

Саєнко Н.В.¹, канд. техн. наук, доцент, Биков Р.О.¹, канд. техн. наук, доцент,
Скрипинець А.В.¹, канд. техн. наук, Демідов Д.В.², викладач, Карєв А.І., м.н.с.,
Саєнко Л.В.¹, канд. техн. наук, доцент,

СПРЯМОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ АКРИЛОВИХ ВОДНИХ ДИСПЕРСІЙ ЗА РАХУНОК СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОФІЛЬНО-ГІДРОФОБНИХ СИЛКАТНИХ НАПОВНЮВАЧІВ

¹Харківський національний університет будівництва та архітектури

²Харківський державний автотранспортний коледж

Ключові слова: структурно-реологічні властивості, математичні моделі, рівняння регресії, алюмосилікатні мікросфери, гідрофобізований аеросил

Вступ. Використання водних дисперсій полімерів дозволяє виключити використання токсичних та пожежонебезпечних розчинників, які забруднюють навколишнє середовище. Технологія формування і експлуатаційні характеристики таких покриттів в значній мірі визначаються властивостями вихідних плівкоутворюючих матеріалів, які повинні відповідати наступним вимогам: забезпечення рівномірного тонкошарового розподілу на підкладці і утворення покриттів з необхідним комплексом властивостей. Серед них в силу своїх функціональних властивостей і відносно невисокою вартістю найбільшого поширення набули водно-дисперсійні полімерні матеріали на основі акрилових зв'язуючих [1–5].

Шляхом раціонального поєднання діючих компонентів: зв'язуючого на основі водної дисперсії акрилового сополімеру, пігментів, загусників, цільових добавок і мінеральних наповнювачів можна отримати покриття із заданим комплексом властивостей. Такі матеріали вирішують завдання не тільки декоративного оздоблення будівель і споруд, а й захисту споруди від дії вологи, сонячного світла, механічних або хімічних пошкоджень. Полімерні композиційні покриття, що використовують у своєму складі порожнисті мікросфери з гідрофільним характером поверхні, погано зберігають однорідність підготовленого до нанесення складу при тривалому зберіганні і транспортуванні (кінетична стійкість), оскільки порожнисті мікросфери витісняються на поверхню, що призводить до ускладнення технології нанесення покриттів на поверхню. Крім того, зазначені мікросфери, при перемішуванні у складі композиційного матеріалу, часто руйнуються, утворюючи в композиції нефункціональний осад, що призводить до погіршення теплозахисних властивостей отриманого покриття [6–10].

Тому, для усунення зазначених недоліків в композицію вводять поверхнево-активні речовини, наповнювачі, інші допоміжні цільові добавки, а також обробляють поверхню мікросфер гідрофільним покриттям. На жаль, така обробка поверхні призводить до зниження стійкості до статичного впливу води водно-дисперсійних полімерних покриттів та призводить до додаткових енергетичних витрат.

Мета статті – встановлення закономірностей сумісного впливу силікатних наповнювачів з гідрофільним та гідрофобним характером поверхні на структурно-реологічні характеристики досліджуваних теплоізоляційних акрилових водних дисперсій (ВД-СА). Це дозволить оптимізувати технологічний цикл приготування та підвищити кінетичну стійкість теплоізоляційних ВД-СА без додаткових технологічних стадій обробки порожнистих алюмосилікатних мікросфер, введення поверхнево-активних речовин і стабілізаторів.

Обговорення результатів. Для опису цих залежностей доцільно використовувати рівняння другого ступеня. Відповідно до математичної теорії експерименту передбачити поведінку функції відгуку дає можливість ортогональний центральний композиційний план другого порядку. Проведення експерименту у відповідності до цього плану дозволяє встановити аналітичну залежність функції відгуку (y) від відповідних факторів у вигляді поліноміального рівняння другого ступеня [11–13].

Планування, проведення й оброблення результатів ортогонального композиційного плану експерименту складається з таких обов’язкових етапів: кодування факторів; складання план-матриці експерименту; реалізація плану експерименту; перевірка адекватності поліноміальної моделі (регресійний аналіз), що дає змогу оцінити дисперсію коефіцієнтів і помилок спостереження; розрахунок довірчого інтервалу справжнього значення коефіцієнтів; побудова квадратичних моделей, які адекватно описують вплив концентрацій наповнювачів алюмосилікатних мікросфер (МС) та гідрофобізованого аеросилу на умовно статичну межу плинності, в’язкість, енергію активації в’язкої течії, кут змочування до різних поверхонь, кут змочування водою, адгезійну міцність та коефіцієнт дифузії ВД-СА.

На підставі даних попереднього експерименту [14–17] обрано прийнятні номінальні значення чинників та інтервали їхнього варіювання (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення факторів та інтервали їхнього варіювання

Фактори	Рівні варіювання		
Кодовані значення	-1	0	1
Концентрація МС (x_1), мас.%	20	30	40
Концентрація аеросилу (x_2), мас.%	0,5	1,0	1,5

Основними функціями відгуку були умовно статична межа плинності (τ_s), в’язкість за мінімальної швидкості початку руйнування (початкова ефективна в’язкість) (η_0), в’язкість «зруйнованої» структури за ньютонівського характеру течії (η_{min}), енергія активації в’язкої течії (Ea) за мінімальної ($0,1667 \text{ c}^{-1}$), середньої ($13,5 \text{ c}^{-1}$) і максимальної швидкостей зсуву ($72,9 \text{ c}^{-1}$). Матриця планування і результати експериментів представлені в таблиці 2. Розрахунок коефіцієнтів регресії здійснювали за формулою:

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^n x_{iu}y_u}{x_{iu}^2}, \quad (1)$$

де i – номер стовпчику в матриці планування; x_{iu} – елементи i -того стовпчику.

Таблиця 2 – Матриця планування та результати експерименту під час вивчення залежності функцій відгуку від концентрації МС (2010 мас.%) і аеросилу (1,00,5 мас.%) в процесі реалізації ортогонального центрального композиційного плану другого порядку

Кодовані значення			τ_s	η_0	η_{min}	Ea залежно від швидкості зсуву, c^{-1}		
						0,1667	13,5	72,9
x_1	x_2	x_1x_2						
1	1	1	59,9	269,3	19,9	32,41	9,97	8,31
1	-1	-1	80,8	359,1	24,4	25,35	9,57	6,65
-1	1	-1	26,9	143,6	9,5	32,78	12,47	10,80
-1	-1	1	53,9	233,4	12,6	29,00	12,05	11,22
0	0	0	53,0	227,9	16,9	34,99	13,50	8,00
1	0	0	71,8	323,9	22,8	26,00	9,14	7,06
-1	0	0	38,9	197,5	11,3	30,00	12,17	9,56
0	1	0	39,5	179,9	15,9	41,55	12,88	7,06
0	-1	0	60,0	269,9	18,1	35,19	12,85	8,73

Користуючись формулою (1) і даними експерименту (табл. 2) визначили значення коефіцієнтів регресії, які наведені в табл. 3. Отримані рівняння регресії мають вигляд:

Таблиця 3 – Значення коефіцієнтів регресії

Коефіцієнти регресії	Значення коефіцієнтів регресії					
b_0	53,86	244,95	16,83	31,92	11,64	8,59
b_1	15,47	62,97	5,62	-1,34	-1,34	-1,59
b_2	-11,40	-44,93	-1,63	2,87	0,14	-0,072
b_{11}	4,53	28,57	-0,22	-7,99	-2,19	1,003
b_{22}	-1,067	-7,53	-0,27	2,38	0,032	0,588
b_{12}	1,53	–	-0,35	0,82	-0,0025	0,52

Дисперсія вважається однорідною, якщо виконується нерівність $F_{розр.} < F_{табл.}$. Дані розрахунків зведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Перевірка однорідності дисперсій

Значення розрахункових величин за критерієм Кохрена	Розрахункові значення	
	$F_{розр.}$	$F_{табл.}$
	0,28	0,39
	0,26	0,39
	0,23	0,39
	0,22	0,39
	0,34	0,39
	0,36	0,39

Умову $F_{розр.} < F_{табл.}$ виконано, отже дисперсії однорідні.

Результати статистичного аналізу отриманих рівнянь регресії зведено в табл. 5.

Таблиця 5 – Статистичний аналіз рівнянь регресії

Розрахункові величини	Значення розрахункових величин					
	34,00	101,00	12,10	53,8	0,408	6,73
	5,41	3,36	3,22	9,30	0,59	0,79
	405,0	585,0	81,3	622,4	21,4	4,35
	2,88	0,81	3,71	6,29	2,4	2,9
$f_{a\ddot{a}}$	3	3	3	3	3	3
$F_{(0,05;3;9)}$	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4

Із даних табл. 5 стає очевидним те, що всі рівняння регресії адекватні експериментальним даним за рівня значущості 0,05. Аналіз (табл. 5) засвідчив, що деякі коефіцієнти регресії незначущі, накриваються довірчими інтервалами і, отже, дорівнюють нулю.

Загалом отримані квадратичні моделі становлять гіперплощину в $(K + 1)$ -мірному факторному просторі. За рівняннями регресії побудовано поверхні відгуку, які дають можливість візуально сприйняти відповідний геометричний образ (рис. 1). У всіх випадках гіперплощина проходить крізь точку $y=b_0$. Коефіцієнти регресії за лінійних членів (x_1, x_2) характеризують нахил цієї площини, а коефіцієнти регресії за x_1^2, x_2^2 – кривизну цієї площини до відповідних осей. Наявність позитивної взаємодії двох факторів (x_1, x_2) у всіх отриманих рівняннях регресії означає посилення позитивного ефекту одного з факторів взаємодії під час переходу другого фактора з нижнього на верхній рівень, незалежно від знака і величини коефіцієнта регресії другого фактора.

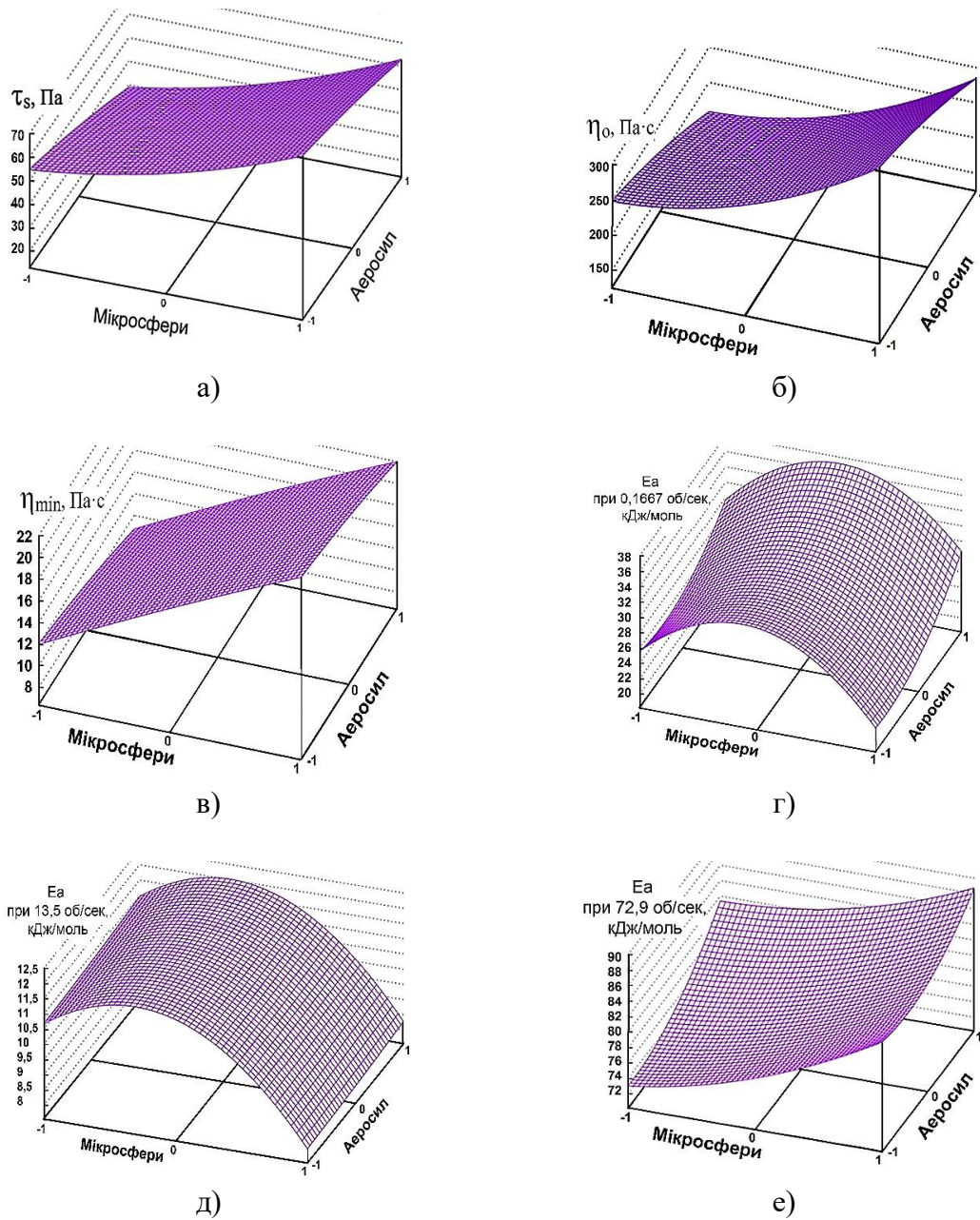


Рисунок 1 – Поверхні відгуку залежності величини межі плинності (τ_s) (а), початкової ефективної в'язкості (η_0) (б), в'язкості «зруйнованої» структури (η_{min}) (в), енергії активації в'язкої течії (E_a) за мінімальної (г), середньої (д) і максимальної (е) від вмісту силікатних наповнювачів

Висновки. На основі встановлених структурно-реологічних залежностей були обрані раціональні співвідношення гідрофобізованого аеросилу та алюмосилікатних мікросфер, які дозволяють зменшити напруги зсуву для утворення однорідної водної акрилової дисперсії, проаналізувати енергії активації на різних технологічних етапах їх приготування та нанесення, та спрогнозувати їх вплив на в'язкісні характеристики водних дисперсій в широкому інтервалі напруг зсуву.

Встановлені результати дозволили створити гідрофільну-гідрофобну водну акрилову дисперсію, яка без використання поверхнево-активних речовин дозволяє спрос-

тити технологію виробництва теплоізоляційних водно-дисперсійних покриттів, а саме виключити стадію попередньої обробки наповнювачів, зменшити швидкість обертів рамкового змішувача, а також підвищити кінетичну стійкість готової дисперсії.

Література

1. Казакова Е.Е., Скороходова О.Н. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения. М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. – 136 с.
2. Kriska G. Why do red and dark-coloured cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection-polarization signals. *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences*. 2006. Vol. 273. P. 1667–1671.
3. Кузнецова О.П., Светлаков А.П., Степин С.Н., Вахин А.В., Алантьева Е.В. Противокоррозионная грунтовка на основе водной дисперсии акрилового сополимера. *Лакокрасочные материалы и их применение*. 2005. №7. С. 8–10.
4. Степин С.Н., Николаева Т.В., Гришин П.В. Применение водно-дисперсионных материалов на основе акриловых сополимеров для антикоррозионной защиты металлов. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014 Т. 17. №. 16. С. 219–220.
5. Толмачев И.А., Верхоланцев В.В. Новые водно-дисперсионные краски. Л.: Химия, 1979. 200 с.
6. Логанина В.И., Фролов М.В., Рябов М.А Теплоизоляционные известковые сухие строительные смеси для отделки стен из газобетона. *Вестник МГСУ*. М., 2016. №. 5. С. 82–92.
7. Вахитова Л.Н., Завертатный А.А. Жидкокерамические теплоизоляционные покрытия – новое слово в энергосбережении. F+ S: технологи безопасности и противопожарной защиты. 2010. №. 3. С. 64–66.
8. Демідов Д.В., Саєнко Л.В., Буцька Л.М. Вдосконалення технології виробництва теплоізоляційного водно-дисперсійного полімерного. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: зб. наук. праць*. 2019. Вип. 76. С. 85–93.
9. Гарипов Р.М., Жданов Н.Н., Фатхутдинов Р.Х., Уваев В.В., Маслов В.А. Энергосберегающее покрытие на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т. 17. №. 6. С. 45–47.
10. Патент України на винахід № 122837, МПК C09D 4/02, C09D 5/00 C09D 5/02 Водно-дисперсійна теплоізоляційна композиція / Саєнко Н.В., Попов Ю.В., Демідов Д.В., Биков Р.О., Скрипинець А.В.; заявник та патентовласник: Харківський національний університет будівництва та архітектури № а 2019 02367. Заявл. 11.03.2019, опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1.
11. Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Потяженко И.А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры): учеб. Пособие. К.: Вища школа, 1980. 264 с.
12. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.
13. Демідов Д.В., Саєнко Н.В., Биков Р.О., Саєнко Л.В., Ільєнко К.О. Спрямоване регулювання горючості та вогнезахисних характеристик лакофарбових покриттів.

Інтегровані технології та енергозбереження. Харків: НТУ «ХПІ». 2019. Вип. 1. С. 52–60.

14. Saienko N.V., Demidov D.V., Bikov R.A., Younis B. N. Effect of mineral fillers on the wetting of water-based polymer dispersions. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing. 2019. № 708. 012103 p.

15. Демідов Д.В., Саєнко Н.В., Попов Ю.В., Биков Р.О., Уманська Т.І. Реологічні та енергетичні характеристики високонаповнених акрил-стирольних водних дисперсій. Науковий вісник будівництва: зб. наук. праць. Харків: ХНУБА 2018. Т 94(4). С. 171–177.

16. Саєнко Н.В., Демідов Д.В., Попов Ю.В., Биков Р.О. Будівельно-фізичні властивості теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових покриттів. Збірник наукових праць: Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. К.: КНУБА, 2019. Вип. 39. Ч. 1. С. 127–132.

17. Саєнко Н.В., Биков Р.О., Попов Ю.В., Демідов Д.В. Оцінка можливості застосування теплоізоляційних водно-дисперсійних покриттів в якості декоративно-захисної обробки фасадів будівель. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: зб. наук. праць. 2020. Вип. 79. С. 126–135.

Bibliography (transliterated)

1. Kazakova E.E., Skorohodova O.N. Vodno-dispersionnye akrilovye lakokrasochnye materialy stroitel'nogo naznacheniya. M.: ООО «Pejnt-Media», 2003. – 136 p.

2. Kriska G. Why do red and dark-coloured cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection-polarization signals. Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences. 2006. Vol. 273. P. 1667–1671.

3. Kuznecova O.P., Svetlakov A.P., Stepin S.N., Vahin A.V., Alant'eva E.V. Protivokorroziyonnaya gruntovka na osnove vodnoj dispersii akrilovogo sopolimera. Lakokrasochnye materialy i ih primeneniye. 2005. №7. P. 8–10.

4. Stepin S.N., Nikolaeva T.V., Grishin P.V. Primeneniye vodno-dispersionnykh materialov na osnove akrilovykh sopolimerov dlya antikorroziyonomoy zashchity metallov. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014 T. 17. №. 16. P. 219–220.

5. Tolmachev I.A., Verholancev V.V. Novye vodno-dispersionnye kraski. L.: Himiya, 1979. 200 p.

6. Loganina V.I., Frolov M.V., Ryabov M.A. Teploizolyacionnye izvestkovye suhie stroitel'nye smesi dlya otdelki sten iz gazobetona. Vestnik MGSU. M., 2016. №. 5. P.82–92.

7. Vahitova L.N., Zavertatnyj A.A. ZHidkokeramicheskie teploizolyacionnye pokrytiya – novoe slovo v energosberezenii. F+ S: tekhnologi bezopasnosti i protivopozharnoy zashchity. 2010. №. 3. P. 64–66.

8. Demidov D.V., Saenko L.V., Buc'ka L.M. Vdoskonalennyya tekhnologii virobniictva teploizolyacijnogo vodno-dispersijnogo polimernogo. Visnik Odes'koï derzhavnoï akademii budivniictva ta arhitekturi: zb. nauk. prac'. 2019. Vip. 76. P. 85–93.

9. Garipov R.M., ZHdanov N.N., Fathutdinov R.H., Uvaev V.V., Maslov V.A. Energoberegayushchee pokrytie na osnove akrilovykh dispersij i polyh steklyannykh mikrosfer. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. T. 17. №. 6. P. 45–47.

10. Patent Ukraïni na vinahid № 122837, MPK S09D 4/02, S09D 5/00 S09D 5/02 Vodno-dispersijna teploizolyacijna kompoziciya / Saenko N.V., Popov YU.V., Demidov D.V., Bikov R.O., Skripinec' A.V.; zayavnik ta patentovlasnik: Harkivs'kij nacional'nij universitet budivnictva ta arhitekturi № a 2019 02367. Zayavl. 11.03.2019, opubl. 06.01.2021, Byul. № 1.

11. Bondar' A.G., Statyuha G.A., Potyazhenko I.A. Planirovanie eksperimenta pri optimizacii processov himicheskoy tekhnologii (algoritmy i primery): ucheb. Posobie. K.: Vishcha shkola, 1980. 264 p.

12. Voznesenskij V. A. Statisticheskie metody planirovaniya eksperimenta v tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniyah. M.: Finansy i statistika, 1981. 263 p.

13. Demidov D.V., Saenko N.V., Bikov R.O., Saenko L.V., Il'enko K.O. Spryamovane reguluvannya goryuchosti ta vognезahisnih karakteristik lakofarbovih pokrittiv. Integrovani tekhnologii ta energozberezheniya. Harkiv: NTU «HPI». 2019. Vip. 1. P. 52–60.

14. Saenko N.V., Demidov D.V., Bikov R.A., Younis B.N. Effect of mineral fillers on the wetting of water-based polymer dispersions. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing. 2019. № 708. 012103 p.

15. Demidov D.V., Saenko N.V., Popov Yu.V., Bikov R.O., Umans'ka T.I. Reologichni ta energetichni charakteristiki visokonapovnenih akril-stirol'nih vodnih dispersij. Naukovij visnik budivnictva: zb. nauk. prac'. Harkiv: HNUBA 2018. T 94(4). P. 171–177.

16. Saenko N.V., Demidov D.V., Popov Yu.V., Bikov R.O. Budivel'no-fizichni vlastivosti teploizolyacijnih vodno-dispersijnih lakofarbovih pokrittiv. Zbirnik naukovih prac': SHlyahi pidvishchennya efekтивности budivnictva v umovah formuvannya rinkovih vidnosin. K.: KNUBA, 2019. Vip. 39. CH. 1. P. 127–132.

17. Saenko N. V., Bikov R. O., Popov YU. V., Demidov D.V. Ocinka mozhlivosti zastosuvannya teploizolyacijnih vodno-dispersijnih pokrittiv v yakosti dekorativno-zahisnoï obrobki fasadiv budivel'. Visnik Odes'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi: zb. nauk. prac'. 2020. Vip. 79. P. 126–135.

УДК 667.6

Саєнко Н.В.¹, канд. техн. наук, доцент, Биков Р.О.¹, канд. техн. наук, доцент,
Скрипинець А.В.¹, канд. техн. наук, Демідов Д.В.², викладач, Карєв А.І., м.н.с.,
Саєнко Л.В.¹, канд. техн. наук, доцент

СПРЯМОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ АКРИЛОВИХ ВОДНИХ ДИСПЕРСІЙ ЗА РАХУНОК СУМІСНОГО ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОФІЛЬНО-ГІДРОФОБНИХ СИЛІКАТНИХ НАПОВНЮВАЧІВ

Технологія формування і експлуатаційні характеристики покриттів на основі водних дисперсій полімерів в значній мірі визначаються властивостями вихідних плівкоутворюючих матеріалів, які повинні забезпечувати рівномірне тонкошарове розподіл на поверхні підкладки і утворення покриттів з необхідним технологічним комплексом властивостей. Серед них в силу своїх функціональних властивостей і відносно невисо-

кою вартістю найбільшого поширення набули водно-дисперсійні полімерні покриття на основі акрилових плівкоутворювачів. У даній роботі розглянуті математичні моделі структурно-реологічних залежностей теплоізоляційних акрилових водних дисперсій в залежності від спільного використання гідрофільно-гідрофобних наповнювачів. Для опису цих залежностей доцільно використовувати рівняння другого ступеня. Відповідно до математичної теорії експерименту передбачити поведінку функції відгуку дає можливість ортогональний центральний композиційний план другого порядку. Проведення експерименту у відповідності до цього плану дозволяє встановити аналітичну залежність функції відгуку від відповідних факторів у вигляді поліноміального рівняння другого ступеня. Основними функціями відгуку були: умовно статична межа плинності, в'язкість за мінімальної швидкості початку руйнування (початкова ефективна в'язкість), в'язкість «зруйнованої» структури за ньютонівського характеру течії, енергія активації в'язкої течії за мінімальної, середньої і максимальної швидкостей зсуву. На основі встановлених залежностей були обрані оптимальні співвідношення гідрофобізованого аеросилу і алюмосилікатних мікросфер, спільне застосування яких дозволяє зменшити напруження зсуву для створення однорідної водної акрилової дисперсії, спрогнозувати енергію активації на різних технологічних етапах приготування і нанесення теплоізоляційних покриттів. Встановлені результати дозволили створити гідрофільно-гідрофобну водну акрилову дисперсію, яка без застосування поверхнево-активних речовин дозволяє спростити технологію виробництва теплоізоляційних водно-дисперсійних покриттів, а саме виключити стадію попередньої обробки наповнювачів, зменшити швидкість обертання рамкової змішувача, а також підвищити кінетичну стійкість готової дисперсії.

Ключові слова: структурно-реологічні властивості, математичні моделі, рівняння регресії, алюмосилікатні мікросфери, гідрофобізований аеросил.

УДК 667.6

Саенко Н.В., канд. техн. наук, доцент, Быков Р.А., канд. техн. наук, доцент,
Скрипинец А.В., канд. техн. наук, Демидов Д.В., преподаватель, Карев А.И., м.н.с.,
Саенко Л.В., канд. техн. наук, доцент

НАПРАВЛЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ АКРИЛОВЫХ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ ПРИ ПОМОЩИ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОФИЛЬНО-ГИДРОФОБНЫХ СИЛИКАТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Технология формирования и эксплуатационные характеристики покрытий на основе водных дисперсий в значительной степени определяются свойствами исходных пленкообразующих материалов, которые должны обеспечивать равномерное тонкослойное распределение на поверхности подложки и образования покрытий с необходимым технологическим комплексом свойств. Среди них в силу своих функциональных свойств и относительно невысокой стоимостью наибольшее распространение получили

водно-дисперсионные полимерные покрытия на основе акриловых пленкообразователей. В данной работе рассмотрены математические модели структурно-реологических зависимостей теплоизоляционных акриловых водных дисперсий в зависимости от совместного содержания гидрофильно-гидрофобных наполнителей. Для описания этих зависимостей целесообразно использовать уравнения второй степени. Согласно математической теории эксперимента предсказать поведение функции отклика дает возможность ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Проведение эксперимента в соответствии с этим планом позволяет установить аналитическую зависимость функции отклика от соответствующих факторов в виде полиномиального уравнения второй степени. Основными функциями отклика были: условно статический предел текучести, вязкость при минимальной скорости начала разрушения (начальная эффективная вязкость), вязкость «разрушенной» структуры по ньютоновскому характеру течения, энергия активации вязкого течения при минимальной, средней и максимальной скорости сдвига. На основе установленных зависимостей были выбраны оптимальные соотношения гидрофобизированного аэросила и алюмосиликатных микросфер, совместное применение которых позволяет уменьшить напряжения сдвига для создания однородной водной акриловой дисперсии, спрогнозировать энергию активации на различных технологических этапах приготовления и нанесения теплоизоляционных покрытий. Установленные результаты позволили создать гидрофильно-гидрофобную водную акриловую дисперсию, которая без применения поверхностно-активных веществ позволяет упростить технологию производства теплоизоляционных водно-дисперсионных покрытий, а именно исключить стадию предварительной обработки наполнителей, уменьшить скорость вращения рамочного смесителя, а также повысить кинетическую устойчивость готовой дисперсии.

Ключевые слова: структурно-реологические, математические модели, уравнения регрессии, алюмосиликатные микросферы, гидрофобизированный аэросил.

Saienko N., Bikov R., Skripinets A., Demidov D., Kariev A., Saienko L.

DIRECTED REGULATION OF THE STRUCTURAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF HEAT-INSULATING ACRYLIC AQUEOUS DISPERSIONS USING THE COMBINED USE OF HYDROPHILIC AND HYDROPHOBIC SILICATE FILLERS

The formation technology and performance characteristics of coatings based on aqueous dispersions are largely determined by the properties of the initial film-forming materials, which should ensure uniform thin-layer distribution on the substrate surface and the formation of coatings with the required technological complex of properties. Among them, due to their functional properties and relatively low cost, the most widespread are water-dispersion polymer coatings based on acrylic film-formers. In this paper, mathematical models of the structural and rheological dependences of heat-insulating acrylic aqueous dispersions are considered depending on the combined content of hydrophilic-hydrophobic fillers. To describe these dependencies, it is advisable to use equations of the second degree.

According to the mathematical theory of experiment, the second-order orthogonal central compositional design makes it possible to predict the behavior of the response function. Carrying out an experiment in accordance with this plan makes it possible to establish the analytical dependence of the response function on the corresponding factors in the form of a polynomial equation of the second degree. The main response functions were: conditionally static yield stress, viscosity at the minimum rate of onset of fracture (initial effective viscosity), viscosity of the “destroyed” structure according to the Newtonian nature of the flow, activation energy of viscous flow at minimum, average and maximum shear rates. On the basis of the established dependences, the optimal ratios of hydrophobized aerosil and aluminosilicate microspheres were selected, the combined use of which makes it possible to reduce shear stresses to create a homogeneous aqueous acrylic dispersion, to predict the activation energy at various technological stages of preparation and application of heat-insulating coatings. The established results made it possible to create a hydrophilic-hydrophobic aqueous acrylic dispersion, which, without the use of surfactants, makes it possible to simplify the production technology of heat-insulating water-dispersion coatings, namely, to exclude the stage of pretreatment of fillers, to reduce the rotation speed of the frame mixer, and also to increase the kinetic stability of the finished dispersion.

Keywords: structural-rheological, mathematical models, regression equations, aluminosilicate microspheres, hydrophobized aerosil.