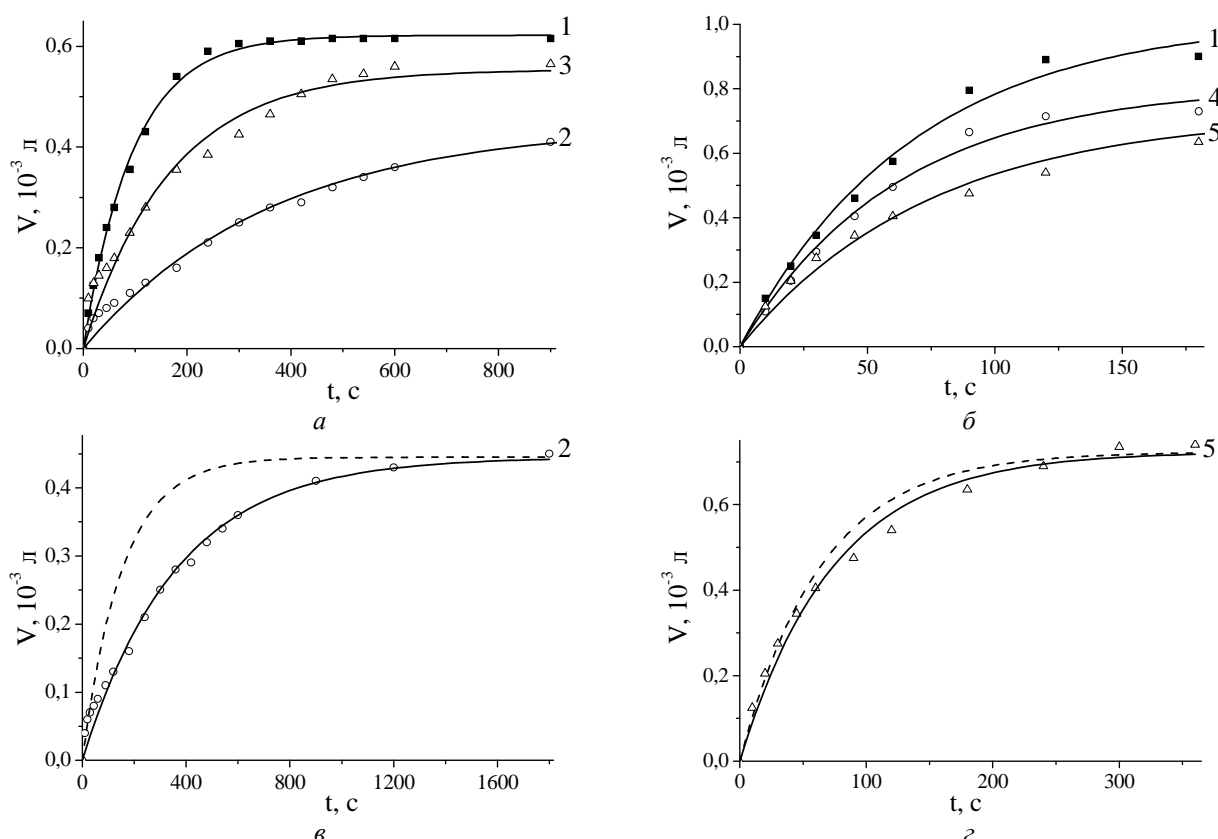


Рис. 3. Експериментальні точки та модельні криві, що описують процес змочування зразків ВДК водою (а, в) і деканом (б, г):

1 – А-200; 2, 4 – АМД з χ відповідно 0,43 і 1,3; 3, 5 – АМТ з χ відповідно 0,28 і 1.

Суцільна крива – результат апроксимації експериментальних точок модельною функцією в усьому часовому інтервалі вимірювань; пунктирна крива – апроксимація експериментальних точок лінійної ділянки кривої (початкова стадія процесу) тією ж функцією з фіксованим параметром A , взятим з результатів апроксимації точок у всьому часовому проміжку

Як видно з рис. 3 а,б, початок процесу змочування характеризується відхиленнями застосовуваної моделі від експерименту – точки у випадку деяких зразків ВДК лежать вище модельної кривої. З метою визначення констант швидкості змочування у початковий момент часу сукупність експериментальних точок, що характеризували лінійну область перебігу процесу, апроксимували з використанням тієї ж експоненційної функції із заданим параметром A , який було визначено апроксимацією всіх експериментальних точок. Цей процес проілюстровано на рис. 3 в,г. Визначені таким чином константи швидкості змочування на початковому етапі процесу (k) наведено в таблицях 1 та 2. Відносна похибка обчислень величини k склала приблизно 5%. Зазначені таблиці також містять величини об'єму зразків ВДК (наважка 50 мг) до і після змочування (V_0 і V_k , відповідно), та експе-

риментально визначені значення максимального об'єму поглиненої рідини (V_{max}).

Аналізуючи наведені в таблицях дані, слід відмітити, що із збільшенням ступеня модифікування:

1) величини об'єму, який відповідає насиченню зразків АМД і АМТ водою і деканом, монотонно, але нелінійно спадають (рис. 4). Це узгоджується з даними [12], де показано, що величини граничної адсорбції води та гексану на метилсилільованих кремнеземах є меншими порівняно з немодифікованим ВДК;

2) ефективні константи швидкості змочування водою та деканом зразків АМД і АМТ змінюються немонотонно. Аналіз величин константи швидкості змочування на початковій стадії процесу виявив аналогічну їх залежність від ступеня модифікування поверхні ВДК з більш вираженими екстремумами (рис. 5);

Таблиця 1. Параметри процесу змочування метилсилільованих зразків ВДК водою

Реактор	Зразок	θ	A, мл	$k_{эф} \times 10^3, c^{-1}$	$R^2 \times 10^4$	$k \times 10^3, c^{-1}$	$V_0, \text{мл}$	$V_k, \text{мл}$	$V_{max}, \text{мл}$
	А-200	0	0,62	10,42	1,3	11,40	1,00	0,60	0,62
авто- клав	АМД	0,10	0,59	2,38	19,4	2,22	0,85	0,60	0,51
		0,33	0,53	0,16	6,5	0,62	0,80	0,75	0,38
		0,35	0,51	0,84	12,2	1,66	0,85	0,70	0,45
		0,40	0,45	0,16	10	1,78	0,75	0,70	0,42
		0,43	0,44	2,76	3,1	6,49	0,75	0,70	0,45
		0,45	0,33	0,41	5,6	2,48	0,80	0,75	0,36
		0,49	0,40	0,21	0,4	0,53	0,80	0,80	0,40
		0,63	—	—	—	—	—	—	—
		1,30	—	—	—	—	—	—	
авто- клав	АМТ	0,11	0,57	6,38	8,3	10,20	0,90	0,65	0,55
		0,28	0,55	5,96	11,7	12,11	0,85	0,65	0,54
		0,42	0,46	5,37	6,1	8,42	0,80	0,70	0,52
		0,55	0,36	1,91	4,7	3,53	0,80	0,80	0,32
		0,60	—	—	—	—	—	—	—
		0,70	—	—	—	—	—	—	—
		0,75	—	—	—	—	—	—	—
		1,00	—	—	—	—	—	—	
РП	АМД	0,25	0,52	4,72	4,9	4,41	0,90	0,60	0,51
		0,38	0,53	5,03	2,2	6,59	0,90	0,60	0,52
		0,52	—	—	—	—	—	—	—
РП	АМТ	0,35	0,67	2,66	9,2	3,84	0,95	0,65	0,55
		0,70	—	—	—	—	—	—	—
РКШ	АМД	0,19	0,84	0,58	8,8	1,32	1,00	0,60	0,56
		0,23	1,65	0,14	2,6	1,35	1,00	0,60	0,51
		0,39	0,47	4,05	14,6	7,04	0,70	0,60	0,51
		0,46	0,44	11,19	5,4	9,17	0,60	0,50	0,46
		0,56	—	—	—	—	—	—	—

3) величина зміни об'єму зразків АМД і АМТ внаслідок змочування зменшується, що обумовлено як зменшенням питомої поверхні досліджуваних зразків, так і ступеня руйнування агрегатів ВДК рідиною;

4) максимальний об'єм поглиненого декану для всіх зразків більший порівняно з об'ємом води. Це, імовірно, є наслідком того, що декан, на відміну від води, сорбується на всій поверхні ВДК.

На рис. 5 зображено залежності константи швидкості на початковому етапі процесу змочування досліджуваних зразків ВДК водою та деканом від ступеня модифікування поверхні метилсилільними групами.

Порівнюючи швидкість змочування водою зразків АМД, синтезованих у різних типах реакторів (рис. 5а), слід відмітити менш виражений екстремальний характер залежності константи швидкості від ступеня модифікування у випадку зразків, синтезованих у РКШ. Це мо-

же бути наслідком: 1) різниці в структурі прищепленого шару диметилсилільних груп (різний склад компонентів газової фази у реакційному середовищі); 2) різної рівномірності модифікування (режим подачі модифікатора); 3) впливу перемішування при модифікуванні (зміна розмірів та форми агрегатів і міжагрегатних просторів). Відносно першого, – важко щось сказати напевно, оскільки, як вже зазначалось, наявність води у реакційному просторі може істотно впливати на механізми та продукти поверхневих хімічних реакцій за участю ДМДХС.

Щодо другого, то нерівномірність модифікування в автоклаві підтвердилась наявністю в складі суспензії змочених водою зразків АМД, синтезованих в автоклаві, деякої кількості агрегатів, що не змочились, вже починаючи зі ступеня модифікування 0,3. У випадку ж усіх змочених зразків АМД, синтезованих в РП або РКШ, наявності таких агрегатів не відмічено.

Таблиця 2. Параметри процесу змочування метилсилільованих зразків ВДК деканом

Реактор	Зразок	Θ	A , мл	$k_{ef} \times 10^3$, с ⁻¹	$R^2 \times 10^4$	$k \times 10^3$, с ⁻¹	V_0 , мл	V_k , мл	V_{max} , мл
	А-200	0	1,02	14,65	12,3	13,81	1,00	0,70	0,90
авто- клав	АМД	0,10	0,86	20,44	7,9	19,82	0,90	0,80	0,81
		0,33	0,91	13,61	8,7	12,85	0,85	0,75	0,79
		0,35	0,89	17,35	6,3	16,69	0,85	0,75	0,82
		0,40	0,84	19,67	6,5	19,06	0,85	0,80	0,79
		0,43	0,88	14,33	5,4	13,87	0,85	0,80	0,79
		0,45	0,91	14,22	6,5	13,63	0,85	0,80	0,80
		0,49	0,84	16,48	5,4	15,79	0,80	0,75	0,77
		0,63	0,95	12,12	5,8	11,60	0,85	0,80	0,81
		1,30	0,81	16,10	6,7	15,34	0,75	0,70	0,73
авто- клав	АМТ	0,11	0,94	19,27	4,1	18,91	0,90	0,75	0,90
		0,28	0,92	18,55	10,0	17,74	0,85	0,75	0,85
		0,42	0,87	16,93	3,9	16,59	0,80	0,75	0,82
		0,55	0,84	14,54	1,2	14,47	0,80	0,75	0,78
		0,60	0,80	20,68	2,5	20,24	0,80	0,70	0,76
		0,70	0,74	12,28	14,0	14,50	0,80	0,70	0,76
		0,75	0,76	14,48	6,2	15,82	0,80	0,70	0,76
		1,00	0,72	13,46	8,2	15,59	0,75	0,70	0,74
РП	АМД	0,25	0,89	19,13	4,2	18,58	0,95	0,80	0,84
		0,38	0,93	15,56	6,8	14,88	0,95	0,80	0,84
		0,52	0,89	9,35	2,3	9,00	0,90	0,80	0,81
РП	АМТ	0,35	0,91	13,96	6,4	13,36	0,95	0,80	0,81
		0,70	0,94	5,24	3,0	6,45	0,85	0,70	0,74
РКШ	АМД	0,19	0,90	10,27	14,5	10,41	1,00	0,70	0,87
		0,23	0,91	9,67	20,6	15,56	1,00	0,70	0,89
		0,39	0,76	11,99	7,4	13,61	0,80	0,70	0,75
		0,46	0,66	10,76	12,9	12,08	0,60	0,60	0,64
		0,56	0,47	44,32	2,3	44,16	0,50	0,50	0,48

Слід відзначити незначний вплив нерівномірності модифікування на глибину мінімуму кривої $k = f(\Theta)$ в області $\Theta \sim 0,2-0,3$, оскільки у випадку АМД, синтезованих в РКШ, цей мінімум також досить глибокий. Проте спостерігається вплив нерівномірності на ширину цього мінімуму – гідрофобні агрегати ВДК перешкоджають дифузії води крізь шар досліджуваного порошку.

Стосовно третього, то, імовірно, саме схожість будови агрегатів, їх розмірів та міжагрегатних зв'язків для всіх зразків АМД в області ступеня модифікування 0,4–0,45 й зумовлює появу максимумів для кривих $k = f(\Theta)$.

При порівнянні швидкості змочування водою зразків АМД і АМТ, синтезованих в автоклаві (рис. 5а і в, криві 1), видно, що природа прищеплених МС груп істотно впливає на перебіг цього процесу. Характер екстремальної залежності k від Θ у випадку АМТ такий самий,

проте екстремуми менш виражені і дещо зміщені. При однакових ступенях модифікування швидкість змочування АМТ вища. ВДК не змочується водою при значеннях $\Theta_{АМД}$ і $\Theta_{АМТ}$, більших 0,55–0,6. Слід відмітити, що в складі суспензії змочених водою зразків АМТ, синтезованих в автоклаві, на відміну від АМД, не фіксували наявності агрегатів, які не змочились, що свідчить про більшу рівномірність модифікування поверхні ВДК триметилсилільними групами.

Аналізуючи швидкість змочування деканом зразків АМД, синтезованих у різних типах реакторів (рис. 5б), слід відмітити зворотний у порівнянні з водою характер залежності константи швидкості від ступеня модифікування. У результаті зіставлення кривих 1-3 на рис. 5б можна припустити, що нерівномірність модифікування при невисоких значеннях Θ практично не впливає на швидкість змочування АМД деканом, оскільки він сорбується на всіх ділянках поверхні.

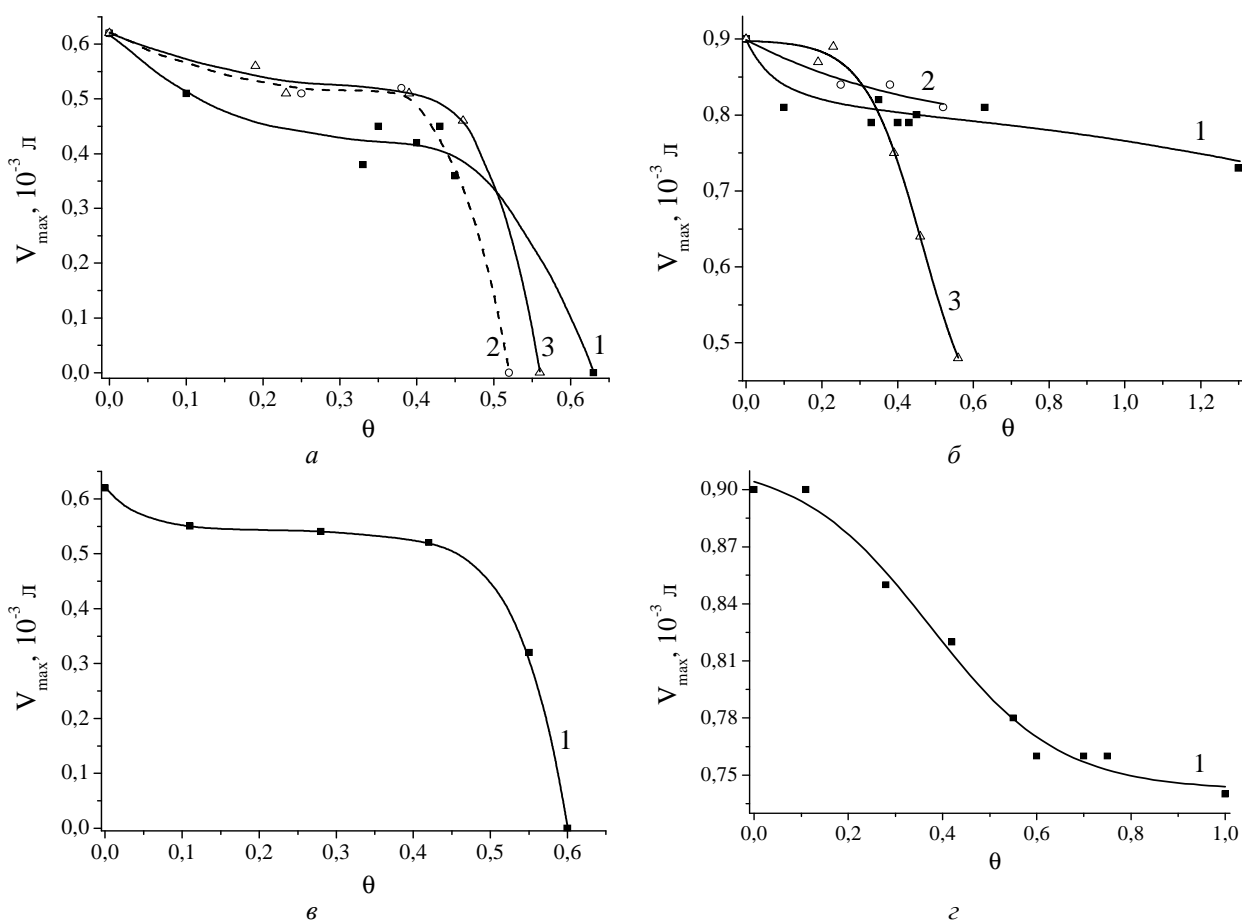


Рис. 4. Залежність величини максимального об'єму поглиненої води (а, в) і декану (б, г) зразками АМД (а, б) і АМТ (в, г), синтезованими в автоклаві (крива 1), реакторі з перемішуванням (крива 2) та реакторі з киплячим шаром (крива 3), від ступеня модифікування

Існування максимуму для кривих $k = f(\theta)$ в області $\theta \sim 0,1-0,2$ можна пояснити, припустивши, що при малих величинах θ немає стеричних перешкод для сорбції декану на всій поверхні, а наявність прищеплених диметилсилільних груп приводить до збільшення загальної швидкості змочування порівняно з немодифікованим ВДК. З підвищенням ступеня модифікування молекулам декану все важче проникати до поверхні крізь модифікуючий шар, і швидкість змочування зменшується. Мінімум швидкості змочування деканом відповідає мінімальному ступеню модифікування, характерному для гідрофобного ВДК ($\theta \sim 0,6$). З подальшим підвищенням θ швидкість змочування деканом в незначній мірі зростає, характеризуючи на початковій стадії змочування сорбцію декану переважно на диметилсилільних групах, прищеплених до поверхні.

Характер змочування деканом зразків АМТ, синтезованих в автоклаві (рис. 5г, крива 1), демонструє аналогічну залежність константи швидкості змочування від ступеня модифікування, що й у випадку АМД (рис. 5б, крива 1). Це дає підставу вважати, що швидкість змочування деканом не залежить від природи прищеплених МС груп. Ця величина залежить від ступеня модифікування для гідрофільних зразків і практично не залежить від останнього для гідрофобних зразків.

Порівнюючи криві 1 і 2 на рис. 5б, слід відмітити, що швидкість змочування деканом гідрофобних зразків залежить від режиму проведення модифікування. Проте характер цієї залежності встановити важко у зв'язку із складністю синтезу повністю метилсилільованих зразків у РП і РКШ. Гідрофільні зразки АМД, синтезовані в РП, характеризуються аналогічною залежністю константи швидкості змочування деканом від ступеня модифікування.

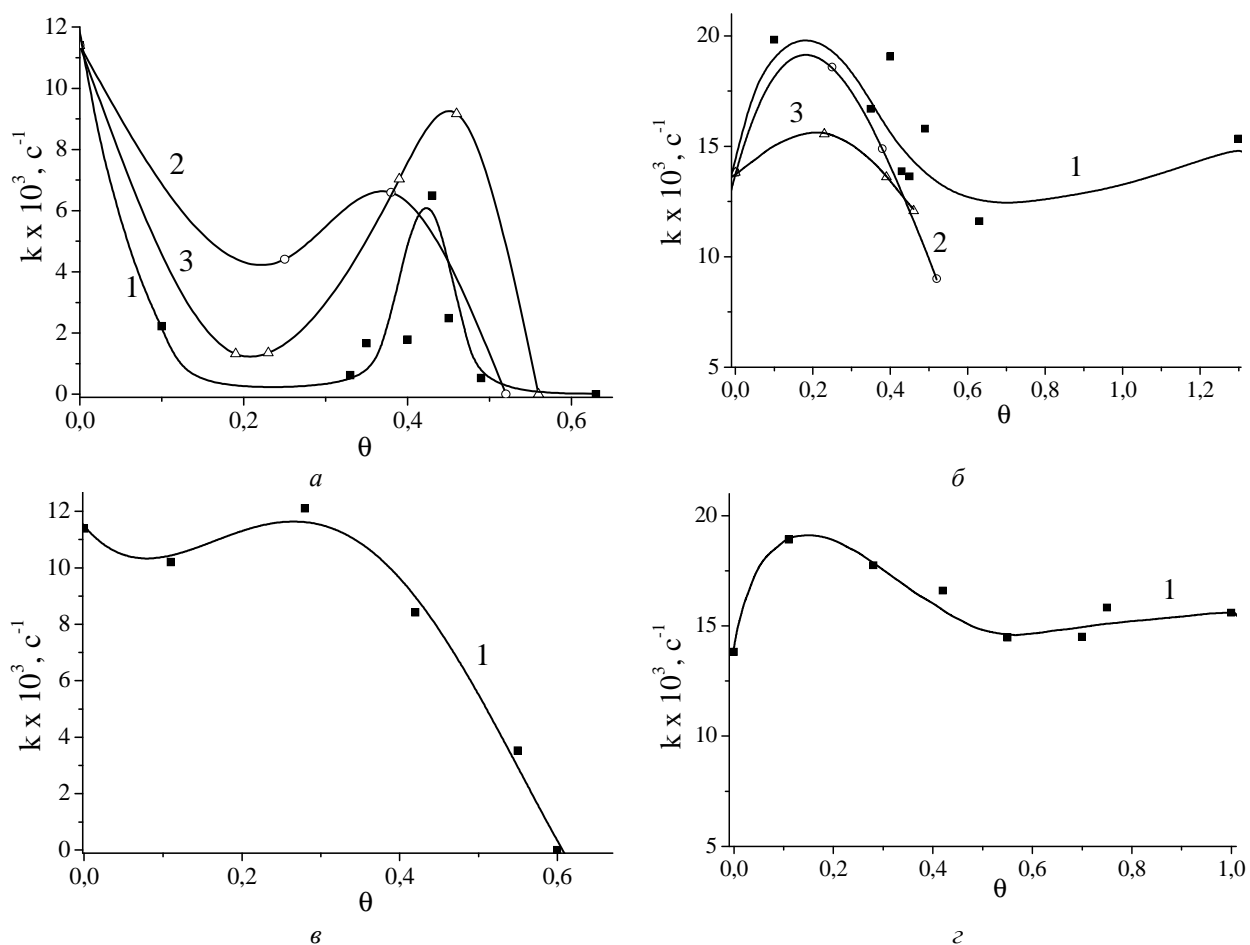


Рис. 5. Залежність константи швидкості змочування водою (*а, в*) і деканом (*б, г*) зразків АМД (*а, б*) і АМТ (*в, г*), синтезованих в автоклаві (крива 1), реакторі з перемішуванням (крива 2) та реакторі з киплячим шаром (крива 3), від ступеня модифікування

Швидкість змочування деканом для всіх гідрофільних зразків більша порівняно зі швидкістю змочування водою. Очевидно, це пов'язано з меншим поверхневим натягом декану та його неспецифічною сорбцією на поверхні ВДК.

ВИСНОВКИ

1. Природа гідрофобізованої поверхні впливає на змочуваність ВДК: при однакових ступенях модифікування поверхні швидкість змочування триметилсилільованих кремнеземів водою є вищою, ніж диметилсилільованих.
2. Ступінь гідрофобності ВДК змінюється нелінійно зі зміною ступеня модифікування поверхні. Зі збільшенням останнього зменшується поглинання кремнеземом як води, так і декану, а швидкість змочування гідрофобізованих кремнеземів в області ступенів модифікування 0,1–0,2 має міні-

мум у випадку змочування водою і максимум – при змочуванні деканом.

3. Ступінь модифікування поверхні, що характеризує поріг змочуваності кремнезему водою, складає близько 0,55–0,6 незалежно від того, який тип МС груп прищеплений до поверхні.
4. Спосіб газофазного модифікування диметилдихлорсиланом впливає на швидкість змочування і осмотичну активність ВДК по відношенню до води та декану, однак характер залежності цих величин від ступеня модифікування в межах кожного способу є ідентичним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чуйко А.А., Горлов Ю.И. Химия поверхности кремнезема: строение поверхности, активные центры, механизмы сорбции. – Киев: Наукова думка, 1992. – 248 с.

2. Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии / Под ред. Г.В. Лисичкина. – Москва: Химия, 1986. – 248 с.
3. Пащенко А.А., Воронков М.Г., Михайленко Л.А. и др. Гидрофобизация. – Киев: Наукова думка, 1973. – 240 с.
4. Неймарк И.Е., Слиякова И.Б. Адсорбционные свойства силикагелей, модифицированных диметилдихлорсиланом // Укр. хим. журн. – 1961. – Т. 27. – С. 196–205.
5. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии (Поверхностные явления и дисперсные системы): учебник для вузов. – Москва: Химия, 1982. – 400 с.
6. Pakhovchychyn S.V., Shimanskiy A.P. Wettability of highly dispersed silica and alumina // Colloids Surf. A. – V. 101, N 2–3. – 1995. – P. 211–215.
7. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. – Москва: Химия, 1973. – 717 с.
8. Тертых В.А., Белякова Л.А. Химические реакции с участием поверхности кремнезема. – Киев: Наукова думка, 1991. – 264 с.
9. Соболев В.А., Чуйко А.А., Тертых В.А. и др. Количественное определение функциональных групп на поверхности кремнезема методом инфракрасной спектроскопии // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем. – 1973. – № 5. – С. 44–49.
10. Круглицкий Н.Н., Паховчишин С.В. Методические разработки применения ПАВ для увеличения нефтеотдачи нефтяных пластов. – Киев: Наукова думка, 1983. – 46 с.
11. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики: учебник для хим. фак. ун-тов – Москва: Высшая школа, 1984. – 463 с.
12. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Г.В. Лисичкина. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.

Надійшла 16.06.2010, прийнята 21.06.2010

Смачивание кремнеземов разной гидрофобности водой и деканом

П.А. Кузема

*Институт химии поверхности им. А.А. Чуйко Национальной академии наук Украины
ул. Генерала Наумова 17, Киев 03164, Украина*

Методом капиллярного поглощения исследован процесс смачивания водой и n-деканом химически модифицированных высокодисперсных кремнеземов с гидрофильно-гидрофобной поверхностью. Выявлена нелинейная зависимость осмотической активности и немонотонная зависимость скорости смачивания от степени модифицирования поверхности метилсилильными группами.

Wettability of Silicas of Varied Hydrophobicity by Water and Decane

P.O. Kuzema

*Chuiko Institute of Surface Chemistry of National Academy of Sciences of Ukraine
17 General Naumov Street, Kyiv 03164, Ukraine*

The wetting of chemically modified high disperse silicas with hydrophilic-hydrophobic surface by water and n-decane was studied by the method of capillary imbibition. Nonlinear dependence of osmotic activity and nonmonotonic dependence of wetting rate upon the degree of surface modification with methylsilyl groups have been revealed.