

УДК 692+678.71

ОСОБЛИВОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРБЕТОННИХ КОМПОЗИЦІЙ

Сорохтей І. М., Сорохтей М. М., Березненко Н. М.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробити та дослідити полімербетонні композиції з різним вмістом наповнювача.

Методика. Використано метод модифікації полімерних композиційних матеріалів шляхом введення добавок.

Результати. В статті проведено аналіз властивостей полімербетонних композицій, а саме показника твердості, межі міцності при стисканні, ударної в'язкості та розчинності в залежності від вмісту в ній піску. Показано, що введення в полімербетонну композицію піску, в кількості більше 80% мас., призводить до різкого зниження показників міцності і є недоцільним.

Наукова новизна. Досліджено фізико-механічні властивості полімербетонних композицій. Це дозволяє регулювати властивості одержаних композицій і дає можливість одержати матеріал з необхідним спектром властивостей.

Практична значимість. На основі літературного аналізу та практичних досліджень запропоновано заходи одержання полімербетонних композицій для виготовлення виробів з необхідним спектром властивостей.

Ключові слова: полімербетон, модифікуючі добавки, твердість, розчинність

Порівняно з натуральними матеріалами, полімербетонні композиції мають ряд переваг: покращені механічні характеристики, підвищену хімічну і атмосферостійкість, низьке водопоглинання. При розробці дизайну майбутнього виробу з полімербетонної композиції необхідно брати до уваги як властивості матеріалу, так і обмеження, пов'язані з його складом і процесом виготовлення. Сучасні технології дозволяють отримувати вироби з полімер бетонних композицій, які повністю по навантаженням та конструкції відповідають європейським стандартам.

Матриці для таких виробів можуть бути виготовлені з різних матеріалів. Звичайно ж, їх конструкція має бути такою, щоб вони не втрачали своєї форми під впливом реактивного тепла, що виділяється в процесі затвердіння [1].

Наповнювач при виготовленні полімер бетонної композиції, як правило складає близько 75-80 % від загальної маси. Він відповідає за жорсткість виробів. Полімерний компонент зв'язує композицію в міцний, практично водонепроникний моноліт. В результаті гарячого пресування одержують легкий, довговічний, міцний виріб. Крім того такі вироби витримують температуру до мінус 70⁰С та до 500 циклів

заморожування/розморожування. При цьому полімер бетонні композиції стійкі до дії агресивного середовища, наприклад, каналізаційних стічних вод [2].

Постановка завдання

При виготовленні якісних виробів з полімербетонних композицій, необхідно враховувати ряд факторів, які в значній мірі впливають на властивості готової композиції, і майбутнього виробу. Практично будь-яка базова смола NORPOL може бути використана у виробництві штучного мармуру і полімербетону. Проте, виключно важливим є правильний вибір марки смоли, виходячи з практичних функцій передбачуваного виробу, а також використовуюваного устаткування. У тих випадках, коли до кінцевого виробу не висуваються особливі вимоги по частині тепло- або хімічної стійкості, рекомендується застосовувати сорти смол, які зводять до мінімуму ризик появи внутрішнього напруження, тріщин, явищ усадки і т. д. Такими є смоли 360-ої і 420-ої серій, рецептури яких ретельно розроблялися з тим, щоб забезпечити високі характеристики желатинізації і затвердіння, за умови застосування правильної системи затверджувачів і наповнювачів.

Важливим є правильний вибір системи смола-затверджувач, яка забезпечить бажаний час желатинізації і знімання з матриці, а також задовільне затвердіння без надмірного виділення тепла в процесі формування. Останні можуть призводити до утворення тріщин і т.д. і, більше того, можуть служити причиною створення небажаного напруження в матриці. Тому рекомендується використовувати заздалегідь прискорені системи смол, при розробці яких враховуються вищезгадані чинники [3].

Результати досліджень

У виробництві полімербетону відсоток вмісту наповнювача високий, при цьому використовуються крупнозерністі наповнювачі. Найбільш поширеними наповнювачами полімербетону є: кварц, вапняк, піщаник, доломіт у вигляді гравію, піску або пудри. Іншими зручними наповнювачами можуть служити подрібнений сланець, тальк, слюда.

Основними чинниками, які треба брати до уваги при виборі наповнювача, є ціна, розмір зерна, здатність створювати гомогенну композицію зі смолою. Для одержання непористих виробів, що не містять у своїй структурі повітряних порожнин, виробник повинен ставити за мету одержання композиції з оптимальним вмістом наповнювача, при цьому наповнювач повинен забезпечувати високу концентрацію зерен в розчині.

Пігментація також відіграє найважливішу роль в набутті готовим виробом необхідного зовнішнього вигляду. Зазвичай існує дві стадії процесу пігментації, первинна і вторинна, залежно від устаткування, яке використовується і бажаного ефекту. Малюнок

мармуру може бути одержаний шляхом застосування сухих пігментів і паст. Прозорі пігменти також можуть бути використані, переважно для імітації онікса. Основний або первинний пігмент додається у смолу разом з наповнювачем, тоді як вторинний пігмент додається в розчин у кінці процесу його приготування, безпосередньо перед тим, як залити його в матрицю. Ця операція має дуже важливе значення і не випадково її часто зараховують в розряд мистецтва. Надання готовому виробу кінцевого забарвлення і малюнку мармуру значною мірою залежатимуть від майстерності оператора.

Критерієм оцінки готовності виробів до використання є вміст залишкового стиролу. Так, при вмісті стиролу близько 3,5% міцність на розрив, модуль пружності і температура розм'якшення складають 60% від максимально можливих паспортних значень, а при вмісті 2,5% – вже 75%. Технологічно обґрунтованим є вміст стиролу не більше 2%. При цьому фізико-механічні характеристики складають 90-95% від паспортних значень.

Важливим є також процес пост тверднення, який в свою чергу складається з двох етапів. На першому етапі готові вироби витримують впродовж 16-24 годин при температурі 18-23°C [4].

Щоб уникнути появи внутрішнього напруження, яке може призвести до розтріскування виробів, нагрівання до необхідної температури і наступне охолодження повинні здійснюватися поступово (приблизно 10°C в годину). Окрім цього звертають увагу на рекомендації до смол в технічних характеристиках.

В даній роботі розглянуто вплив вмісту піску на наступні показники полімербетонної композиції: твердість, межа міцності при стисканні, ударна в'язкість та розчинність.

Проведено визначення твердості полімербетонної композиції на основі поліефірної смоли CHROMOPLAST GP 2000 та затверджувача – перекис метилетилкетону з різним вмістом піску. Залежність твердості за Роквелом від вмісту піску в композиції показано на рис. 1.

На рис. 1 спостерігається тенденція до зростання твердості композиції зі збільшенням вмісту піску. Але з подальшим збільшенням останнього (вище 80% мас.) композиція втрачає міцнісні характеристики і зразок руйнується при проведенні досліджень. Це можна пояснити недостатньою змочуваністю піску поліефірною смолою, при цьому в композиції утворюються багато окремих ділянок, що не містять полімерного зв'язуючого, або містять його в недостатній кількості. Також важливо звернути увагу на

те, що одержані точки мають вищі показники твердості від точки, що характеризує чисту смолу без додавання піску.

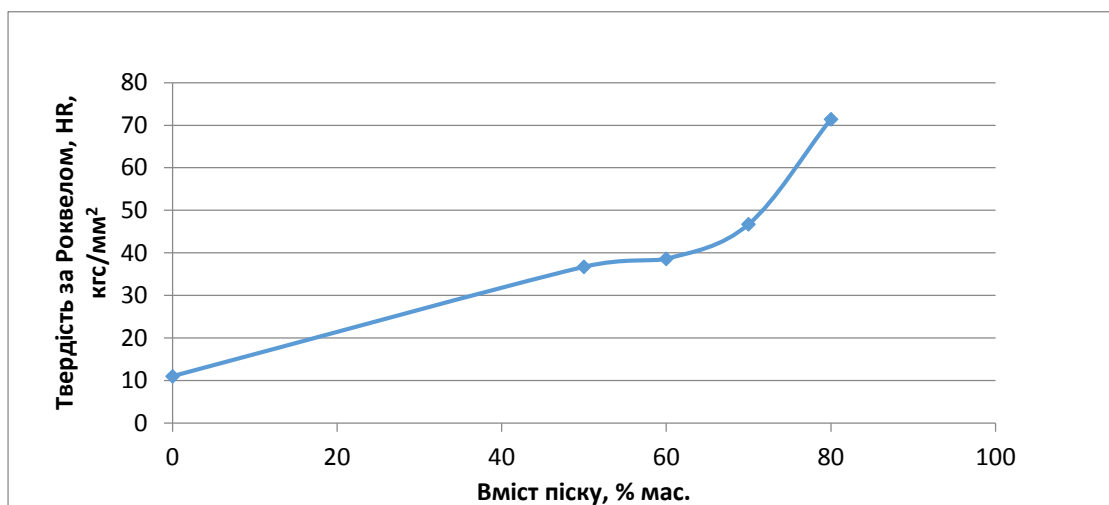


Рис. 1. Залежність твердості полімербетонної композиції на основі поліефірної смоли та затверджувача від вмісту піску

Також визначено межу міцності при стисканні полімербетонної композиції на основі поліефірної смоли CHROMOPLAST GP 2000 та затверджувача – перекис метилетилкетону з різним вмістом піску. Залежність межі міцності при стисканні від вмісту піску в композиції показано на рис. 2.

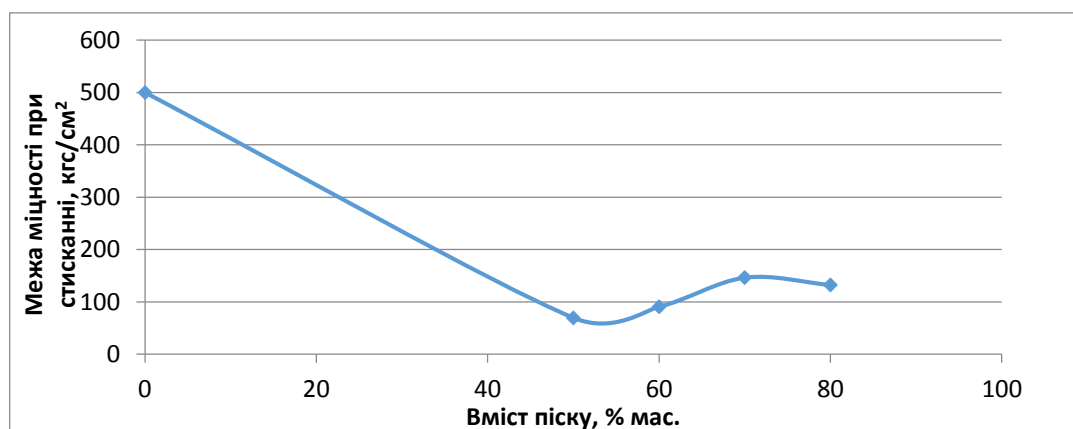


Рис. 2. Залежність межі міцності при стисканні композиції на основі поліефірної смоли та затверджувача від вмісту піску

Аналіз літературних даних [5] та проведені експерименти доводять ефективність використання в якості наповнювача полімерної матриці піску. При додаванні в чисту смолу піску межа міцності при стисканні істотно знижується, тобто порушується монолітна структура зразка. Монотонне зниження межі міцності при стисканні спостерігається при введенні до 50% мас. піску. Зростання межі міцності при стисненні

спостерігається зі збільшенням вмісту піску від 50% до 70% мас. З подальшим його збільшенням дана характеристика знижується. А при вмісті піску вище 80% мас. зразок має дуже низькі міцнісні характеристики. Що, як і у випадку з твердістю можна пояснити недостатньою змочуваністю піску поліефірною смолою.

Значення ударної в'язкості полімербетонної композиції на основі поліефірної смоли CHROMOPLAST GP 2000 та затверджувача – перекис метилетилкетону з різним вмістом піску показано на рис. 3.

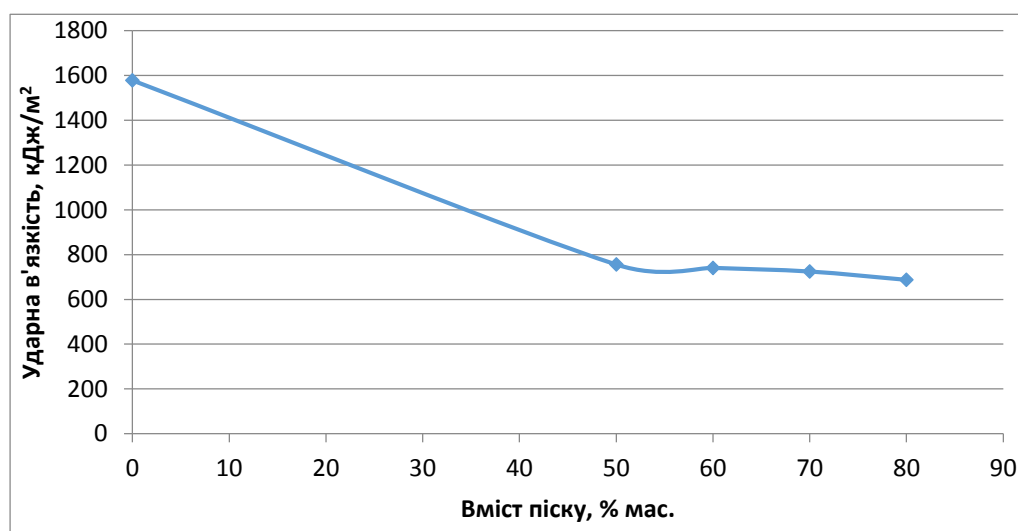


Рис. 3. Залежність ударної в'язкості композиції на основі поліефірної смоли та затверджувача від вмісту піску

Одержані дані свідчать про те, що введення піску значно знижує ударну в'язкість композиції. Для вихідної смоли без додавання піску ударна в'язкість становить 1580 кДж/м². При збільшенні вмісту піску до 50% мас. значення ударної в'язкості знижується вже до 770 кДж/м². При подальшому збільшенні вмісту піску в композиції дана характеристика теж спадає, але не суттєво і знаходиться в межах 700-780 кДж/м² для композицій з вмістом піску 50-80% мас.

Також в роботі визначено розчинність полімербетонної композиції на основі поліефірної смоли CHROMOPLAST GP 2000 та затверджувача – перекис метилетилкетону з різним вмістом піску. В якості розчинника було обрано стирол, так як він є рекомендованим розчинником для смоли CHROMOPLAST. Залежність даної характеристики від вмісту піску в композиції показано на рис. 4.

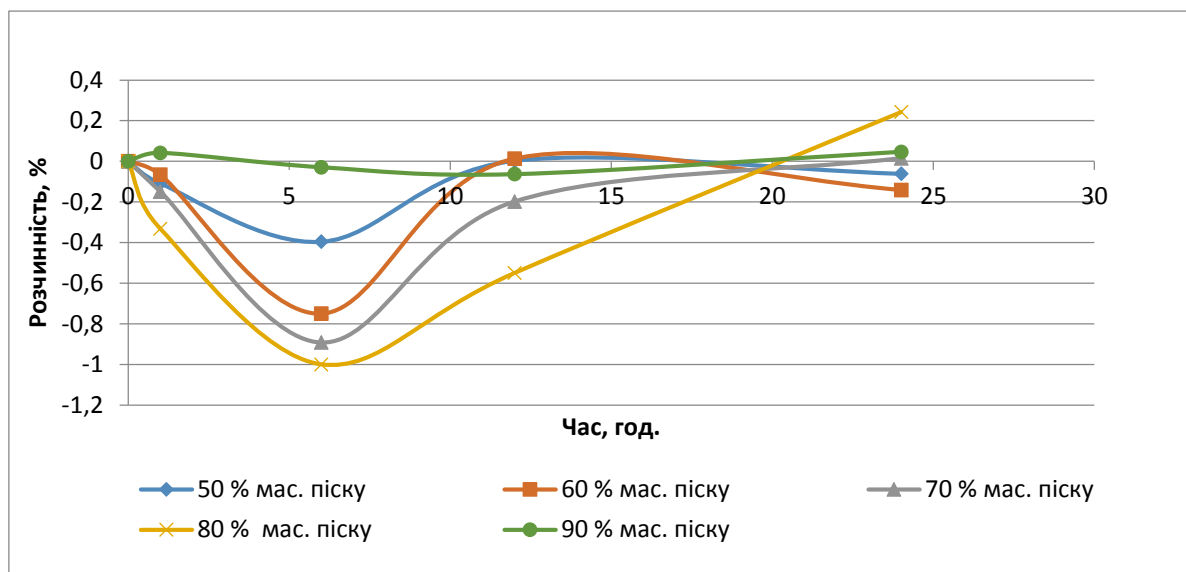


Рис. 4. Залежність розчинності полімербетонної композиції на основі поліефірної смоли та затверджувача з різним вмістом піску від часу витримки в розчиннику

Як видно з рис. 4. розчинність даної композиції коливається в дуже малому інтервалі, що свідчить про повне проходження полімеризації при виготовленні досліджуваних зразків. Через 24 години зміна маси зразків для різних композицій коливається в межах 0,2%. Але, як видно з одержаних результатів, на протязі перших 6 годин витримки в розчиннику композиція має схильність до набухання.

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що зі збільшенням вмісту піску твердість всіх композицій зростає, а межа міцності при стисканні знижується. Також встановлено, що введення в композицію піску, в кількості більше 80% мас., призводить до різкого зниження міцнісних показників і є недоцільним.

Ударна в'язкість всіх розглянутих композицій є суттєво меншою ніж ударна в'язкість вихідної смоли, це можна пояснити тим, що при введенні в композицію піску зменшується її еластичність і збільшується крихкість.

Дослідження на розчинність одержаних композицій показали, що зміна маси відбувається в дуже малому діапазоні (в середньому 0,2-0,5 %). Отже, так як за мету цього дослідження було поставлено визначення повноти проходження реакції тверднення полімерного зв'язуючого (поліефірна смола CHROMOPLAST GP 2000), то можна зробити висновок, що реакція зшивання смоли при обраних режимах переробки пройшла повністю. За кривими набухання для всіх зразків одержаних композицій видно,

що протягом перших 6 годин відбувається невелике збільшення маси зразків, це можна пояснити тим, що композиція в місцях розлому має пористу структуру і відбувається міграція розчинника в пори, залишені частинками наповнювача.

Список використаних джерел

1. Грещук С. В. Застосування полімерних матеріалів для виготовлення комунікаційних труб / Грещук С. В., Струк Н. Р., Березненко Н. М., Новак Д. С. – Електронний науковий журнал «Технології та дизайн», 2018. – №4 Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_21
2. Сайт Совет инженера [Електронний ресурс]. / Полимерпесчаные колодцы: устройство, достоинства и недостатки, правила монтажа – Режим доступу: <http://sovet-ingenera.com/kanaliz/truby/kolodec-polimerpeschanyj.html>
3. Пахаренко В. О. Пластмасы в будівництві: Підручник / Пахаренко В. О., Пахаренко В. В., Яковлева Р. А. // К. : Ліра – К, 2012. – 352 с.
4. Кербер М. Л. Физические и химические процессы при переработке полимеров. / Кербер М. Л., Буканов А. М., Вольфсон С. И., Горбунова И. Ю., Кандырин Л. Б., Сирота А. Г. // Санкт – Петербург, 2013. – 240 с.
5. Ерофеев В. Т. Композиты контактно-конденсационного твердения на основе местных сырьевых материалов и отходов промышленности / Ерофеев В. Т., Казначеев С. В., Богатов А. Д. // Вестник Мордовского университета – № 4. – 2008. – С. 59-67.

References

1. Hreshchuk, S.V., Struk, N.R., Bereznenko, N.M. & Novak, D.S. (2018). *Zastosuvannia polimernykh materialiv dlia vyhotovlennia komunikatsiinykh trub* [Application of polymer materials for manufacture of communication pipes]. *Elektronnyi naukovyi zhurnal «Tekhnolohii ta dyzain»*. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_21 [in Ukrainian].
2. *Sait Sovet ynzhenera* [Site Engineer Council]. / *Polimerpeschanye kolodtsy: ustroystvo, dostoinstva i nedostatki, pravila montazha* [Polymer sand wells: device, advantages and disadvantages, installation rules]. Retrieved from: <http://sovet-ingenera.com/kanaliz/truby/kolodec-polimerpeschanyj.html> [in Ukrainian].
3. Pakhareno, V.A., Pakhareno, V.V. & Yakovleva, R.A. (2012). *Plastmasy v budivnytstvi* [Plastics in construction]. Kyiv. Lira. [in Ukrainian].
4. Kerber, M.L., Bukanov, A.M., Volfson, S.I., Gorbunova, I.Yu., Kandyrin, L.B. & Sirota, A.G. (2013). *Fizicheskie i khimicheskie protsessy pri pererabotke polimerov* [Physical and chemical processes in the processing of polymers]. Sankt – Peterburg. [in Russian].
5. Yerofeev, V.T., Kaznacheev, S.V., Bogatov, A.D. (2008) *Kompozity kontaktno-kondensatsionnogo tverdeniya na osnove mestnykh syrevykh materialov i otkhodov promyshlennosti* [Contact condensation curing composites based on local raw materials and industrial waste]. *Vestnik Mordovskogo universiteta*, 4, Saransk [in Russian].

Sorokhtei Ivannaivannasorokhтей@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Bereznenko Natalia**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4589-3829>Scopus Author ID: [57192185076](https://scopus.com/authid/detail.url?authorID=57192185076)nmbereznenko@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Sorokhtei Mariana**sorokhтейmariana@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Особенности свойств полимербетонных композиций****Сорохтей И. М., Сорохтей М. М., Березненко Н. М.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработать и исследовать полимербетонные композиции с разным содержанием наполнителя.**Методика.** Использован метод модификации полимерных композиционных материалов путем введения добавок.**Результаты.** В статье проведен анализ свойств полимербетонных композиций, а именно показателя твердости, предела прочности при сжатии, ударной вязкости и растворимости в зависимости от содержания в ней песка. Показано, что введение в полимербетонную композицию песка, в количестве более 80 % масс., приводит к ухудшению показателя прочности и есть нецелесообразным.**Научная новизна.** Исследованы физико-механические свойства полимербетонных композиций. Это позволяет регулировать свойства полученных композиций для получения изделий с необходимым спектром свойств.**Практическая значимость.** На основе литературного анализа и практических исследований предложены методы получения полимербетонных композиций для получения изделий с необходимым спектром свойств.**Ключевые слова:** полимербетон, модифицирующие добавки, твердость, растворимость**Features of properties of polymerbeton compositions****Sorokhtei I., Sorokhtei M., Bereznenko N.**

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Develop and explore polymer-concrete compositions with different content of filler.**Methodology.** A method for the modification of polymeric composite materials by the addition of additives has been used.**Findings.** The article analyzes the properties of polymer compositions, namely the hardness index, compressive strength, impact strength and solubility, depending on the content of sand in it. It is shown that the introduction of sand in an amount of more than 80% by weight into the polymer composition results in a deterioration of the strength index and is impractical.**Originality.** The physicomachanical properties of polymer concrete compositions were investigated. This allows you to adjust the properties of the compositions to obtain products with the desired range of properties.

Practical value. On the basis of literature analysis and practical studies, methods for the preparation of polymer-concrete compositions for the production of products with the required range of properties are proposed.

Keywords: polymer concrete, modifying additives, hardness, solubility