

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО  
ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНОГО ПОЛІМЕРНОГО ПОКРИТТЯ**

Демідов Д.В., аспірант,  
ORCID: 0000-0002-9530-3500

Саєнко Л.В., к.т.н., доцент,  
saenko\_l@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3802-3078

Буцька Л.М., к.т.н., доцент,  
ORCID: 0000-0003-1496-7004

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

**Анотація.** Наведено спосіб отримання теплоізоляційного водно-дисперсійного полімерного покриття шляхом змішування компонентів в єдиному технологічному циклі, що дозволяє отримати однорідну суміш без додаткової технологічної стадії обробки порожнистих алюмосилікатних мікросфер, з необхідними технологічними властивостями та тривалим терміном зберігання без втрати однорідності за рахунок введення гідрофобізованого наповнювача. Раціональне поєднання діючих компонентів у водно-дисперсійному складу дозволило регулювати в'язкість, підвищити стійкість по статичному впливу води та підвищити кінетичну стійкість теплоізоляційних водно-дисперсійних полімерних композицій при зберіганні. В якості диспергуючого обладнання для приготування композиції використовували рамковий змішувач з горизонтальним валом.

**Ключові слова:** стирол-акрилова дисперсія, теплоізоляція, порожнисті мікросфери, аеросил, в'язкість, рамковий змішувач.

**Вступ.** На даний час для теплоізоляції оштукатурених будівель і споруд широке застосування знаходять енергозберігаючі склади на основі порожнистих скляних або керамічних мікросфер, які також знайшли застосування для захисної обробки металевих поверхонь різного призначення, в тому числі на поверхні обладнання хімічного виробництва, на трубопроводи та інші об'єкти, що експлуатуються всередині або поза приміщеннями.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Порожністі мікросфери є одними з найважливіших наповнювачів у виробництві композиційних полімерних покриттів. Сферична форма, контрольовані розміри і низька щільність роблять їх часто незамінними. Для отримання покриттів з найменшим обсягом вільного простору між мікросферами і, як наслідок цього, з високими теплоізоляційними (теплозахисними) властивостями необхідно використовувати суміші мікросфер з різними радіусами (від 10 до 500 мікрометрів) і різною насипною щільністю (від 0,65 до 0,05 г/см<sup>3</sup>). Високонаповнені керамічними або скляними мікросферами полімерні композиційні покриття мають до того ж високу здатність розсіювання радіаційної складової падаючого на поверхню теплового потоку [1-6].

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 [7-11].

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.

**Мета та завдання.** Полімерні композиційні покриття, що використовують у своєму складі порожнисті мікросфери, 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 поверхні. Крім того, зазначені мікросфери, при перемішуванні у складі композиційного матеріалу, часто руйнуються, утворюючи в композиції нефункціональний осад, який передбачає погіршення теплозахисних властивостей отриманого покриття.

Тому, для усунення зазначених недоліків в композиції 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 [12-15].

Метою даної роботи було – вдосконалення технологічного циклу приготування та підвищення кінетичної стійкості теплоізоляційних водно-дисперсійних полімерних покриттів без додаткових технологічних стадій обробки порожнистих мікросфер, введенням поверхнево-активних речовин та стабілізаторів, за рахунок використання гідрофобізованого аеросилу та збереження цілісності порожнистих мікросфер, що є визначальним фактором їх теплоізоляційних властивостей.

**Матеріали та методика дослідження.** В якості зв'язуючого було обрано стирол-акрилову дисперсію (вміст нелетких сполук – 50 мас.%, рН 7,5-9,0, середній розмір частинок приблизно 100 нм, в'язкість при 23 °С (ISO 3219, DIN 53019) при швидкості зсуву 100 с<sup>-1</sup> – 7-15 мПа·с. В якості модифікаторів дисперсії застосовували целюлозний і акриловий загусники, піногасник без вмісту мінерального масла на полімерній основі, диспергатор, коалесцент на основі суміші складного ефіру і спирту та консервуючу добавку.

В якості мінеральних наповнювачів застосовували порожнисті алюмосилікатні мікросфери та гідрофобізований аеросил.

Порожнисті мікросфери являють собою дрібнодисперсні, легкосипучі порошки, що складаються з тонкостінних алюмосилікатних частинок сферичної форми. Для отримання покриттів з найменшим обсягом вільного простору між порожнистими алюмосилікатними мікросферами (для отримання водно-дисперсійного покриття з щільною упаковкою наповнювачів) і, як наслідок цього, з високими теплоізоляційними властивостями, необхідно використовувати суміші мікросфер з різними діаметрами (10-100 мкм) і різною насипною щільністю (0,51-0,69 г/см<sup>3</sup>) [16, 17].

Для регулювання реологічних властивостей водно-дисперсійних полімерних покриттів (ВД-ПП) застосовували наповнювач гідрофобізований аеросил марки АМ-1/300, який виконує також роль стабілізатора водних дисперсій полімерів, запобігає осіданню пігментів і надає тиксотропні властивості [18-22], питомою поверхнею 200 м<sup>2</sup>/г та середньої щільності 0,051-0,059 г/см<sup>3</sup>. Мінеральний склад наповнювачів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Мінеральний склад наповнювачів

Наповнювачі	рН	Мінеральний склад, мас.%						
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O
Мікросфери (МС)	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	4,5	99,90	0,050	–	0,003	0,030	–	–

Спосіб приготування композиції для нанесення теплоізоляційного водно-дисперсійного полімерного покриття (ВД-ПП) полягає в змішуванні компонентів в єдиному технологічному циклі, що дозволяє отримати однорідну суміш з технологічними та експлуатаційними показниками, які наведені в табл. 1, включає наступні технологічні етапи:

– приготування композиції при нормальній температурі і вологості, в ході якого у вертикальний змішувач завантажують водну стирол-акрилову дисперсію, послідовно додають при перемішуванні на низьких обертах (80-120 об/хв) в плівкоутворюючий склад такі компоненти: піногасник, диспергатор, целюлозний загусник, коалесцент;

– після перемішуванні протягом 5-10 хв поступово додають наповнювач аеросил, з поступовим збільшенням кількості обертів до 150-200 об/хв;

– після перемішування здійснюють додавання декількома частинами порожнистих алюмосилікатних мікросфер при постійному перемішуванні протягом 5-10 хвилин при 75-120 об/хв. Зниження оборотів забезпечує цілісність порожнистих мікросфер;

– після перемішування отриманого складу протягом 2-3 хвилин проводять послідовне додавання в нього полімерного загусника, а також консервуючу добавку та гомогенізують для отримання однорідної маси.

– потім проводять остаточне перемішування складу протягом 15-40 хвилин для отримання однорідної маси і подальшої розфасовки приготовленої композиції в тару.

На етапі остаточного перемішування композиції через 10 хвилин здійснюють перевірку рН композиції, а також її густини. Для приведення параметрів композиції до значення рН в межах 8-9 і густини – в межах 0,7-0,8 г/см<sup>3</sup>, вона додатково може містити аміачний буфер у вигляді 10-25% водного розчину аміаку, такі параметри є найбільш оптимальними для зберігання і подальшого нанесення покриття.

В якості диспергуючого обладнання для приготування композиції може бути використаний рамковий змішувач з горизонтальним валом. На відміну від дісольверів рамковий змішувач з горизонтальним валом має меншу кількість обертів робочого органу, який має форму рамки пластинчастої конструкції, а не зубчастої фрези та не руйнує у процесі змішування скляні мікросфери, що входять до складу.

Горизонтальне розташування робочого органу (рамки) дозволяє швидко та якісно гомогенізувати суміш до складу яких входять гідрофобізовані складові, та не призводить до сегрегації компонентів суміші.

Визначення властивостей розроблених теплоізоляційних ВД-ПП складів та їх покриттів проводили за стандартними методиками: час і ступінь висихання – згідно з ДСТУ ISO 9117-1:2015; стійкість покриттів до статичного впливу води – за ДСТУ ISO 2812-1:2001; покривність – згідно з ДСТУ ISO 6504-3:2015; адгезію методом решітчастих надрізів – згідно з ДСТУ ISO 2409:2015, адгезійну міцність – за ДСТУ Б ГОСТ 28574:2011. Визначення теплопровідності здійснювали за допомогою вимірювача теплопровідності ІТС-1. В'язкість – за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2» (Німеччина) з робочим вузлом циліндр-циліндр, з використанням вимірювального циліндра Н.

**Результати досліджень.** Рецептури в мас.% та результати випробувань пропонує складів ВД-ПП в залежності від ступеня наповнення алюмосилікатних мікросфер та гідрофобізованого аеросилу наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати випробувань теплоізоляційних водно-дисперсійних покриттів

Показники	Склад, мас.%					
	0	0	0,5	1,5	0,5	1,5
Наповнювач аеросил						
Порожністі мікросфери	10,0	30,0	10,0	10,0	30,0	30,0
Час висихання до ступеня 3, хв	45	45	45	40	45	35
Покривність, г/м <sup>2</sup>	100	105	100	105	115	120
Теплопровідність, Вт/(м·К)	0,065	0,060	0,064	0,061	0,060	0,060
Адгезія, бал	1	1	1	1	1	1
Адгезія, МПа	1,05	0,78	1,15	1,05	0,95	0,85
Статичний плив води, год., не менше	72	72	72	72	72	72
В'язкість, Па·с	13,3	27,3	12,6	9,5	24,4	19,9
Кінетична стійкість композицій, міс	4	4	4	6	5	7

Із наведених у таблиці 2 даних видно, що отриманні, шляхом змішування компонентів в єдиному технологічному циклі, теплоізоляційні ВД-ППІ мають час висихання до ступеня 3 від 35 до 45 хвилин, що дозволяє використовувати їх для зовнішніх робіт. Висока адгезія дає можливість використовувати ВД-ППІ для утворення захисно-декоративних покриттів на різних мінеральних поверхнях. Характеризуються високою покривністю та достатнім рівнем теплопровідності, формують рівномірні та однорідні покриття.

Використання раціонального поєднання діючих компонентів, а саме, порожнистих алюмосилікатних мікросфер та гідрофобізованого наповнювача аеросилу дозволяє регулювати в'язкість, підвищити стійкість до статичного впливу води та підвищити кінетичну стійкість теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових композицій при зберіганні до 7 місяців.

Для нанесення розробленню ВД-ППІ приготувану композицію перемішують і наносять вручну або з використанням спеціального обладнання, придатного для нанесення покриттів складами з високою в'язкістю і дисперсністю, яке має прохідні перетини, що допускають вільний рух композиції, що включає мікросфери.

**Висновки.** Встановлено, що спосіб отримання теплоізоляційного водно-дисперсійного полімерного покриття шляхом змішування компонентів в єдиному технологічному циклі дозволяє отримати однорідні суміші без додаткової технологічної стадії обробки порожнистих алюмосилікатних мікросфер, з необхідними технологічними властивостями та тривалим терміном зберігання без втрати однорідності (кінетична стійкість) за рахунок введення гідрофобізованого наповнювача аеросилу та збереження цілісності порожнистих мікросфер, яке є визначальним фактором їх теплоізоляційних властивостей. В якості диспергуючого обладнання для приготування композиції може бути використаний рамковий змішувач з горизонтальним валом. На відміну від дісольверів рамковий змішувач з горизонтальним валом має меншу кількість обертів робочого органу, який має форму рамки пластинчастої конструкції, а не зубчастої фрези та не руйнує у процесі змішування скляні мікросфери, що входять до складу.

### Література

1. Логанина В.И. Теплоизоляционные известковые сухие строительные смеси для отделки стен из газобетона / В.И. Логанина, М.В. Фролов, М.А. Рябов // Вестник МГСУ. – М., 2016. – №. 5. – С.82-92.
2. Саенко Н.В. Первичная оценка огнезащитных свойств водно-дисперсионных акриловых покрытий теплоизоляционного назначения / Н.В. Саенко, Д.В. Демидов // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, 2016. – Т. 86. – № 4. – С. 154-157.
3. Вахитова Л.Н. Жидкокерамические теплоизоляционные покрытия – новое слово в энергосбережении / Л.Н. Вахитова, А.А. Завертатный // F+ S: технологи безопасности и противопожарной защиты. – 2010. – №. 3. – С. 64-66.
4. Селяев В.П. Полимерные покрытия для бетонных и железобетонных конструкций / В.П. Селяев, Ю.М. Баженов. – Саранск: Изд-во СВМО, 2010. – 224 с.
5. Саенко Н.В. Будівельно-фізичні властивості теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових покриттів / Н.В. Саенко, Д.В. Демідов, Ю.В. Попов, Р.О. Биков / Збірник наукових праць: Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – К.: КНУБА, 2019. – Вип. 39. – Ч. 1. – С. 127-132.
6. Гарипов Р.М. Энергосберегающее покрытие на основе акриловых дисперсий и полых стеклянных микросфер / 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.
7. Казакова Е.Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е.Е. Казакова, О.Н. Скороходова. – М.: ООО «ПЭйнт-Медиа», 2003. – 136 с.

8. 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 / G. Kriska // *Proceedings of the Royal Society of London B, Biological Sciences.* – 2006. – Vol. 273. – P. 1667-1671.
9. Кузнецова О.П. Противокоррозионная грунтовка на основе водной дисперсии акрилового сополимера / 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.
10. Степин С.Н. Применение водно-дисперсионных материалов на основе акриловых сополимеров для антикоррозионной защиты металлов / С.Н. Степин, Т. В. Николаева, П. В. Гришин // *Вестник Казанского технологического университета.* – 2014. – Т. 17. – №. 16. – С. 219-220.
11. Толмачев И.А. Новые водно-дисперсионные краски / И.А. Толмачев, В.В. Верховланцев. – Л.: Химия, 1979. – 200 с.
12. Пат. 36398 Україна, МПК C09D4/02, C09D5/02. Водно-дисперсійна фарба «Аквагель» / М.А. Янковський, О.В. Туголуков, В.А. Степанов; заявник та патентовласник: Горлівське відкрите акціонерне товариство «Концерн Стирол». – № 99126813; заяв. 14.12.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл. №3.
13. Пат. на корисну модель 101601 Україна, МПК C09D5/02, C09D5/04, C09D5/08. Водно-дисперсійна лакофарбова композиція / Мережко Н.В., Шульга О.С.; заявник та патентовласник: Київський національний торговельно-економічний університет. – № u 2015 02129; заяв. 10.03.2015; опубл. 25.09.2015, Бюл. №18.
14. Пат. 2422481 Российская Федерация, МПК C09D5/00. Композиция для нанесения теплоизоляционного покрытия и способ ее приготовления / Э.А. Тычков, Ю.П. Вакуленко; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «НПК «РосИзоПром». – № 2009142462/05; заяв. 18.11.2009; опубл. 27.06.2011, Бюл. № 18.
15. Пат. 2544854 Российская Федерация, МПК C09D133/00, C09D135/06, C09D5/02, МПК C09D5/08. Теплоизоляционная краска-покрытие / В.П. Селяев, Т.А. Низина, В.А. Неверов, А.Е. Инин; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Центр нанотехнологий и наноматериалов Республики Мордовия». – № 2014101402/04; заявл. 20.01.2014; опубл. 20.03.2015, Бюл. № 8.
16. Демідов Д.В. Спрямоване регулювання горючості та вогнезахисних характеристик лакофарбових покриттів / Д.В. Демідов, Н.В. Саєнко, Р.О. Биков, Л.В. Саєнко, К.О. Ільєнко // *Інтегровані технології промисловості.* – Х.: НТУ (ХП), 2019. – Вип. 1. – С. 52-60.
17. Саєнко Н.В. Вплив ступеня наповнення порожнистими мікросферами на реологічні властивості акрилової дисперсії / 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.
18. Saienko N. Rheological properties of aqueous dispersion of styrene acrylate copolymer incorporating hollow microspheres and AEROSIL / N. Saienko, D. Demidov, Y. Popov, R. Bikov, V. Butskiy // *MATEC Web of Conferences, EDP Sciences.* – 2018. – Vol. 230.
19. Katz H. S. Handbook of fillers and reinforcements for plastics / H.S. Katz, J.V. Milewski. – New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1978. – 652 p.
20. Демідов Д.В. Реологічні та енергетичні характеристики високонаповнених акрил-стирольних водних дисперсій / Д.В. Демідов, Н.В. Саєнко, Ю.В. Попов, Р.О. Биков, Т.І. Уманська / *Науковий вісник будівництва.* – Х.: ХНУБА, 2018. – Т.94. – №4. – С. 171-177.
21. Саєнко Н.В. Вплив аеросилу на реологічні властивості акрилової дисперсії / Н.В. Саєнко, Р.О. Биков, Д.В. Демідов, Д.Є. Коваленко // *Міжнародна науково-технічна конференція «Технологія та інфраструктура транспорту».* – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – С. 356-357 с.
22. Dolz M.A Time dependent expression for thixotropic areas. Application to Aerosil 200 hydrogels / M. Dolz, F. González, J. Delegido, M.J. Hernández, J.Pellicer // *Journal of pharmaceutical sciences.* – 2000. – Vol. 89. – №. 6. – P. 790-797.

References

- [1] V.I. Loganina, M.V. Frolov, M.A. Ryabov, “Теплоизоляционные известковые сухие строительные смеси для отделки стен из газобетона”, *Vestnik MGSU*, Moscow, vol. 5, pp.82-92, 2016.
- [2] N.V. Saienko, D.V. Demidov, “Pervichnaya otsenka ognезасщитnykh svoystv vodno-dispersionnykh akrilovykh pokrytiy teploizolyatsionnogo naznacheniya”, *Naukoviy visnyk budivnitstva*, Kharkiv, vol. 86, pp. 154-157, 2016.
- [3] L.N. Vakhitova, A.A. Zavertatnyi, “Zhidkokeramicheskiye teploizolyatsionnye pokrytiya – novoe slovo v energosberezhenii”, *F+S: tekhnologii bezopasnosti i protivopozharnoy zashchity*, vol. 3, pp. 64-66, 2010.
- [4] V.P. Selyaev, Y.M. Bazhenov, *Polimernie pokrytiya dlya betonnykh i zhelezobetonnykh konstruktsiy*, Saransk, 2010.
- [5] N.V. Saienko, D.V. Demidov, Y.V. Popov, R.O. Bikov, “Budivelnno-fizychni vlastyivosti teploizolyatsiynykh vodno-dyspersiynykh lakofarbovykh pokryttiv”, *Zbirnyk naukovykh prats: Shlyahy pidvyshchennya efektyvnosti budivnytstva v umovah formuvannya rynkovykh vidnosyn*, Kyiv, vol. 39, pp. 127-132, 2019.
- [6] R.M. Garipov, N.N. Zhdanov, R.H. Fatkhutdinov, V.V. Uvayev, V.A. Maslov, “Energosberegayushchiye pokrytiya na osnove akrilovykh dispersiy i polykh steklyannykh mikrosfer”, *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, vol. 17, pp. 45-47, 2014.
- [7] Y.Y. Kazakova, O.N. Skorohodova, *Vodno-dispersionniye akriloviye lakokrasochniye materialy stroitel'nogo naznacheniya*. Moscow: «Peynt-Media», 2003.
- [8] G. Kriska, “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*, vol. 273, pp. 1667-1671, 2006.
- [9] O.P. Kuznetsova, A.P. Svetlakov, S.N. Stepin, A.V. Vahin, Y.V. Alantyeva, “Protivokorroziyonnaya gruntovka na osnove vodnoy dispersii akrilovogo sopolimera”, *Lakokrasochniye materialy i ih primeneniye*, vol. 7, pp. 8-10, 2005.
- [10] S.N. Stepin, T.V. Nikolayeva, P.V. Grishin, “Primeneniye vodno-dispersionnykh materialov na osnove akrilovykh sopolimerov dlya antikorroziyonnoy zashchity metallov”, *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, vol. 17, pp. 219-220, 2014.
- [11] I.A. Tolmachev, V.V. Verholantsev, *Noviye vodno-dispersionniye kraski*. Leningrad: Khimiya, 1979.
- [12] Pat. 36398 Ukrayina, “Vodno-dyspersiynna farba «Akvahel»”, *Horlivske vidkryte aktsionerne tovarystvo «Kontsern Styrol»*, vol. 3, 2001.
- [13] Pat. na korysnu model 101601 Ukrayina, “Vodno-dyspersiynna lakofarbova kompozytsiya”, *Kyivs'kiy natsionalniy torhivel'no-ekonomichniy universytet*, vol. 18, 2015.
- [14] Pat. 2422481 Rossiyskaya Federatsiya, “Kompozitsiya dlya naneseniya teploizolyatsionnogo pokrytiya i sposob yeye prigotovleniya”, *Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «NPK «RosIzoProm»*, vol. 18, 2011.
- [15] Pat. 2544854 Rossiyskaya Federatsiya, “Теплоизоляционная краска-покрытиe”, *Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Tsentr nanotekhnologiy i nanomaterialov Respubliki Mordoviya»*, vol. 8, 2015.
- [16] D.V. Demidov, N.V. Saienko, R.O. Bikov, L.V. Saienko, K.O. Il'yenko, “Spryamovane rehulyuvannya horyuchosti ta vohnezahysnykh kharakterystyk lakofarbovykh pokryttiv”, *Intehrovani tekhnolohii promyslovosti*, Kharkiv, vol. 1, pp. 52-60, 2019.
- [17] N.V. Saienko, Y.V. Popov, R.O. Bikov, D.V. Demidov, “Vplyv stupenya napovnennya porozhnystymy mikrosferamy na reolohichni vlastyivosti akrylovoyi dispersii”, *7 Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya «Problemy nadiynosti ta dovhovichnosti inzhenernykh sporud i budivel' na zaliznychnomu transporti»*, Kharkiv, pp. 212-214, 2018.

- [18] N. Saienko, D. Demidov, Y. Popov, R. Bikov, V. Butskiy, “Rheological properties of aqueous dispersion of styrene acrylate copolymer incorporating hollow microspheres and AEROSIL”, *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, vol. 230, 2018.
- [19] H.S. Katz, J.V. Milewski, *Handbook of fillers and reinforcements for plastics*. New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1978.
- [20] D.V. Demidov, N.V. Saienko, Y.V. Popov, R.O. Bikov, T.I. Umanska, “Reolohichni ta enerhetychni kharakterystyky vysokonapovnenykh akryl-styrolnyh vodnyh dyspersiy”, *Naukoviy visnyk budivnitstva*, Kharkiv, vol. 94, pp.171-177, 2018.
- [21] N.V. Saienko, R.O. Bikov, D.V. Demidov, D.E. Kovalenko, “Vplyv aerosylu na reolohichni vlastyvoli akrylovoyi dyspersii”, *Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya «Tekhnolohiyi ta infrastruktura transportu»*, Kharkiv, pp. 356-357, 2018.
- [22] M. Dolz, F. González, J. Delegido, M.J. Hernández, J.Pellicer, “Time dependent expression for thixotropic areas. Application to Aerosil 200 hydrogels”, *Journal of pharmaceutical sciences*, vol. 89, pp. 790-797, 2000.

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ВОДНО-ДИСПЕРСИОННОГО  
ПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ**

**Демидов Д.В.**, аспирант,  
ORCID: 0000-0002-9530-3500

**Саенко Л.В.**, к.т.н., доцент,  
saenko\_l@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3802-3078

**Буцкая Л.Н.**, к.т.н., доцент,  
ORCID: 0000-0003-1496-7004

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**Аннотация.** В настоящее время для теплоизоляции оштукатуренных зданий и сооружений широкое применение находят энергосберегающие составы на основе полых стеклянных или керамических микросфер, которые также нашли применение для защитной обработки металлических поверхностей различного назначения, в том числе на поверхности оборудования химического производства, на трубопроводы и другие объекты эксплуатируемых внутри или вне помещений.

Использование водных дисперсий полимеров позволяет исключить использование токсичных и пожароопасных растворителей, которые загрязняют окружающую среду. Технология формирования и эксплуатационные характеристики таких покрытий в значительной степени определяются свойствами исходных пленкообразующих материалов. Среди них в силу своих функциональных свойств наибольшее распространение получили водно-дисперсионные полимерные материалы на основе стирол-акриловых связующих. В качестве модификаторов дисперсии применяли целлюлозный и акриловый загустители, пеногаситель без содержания минерального масла на полимерной основе, диспергатор, коалесцент на основе смеси эфира и спирта и консервирующую добавку. В качестве минеральных наполнителей применяли полые алюмосиликатные микросферы и гидрофобизированный аэросил.

Рациональное сочетание действующих компонентов в водно-дисперсионном составе позволило регулировать вязкость, повысить устойчивость к статическому воздействию воды и повысить кинетическую устойчивость теплоизоляционных водно-дисперсионных полимерных композиций при хранении.

Приведен способ получения теплоизоляционного водно-дисперсионного полимерного покрытия путем смешивания компонентов в едином технологическом цикле, что позволяет получить однородную смесь без дополнительной технологической стадии обработки полых алюмосиликатных микросфер, с необходимыми технологическими свойствами и длительным

сроком хранения без потери однородности за счет введения гидрофобизированного наполнителя.

В качестве диспергирующего оборудования для приготовления композиции использовали рамочный смеситель с горизонтальным валом. Горизонтальное расположение рабочего органа (рамки) позволяет быстро и качественно гомогенизировать смесь, и не приводит к сегрегации компонентов смеси.

**Ключевые слова:** стирол-акриловая дисперсия, теплоизоляция, полые микросферы, аэросил, вязкость, рамочный смеситель.

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF MANUFACTURE OF THERMAL INSULATION WATER-DISPERSION POLYMER COATING

**Demidov D.V.**, postgraduate,

ORCID: 0000-0002-9530-3500

**Saienko L.V.**, PhD., Assistant Professor,

saenko\_l@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3802-3078

**Butska L.N.**, PhD., Assistant Professor,

ORCID: 0000-0003-1496-7004

*Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture*

**Abstract.** Currently, for thermal insulation of plastered buildings and structures, energy-saving compositions based on hollow glass or ceramic microspheres are widely used, which also have been used for the protective treatment of metal surfaces for various purposes, including on the surface of chemical production equipment, pipelines and other objects operated inside or outdoors.

The use of aqueous dispersions of polymers eliminates the use of toxic and flammable solvents that pollute the environment. The technology of formation and operational characteristics of such coatings are largely determined by the properties of the original film-forming materials. Due to their functional properties, water-dispersive polymeric materials based on styrene-acrylic binders are the most common among them. Cellulose acrylic thickeners, polymer-based mineral oil free antifoam, a dispersant, coalescent agent based on a mixture of ether and alcohol, and a preservative additive were used as dispersion modifiers. Hollow aluminosilicate microspheres and hydrophobised aerosil were used as mineral fillers.

The rational combination of active ingredients in the water-dispersion composition allowed to adjust the viscosity, increase the resistance to static effects of water and increase the kinetic stability of the insulating water-dispersion polymer compositions during storage.

A method of obtaining a thermal insulating water-dispersion polymer coating by mixing the components in a single technological cycle is presented, which allows to obtain a homogeneous mixture without an additional technological stage of processing hollow silica-alumina particles microspheres, with the necessary technological properties and a long shelf life without loss of uniformity due to the introduction of a hydrophobised filler.

As a dispersing equipment for the preparation of the composition a frame mixer with a horizontal shaft was used. The horizontal arrangement of the working body (frame) allows you to quickly and efficiently homogenize the mixture, and it does not lead to segregation of the components of the mixture.

**Keywords:** styrene-acrylic dispersion, thermal insulation, hollow microspheres, aerosil, viscosity, frame mixer.

Стаття надійшла 18.06.2019