

<https://doi.org/DOI:10.30857/1813-6796.2020.5.10>

УДК 692+678.71

НОВАК Д. С.<sup>1</sup>, БЕРЕЗНЕНКО Н. М.<sup>2</sup>, СЕРЕДЕНКО А. А.<sup>1</sup>,  
ПІЩУЛІН О. Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Київський національний університет технологій та дизайну

<sup>2</sup> Державний науково-дослідний інститут МВС України

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ПІСКУ ТА МОДИФІКУЮЧИХ ДОБАВОК НА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРБЕТОННИХ КОМПОЗИЦІЙ

**Мета.** Встановлення впливу вмісту піску та модифікуючих добавок на твердість, межу міцності при стисканні та ударну в'язкість полімербетонних композицій.

**Методика.** Дослідженню підлягали полімербетонні композиції у вигляді круглих млинців, паличок та брусків на основі поліефірної смоли марки CHROMOPLAST GP 2000, затверджувача (органічний пероксид для холодного затвердіння) марки Luperox K1, стеарату кобальту (кобальтова сіль стеаринової кислоти), стиролу та річкового піску. Зразки полімербетонних композитів отримували у дві стадії: 1) перемішування смоли з піском; 2) додавання затверджувача, стиролу та стеарату кобальту. Для одержання затверділої поліефірної композиції використовували металеві форми з відігнутими бортами; керамічні човники (не емальовані); металеві форми висотою 2 см. Приготування композиції проводили в наступній послідовності: спершу змішували смолу з піском, потім додавали затверджувач, стеарат кобальту та стирол. Також мала місце наступна послідовність приготування композиції: спершу змішували смолу і затверджувач, лише потім додавали пісок, змішаний зі стиролом та стеаратом кобальту. Форми завантажували у термошафу і нагрівали до температури 100 °С протягом 30-40 хв. Після охолодження у формі виробу виймали. Твердість, межу міцності при стисканні та ударну в'язкість розроблених композицій досліджували за стандартними методиками.

**Результати.** Встановлено, що збільшення вмісту піску від 0 до 90 % мас. в полімербетонній композиції призводить до збільшення показника твердості на ~ 466 %, а також зменшення межі міцності при стисканні на ~ 62 % та ударної в'язкості на ~ 50 %.

**Наукова новизна.** Встановлено збільшення показника твердості і зменшення межі міцності при стисканні та ударної в'язкості полімербетонних композицій при підвищенні вмісту піску до 90 % мас. Це пояснюється тим, що пісок має вищу твердість, ніж поліефірна смола, і відповідно збільшення його вмісту призводить до підвищення твердості композиції. Зниження межі міцності при стисканні та ударної в'язкості обумовлено зменшенням кількості зв'язуючого, за рахунок чого композиція стає більш крихкою.

**Практична значимість.** Розроблені полімербетонні композиції можуть бути використані в будівництві, а також для ремонту пошкоджених бетонних поверхонь і усунення тріщин.

**Ключові слова.** полімербетон, затверджувач, стеарат кобальту, стирол, пісок.

**Вступ.** Полімерні матеріали у всьому світі знайшли своє широке застосування, зокрема в будівництві. Одним із таких матеріалів є полімербетон, який набув достатньо широкого використання. Полімербетон – достатньо новий матеріал, що представляє собою композицію з натуральних матеріалів, поліефірних смол, гелькоутів та допоміжних матеріалів. Вироби із полімербетону відрізняються естетичним зовнішнім виглядом, щільною і рівною поверхнею, хімічною і атмосферною стійкістю, низькою теплопровідністю і довговічністю. З нього достатньо легко створюються вироби зі складною геометрією, а їхнє виробництво не потребує використання складного та дорогого обладнання. Суттєвий недолік такого виробництва полягає у виділенні нетоксичних газоподібних продуктів, через що цех має бути віддалений, як мінімум, на 100 м від житлових будівель [1-3].

На сьогоднішній день полімербетон набув широкого використання у промисловості. У багатьох галузях він є зручною заміною традиційному бетону. Порівняно з натуральним матеріалом, полімербетон має ряд переваг, таких як: покращені у порівнянні з традиційним бетоном механічні характеристики, підвищена хімічна і атмосферостійкість, низьке водопоглинання.

При розробці дизайну майбутнього виробу необхідно обов'язково враховувати: властивості матеріалу, обмеження, пов'язані з складом матеріалу і технологічним процесом виготовлення майбутнього виробу [3, 4].

На сьогоднішній день в США та Європейських країнах для виготовлення полімербетонів застосовують близько 10 різних типів мономерів і олігомерів, полімери, які в комбінаціях з модифікуючими добавками дозволяють отримати більше 30 різновидів полімербетонів. Однак найбільша перевага як і раніше надається полімербетонам на основі поліефірних та епоксидних смол і мономера метилметакрилату [4, 5].

В порівнянні з цементними бетонами полімербетони мають більшу міцність при розтягуванні, меншу крихкість, кращу здатність до деформацій. У них більш низька водонепроникність, кращі морозостійкість, опір стиранню, стійкість до дії агресивних рідин та газів.

Із полімербетону виготовляють підлоги в промислових будівлях, гаражах, лікарнях. Їх застосовують для отримання високоякісних шляхопроводів і аеродромних покриттів, ремонту пошкоджених бетонних поверхонь, усунення тріщин. Полімербетон з дрібним наповнювачем використовують як гідроізолюючі і захисні покриття, оздоблювальний і декоративно-облицювальний матеріали, мастики. Із полімербетону з легким наповнювачем отримують теплоізолюючі плити. Полімербетон використовують також для виготовлення неармованих тонкостінних виробів і різноманітних будівельних конструкцій. Полімербетон також знаходить своє застосування в підземних конструкціях і спорудах, зокрема, при виготовленні елементів шахтного кріплення, каналізаційних колекторів та ін. [5-9].

Нинішні тенденції ринку свідчать про те, що найближчим часом буде зростати попит у будівельній галузі України на матеріали, які являють собою поєднання полімерних матеріалів з додаванням в них наповнювачів. Тому вивчення питання залежності фізико-механічних властивостей полімер бетонної композиції від вмісту піску є актуальним.

**Постановка завдання.** Мета роботи – встановлення впливу вмісту піску та модифікуючих добавок на твердість, межу міцності при стисканні та ударну в'язкість полімербетонних композицій. Для досягнення цієї мети необхідно було визначити залежності твердості за Роквелом, межі міцності при стисканні та ударної в'язкості полімербетонних композицій на основі поліефірної смоли від вмісту піску та модифікуючих добавок.

**Результати досліджень.** Матриці для полімербетонів можуть бути виготовлені з різних матеріалів. При виборі конструкції матриць необхідно дотримуватись вимоги, що матриця не повинна втрачати або змінювати своєї форми під впливом реактивного тепла, яке виділяється при затвердінні. Традиційно використовують матеріали, з яких роблять матриці для виробів з полімербетону і штучного мармуру: ненасичені поліефірні смоли, армовані скловолокном; епоксиди; сталь; алюміній (для плоских, нескладних деталей); дерево (ламінати високого тиску); полімербетон з гелкоатом; силікон.

Виключно важливим є правильний вибір смоли, виходячи з передбачуваного виробу і його практичних функцій, крім того, важливим є і вибір устаткування, яке планується використовувати в технологічному процесі. Якщо до виробу, який планується виготовити не висуваються особливі вимоги, зокрема підвищені показники тепло- та хемостійкості, рекомендовано застосовувати марки смол, які мінімізують прояви внутрішнього напруження, усадки, тріщин і т. д. В даному випадку використовували смолу марки CHROMOPLAST GP 2000.

При виборі наповнювача для полімербетонної композиції основними чинниками, які треба брати до уваги, є ціна, розмір зерна, здатність створювати хорошу композицію із смолою. Для одержання монолітних виробів, які не містять у своїй структурі порожнин, необхідно досягти основної мети – це створення композиції, яка містить оптимальну кількість наповнювача, при цьому наповнювач повинен забезпечувати високу концентрацію зерен в розчині.

В роботі об'єктами досліджень є полімербетонні композиції у вигляді круглих млинців, паличок та брусків на основі поліефірної смоли марки CHROMOPLAST GP 2000, затверджувача (органічний пероксид для холодного затвердіння) марки Luperox K1, стеарату кобальту (кобальтова сіль стеаринової кислоти), стиролу та річкового піску. Рецептурний склад досліджуваних композицій наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Рецептурний склад полімербетонних композицій

| № композиції | Склад композиції   |
|--------------|--|
| 1            | Пісок – 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %;<br>Поліефірна смола (відповідно) – 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, 10 %;<br>Затверджувач – 1 % (від об'єму смоли).   |
| 2            | Пісок – 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %;<br>Поліефірна смола (відповідно) – 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, 10 %;<br>Затверджувач – 1 % (від об'єму смоли);<br>Стеарат кобальту – 1 % (від маси композиції)<br>Стирол – 2 % (від маси композиції) |
| 3            | Пісок – 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %;<br>Поліефірна смола (відповідно) – 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, 10 %;<br>Затверджувач – 1 % (від об'єму смоли);<br>Стеарат кобальту – 2 % (від маси композиції)<br>Стирол – 5 % (від маси композиції) |

Підготовка матриці є першим етапом у виготовленні виробів з полімербетону і штучного мармуру. Для підготовки форми до роботи повинні застосовуватися тільки матеріали, спеціально для цього призначені. При підготовці матриць у поганому стані (наприклад, дуже старих або тих, які довго не застосовувались, забруднених, з подряпинами і т. д.) слід з обережністю використовувати абразивний наждачний папір для шліфування залишків застиглої смоли або гелкоату, а потім грубу поліроль для проміжної поліровки, пізніше для надання блиску слід використовувати полірувальну рідину (фінішну поліроль) і, нарешті, розділові матеріали (спочатку воскові, а потім полівініловий спирт і після цього роздільники багаторазової дії). Слід пам'ятати, що застосування абразивного паперу (бажано

вологостійкого) для очищення повинно здійснюватися у край обережно і лише в тих випадках, коли цього не уникнути.

При підготовці нової матриці можна одразу використовувати фінішну поліроль. Після нанесення воску і поліровки необхідно обклеїти краї форми спеціальною захисною липкою стрічкою (малярний скотч). Обклеювання слід проводити у край обережно і наносити тільки на неробочі поверхні. Іноді досить одного шару (прості форми або гелькоат наноситься один раз), але в деяких випадках (закриті або збірні форми) допускається два або три шари (наприклад, при великому проміжку між половинками матриці). Після лиття (коли процес заливки закінчений) стрічка відділяється дуже легко. При обклеюванні декількома шарами, верхній шар слід видалити відразу після нанесення гелькоату.

Для одержання затверділої поліефірної композиції використовували наступні форми:

- 1) металеві форми з відігнутими бортами;
- 2) керамічні човники (не емальовані) довжиною 8 см, об'ємом 15 мл;
- 3) металеві форми висотою 2 см, довжиною 14 см, шириною 3,5 см.

Приготування композиції йшло в наступній послідовності: спершу змішували смолу з піском, потім додавали затверджувач, стеарат кобальту та стирол. Також мала місце наступна послідовність приготування композиції: спершу змішували смолу і затверджувач, лише потім додавали пісок, змішаний зі стиролом та стеаратом кобальту.

Форми завантажували у термошафу і нагрівали до температури 100 °С протягом 30-40 хв. Після охолодження у формі вироби виймали у вигляді круглих млинців, паличок та брусків (відповідно до вищевказаної послідовності форм, що використовувалися).

Органоліптичним методом оцінювалося, чи є випаровування стиролу. Також варто зазначити, що властивості композиції не змінюються від довшої витримки в термошафі.

Дослідження твердості по Роквеллу проведено на приладі марки ТК-2, межі міцності при стисканні – на гідравлічному пресі, ударної в'язкості – на маятниковому копрі за стандартними методиками.

З усіх видів механічних випробувань полімерних матеріалів визначення твердості проводиться найчастіше. Це пояснюється простотою, швидкістю, точністю і зручністю випробувань, а також тим, що визначення твердості не пов'язане з руйнуванням виробу, який після випробування надходить в експлуатацію. Твердість характеризує опір матеріалу до проникнення в нього стороннього, більш твердого тіла (індентора). Найбільшого поширення набули наступні методи визначення твердості вдавненням індентора: Бринелля, Роквелла, Віккенса. В даній роботі доцільно використовувати визначення твердості по Роквеллу.

Твердість по Роквеллу визначають на стаціонарному приладі ТК-2 шляхом вдавнення в зразок індентора (сталевий кульки діаметром 1,588 мм чи алмазного конуса з кутом при вершині 120°) під дією двох навантажень – попереднього  $P_0 = 10\text{кгс}$  (100 Н) і основного. Щоб наявні в підйомній системі приладу зазори не вплинули на отриманий результат, твердість визначають після зняття основного навантаження. Отримані залежності твердості по Роквеллу для полімербетонних композицій на основі поліефірної смоли від вмісту піску та модифікуючих добавок наведені на рис. 1.

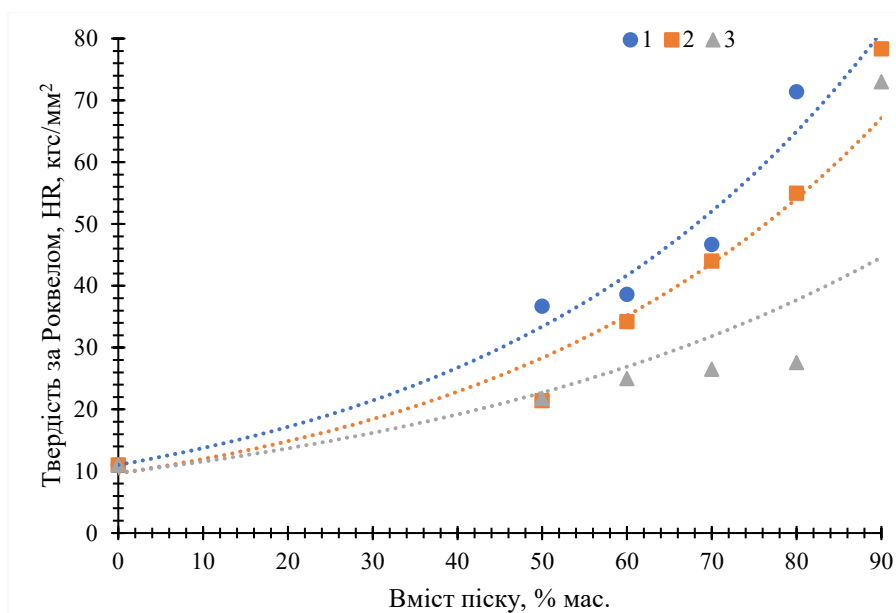


Рис. 1. Залежності твердості по Роквеллу від вмісту піску для полімербетонних композицій № 1, 2, 3 (див. табл. 1)

З наведених на рис. 1 залежностей випливає, що значення твердості по Роквеллу зростає зі збільшенням вмісту піску в композиції. Найбільше зростання спостерігається для композиції № 1 і становить 650 %, а найменше для № 3 і становить 250 %. Це пояснюється тим, що пісок має вищу твердість, ніж поліефірна смола, і відповідно збільшення його вмісту призводить до підвищення твердості композиції. Не зважаючи на те, що зразки з вмістом піску більше 80 % мас. характеризуються вищими значеннями твердості, при проведенні випробувань вони руйнуються, це відбувається за рахунок недостатньої змочуваності піску поліефірною смолою [10].

Міцністю називають здатність матеріалу опиратися внутрішнім напруженням. Такі напруження виникають під межею міцності і визначаються максимальним напруженням, яке виникає в матеріалі перед його руйнуванням. Межа міцності визначається дослідями на зразках встановлених розмірів і форми.

Якщо розглядати показник міцності матеріалів пористих і монолітних, то для монолітних матеріалів одного і того ж складу міцність залежить від щільності, а для пористих матеріалів – від складу і від вологості. Для визначення значення межі міцності матеріалу слід робити виміри не менше, ніж трьох зразків. Для розрахунку остаточного результату (визначення середнього арифметичного) відбирають тільки ті показники, які відрізняються між собою не більше 15% [9]. При випробуваннях використовують гідравлічний преси з максимальним зусиллям 5 т. Залежності межі міцності при стисканні для отриманих композицій наведені на рис. 2.

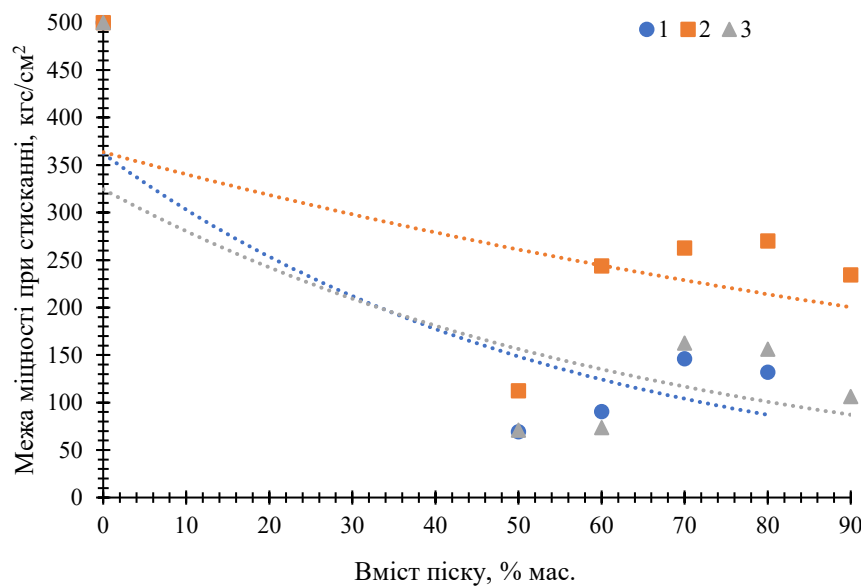


Рис. 2. Залежності межі міцності при стисканні від вмісту піску для полімербетонних композицій № 1, 2, 3 (див. табл. 1)

З наведених на рис. 2 залежностей випливає, що значення межі міцності при стисканні знижується при збільшенні вмісту піску до 90 % мас. При цьому найбільше зниження має місце для композиції № 1 і становить 73 %, а найменше для композиції № 2 і становить 46 %.

Ударна в'язкість матеріалу демонструє здатність до поглинання механічної енергії в процесі деформації та руйнування під дією ударного навантаження. Зазвичай ударна в'язкість оцінюється роботою, яка виконана до моменту руйнування зразка з надрізом при ударному згині, яка поділена на площу його перерізу в місці надрізу.

Ударна в'язкість вважається умовною характеристикою, яка в значній мірі залежить від геометричних розмірів зразка, його форми і стану поверхні надрізу, а також не дає можливості здійснити розрахунки на міцність. Практичне значення ударної в'язкості досить важливе. Температурна залежність ударної в'язкості оцінює схильність матеріалу до крихкого руйнування (ламкість). У більшості матеріалів при низьких температурах із зниженням ударної в'язкості крихкість зростає. Для таких матеріалів можна визначити критичну температуру крихкості, яка показує температуру, при якій спостерігається стрімке зменшення ударної в'язкості. Ці випробування проводяться при поступовому зниженню температури. Показник критичної температури крихкості для різних матеріалів різний. Нижче цієї температури матеріал стає непридатним для роботи при впливі динамічних навантажень.

Найчастіше проводять випробування зразків, які мають поперечний перетин у формі прямокутника, що має надріз посередині. Наявність надрізу сприяє крихкому руйнуванню матеріалу та викликає злам зразка навіть для пластичного матеріалу. Крім того, руйнуванню надрізаного зразка сприяє концентрація напружень. Залежності ударної в'язкості для отриманих композицій наведені на рис. 3.

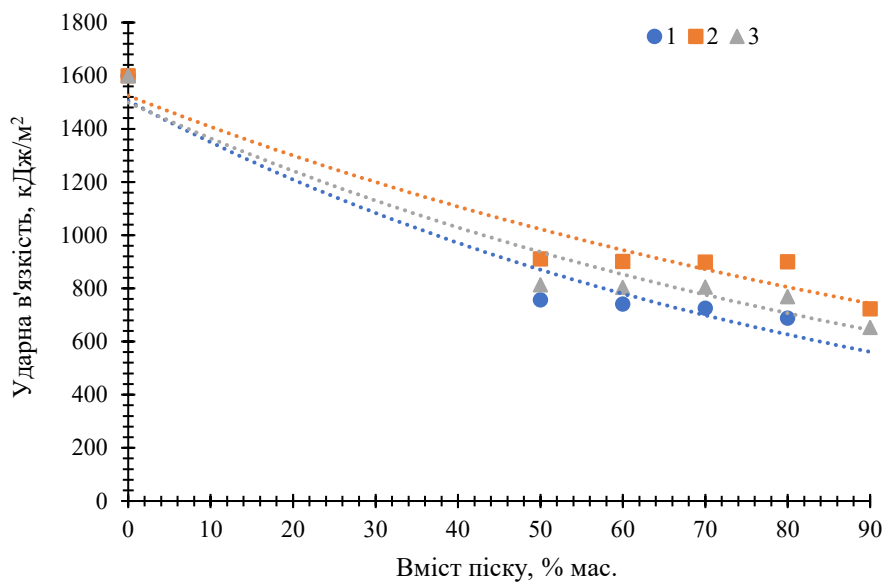


Рис. 3. Залежності ударної в'язкості від вмісту піску для полімербетонних композицій № 1, 2, 3 (див. табл. 1)

З наведених на рис. 3 залежностей випливає, що значення ударної в'язкості знижується при збільшенні вмісту піску до 90 % мас. При цьому найбільше зниження має місце для композиції № 1 і становить 57 %, а найменше для композиції № 2 і становить 43 %.

**Висновки.** Встановлено збільшення показника твердості і зменшення межі міцності при стисканні та ударної в'язкості полімербетонних композицій, які складаються з піску та модифікуючих добавок, якими є затверджувач, стеарат кобальту та стирол при підвищенні вмісту піску до 90 % мас. Це пояснюється тим, що пісок має вищу твердість, ніж поліефірна смола, і відповідно збільшення його вмісту призводить до підвищення твердості композиції. Зниження межі міцності при стисканні та ударної в'язкості обумовлено зменшенням кількості зв'язуючого, за рахунок чого композиція стає більш крихкою.

#### Література

1. Fowler DW, Whitney DP. Long-term performance of polymer concrete for bridge decks. Transportation Research Board; 2011.
2. Bedi R, Chandra R, Singh SP. Mechanical properties of polymer concrete. Journal of Composites. 2013;2013.
3. Haddad H, Al Kobaisi M. Optimization of the polymer concrete used for manufacturing bases for precision tool machines. Composites Part B: Engineering. 2012 Dec 1;43(8):3061-8.
4. Ali A, Ansari AA. Polymer Concrete as Innovative Material for Development of Sustainable Architecture. In2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology 2013 Apr 12.
5. Fowler DW. Polymers in concrete: a vision for the 21st century. Cement and concrete composites. 1999 Dec 1;21(5-6):449-52.
6. Gao Y, Zhang H, Huang M, Lai F. Unsaturated

#### References

1. Fowler DW, Whitney DP. Long-term performance of polymer concrete for bridge decks. Transportation Research Board; 2011.
2. Bedi R, Chandra R, Singh SP. Mechanical properties of polymer concrete. Journal of Composites. 2013;2013.
3. Haddad H, Al Kobaisi M. Optimization of the polymer concrete used for manufacturing bases for precision tool machines. Composites Part B: Engineering. 2012 Dec 1;43(8):3061-8.
4. Ali A, Ansari AA. Polymer Concrete as Innovative Material for Development of Sustainable Architecture. In2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology 2013 Apr 12.
5. Fowler DW. Polymers in concrete: a vision for the 21st century. Cement and concrete composites. 1999 Dec 1;21(5-6):449-52.
6. Gao Y, Zhang H, Huang M, Lai F. Unsaturated polyester resin concrete: A review. Construction and

- polyester resin concrete: A review. Construction and Building Materials. 2019 Dec 20;228:116709.
7. Sprinkel MM. Polymer concrete bridge overlays. Transportation Research Record. 1993;1392:107.
8. Barbuta M, Harja M. Properties of fiber reinforced polymer concrete. Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Sectia Constructii, Arhitectura. 2008 Jul 1;54(3):13.
9. 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](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_21)
10. Sultana R, Akter R, Alam MZ, Qadir MR, Begum MA, Gafur MA. Preparation and characterization of sand reinforced polyester composites. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS. 2013;13(2):111-8.
- Building Materials. 2019 Dec 20;228:116709.
7. Sprinkel MM. Polymer concrete bridge overlays. Transportation Research Record. 1993;1392:107.
8. Barbuta M, Harja M. Properties of fiber reinforced polymer concrete. Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Sectia Constructii, Arhitectura. 2008 Jul 1;54(3):13.
9. 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](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_4_21)[in Ukrainian].
10. Sultana R, Akter R, Alam MZ, Qadir MR, Begum MA, Gafur MA. Preparation and characterization of sand reinforced polyester composites. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS. 2013;13(2):111-8.

**NOVAK DMITRIY**

Scopus Author ID: 57191836492;  
ORCID:<http://orcid.org/0000-0002-1796-8857>;  
Researcher ID: S-6598-2016;  
[novak.knutd@gmail.com](mailto:novak.knutd@gmail.com);  
Department of Applied Ecology, Technology of  
Polymers  
and Chemical Fiber,  
Kyiv National University of Technologies and  
Design

**BEREZHENKO NATALIA**

Scopus Author ID: 57192185076;  
ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-4589-3829>;  
Researcher ID: 57192185076;  
[nmbereznenko@gmail.com](mailto:nmbereznenko@gmail.com);  
Second Department of Research Laboratory of  
Forensic and Special Equipment,  
State Research Institute of the Ministry of  
Internal Affairs of Ukraine

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСКА И МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРБЕТОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ  
НОВАК Д. С.<sup>1</sup>, БЕРЕЗНЕНКО Н. М.<sup>2</sup>, СЕРЕДЕНКО А. А.<sup>1</sup>, ПИЩУЛИН О. Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Киевский национальный университет технологий и дизайна

<sup>2</sup>Государственный научно-исследовательский институт МВД Украины

**Цель.** Установление влияния содержания песка и модифицирующих добавок на твердость, предел прочности при сжатии и ударную вязкость полимербетонных композиций.

**Методика.** Исследованию подлежали полимербетонные композиции в виде круглых блинов, палочек и брусков на основе полиэфирной смолы марки CHROMOPLAST GP 2000, отвердителя (органический пероксид для холодного отверждения) марки Luperox KI, стеарата кобальта (кобальтовая соль стеариновой кислоты), стирола и речного песка. Образцы полимербетонных композитов получали в две стадии: 1) перемешивания смолы с песком 2) добавление отвердителя, стирола и стеарата кобальта. Для получения затвердевшей полиэфирной композиции использовали металлические формы с отогнутыми бортами; керамические лодочки (не эмалированные) металлические формы высотой 2 см. Приготовление композиции проводили в следующей последовательности: сначала смешивали смолу с песком, затем добавляли отвердитель, стеарат кобальта и стирол. Также имела место следующая последовательность приготовления композиции: сначала смешивали смолу и отвердитель, только потом добавляли песок, смешанный со стиролом и стеаратом кобальта. Формы загружали в термошкаф и нагревали до температуры 100 °С в



течение 30-40 мин. После охлаждения в форме изделия вынимали. Твердость, предел прочности при сжатии и ударную вязкость разработанных композиций исследовали по стандартным методикам.

**Результаты.** Установлено, что увеличение содержания песка от 0 до 90% масс. в полимербетонных композициях приводит к увеличению показателя твердости на ~ 466%, а также уменьшение предела прочности при сжатии на ~ 62% и ударной вязкости на ~ 50%.

**Научная новизна.** Установлено увеличение показателя твердости и уменьшение предела прочности при сжатии и ударной вязкости полимербетонных композиций при повышении содержания песка до 90 % масс. Это объясняется тем, что песок имеет высокую твердость, чем полиэфирная смола, и соответственно увеличение его содержания приводит к повышению твердости композиции. Снижение предела прочности при сжатии и ударной вязкости обусловлено уменьшением количества связующего, за счет чего композиция становится более хрупкой.

**Практическая значимость.** Разработанные полимербетонные композиции могут быть использованы в строительстве, а также для ремонта поврежденных бетонных поверхностей и устранения трещин.

**Ключевые слова:** полимербетон, отвердитель, стеарат кобальта, стирол, песок.

## RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE CONTENT OF SAND AND MODIFIING ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF POLYMER CONCRETE COMPOSITIONS NOVAK D.<sup>1</sup>, BEREZHENKO N.<sup>2</sup>, SEREDENKO A.<sup>1</sup>, PISCHULIN O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kyiv National University of Technologies and Design

<sup>2</sup> State Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

**Purpose.** Establishment of the influence of the content of sand and modifying additives on the hardness, compressive strength, and impact strength of polymer concrete compositions.

**Methodology.** Polymer concrete compositions in the form of round pancakes, sticks and bars based on polyester resin of the CHROMOPLAST GP 2000 brand, hardener (organic peroxide for cold curing) of the Luperox K1 brand, cobalt stearate (cobalt salt of stearic acid), styrene and river sand were subject of investigation. Samples of polymer concrete composites were obtained in two stages: 1) mixing the resin with sand 2) the addition of hardener, styrene and cobalt stearate. To obtain a hardened polyester composition, metal forms with bent sides were used; ceramic boats (not enameled) metal molds 2 cm high. Preparation of the composition was carried out in the following sequence: first, resin was mixed with sand, then hardener, cobalt stearate and styrene were added. The following sequence of preparation of the composition also took place: first the resin and hardener were mixed, only then sand mixed with styrene and cobalt stearate was added. The forms were loaded into a heating cabinet and heated to a temperature of 100 °C for 30-40 minutes. After cooling in the form of the product was removed. The hardness, compressive strength and toughness of the developed compositions were investigated by standard methods.

**Results.** It was found that an increase in sand content from 0 to 90% of the mass. in polymer concrete compositions leads to an increase in hardness by ~ 466%, as well as a decrease in compressive strength by ~ 62% and impact strength by ~ 50%.

**Scientific novelty.** An increase in the hardness index and a decrease in the compressive strength and toughness of polymer concrete compositions with an increase in the sand content to 90 % of the mass was established. This is because the sand has a higher hardness than the polyester resin, and accordingly, an increase in its content leads to an increase in the hardness of the composition. The decrease in compressive strength and toughness is due to a decrease in the amount of binder, due to which the composition becomes more fragile.

**Practical value.** The developed polymer concrete compositions can be used in construction, as well as for repairing damaged concrete surfaces and eliminating cracks.

**Keywords:** polymer concrete, hardener, cobalt stearate, styrene, sand.