и добавки, затратами цемента и время уплотнения. Используя программный комплекс STATISTICA 12 уточнены значения факторов, когда достигается максимальная прочность. Определены соотношения компонентов, влияющих на водопоглощение. В выводах приведены количественные показатели о результатах данных исследований.

Ключевые слова: тяжелый бетон, золошлак, прочность при сжатии, водопоглощение, коэффициент уплотнения

Shulgin V.V., Bondar V.A., Demchenko O.V., Supruniuk S., Bilobrov V. HEAVY CONCRETE WITH USED BOTTOM ASH FROM POWER STATIONS. This article deals with the influence of cement quantity, plasticizing additives and compaction time on the strength and water consumption of concrete during its

manufacturing using bottom ash from a thermal power station. The study was carried out using three factorial experiments. Variables varied on three levels. Analysis of surface pattern function has revealed the optimal correlation between additive quantity and compaction time, cement quantity and additive quantity, cement quantity and compaction time. Application of STATISTICA 12 software has specified values of factors when the maximum strength is achieved. Correlations of components which have an impact on water consumption have been determined. The conclusions contain the quantitative findings of the study.

Keywords: heavy concrete, bottom ash, compressive strength, water absorption, compacting factor.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-299-303

УДК 667.6

Демідов Д.В., Саєнко Л.В., Буцька Л.М., Тесленко М.Г.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: 160789demidov@ukr.net,

saenko_l@ukr.net, nutter142@gmail.com, mi hail_teslenko@ukr.net; orcid.org/0000-0002-9530-3500, orcid.org/0000-0002-3802-3078, orcid.org/0000-0003-1496-7004, orcid.org/0000-0003-2581-4097)

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРОПРОНИКНОСТІ ТА ВОДОПОГЛИНАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНИХ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ

У статті визначається вплив наповнювачів на паропроникність та водопоглинання розроблених складів теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових покриттів. За результатами попередніх досліджень встановлено ефективність використання в якості зв'язуючого стирол-акриловий сополімер та в якості мінеральних наповнювачів алюмосилікатні мікросфери та гідрофобізований аеросил. Методами випробувань, виконаними згідно міжнародним стандартам, досліджено можливість використання розроблених теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових покриттів в якості декоративно-захисної обробки оштукатурених фасадів будівель.

Ключові слова: стирол-акрилова дисперсія, аеросил, алюмосилікатні мікросфери, паропроникність, водопоглинання.

Аналіз проблеми. Відомо, що різниця парціальних тисків водяної пари у внутрішньому і зовнішньому повітрі викликає дифузію водяної пари через оштукатурені фасади будівель. У зимові місяці процес дифузії протікає найбільш інтенсивно. При розрахунках паропроникності та водопоглинання конструкцій використовують коефіцієнти паропроникності матеріалів, які приведені в довідкових даних або технічних умовах на матеріал, отриманих за

методиками державних стандартів. У всіх методах випробувань зразок перебуває в постійних температурно-вологісних умовах. Різниця полягає в схемі руху водяної пари. У разі «сухого методу» водяна пара проходить через зразок з вологого повітря в чашку з вологопоглиначем, де вологість повітря наближається до нуля. У разі «мокрого методу» водяна пара з чашки з водою, де вологість повітря близька до 100%,

проходить через зразок в повітря, що має меншу вологість [1].

Паропроникність і водопоглинання – це одні з важливих параметрів, що визначають якість фасадного покриття. В ідеалі, якщо не ставити спеціального завдання створення пароізолюючого шару на поверхні фасаду, то захисне покриття повинне мати нульове водопоглинання і максимальну паропроникність.

Достатня паропроникність для усушення різниці в парціальному тиску водяної пари між основним матеріалом і зовнішнім шаром оштукатуреного фасаду будівель усуває утворення конденсату, запобігає відшаровуванню штукатурки і промерзанню стін всередині приміщень. Низьке водопоглинання покриття запобігає проникненню води в підкладку. Але, з іншого боку, певна проникність покриття водяною парою гарантує більш швидку сушку [2-3].

Водно-дисперсійні полімерні покриття широко застосовуються в будівництві для декоративно-захисної обробки оштукатурених фасадів будівель. Слід зазначити, що таким поверхням притаманне при зниженні температури набирати вологу, а при підвищенні віддавати її у вигляді пари. Вода збільшує пористість оштукатурених фасадів, що призводить до серйозних ушкоджень. Тому фасадні фарби для захисту поверхонь будівель повинні мати структуру, що не пропускає воду в конденсованій фазі, але випускають її в газовій (пароподібній) фазі, інакше це призведе до зниження адгезійних сил зчеплення покриття від мінеральної підкладки [4-8].

Метою даної роботи було визначення впливу мінеральних наповнювачів на паропроникність та водопоглинання розроблених складів теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових покриттів та можливість застосування розроблених складів у якості захисно-декоративних покриттів оштукатурених фасадів будівель.

Матеріали та методи 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^{-1} – 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 [9-17].

Порожністі мікросфери представляють собою дрібнодисперсні, легкоципучі порошки, що складаються зі тонкостінних алюмосилікатних частинок сферичної форми діаметром 10-100 мкм і питомою поверхнею $0,61 \text{ м}^2/\text{г}$.

Відомо, що виробники водно-дисперсійних лакофарбових покриттів (ВД-ЛП) у якості наповнювачів традиційно використовують крейди і мікрокальцити. Це обумовлено їх досить високою гідрофільністю і легкістю введення в композицію. Однак системи, що містять крейду і мікрокальцит, мають високу седиментацію під час зберігання, а покриття на їх основі відрізняються низькою стійкістю до статичного впливу води.

Тому, для регулювання реологічних властивостей ВД-ЛП застосовували наповнювач гідрофобізований аеросил марки АМ-1/300 (питомою поверхнею $200 \text{ м}^2/\text{г}$ та середньої щільністю $0,051\text{-}0,059 \text{ г/см}^3$), який виконує також роль стабілізатора водних дисперсій полімерів, запобігає осіданню наповнювачів і надає тиксотропні властивості. Гідрофобізований аеросил – це високодисперсний аморфний діоксид кремнію, з гідрофобною поверхнею частинок, що одержують в результаті обробки поверхні частинок апретами, які заміщують гідрофільні силанольні групи, що містяться на поверхні частинок неполярними органічними групами типу метильних.

Для визначення паропроникності (згідно ISO 7783) використовували метод «сухої чаші». Отриманні зразки водно-дисперсійних лакофарбових покриттів наносили на листи гіпсокартону, який має

досить стабільний коефіцієнт паропроникності (у ДБН В.2.6-31:2006 наводиться значення 0,075 мг/м·год·Па) та гладку, однорідну, без видимих дефектів поверхню. Робоча площа зразків становила $5,2 \cdot 10^{-3}$ м². В якості вологопоглинача використовували силікагель. Досліджувані чаші з зразками ВД-ЛП поміщали в ексікатор з насиченим розчином хлориду калію, що відповідає відносній вологості 85%. Ексікатор розміщували у термостат з фіксованою температурою $23 \pm 0,2^\circ\text{C}$.

Через певний інтервал часу чашу з випробуваними зразками виймали і зважували. На основі отриманих вимірювань для кожної чаші з разком будували графічну залежність зміни маси в грамах від часу в годинах. Випробування вважають завершеним, коли три або більше точок потрапляють на пряму лінію. У лінійної частини графіка визначають пряму лінію, що проходить через три або більше точок вимірювання, нахил якої дорівнює швидкості потоку водяної пари через поверхню з нанесеним на неї покриттям (G).

Розрахунок параметрів, які характеризують паропроникність, здійснювали за наступними формулами.

Паропроникність без лакофарбового покриття (гіпсокартон) V_{Γ} , (г/м²·доба):

$$V_{\Gamma} = 24 \frac{p}{p_0} \cdot \frac{G_{\Gamma}}{A_{\Gamma}}$$

де 24 – множник, який дозволяє переводити масову швидкість потоку водяної пари G крізь випробуваний зразок з г/год у г/доба; $\frac{p}{p_0}$ – множник, який вводить поправку в паропроникність на стандартний атмосферний тиск; G_{Γ} – масова швидкість потоку водяної пари крізь випробуваний зразок (г/год); A_{Γ} – площа поверхні, через яку проходить водяна пара (м²).

Паропроникність поверхні гіпсокартону, з нанесеним досліджуваним покриттям V_{Π} (г/м²·доба):

$$V_{\Pi} = 24 \frac{p}{p_0} \cdot \frac{G_{\Pi}}{A_{\Pi}}$$

Паропроникність самого досліджуваного покриття обчислюють за різницею між паропроникністю поверхні гіпсокартону з нанесеним досліджуваним

покриттям V_{Π} і паропроникності гіпсокартону V_{Γ} за формулою:

$$V = \frac{V_{\Pi} \cdot V_{\Gamma}}{V_{\Gamma} - V_{\Pi}}$$

Водопоглинання (W) у відсотках за масою проводили згідно ДСТУ Б.В. 2.7.-84-99 за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} 100$$

де m – маса зразка до витримки у воді (г); m_1 – маса зразка після 24 годин витримки у воді (г).

Час з моменту виймання досліджуваних зразків ВД-ЛП з води до зважування не перевищувало 60 с.

Результати дослідження. На рис. 1 наведено співвідношення між паропроникністю V , (г/(м²·доба)/10) та водопоглинанням W , (%) досліджуваних покриттів ВД-ЛП від вмісту мікросфер (МС) від 20 до 40 мас.% і спільного використання мікросфер та гідрофобізованого аеросилу (А) вмістом 1 мас.%.

Рис. 1. Співвідношення між паропроникністю та водопоглинанням ВД-ЛП від вмісту мікросфер та аеросилу

Як видно з діаграми паропроникність істотно залежить від ступеня наповнення алюмосилікатними мікросферами. Максимального значення паропроникності (145,78 г/(м²·доба)) набувають склади ВД-ЛП, в яких ступінь наповнення мікросферами досягає 40 мас.%. Введення гідрофобізованого аеросилу дозволяє зменшити водопоглинання (на 10-20 %) та майже не впливає на показники паропроникності водно-дисперсійних полімерних покриттів.

Введення порожнистих мікросфер приводить до збільшення паропроникності досліджуваних складів водно-

дисперсійних полімерних покриттів майже в 2 рази та не суттєво підвищує водопоглинання. Додаткове введення малих добавок аеросилу зменшує водопоглинання та дифузну здатність по відношенню до водяної пари, що свідчить про загальне зростання паропроникності.

Висновки. Визначено вплив мінеральних наповнювачів на паропроникність та водопоглинання розроблених складів теплоізоляційних водно-дисперсійних лакофарбових покриттів.

Показано, що спільне використання алюмосилікатних мікросфер, в якості наповнювача для надання теплоізоляційних властивостей водно-дисперсійним полімерним покриттям та гідрофобізованого аеросилу, який знижує водопоглинання при збереженні достатньо високого рівня паропроникності дозволяє використовувати досліджуванні склади водно-дисперсійних лакофарбових покриттів в якості захисно-декоративних покриттів оштукатурених фасадів будівель.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Куприянов В.Н., Петров А.С. Паропроницаемость материалов в условиях, приближенных к эксплуатационным. *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2013. Т. 2. №24. С. 126-131.
2. Касьяненко І.М., Крамаренко В.Ю. Вплив об'ємної концентрації пігменту на паро-та водопроникність покриттів на основі воднодисперсійних лакофарбових матеріалів. *Вопросы химии и химической технологии*. 2016. №. 2. С. 67-72.
3. Строганов, В.Ф., Безчервотная И.В., Амелеченко М. О. Исследование и разработка защитных и гидроизоляционных водно-дисперсионных полимерных покрытий. *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2012. №. 2. С. 200- 206.
4. Казакова Е. Е., Скороходова О. Н. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения. М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2003. 136 с.
5. Толмачев И.А., Верхоланцев В.В. Новые водно-дисперсионные краски. Л.: Химия, 1979. 200 с.
6. Селяев В.П., Баженов Ю.М. Полимерные покрытия для бетонных и железобетонных конструкций. Саранск: Изд-во СВМО, 2010. 224 с.
7. 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.
8. Саенко Н.В., Демидов 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.* – 2019. – Вип. 39 (1). – С. 127 – 132.
9. Саенко Н.В., Демидов Д.В. Первичная оценка огнезащитных свойств водно-дисперсионных акриловых покрытий теплоизоляционного назначения. *Науковий вісник будівництва*. 2016. Т. 86. № 4. С. 154- 157.
10. Вахитова Л.Н., Завертатный А.А. Жидко-керамические теплоизоляционные покрытия – новое слово в энергосбережении. *F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты*. 2010. №. 3 (45). С. 64-66.
11. Логанина В.И., Фролов М.В., Рябов М.А. Теплоизоляционные известковые сухие строительные смеси для отделки стен из газобетона. *Вестник МГСУ*. 2016. №. 5. С.82-92.
12. 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.
13. Katz H.S., Milewski J.V. Handbook of fillers and reinforcements for plastics. New York: Van Nostrand Reinhold Co, 1978. 652 p.
14. Saienko N., Demidov D., Popov Y., Bikov R., Butskiy V. Rheological properties of aqueous dispersion of styrene acrylate copolymer incorporating hollow microspheres and AEROSIL. *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 230. 8 p.
15. Демидов Д.В., Саенко Н.В., Биков Р.О., Саенко Л.В., Ільєнко К.О. Спрямоване регулювання горючості та вогнезахисних характеристик лакофарбових покриттів.

- Інтегровані технології промисловості*. 2019. Вип. 1. С. 52-60.
16. 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*. 2018. Т.94. №4. С. 171-177.
 17. Саєнко Н.В., Кондратенко А.В. Влияние минеральных наполнителей на реологические свойства огнебиозащитных композиций. *Науковий вісник будівництва*. 2010. Вип. 56. С. 120-124.

Демидов Д.В., Саєнко Л.В., Буцкая Л.Н., Тесленко М.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРОПРоницаемости и водопоглощения теплоизоляционных водно-дисперсионных лакокрасочных покрытий. В статье определяется влияние наполнителей на паропроницаемость и водопоглощение разработанных составов теплоизоляционных водно-дисперсионных лакокрасочных покрытий. По результатам предыдущих исследований установлена эффективность использования в качестве связующего стирол-акриловый сополимер и в качестве минеральных наполнителей алюмосиликатные микросферы и гидрофобизированный аэросил. Методами испытаний, выполненных согласно международным стандартам,

исследована возможность использования разработанных теплоизоляционных водно-дисперсионных лакокрасочных покрытий в качестве защитно-декоративной отделки оштукатуренных фасадов зданий.

Ключевые слова: стирол-акриловая дисперсия, аэросил, алюмосиликатные микросферы, паропроницаемость, водопоглощение.

Demidov D., Saienko L., Butska L., Teslenko M. DETERMINATION OF VAPOR PERMEABILITY AND HYGROSCOPIC PROPERTIES OF THERMAL INSULATING WATER-BASED PAINT DISPERSIONS. The article defines the effect of fillers on vapor permeability and hygroscopic properties of the developed compositions of thermal insulating water-based paint dispersions. According to the results of previous studies, it was established the hydrophobised Aerosil as mineral fillers. Test methods performed in accordance with international standards have investigated the possibility of using the developed thermal insulating water-based paint dispersions coatings as a protective and decorative finish of plastered building facades.

Keywords: styrene-acrylic dispersion, aerosil, aluminosilicate microspheres, vapor permeability, hygroscopic properties.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-303-311

УДК 504.4.06(1/9):628.14:622.53

Маркіна Н. К., Доценко О. О.

Науково-дослідна установа Український науково-дослідний інститут екологічних проблем (вул. Бакуліна, 6, Харків, 61166, Україна; e-mail: ekohydro@ukr.net, olenadotsenko@ukr.net; orcid.org/0000-0003-2271-2837, orcid.org/0000-0001-7025-722)

ОСОБЛИВОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВІДВЕДЕННЯ ШАХТНИХ ВОД НА ЕТАПІ ПРОХОДЖЕННЯ СТВОЛІВ В ПЕРІОД БУДІВНИЦТВА ВУГЛЕВИДОБУВНОЇ ШАХТИ

Розглянуті та проаналізовані оптимальні варіанти системи водовідведення шахтної води на період проходки стволів вуглевидобувної шахти «Любельська» №1-2 Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Шляхом розрахунків виконані: вибір і екологічне обґрунтування варіантів відведення зворотних шахтних вод в канал осушної системи «Бутинський»; розрахунок необхідної кількості дощових і дренажних вод для розведення шахтних вод перед відведенням в осушну систему. Обґрунтовано схему відведення розведених шахтних вод по каналу «Бутинський» в річку Рата (ліва притока транскордонної річки Західний Буг).

Ключові слова: будівництво вуглевидобувної шахти, шахтні води, проходка стволів, система регульованого скидання шахтних вод.