DOI: 10.29295/2311–7257–2018–94–4–171–177
УДК 667.6

Демідов Д.В., Саєнко Н.В., Попов Ю.В., Биков Р.О., Уманська Т.І.
Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: 160789demidov@ukr.net, natause@ukr.net, iupopov@gmail.com, romul-wolf@ukr.net); orcid.org/0000-0002-9530-3500, orcid.org/0000-0003-4873-5316, orcid.org/0000-0003-2043-1046, orcid.org/0000-0002-0591-6857, orcid.org/0000-0002-2582-8416)

РЕОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИСОКОНАПОВНЕНИХ АКРИЛ-СТИРОЛЬНИХ ВОДНИХ ДИСПЕРСІЙ

У статті вивчені реологічні та енергетичні характеристики високонаповнених складів акрил-стирольних водних дисперсій. В якості наповнювачів були використані тонкостінні алюмосилікатні порожнисті мікросфери і високодисперсний аморфний діоксид кремнію (аеросил). В результаті проведених термодинамічних досліджень розраховано енергію активації водно-дисперсійних лакофарбових матеріалів в залежності від вмісту наповнювачів. Встановлено, що збільшення ступеня наповнення мікросферами підвищується в'язкість акрил-стирольної дисперсії, що призводить до технологічних труднощів при її нанесенні. Введення аеросилу дозволяє знизити в'язкість, регулювати ступінь тиксотропності і приводить до збільшення величини енергії активації. Все це дозволяє регулювати реологічні властивості на стадії виготовлення фарб або перед їх застосуванням.
Ключові слова: акрил-стирольна дисперсія, алюмосилікатні порожнисті мікросфери, аеросил, тиксотропія, енергія активації.

Аналіз проблеми. Сучасний рівень розвитку лакофарбових матеріалів надає можливість переходу від традиційних екологічно і пожежонебезпечних органорозчинних систем до водно-дисперсійних лакофарбових матеріалів (ВД-ЛФМ). З моменту появи на лакофарбовому ринку ВД-ЛФМ їх склад і експлуатаційні властивості постійно удосконалюються відповідно до сучасних вимог [1, 2]. Найбільш перспективні в цьому відношенні є матеріали на основі водних дисперсій акрилових сополімерів. Серед них в силу своїх функціональних властивостей і відносно невисокої вартості найбільшого поширення набули фарби на основі акрилових зв'язуючих з вінілакриловими, стиролакриловими та акрилосиліконовими плівкоутворювачами [3-5].

Шляхом раціонального поєднання діючих компонентів: плівкоутворювача на основі водної дисперсії акрилового сополімеру, пігментів, загусників, цільових добавок і мінеральних наповнювачів можна отримати покритті з заданим комплексом властивостей.

Відомо, що введення наповнювачів в полімерну матрицю призводить до появи широкого спектра взаємодій (від слабких фізичних сил до більш сильних хімічних), що виникають на межі поділу полімер-наповнювач, і призводить до утворення коагуляційних і конденсаційних структур (за класифікацією академіка П.О. Ребіндера). У структурах коагуляційного типу частинки пов'язані міжмолекулярними силами Ван-дер-Ваальса-Лондона, між ними виникають коагуляційні і «точкові» контакти. Між частинками є тонкі прошарки дисперсійного середовища. Структура має невелику міцність, володіє пластичними, еластичними і тиксотропними властивостями. Пластична течія пов'язана з тиксотропними явищами, які мають місце у високонаповнених лакофарбових матеріалах. Найчастіше прояв структурної в'язкості розглядається як позитивна якість, оскільки фарби набувають пастоподібну консистенцію. У таких системах не осідають пігменти, матеріали є змога наносити товстими шарами без патьоків. Такі фарби створюються шляхом відповідного підбору плівкоутворювачів і наповнювачів.

Так, введення у водні дисперсії акрилатів високодисперсних наповнювачів (тальку, каоліну, аеросилу, діоксиду титану, ряду органічних пігментів) призводить до утворення досить міцних коагуляційних структур. Цей принцип лежить в основі створення тиксотропних фарб. При сталій

структурі тиксотропні фарби не стікають з вертикальної поверхні, але легко наносяться на таку поверхню, якщо ця структура зруйнована [6-9].

Метою даної роботи було вивчення впливу дисперсних мінеральних наповнювачі на ефективну в'язкість і енергію активації в'язкої течії водної дисперсії акрилстирольного сополімеру.

Матеріали і методи дослідження. В якості плівкоутворювача застосовували акрил-стирольну дисперсію Acronal 290 D, яка випускається фірмою BASF (вміст нелетких сполук – 50 мас.%, pH 7.5-9.0, середній розмір частинок приблизно 100 нм, в'язкість при 23 °C (ISO 3219, DIN 53019) при швидкості зсуву 100 $с^{-1}$ складає 7-15 мПа·с).

В якості модифікаторів дисперсії Acronal 290 D застосовували целюлозний і акриловий загусники, піногасник без вмісту мінерального масла на полімерній основі і диспергатор.

Для регулювання реологічних властивостей ВД-ЛФМ застосовували наповнювач аеросил, який виконує також роль стабілізатора лакофарбових дисперсій, запобігає осіданню пігментів і надає тиксотропні властивості ВД-ЛФМ. Це високодисперсний аморфний діоксид кремнію, отриманий шляхом високотемпературного гідролізу. Наявність силанольних груп на поверхні частинок визначає гідрофільний характер діоксиду кремнію, отриманого таким способом [10, 11].

В якості наповнювача, також застосовували порожнисті мікросфери (МС), які представляють собою дрібнодисперсні, легкосипучі порошки, що складаються зі тонкостінних алюмосилікатних частинок сферичної форми діаметром 10-100 мкм і питомою поверхнею 0,61 $м^2/г$ [12-14]. Мінеральний склад наповнювачів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Мінеральний склад наповнювачів

Наповнювачі	Питома поверхня, $м^2/г$	ρ, $г/см^3$	*pH*	Мінеральний склад, мас.%						
				SiO_2	Al_2O_3	MgO	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	K_2O
Мікросфери (МС)	0,61	0,58-0,69	8,5	52,2-64,3	18,0-39,0	1,0-2,0	1,2-10,0	0,6-1,0	0,1-5,8	0,3-2,3
Аеросил	300	0,051-0,059	4,5	99,9	0,05	–	0,003	0,03	–	–

Вивчення структурно-механічних характеристик визначали за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2» (Німеччина) з робочим вузлом циліндр-циліндр, з використанням вимірювального циліндра Н. Криві течії складів, які досліджувалися, знімали при зміні числа обертів від 0,1667 до 72,9 $сек^{-1}$ при температурі 296К [15-20].

Для встановлення того факту, що склади ВД-ЛФМ, що досліджувались, мають тиксотропні властивості (утворюють петлю гістерезису) криві течії були виміряні при прямому і зворотному ході, тобто по наростанню і падіння напруги зсуву (τ) відповідно. Перед випробуванням при зворотному ході вимірювань склади ВД-ЛФМ піддавалися 10 хвилинному деформування при максимальній швидкості зсуву (72,9 $с^{-1}$) і періоду відпочинку протягом 10 хвилин. Напругу зсуву τ розраховували за формулою:

$$\tau = z \cdot \alpha, \quad (1)$$

де τ – напруга зсуву (10^{-1}Па); z – стала циліндру Реотесту, значення якої для різних вимірювальних систем наведені в паспортних таблицях приладу (10^{-1} Па); α – показання індикаторного приладу.

Падіння швидкості в кільцеподібному зазорі характеризує градієнт напруги на зріз (швидкість деформації) *Dr*. Градієнт напруги на зріз вказано в посвідченні до приладу, для частоти мережі ν = 50 Гц. Відхилення частоти мережі від цього значення коригують за формулою:

$$D_{rk} = \frac{D_r \cdot \upsilon_c}{50}, \quad (2)$$

де D_{rk} – коригуючий градієнт напруги на зріз, $с^{-1}$; D_r – градієнт напруги на зріз, взятий з посвідчення до приладу, $с^{-1}$; υ_c – частота мережі, Гц.

Із виміряного дотичного напруження τ і градієнту напруги на зріз D_{rk} розрахували динамічну в'язкість η:

$$\eta = \frac{\tau}{D_{rk}}, \quad (3)$$

де η – динамічна в'язкість, Па·с; τ – напруга зсуву, Па; D_{rk} – градієнт напруги на зріз, $с^{-1}$.

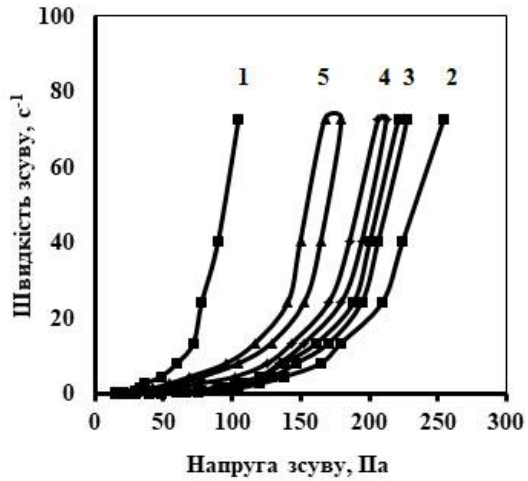
Ефективна енергія активації в'язкої течії (E_a) була визначена при температурах, оптимальних для нанесення водно-дисперсійних покриттів, а саме, 286, 296, 306 К, і розрахована за рівнянням Арреніуса-Френкеля-Ейрінга [21]:

$$\eta = A \cdot \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right), \quad (4)$$

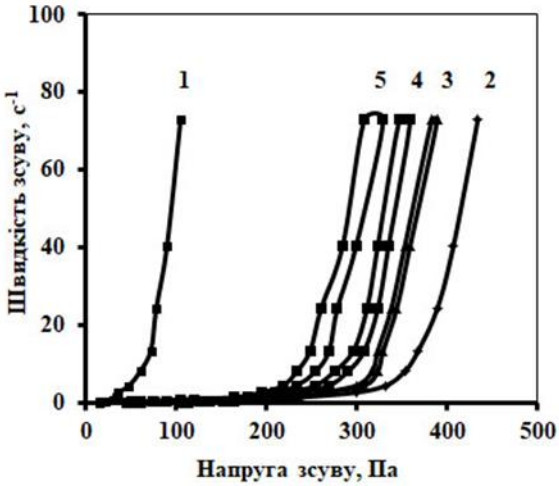
де E_a – ефективна енергія активації в'язкої течії, характеризує температурну залежність в'язкості, Дж/моль; η – динамічна в'язкість, Па·с; A – передекспоненціальний множник, що залежить від геометричної структури молекул та має розмірність в'язкості, Па·с; R – універсальна газова стала, Дж/(моль·К); T – термодинамічна температура, К.

Результати дослідження. Результати вивчення реологічних властивостей базової ВД-ЛФМ та високонаповнених складів ВД-ЛФМ представлені на рис. 1, 2 (а, б).

Аналіз отриманих результатів показує, що реологічна поведінка досліджених водних акрил-стирольних дисперсій, які наповнені аеросилом, має всі ознаки, властиві висококонцентрованим дисперсним системам зі структурою коагуляційного типу. Ознакою цього є нелінійний характер реологічних кривих і неповне відображення реологічної поведінки дисперсії в динамічних умовах. Це виражається в появі петлі гістерезису, розміри якої зі збільшенням вмісту аеросилу в системі помітно зростають, а самі реологічні криві зміщуються в область нижчих напруг зсуву. Хід петлі гістерезису проявляє класичний характер – тобто при збільшенні швидкості зсуву підвищення напруги зростає по експоненті, а при зменшенні швидкості зсуву не повертається до початкових значень, демонструючи запізнювання. Площа під кривими гістерезису зростає зі збільшенням вмісту аеросилу.



а)

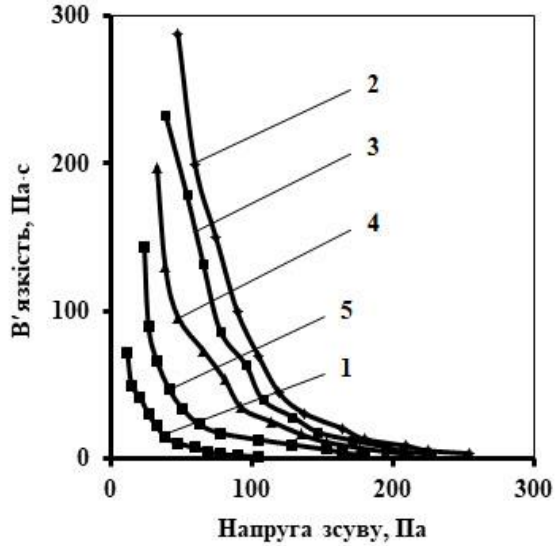


б)

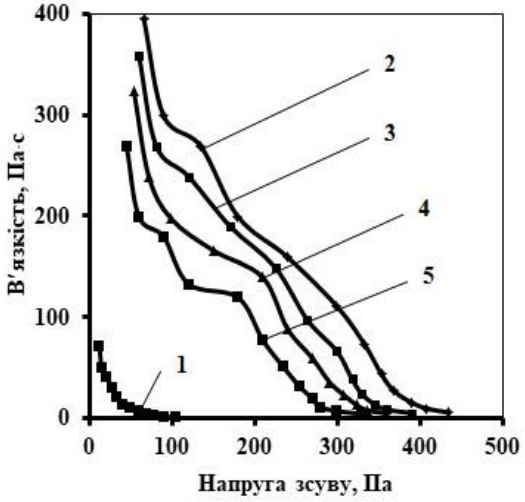
Рис. 1. Криві течії від напруги зсуву базової ВД-ЛФМ (кр.1) і наповненої МС 20 мас.% (а) і МС 40 мас.% (б) в залежності від вмісту аеросилу: без аеросилу (кр. 2); 0,5 (кр. 3); 1,0 (кр. 4); 1,5 мас.% (кр. 5)

Разом з тим, збільшення ступеня наповнення порожнистими мікросферами до 40 мас.% значно підвищує в'язкість композиції (у 4 рази), що призводить до технологічних труднощів при нанесенні покриттів на поверхні, що захищаються.

Введення малих добавок (0,5-1,5 мас. %) високодисперсного аеросилу дозволяє суттєво знизити в'язкість і регулювати реологічні характеристики високонаповнених ВД-ЛФМ, що визначають їх технологічність при нанесенні.



а)



б)

Рис. 2. Криві зміни в'язкості від напруги зсуву базової ВД-ЛФМ (кр.1) і наповненої МС 20 мас.% (а) и МС 40 мас.% (б) в залежності від вмісту аеросилу: без аеросилу (кр. 2); 0,5 (кр. 3); 1,0 (кр. 4); 1,5 мас.% (кр. 5)

Важливу інформацію, що до структурних змін в процесі течії високонаповнених ВД-ЛФМ системи, несе енергія активації в'язкої течії. Даний термодинамічний параметр, відповідно до активаційної теорія Френкеля-Ейрінга, відображає енергію (ентальпію), яку необхідно затратити для переходу молекули досліджуваної системи через енергетичний бар'єр, обумовлений взаємодією сусідніх молекул.

Логарифмічна форма рівняння (4) має вигляд:

$$ln\eta = lnA + \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \qquad (5)$$

Отримані залежності *ln(η)* від *1/T* мають лінійний характер, що дозволяє описувати досліджувані системи за допомогою рівняння Арреніуса (середньоквадратичне відхилення не перевищує 2-3%.) На підставі математичної обробки експериментально отриманих залежностей, розраховувалася енергія активації в'язкої течії при мінімальній (4,5 $с^{-1}$), середньої (13,5 $с^{-1}$) і максимальної швидкості зсуву (72,9 $с^{-1}$). Отриманні рівняння регресії (см. табл.2), де *x=1/T*, а передекспоненціальний множник дорівнює *lnA,* дозволяють, використовуючи E_a та *A* розрахувати в'язкості при заданих температурах.

Таблиця 2 – Рівняння регресії енергії активації високонаповнених ВД-ЛФМ від швидкості зсуву

Вміст мікросфер, мас.%	Вміст аеросилу, мас.%		
	0,5	1,0	1,5
при швидкості зсуву 4,5 $с^{-1}$			
МС 20	$y = 1600x - 2{,}0967$	$y = 1750x - 2{,}7833$	$y = 1700x - 2{,}8433$
МС 40	$y = 1650x - 1{,}4133$	$y = 1800x - 2{,}0367$	$y = 1750x - 2{,}03$
при швидкості зсуву 13,5 $с^{-1}$			
МС 20	$y = 1450x - 2{,}4$	$y = 1465x - 2{,}602$	$y = 1400x - 2{,}4967$
МС 40	$y = 1150x - 0{,}69$	$y = 1100x - 0{,}6233$	$y = 1200x - 1{,}1$
при швидкості зсуву 72,9 $с^{-1}$			
МС 20	$y = 1290x - 3{,}2667$	$y = 1150x - 2{,}8767$	$y = 1300x - 3{,}5533$
МС 40	$y = 800x - 1{,}05$	$y = 850x - 1{,}3033$	$y = 1000x - 1{,}9033$

На рис. 3 (а, б) представлені криві залежності енергії активації високонаповнених складів ВД-ЛФМ (МС 20 і 40 мас.%) в залежності від вмісту аеросилу (0,5-1,5 мас.%).

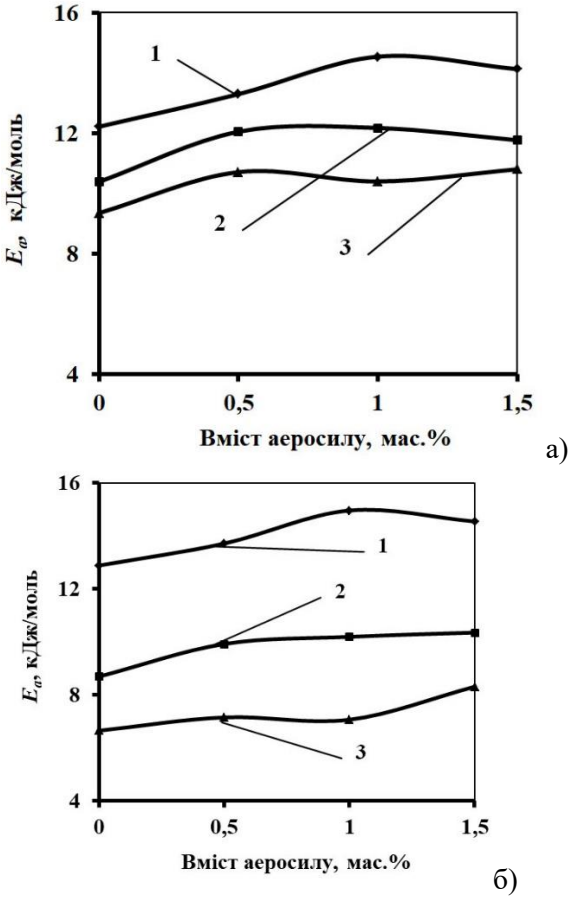


Рис. 3. Зміна енергії активації ВД-ЛФМ наповнених МС 20 мас.% (а) і МС 40 мас.% (б) в залежності від вмісту аеросилу при швидкостях: 4,5 $с^{-1}$ (кр.1), 13,5 $с^{-1}$ (кр. 2) і 72,9 $с^{-1}$ (кр.3)

З наведених даних рис. 3 (а, б) видно, що введення аеросилу в наповнену мікросферами ВД-ЛФМ призводить до збільшення енергії активації в'язкої течії на 15-20% при швидкості зсуву 4,5 $с^{-1}$, що вказує на деяке поліпшення міжмолекулярної взаємодії в дисперсних системах і, отже, може привести до стабілізації технологічних властивостей при зберіганні.

У разі збільшення вмісту мікросфер з 20 до 40 мас.% спостерігається тенденція до зниження енергії активації на 15-20% при високих швидкостях зсуву, що свідчить, в даному випадку, про ослаблення агрегативної взаємодії між структурними утвореннями дисперсної системи, обумовлене збільшенням вмісту дисперсної фази.

Висновки. Вивчено зміну ефективної динамічної в'язкості і енергії активації в'язкої течії від швидкості зсуву високонаповнених акрил-стирольних складів ВД-ЛФМ в залежності від вмісту порожнистих алюмосилікатних мікросфер і високодисперсного аморфного діоксиду кремнію (аеросил).

Встановлено, що збільшення ступеня наповнення порожністими мікросферами до 40 мас.% підвищує в'язкість базової акрил-стирольної дисперсії в 4 рази, що призводить до технологічних труднощів при її нанесенні.

Показано, введення аеросилу (0,5-1,5 мас.%) в високонаповнені склади ВД-ЛФМ дозволяє знизити їх в'язкість, регулювати ступінь тиксотропності і приводить до збільшення величини енергії активації в'язкої течії на 15-20%. Все це дозволяє регулювати реологічні властивості на стадії виготовлення фарб або перед їх застосуванням.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Казакова, Е.Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения [Текст] / Е.Е. Казакова, О.Н. Скороходова. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – 136 с.
2. Lobkovsky, V. Water-dispersions paints to protect metal and concrete from corrosion [Текст] / V. Lobkovsky // Industrial coatings. – 2016. – №4. – pp. 28-31.
3. Баскаков, П.С. К вопросу о совмещении винилированного алкидного олигомера и акриловых сополимеров [Текст] / П.С. Баскаков, В.В. Строкова, К.П. Мальцева // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2016. – №. 37. – С. 90-94.
4. Кузнецова, О.П. Противокоррозионная грунтовка на основе водной дисперсии акрилового сополимера [Текст] / О.П. Кузнецова, А.П. Светлаков, С.Н. Степин, А.В. Вахин, Е.В. Алантьева // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2005. – №7. – С. 8-10.
5. Степин, С. Н. Применение водно-дисперсионных материалов на основе акриловых сополимеров для антикоррозионной защиты металлов [Текст] / С.Н. Степин, Т. В. Николаева, П. В. Гришин // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, №. 16. – С. 219-220.
6. Малкин, А.Я. Реология в процессах образования и превращения полимеров [Текст] / А.Я. Малкин, С.Г. Куличихин. – М.: Химия, 1985. – 240 с.

7. Урьев, Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных материалов [Текст] / Н.Б. Урьев. – М.: Химия, 1988. – 340 с.
8. Katz, H.S. Handbook of fillers and reinforcements for plastics [Текст] / H.S. Katz, J.V. Milewski. – New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1978. – 652 p.
9. Елисеева, В.И. Полимерные дисперсии [Текст] / В.И. Елисеева. – М.: Химия, 1980. – 296 с.
10. Саєнко, Н.В. Вплив аеросилу на реологічні властивості акрилової дисперсії [Текст] / Н.В. Саєнко, Р.О. Биков, Д.В. Демідов, Д.Є. Коваленко // Міжнародна науково-технічна конференція «Технології та інфраструктура транспорту». – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 356-357 с.
11. Dolz, M. A time dependent expression for thixotropic areas. Application to Aerosil 200 hydrogels [Текст] / M. Dolz, F. González, J. Delegido, M.J. Hernández, J.Pellicer // Journal of pharmaceutical sciences. – 2000. – Vol. 89, №. 6. – pp. 790-797.
12. Гарипов, Р.М. Энергосберегающее покрытие на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер [Текст] / Р.М. Гарипов, Н.Н. Жданов, Р.Х. Фатхутдинов, В.В. Уваев, В.А. Маслов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, №. 6. – С. 45-47.
13. Вахитова, Л.Н. Жидкокерамические теплоизоляционные покрытия – новое слово в энергосбережении [Текст] / Л.Н. Вахитова, А.А. Завертатный // F+ S: технологии безопасности и противопожарной защиты. – 2010. – №. 3 (45). – С. 64-66.
14. Иноземцев, А.С. Полые микросферы – эффективный заполнитель для высокопрочных легких бетонов [Текст] / А.С. Иноземцев, Е.В. Королев / Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 10. – С. 80-83.
15. Дмитриева, Н.В. Реологические и реокинетические характеристики биоогнестойких эпоксидных композиций [Текст] / Вісник нац. техн. ун-ту «Харківський політехнічний інститут»: Зб. наук. праць. Тематичний випуск: Хімія, хімічна технологія та екологія. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – № 25. – С. 109-113.
16. Саенко, Н.В. Влияние минеральных наполнителей на реологические свойства огнебиозащитных композиций [Текст] / Н.В. Саенко, А.В. Кондратенко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вип. 56. – С. 120-124.
17. Попов, Ю.В. Структурно-реологические свойства смесей на основе олигоэфирциклокарбонатного и эпоксидианового олигомеров [Текст] / Ю.В. Попов, А.В. Скрипинец, Н.В. Саенко, Р.А. Быков // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУСА, ХОТВ АБУ, 2012. – Вип. 70 – С. 169-173.
18. Egres, R.G. The rheology and microstructure of acicular precipitated calcium carbonate colloidal suspensions through the shear thickening transition [Текст] / R.G. Egres, N.J. // Wagner Society of rheology: Journal of rheology. – 2005. – N 49, Iss. – pp. 719–746.
19. Kinouchi, Filho O. Rheology of the gelation process of silica gel [Текст] / O. Kinouchi Filho, M.A. Aegerter // J.Non Cryst.Sol. – 1988. – Vol. 105. – pp. 191-197.
20. Саєнко, Н.В. Вплив ступеня наповнення порожнистими мікросферами на реологічні властивості акрилової дисперсії [Текст] / Н.В. Саєнко, Ю.В. Попов, Р.О. Биков, Д.В. Демідов // 7-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті». – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – С. 212-214.
21. Виноградов, Г.В. Реология полимеров / Г.В. Виноградов, А.Я. Малкин. – М.: Химия, 1977. – 438 с.

Демидов Д.В., Саенко Н.В., Попов Ю.В., Быков Р.А., Уманская Т.И. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ АКРИЛ-СТИРОЛЬНЫХ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ. В статье изучены реологические и энергетические характеристики высоконаполненных составов акрил-стирольных водных дисперсий. В качестве наполнителей были использованы тонкостенные алюмосиликатные полые микросферы и высокодисперсный аморфный диоксид кремния (аэросил). В результате проведенных термодинамических исследований рассчитана энергия активации водно-дисперсионных лакокрасочных материалов в зависимости от содержания наполнителей. Установлено, что увеличение степени наполнения микросферами повышается вязкость акрил-стирольной дисперсии, что приводит к технологическим трудностям при ее нанесении. Введение аэросила позволяет снизить вязкость, регулировать степень тиксотропности и приводит к увеличению величины

энергии активации. Все это позволяет регулировать реологические свойства на стадии изготовления красок или перед их применением.
Ключевые слова: акрил-стирольная дисперсия, алюмосиликатные полые микросферы, аэросил, тиксотропия, энергия активации.

Demidov D.V., Saienko N.V., Popov Y.V, Bikov R.A., Umanska T.I. УМАНСКАЯ. RHEOLOGICAL AND ENERGY CHARACTERISTICS OF HIGHLY FILLED OF AQUAEOUS DISPERSION OF STYRENE ACRYLATE. The article studies the rheological and energy characteristics of highly filled compositions of acryl-styrene aqueous dispersions. Thin-walled aluminosilicate hollow microspheres and highly dispersed amorphous silicon dioxide (Aerosil) were used as fillers. As a result of thermodynamic studies, the activation energy of water-dispersion paints and varnishes was calculated depending on the content of fillers. It is established that an increase in the degree of filling with microspheres increases the viscosity of the acrylate-styrene dispersion, which leads to technological difficulties in its application. The introduction of aerosil allows to reduce the viscosity, to regulate the degree of thixotropy and leads to an increase in the value of the activation energy. All this allows you to adjust the rheological properties at the stage of manufacture of paints or before their use.
Keywords: acryl-styrene dispersion, aluminosilicate hollow microspheres, aerosil, thixotropy, activation energy.

DOI: 10.29295/2311–7257–2018–94–4–177–182
УДК 628.16.066.1

Карагяур А.С., Сироватський О.А., Тітов А.А., Гайдучок О.Г.
Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002, Україна; e-mail:vkg.knuca@ukr.net; http://orcid.org/0000-0002-8868-3189; http://orcid.org/0000-0003-1002-8559; http://orcid.org/0000-0001-9330-8829; https://orcid.org/0000-0003-3139-9061)

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ФЛОТАЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ЧАСТОК, ЯКІ ОБУМОВЛЮЮТЬ КАЛАМУТНІСТЬ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

Розглянуто питання визначення числових значень коефіцієнта захоплення та константи флотаційного процесу для часток забруднення, які обумовлюють каламутність природної води. Показані залежності відношення розміру часток забруднення та розміру бульбашки на константу флотаційного процесу. Отримані числові значення дозволяють провести математичне моделювання напірно-флотаційного процесу очищення малокаламутних природних вод для господарсько-питного водопостачання.
Ключові слова: напірна флотація, константа флотаційного процесу, каламутність, частки забруднення, очищення природної води.

Вступ. Напірна флотація – це процес поділу в водних розчинах або суспензіях речовин, поверхні яких мають різні фізико-хімічні властивості. В ньому беруть участь три фази: рідка – розчин (вода), газоподібна - газ і тверда - частки твердого тіла. В якості газоподібної речовини, в більшості випадків, використовуються бульбашки повітря. Поділ в основному відбувається за рахунок здатності твердих частинок закріплюватися і утримуватися на межі поділу фаз внаслідок різних значень питомої поверхневої енергії частки, рідини і бульбашки повітря [1,2]. Спочатку флотаційні методи використовувалися переважно в гірській промисловості: для збагачення і розподілення руд різних металів, твердого палива та неметалевих корисних копалин [3,4]. Зарекомендувавши себе як ефективний метод поділу часток, які мають різні властивості, метод флотації став впроваджуватися на станціях очистки побутових і промислових стічних вод [5]. Перевагою такої технології є зниження концентрації поверхнево-активних (ПАР) і органічних речовин, що сприяє подальшому очищенню води, покращує її загальний санітарний стан.

Широке застосування напірної флотації при очищенні промислових (побутових)