

ВПЛИВ УМОВ НАНЕСЕННЯ ГЕРМЕТИЗУЮЧИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА СТІЙКІСТЬ ДО ДЕФОРМАЦІЙ ГЕРМЕТИКА ДО СКЛОФІБРОБЕТОНУ

Олена ОЛЕКСІЄНКО¹, Лєна ВЕРГУН²,

¹Орган з оцінки відповідності ТОВ «Укрсертифікейшен»,
вул. Володимира Стельмаха, буд. 62Д, м. Рівне, Україна, 33018

¹Building Research Institute (Instytut Techniki Budowlanej)
21, Ksawerów, Warszawa, Poland, 02-656

²Київський національний університет ім. Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01033

¹mb-elena@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-5329-2217>

²LienaVergun@univ.net.ua, <http://orcid.org/0009-0005-6086-6548>

Анотація. У статті розглядається питання щодо особливостей обробки твердих поверхонь праймером перед використанням герметизуючих матеріалів. Адгезійна міцність герметика до поверхні зчеплення є основою ущільнення та герметизації швів. Відсутність адгезії означає потрапляння води, бруду, опадів та інших кліматичних чинників, які з часом призводять до деградації швів. Тому дуже важливо дотримуватися технології обробки швів перед застосуванням ущільнювача. Правильна обробка швів праймером, з дотриманням часу нанесення на основу, перед використанням герметизуючих матеріалів призведе до збільшення довговічності та терміну служби герметичного шву.

Для покращення адгезійної міцності між адгезивом і субстратом, як правило, проводять попередню обробку твердої поверхні (субстрата) праймером на основі пінополіуретану або епоксидних смол. Застосування зазначених праймерів пов'язано з тим, що під час витримки на твердій поверхні відбувається утворення полімерної матриці, яка під час подальшого контакту з герметиком забезпечує підвищення міцності зчеплення в зоні контакту. У поверхневих дефектних зонах з вмістом вологи також відбувається формування нового поверхневого шару за рахунок участі полімерних груп в утворенні внутрішньомолекулярних водневих зв'язків. Утворення полімерного шару на твердій поверхні, що може містити дефектні зони, потребує певного часу.

Проведено випробування з визначення стійкості до деформацій комбінації герметизуючих



Олена ОЛЕКСІЄНКО

відділ теплофізики, акустики та екології, науковий співробітник, researcher Department of thermal physics, acoustics and ecology, к.т.н.



Лєна ВЕРГУН

кафедра молекулярної фізики, науково-дослідна лабораторія «Фізика рідин, полімерів та фазових переходів в них», науковий співробітник, к. фіз.-мат.н.

матеріалів герметик/праймер в поєднанні зі зразками склофібробетону та встановлення впливу умов нанесення праймера/герметика до поверхні склофібробетонної композиції на стійкість до серії знакозмінних циклів, рівних за значеннями навантажень і змін температури, при деформації герметизуючого матеріалу 25%. Встановлено, що час обробки твердої поверхні праймером повинен бути не менше, ніж 5 хвилин. При недотриманні цієї умови при нанесенні герметизуючих матеріалів до склофібробетону може бути причиною відшарування герметика від основи.

Ключові слова. Герметизуючий матеріал; адгезійна міцність; стійкість до деформацій;

праймер; склофіробетон.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У даний час найчастіше як герметики для швів використовуються полімерні матеріали, такі як поліуретан, полісульфід і силікон [1, 2]. Такі матеріали мають чудові характеристики деформації і зв'язування, що зручно для будівництва.

Однак на ці полімерні герметики для швів під час експлуатації впливають різні фактори навколишнього середовища, що призводить до зниження міцності та зниження адгезії герметиків для швів [3]. Отже, вчені проводять широкі дослідження довговічності органічних герметиків для швів. У роботі [4] провели випробування на розтягнення, випробування на твердість, термогравіметричний аналіз і диференціальний термічний аналіз, щоб дослідити ефективність старіння силіконових і поліуретанових герметиків для швів під ультрафіолетовим випромінюванням. У роботі [5] досліджували довговічність герметиків для швів при одноразовому або спільному впливі різних факторів навколишнього середовища, таких як температура та вологість. У роботах [6, 7] переглянуто робочі характеристики, вимоги, ситуацію з дослідженнями та розробками існуючих силіконових герметиків для швів і запропоновано технічні шляхи підвищення довговічності герметика для швів. Більшість вищезазначених досліджень покращують довговічність органічних герметиків для швів шляхом зміни пропорції суміші та додавання домішок. Однак використання лише органічних полімерних герметиків для швів не може задовольнити робочі вимоги герметиків для швів у різних середовищах. Тому необхідно вводити нові компоненти для подальшої оптимізації та модифікації органічних полімерних герметиків для швів.

Полімерцементний композит є різновидом нового матеріалу, заснованого на концепції «органіко-неорганічного композиту», який не тільки має хороші зв'язувальні властивості та чудову деформацію органічного матеріалу, але також володіє високою міцні-

стю та довговічністю неорганічного матеріалу. Крім того, додавання інших домішок дозволяє вторинно модифікувати полімерцементний композиційний матеріал, щоб він мав гарну властивість деформації з'єднання та чудову довговічність [8, 9]. На сьогоднішній день деякі вчені широко досліджували полімерцементні композиційні матеріали.

Наприклад, у роботах [10, 11] проведено випробування на стиск для дослідження механічних властивостей розчину, модифікованого полімером бутілбензолу, з різними ваговими співвідношеннями полімеру до цементу.

У роботі авторів [12] було висвітлено питання щодо ролі кремнієвмісних компонентів в механізмах взаємодії між субстратом та адгезивом в процесі виникнення зони контакту «герметик – тверда підкладка». Такі механізми в подальшому можуть спричинити утворення структур, які під час навантаження змінюють міцність в цій зоні за рахунок появи різноманітних дефектів, що спричиняють проникнення вологи, молекул кисню тощо. Зазначена обставина призводить до зменшення величини адгезійної міцності між адгезивом і субстратом, що в подальшому може бути причиною руйнування в зоні зчеплення.

Дана робота є продовженням цієї тематики. У ній розглядається питання щодо особливостей обробки твердих поверхонь праймером перед використанням герметизуючих матеріалів.

Адгезійна міцність герметика до поверхні зчеплення є основою ущільнення швів. Відсутність адгезії означає потрапляння води, бруду, опадів та інших кліматичних чинників, які з часом призводять до деструкції швів (рис. 1).

Тому, дуже важливо дотримуватися технології обробки швів перед застосуванням ущільнювача. Правильна обробка швів праймером з дотриманням часу нанесення на основу перед використанням герметизуючих матеріалів призведе до збільшення довговічності та терміну служби герметичного шву.



Рис.1. Пошкодження герметика у зв'язку з недотриманням технології виконання робіт

Fig.1. Damage to the sealant due to non-compliance with the work performance technology

Як вже зазначалось, однією із причин руйнування в зоні контакту між адгезивом (герметиком) та твердою поверхнею (бетону або склофібробетону) є проникнення сторонніх молекул води, газів тощо в дефектні зони кремнієвомісних структур. Для покращення адгезійної міцності між адгезивом і субстратом, як правило, проводять попередню обробку твердої поверхні (субстрата) праймером на основі пінополіуретану або епоксидних смол. Застосування зазначених праймерів пов'язано з тим, що під час витримки на твердій поверхні відбувається утворення полімерної матриці, яка під час подальшого контакту з герметиком забезпечує підвищення міцності зчеплення в зоні контакту. У поверхневих дефектних зонах з вмістом вологи також відбувається формування нового поверхневого шару за рахунок участі полімерних груп в утворенні внутрішньомолекулярних водневих зв'язків [див.напр. 13-16]. Утворення полімерного шару на твердій поверхні, що може містити дефектні зони, потребує певного часу.

Зважаючи на вищевикладене, у даній роботі наведені результати експериментальних досліджень щодо визначення стійкості до деформацій системи «праймер – герметик – зразки склофібробетону» із різним часом витримки праймера на поверхні склофібробетону та стійкості таких систем до серії знакозмінних циклів, рівних за значеннями

навантажень і змін температури. За отриманими результатами встановлено умови нанесення праймера для забезпечення підвищення адгезійної міцності в зоні контакту «адгезив – субстрат».

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення випробувань з визначення стійкості до деформацій комбінації герметизуючих матеріалів герметик/праймер в поєднанні зі зразками склофібробетону та встановлення впливу умов нанесення праймера/герметика до поверхні зразків склофібробетону на стійкість до серії знакозмінних циклів, рівних за значеннями навантажень і змін температури, при деформації герметизуючого матеріалу 25%, застосовувались такі зразки:

Зразки серії № 01 розміром 50 x 50 мм, зі склофібробетону з підготовкою поверхні праймером на основі поліуретану, а саме:

- зразки № 01 (1 – 5) – час витримки праймера 5 хвилин;
- зразки № 01 (6 – 10) – час витримки праймера 15 хвилин;
- зразки № 01 (11 – 15) – час витримки праймера 30 хвилин;
- зразки № 01 (16 – 20) – час витримки праймера 4 години;
- зразки серії № 02 розміром 50 x 50 мм, зі склофібробетону з підготовкою поверхні праймером на основі епоксидних смол, а саме:
- зразки № 02 (1 – 5) – час витримки праймера 5 хвилин;
- зразки № 02 (6 – 10) – час витримки праймера 15 хвилин;
- зразки № 02 (11 – 15) – час витримки праймера 30 хвилин;
- зразки № 02 (16 – 20) – час витримки праймера 4 години.

Загальний вигляд випробувальних зразків показано на рис. 2 – 3.



Рис.2. Загальний вигляд випробувальних зразків

Fig.2. General appearance of test samples



Рис.3. Загальний вигляд випробувальних зразків

Fig.3. General appearance of test samples

На рис.4. зображено загальний вигляд зразків під час випробування.



Рис.4. Загальний вигляд зразків під час випробування

Fig.4. General appearance of the samples during the test

На рис.5 наведено зовнішній вигляд зразків після випробування.

Проба герметика наноситься на середину склофіробетонної пластини, попередньо обробленої праймером (час висихання праймера – 5 хв, 15 хв, 30 хв, 4 год.), потім обжимається двома дерев'яними планками, поверхні яких попередньо покриті розплавленим парафіном. Зверху прикладається друга пластина склофіробетона. Розмір шва герметизуючого матеріалу в поперечному перерізі становить (10 ± 1) мм. Підготовлений зразок витримують 7 діб.



Рис.5. Адгезійний розрив дослідного зразка після випробування

Fig.5. Adhesion rupture of the test sample after the test

Випробування зразків проведені згідно ДСТУ Б В.2.7-133 [17] в діапазоні температур від $-15 (\pm 3) ^\circ\text{C}$ до $+70 (\pm 5) ^\circ\text{C}$. Вважається, що зразок пройшов випробування, коли на поверхні герметичного шву не буде зафіксовано тріщин, розломів та інших руйнувань, а також відсутнє відшарування герметизуючого матеріалу від поверхні пластин склофіробетона.

Результати випробувань наведені у табл. 1.

Табл. 1. Визначення стійкості до деформацій комбінації герметизуючих матеріалів герметик/праймер в поєднанні зі склофіробетонними композиціями

Table 1. Determination of resistance to deformations of the combination of sealing materials sealant/primer in combination with glass fiber concrete compositions

№ зразка	Кіл-ть повних циклів, шт.	Результати випробувань зразків
1	2	3
01 (1-5)	1	Наявне відшарування герметизуючого матеріалу від поверхні пластин склофіробетона
01 (6-10)	1	
01 (11-15)	2	

Продовження табл.1.
Continuation of table 1

1	2	3
01 (16-20)	5	На поверхні герметичного шву немає тріщин, розломів та інших руйнувань, а також відсутнє відшарування герметизуючого матеріалу від поверхні пластин склофібробетона
02 (1-5)	5	На поверхні герметичного шву немає тріщин, розломів та інших руйнувань, а також відсутнє відшарування герметизуючого матеріалу від поверхні пластин склофібробетона
02 (6-10)	5	
02 (11-15)	5	
02 (16-20)	5	

Як видно з табл. 1, найменшу стійкість виявили зразки з обробкою праймером протягом 5 хвилин.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Як вже йшлося у даній роботі, на поверхні бетону або склофібробетону можуть існувати дефектні кремнієвмісні зони, що зменшують адгезійну міцність при зчепленні [18, 20].

За модель, що визначає кінетику зміни домішкових молекул в поверхневих шарах кремнієвмісних структур, використовують аморфний силікагель, що містить Si-O зв'язки [21]. Було проведено наступний експеримент. Гранули аморфного силікагелю витримувались в дистильованій воді упродовж 5 хвилин при температурі 22°C, як це показано на рис. 6.



Рис.6. Витримка гранул силікагелю в дистильованій воді

Fig.6. Keeping silica gel granules in distilled water

У процесі висихання гранул силікагелю визначали коефіцієнт зміни маси ϕ , ум.од. Отримані результати наведені на рис. 7.

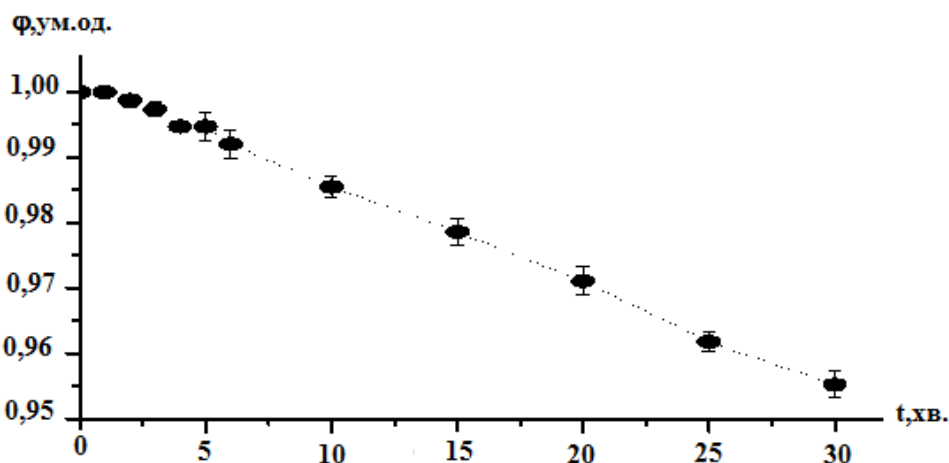


Рис.7. Часова залежність коефіцієнту зміни маси гранул силікагелю під час висихання

Fig.7. Time dependence of the coefficient of change in the mass of silica gel granules during drying

Використання експериментальної залежності, наведеної на рис.7, надасть можливість підбирати полімерні композиції таким чином, щоб відносна зміна маси гранули була сповільнена за рахунок взаємодії ланцюгів праймера з структурою кремнієвмісних ділянок.

Відповідно до проведення умов випробування згідно з ДСТУ Б В.2.7-133, про які йшлося вище, було проведено дослідження кінетики випаровування силікагелевих при температурі 70°C гранул, які попередньо витримувались у дистильованій воді з температурою 22°C протягом 5 хв. Вимірювання проводилися через кожну хвилину.

На рис.7 наведено експериментальну часову залежність зміни маси силікагелевих

гранул, отриману за допомогою приладу AND MX-50 Moisture Analyzer.

На рис.8 наведені зображення поверхонь гранул в процесі висихання на певних проміжках часу (збільшення у 6 разів)

Як видно з рис. 6, чітко простежуються дві ділянки залежності у часі, що мають різний характер структури, а саме: ділянка в часовому інтервалі 0 ÷ 5 хвилин та ділянка в часовому інтервалі 5 ÷ 30 хвилин. Це відповідає певним станам матеріалу з розрізною структурою, а саме заповнення дефектних зон силікагелевої гранули домішковими молекулами води та формування суцільної структури.

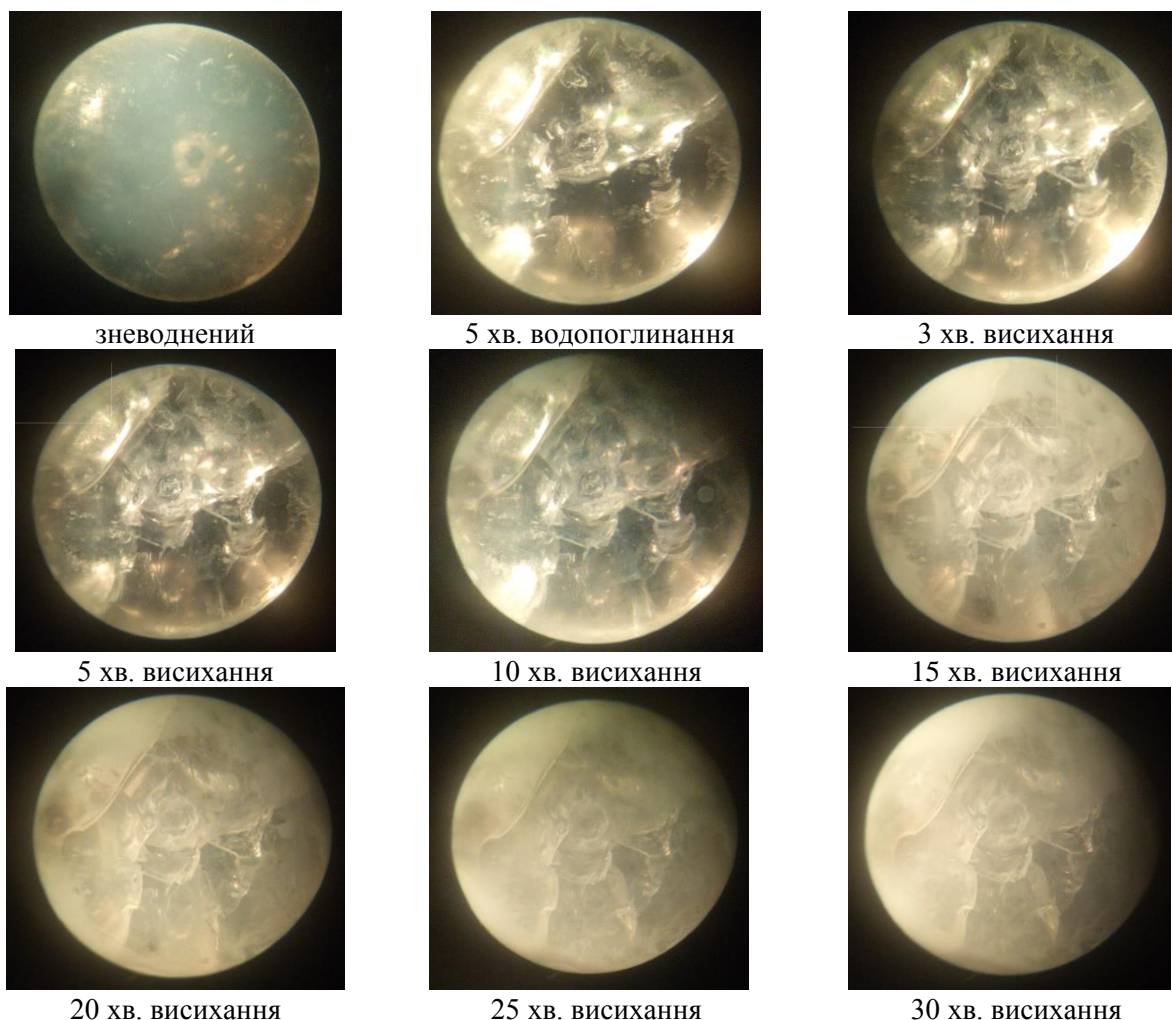


Рис.8. Поверхня силікагелевої гранули під час експерименту

Fig.8. The surface of the silica gel granule during the experiment

У процесі утворення цієї структури відбувається перебудова аморфного силікагелю: зменшується кількість вільної води і в дефектних зонах починається утворення суцільної матриці між кремнієвмісною структурою і молекулами води за рахунок водневих зв'язків. Як видно з рис. 8, після 15 хвилин висихання на поверхні силікагелевої гранули формуються ділянки, що нагадують «тріщини». Отримані результати узгоджуються з результатами проведених випробувань щодо часу витримки праймера на поверхні склофібробетону і на стійкість до серії знакозмінних циклів, рівних за значеннями навантажень і змін температури. Очевидно, що при витримці праймера на поверхні бетону протягом 5 хвилин відбувається лише заповнення дефектних зон. Надалі вже відбувається формування полімерної матриці,

стійкість якої залежить від полімерного складу праймера.

Як видно з рисунку 9 повне висихання силікагелю при температурі 70 °С відбувається через 2 години. Отриманий експериментальний результат свідчить про те, що впродовж цього часу кремнієвмісна поверхня повністю зневоднена. При цьому маса силікогелю зменшується в 1,82 рази.

Оцінка адгезійної міцності проведених випробувань із праймерами різного типу показує, що при витримці протягом 5 хвилин адгезійна міцність праймера на основі епоксидних смол перевищує адгезійну міцність праймера на основі поліуретану приблизно в 5 раз. Це означає, що ланцюги, які входять до складу полімерної композиції з вмістом епоксидних смол повністю взаємодіють з поверхнею.

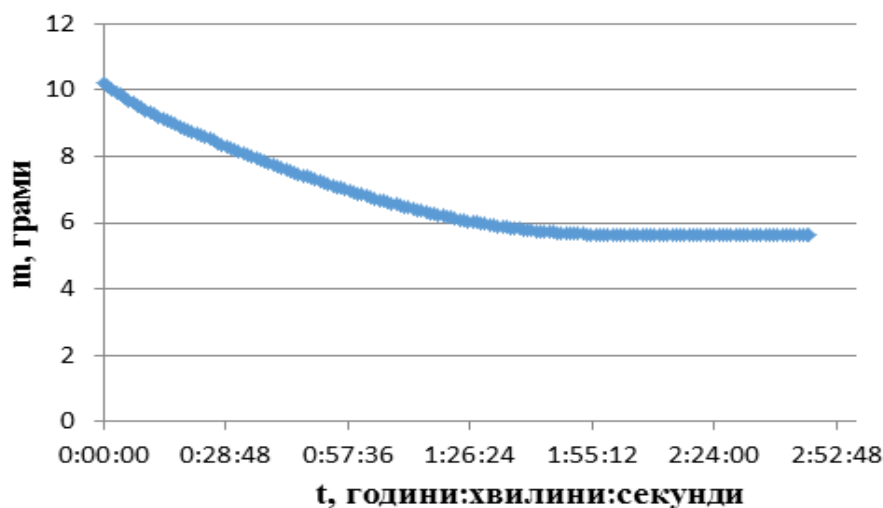


Рис.9. Часова залежність зміни маси силікагелевих гранул m , які попередньо витримувались в дистилаті з температурою 22°C при температурі висихання 70°C.

Fig. 9. Time dependence of the change in the mass of silica gel granules m , which were previously kept in a distillate with a temperature of 22°C at a drying temperature of 70°C.

Таким чином в подальшому отримана експериментальна залежність може бути використана для попередньої оцінки ступеня відшарування праймерів різного типу, а саме, відношення маси зразка, що містить кремнієвмісні ділянки з нанесеним праймером (час витримки 5 хвилин), до маси після висушування протягом 2 годин повинна перевищувати значення, рівне 1,82.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведено випробування з визначення стійкості до деформацій комбінації герметизуючих матеріалів герметик/праймер в поєднанні зі зразками склофібробетону та встановлення впливу умов нанесення праймера/герметика до поверхні склофібробетонної композиції на стійкість до серії знакозмінних циклів, рівних за значеннями навантажень і змін температури, при деформації герметизуючого матеріалу 25%.

Встановлено: для зразків № 01 (1-15) – відшарування герметизуючого матеріалу від поверхні пластин склофібробетона; для зразків № 01 (16-20) та 02 (1-20) – на поверхні герметичного шву немає тріщин, розломів та інших руйнувань, а також відсутність відшарування герметизуючого матеріалу від поверхні пластин склофібробетона.

Встановлено, що час обробки твердої поверхні праймером повинен бути не менше, ніж 5 хвилин. Недотримання цієї умови при нанесенні герметизуючих матеріалів до склофібробетону може бути причиною відшарування герметики від основи. Запропоновано метод попередньої оцінки адгезійної міцності для праймерів різного типу.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Li G., Xu T.** Thermomechanical characterization of shape memory polymer-based self-healing syntactic foam sealant for expansion joints. *J. Transp. Eng.* 2011. 137. P. 805 – 814.
2. **Neshvadian Bakhsh, K.** Performance Based Mechanistic-Empirical Approach to Assess Joint Sealant Effectiveness on Sustainability of Concrete Pavement Infrastructure. *Ph.D. Thesis, Texas A & M University, College Station, TX, USA, 2014.*
3. **Wang D., Wang H., Jia H., Wang F., Shou C.** Synthesis and application of new polyurethane sealant modified by silicone. *New Build. Mater.* 2017. № 5. P. 36 – 40.
4. **Ding S. H.** Durability evaluation of building sealants by accelerated weathering and thermal analysis. *Constr. Build. Mater.* 2006. № 20. P. 878 – 881.
5. **White C. C., Hunston D. L., Tan K.T., Filliben J., Pintar A., Schueneman G.** A systematic approach to the study of accelerated weathering of building joint sealants. *J. ASTM Int.* 2012. № 9. P. 1 – 17.
6. **Li H., Yi Z., Hao W., Tan Y., Xie Y.** Research progress of silicone sealants in Concrete joint. *Concrete* 2015. № 3. P. 156 – 160.
7. **Liu B., Huo W., Qu P., Xiong T., Li B.** Research and Application Progress of Silicone Sealants for Joints of Concrete Pavement in China. *China Build. Waterproofing* 2015. 17. P. 1 – 8.
8. **Soufi A., Mahieux P.Y., Ait-Mokhtar A., Amiri O.** Influence of polymer proportion on transfer properties of repair mortars having equivalent water porosity. *Mater. Struct.* 2015. № 49. P. 383 – 398.
9. **Wang T., Xu J., Zhu C., Ren W.** Comparative Study on the Effects of Various Modified Admixtures on the Mechanical Properties of Styrene-Acrylic Emulsion-Based Cement Composite Materials. *Materials* 2019. № 13,8.
10. **Ribeiro M.S.S., Gonçalves A.F., Branco F.A.B.** Styrene-butadiene polymer action on compressive and tensile strengths of cement mortars. *Mater. Struct.* 2008. № 41. P. 1263 – 1273.
11. **Pascal S., Alliche A., Pilvin P.** Mechanical behaviour of polymer modified mortars. *Mater. Sci. Eng. A* 2004. 380. P. 1 – 8.
12. **Олексієнко О.Б., Вергун Л. Ю.** Вплив величини дійсної адгезійної міцності на визначення умов нанесення герметизуючих полімерних матеріалів. *Наука и будівництво.* 2023. № 1 (35). С. 3 – 7.
13. **Zhang W., Dehghani-Saniy A.A., Blackburn, R.S.** (2008). IR study on hydrogen bonding in epoxy resin-silica nanocomposites. *Progress in Natural Science*, № 18. P. 801 – 805.
14. **Вергун Л. Ю., Забашта Ю. Ф., Тодосійчук Т. Т. та ін.** (2014) Оцінка адгезії захисного покриття та інертних поверхонь. *Функціональні матеріали* 21, No1, С. 64 – 68.
15. **Булавін Л. А., Забашта Ю. Ф., Бровко О. О., Вергун Л. Ю. та ін.** (2016) Вплив магнітного поля на розподіл домішкових молекул у структурі оптично-прозорих полімерних плівок. *Полімерний журнал.* 38 № 3. С. 205 – 210.
16. **Flores-Vivian I., Pradoto R. G. K., Moini M., et al.** (2017). The effect of SiO₂ nanoparticles derived from hydrothermal solutions on the performance of Portland cement-based materials. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 11(4).
17. **ДСТУ Б В.2.7-194:2009** Будівельні матеріали. Матеріали герметизуючі полімерні будівельні. Номенклатура показників [Текст]. - Чинний від 2010-08-01. - К. : Мінрегіонбуд України, 2010. - IV, 7 с.
18. **Gang Wang, Hua Tan, Chunjing Lu, and Ao Sun.** Effect of SiO₂@PEGMA Composites on Mechanical Properties of Oil Well Cement. *ACS Omega* 2022, №7 (27). P. 24012 – 24019
19. **Shaojie Li, Ping Shen, Hang Zhou, Shiguo Du, Yuling Zhang and Jun Yan.** Synergistic effects of CNTs/SiO₂ composite fillers on mechanical properties of cement composites. *RSC Adv.* 2022. №12. P. 27253 – 27266.

20. **Yang Zhou**, Hajie Zheng, Yuwen Qiu, Xixi Zou, Jiale Huang. A molecular Dynamics Study on the Structure, Interfaces, Mechanical Properties, and Mechanisms of a Calcium Silicate/2D-Silica Nanocomposite. *Sec Computational Materials Science*. 2020. №7.
21. **Brinker, C.J.**, Kirkpatrick, R.J., Tallant, D.R., Bunker, B.C., & Montez, B. (1988). NMR Confirmation of Strained “Defects” in Amorphous Silica. *Journal of Non-Crystalline Solids*. № 99. P. 418 – 428.

REFERENCES

- Li G.**, Xu T. Thermomechanical characterization of shape memory polymer-based self-healing syntactic foam sealant for expansion joints. *J. Transp. Eng.* 2011. 137. P. 805 – 814.
- Neshvadian Bakhsh**, K. Performance Based Mechanistic-Empirical Approach to Assess Joint Sealant Effectiveness on Sustainability of Concrete Pavement Infrastructure. *Ph.D. Thesis, Texas A & M University, College Station, TX, USA, 2014.*
- Wang D.**, Wang H., Jia H., Wang F., Shou C. Synthesis and application of new polyurethane sealant modified by silicone. *New Build. Mater.* 2017. № 5. P. 36 – 40.
- Ding S. H.** Durability evaluation of building sealants by accelerated weathering and thermal analysis. *Constr. Build. Mater.* 2006. № 20. P. 878 – 881.
- White C. C.**, Hunston D. L., Tan K.T.; Filliben J.; Pintar A.; Schueneman G. A systematic approach to the study of accelerated weathering of building joint sealants. *J. ASTM Int.* 2012. № 9. P. 1 – 17.
- Li H.**, Yi Z., Hao W., Tan Y., Xie Y. Research progress of silicone sealants in Concrete joint. *Concrete* 2015. № 3. P. 156 – 160.
- Liu B.**, Huo W., Qu P., Xiong T., Li B. Research and Application Progress of Silicone Sealants for Joints of Concrete Pavement in China. *China Build. Waterproofing* 2015. 17. P. 1 – 8.
- Soufi A.**, Mahieux P.Y., Aït-Mokhtar A., Amiri O. Influence of polymer proportion on transfer properties of repair mortars having equivalent water porosity. *Mater. Struct.* 2015. № 49. P. 383 – 398.
- Wang T.**, Xu J., Zhu C., Ren W. Comparative Study on the Effects of Various Modified Admixtures on the Mechanical Properties of Styrene-Acrylic Emulsion-Based Cement Composite Materials. *Materials* 2019. № 13. 8.
- Ribeiro M.S.S.**, Gonçalves A.F., Branco F.A.B. Styrene-butadiene polymer action on compressive and tensile strengths of cement mortars. *Mater. Struct.* 2008. № 41. P. 1263 – 1273.
- Pascal S.**, Alliche A., Pilvin P. Mechanical behaviour of polymer modified mortars. *Mater. Sci. Eng. A* 2004. 380. P. 1 – 8.
- Oleksiienko O.B.**, Verhun L. Yu. Vplyv velychyny diisnoi adheziinoi mits-nosti na vyznachennia umov nanesennia hermetyzuiuchykh polimernykh materialiv. *Nauka y budivnytstvo*. 2023. № 1 (35). S. 3 – 7.
- Zhang W.**, Dehghani-Sanij A.A., Blackburn, R.S. (2008). IR study on hydrogen bonding in epoxy resin-silica nanocomposites. *Progress in Natural Science*, № 18. P. 801 – 805.
- Verhun L. Yu.**, Zabashta Yu. F., Todo-siichuk T. T. ta in. (2014) Otsinka adhezii za-khysnoho pokryttia ta inertnykh poverkhon. *Funktsionalni materialy* 21, No1, S. 64 – 68.
- Bulavin L. A.**, Zabashta Yu. F., Brovko O. O., Verhun L. Yu. ta in. (2016) Vplyv mahnitnoho polia na rozpodil domishkovykh molekul u strukturi optychno-prozorykh polimernykh plivok. *Polimernyi zhurnal*. 38 № 3. S. 205 – 210.
- Flores-Vivian I.**, Pradoto R. G. K., Moini M., et al. (2017). The effect of SiO₂ nanoparticles derived from hydrothermal solutions on the performance of Portland cement-based materials. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 11(4).
- DSTU B V.2.7-194:2009** Budivelni materialy. Materialy hermetyzuiuchi poli-merni budivelni. Nomenklatura pokazny-kiv [Tekst]. - *Chynnyi vid 2010-08-01. - K. : Minrehionbud Ukrainy, 2010. - IV, 7 s.*
- Gang Wang**, Hua Tan, Chunjing Lu, and Ao Sun. Effect of SiO₂@PEGMA Composites on Mechanical Properties of Oil Well Cement. *ACS Omega* 2022, №7 (27). P. 24012 – 24019
- Shaojie Li**, Ping Shen, Hang Zhou, Shiguo Du, Yuling Zhang and Jun Yan. Synergistic effects of CNTs/SiO₂ composite fillers on mechanical properties of cement composites. *RSC Adv.* 2022. №12. P. 27253 – 27266.
- Yang Zhou**, Hajie Zheng, Yuwen Qiu, Xixi Zou, Jiale Huang. A molecular Dynamics Study on the Structure, Interfaces, Mechanical Properties, and Mechanisms of a Calcium Silicate/2D-Silica Nanocomposite. *Sec Computational Materials Science*. 2020. №7.

21. **Brinker, C.J.**, Kirkpatrick, R.J., Tallant, D.R., Bunker, B.C., & Montez, B. (1988). NMR Confirmation of Strained “Defects” in Amorphous Silica. *Journal of Non-Crystalline Solids*. № 99. P. 418 – 428.

**THE INFLUENCE OF THE
CONDITIONS OF APPLYING
SEALING POLYMER MATERIALS
ON THE DEFORMATION
RESISTANCE OF THE SEALANT
TO SCLOFIBRO CONCRETE**

*Olena OLEKSIENKO,
Lena VERGUN*

Summary. The article deals with the features of the treatment of solid surfaces with a primer before using sealing materials. The adhesive strength of the sealant to the area of adhesion is the basis for sealing the joints. Lack of adhesion leads to the ingress of water, dirt, precipitation and other climatic effects, which eventually lead to the destruction of the seams. Therefore, it is extremely important to observe the seam treatment technology before applying the sealant. Proper treatment of seams with a primer, observing the time of application to the base, before using sealing materials will increase the durability and service lifespan of the sealed joint.

To improve the adhesive strength between the adhesive and the substrate, as a rule, the hard surface (substrate) is pre-treated with a primer based on polyurethane foam or epoxy resins. These primers are used because when exposed to a hard surface, a polymer matrix is formed, which, upon further contact with the sealant, increases the adhesion strength in the contact zone. In surface defect zones with moisture content, a new surface layer is also formed due to the participation of polymer groups in forming intramolecular hydrogen bonds. The formation of a polymer layer on a solid surface containing defective zones requires a certain time.

Tests were carried out to determine the resistance to deformations of a combination of sealant/primer sealing materials in combination with glass fiber reinforced concrete samples and to establish the influence of the conditions for applying a primer/sealant to the surface of a glass fiber reinforced concrete composition on resistance to a series of character cycles of equal loads and temperature changes, with a deformation of the sealing material of 25% . It has been established that the time of treatment of a solid surface with a primer should be at least 5 minutes. If this condition is not observed when sealing materials are applied to glass fiber reinforced concrete, it may cause the sealant to separate from the base.

Keywords. Sealing material; adhesive strength; resistance to deformations; primer; fiberglass concrete.

Стаття надійшла до редакції 25.04.2024