

Данченко Ю. М., Карев А. І., Обіженко Т. М.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

(вул. Сумська, 40, Харків, 61002; e-mail: yuliyadanченко7@gmail.com, armkarev@gmail.com,
orcid.org/0000-0003-3865-2496; orcid.org/0000-0002-7726-0359; orcid.org/0000-0002-1409-7515)

КОРОЗИЙНО СТІЙКІ ПОЛІМЕРБЕТОНИ НА ОСНОВІ ТЕРМОРЕАКТИВНИХ СМОЛ БУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ (ОГЛЯД)

У статті висвітлено основні проблеми і перспективи використання і впровадження полімербетонів у сучасних галузях будівництва. Встановлено, що завдяки високій пластичності, низькій пористості та здатності швидко набирати міцність полімербетони використовуються для виготовлення методами віброформування та лиття декоративних виробів малої архітектури, конструкційних несучих і декоративних накладних деталей, декоративної тротуарної плитки і бруківки, виробів гідротехнічного призначення тощо. Виявлено найбільш перспективні склади полімербетонів в системах захисту будівельних конструкцій та споруд від корозійно агресивних середовищ та встановлено, що до них відносяться полімербетони на основі термореактивних смол. Надана класифікація полімербетонів, що використовуються у сучасних галузях будівництва, а також певне уявлення про властивості найбільш популярних полімербетонів на основі термореактивних смол – фуранових, епоксидних та поліефірних. Виявлені переваги і недоліки відомих полімербетонів, а також основні перспективні напрямки впровадження для виготовлення корозійно стійких виробів та для захисту будівельних конструкцій та споруд від корозійно агресивних середовищ. Акцентовано увагу на впливі якісного і кількісного складу полімербетонів, природи термореактивного полімерного зв'язуючого, виду наповнювачів і заповнювачів, термінів твердіння, ступеня полімеризації на найбільш важливі фізико-механічні та технологічні властивості готових матеріалів.

Ключові слова: полімербетон, будівництво, класифікація, термореактивна смола, агресивне середовище.

Вступ. Для захисту бетонних і залізобетонних трубопроводів від впливу агресивних середовищ, у гідротехнічному будівництві, в якості декоративних та виробів малої архітектури, у дорожніх покриттях, для виготовлення виробів різного призначення у будівельній галузі все більш широке використання отримують синтетичні композиційні матеріали на полімерній основі [1-28], в тому числі полімербетони [29-49]. Сучасні матеріали на основі полімербетонів характеризуються високими експлуатаційними властивостями – зносостійкістю, хім- і біостійкістю, водостійкістю, міцністю та довговічністю, твердіють за температур навколишнього середовища, при виготовленні не потребують складного обладнання. Головним чином у вищезначених галузях використовуються фуранові полімербетони [26-36] та склади на основі епоксидних [33-42], поліефірних смол [40-49], а також, менш поширених, карбамідних [35], метилметакрилатних [33], фенольних [35] та ацетоноформальдегідних смол [35]. Для обґрунтованого вибору складу полімербетону з необхідними властивостями необхідна наочна порівняльна характеристика існуючих матеріалів, яка має враховувати техніко-економічні, експлуатаційні і технологічні фактори. В сучасній літературі подібної інформації практично немає. Тому в даній роботі був проведений аналітичний огляд сучасних полімербетонів і композиційних будівельних матеріалів на їх основі та складена порівняльна характеристика, яка є інформативною і зручною для використання на практиці.

Мета та завдання. Метою дослідження є аналітичний огляд стану використання і впровадження полімербетонів у сучасних галузях будівництва та виявлення технологічних, експлуатаційних, екологічних та економічних проблем і перспектив щодо можливостей розвитку цього напрямку. Встановити найбільш перспективні склади полімербетонів в системах захисту будівельних конструкцій та споруд від корозійно агресивних середовищ. Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити наступні задачі: надати визначення і класифікацію полімербетонів, що використовуються у сучасних галузях

будівництва; надати певне уявлення про властивості найбільш популярних полімербетонів на основі термореактивних смол; виявити переваги і недоліки відомих полімербетонів, а також основні перспективні напрямки впровадження полімербетонів для виготовлення корозійно стійких виробів та для захисту будівельних конструкцій та споруд від корозійно агресивних середовищ.

Результати дослідження. З середини ХХ сторіччя до теперішнього часу у сучасному полімерному будівельному матеріалознавстві активно розвивається напрямок по створенню широкої групи так званих «П-бетонів» [31, 50], до складу яких входять будівельні матеріали з добавками полімерів або на основі синтетичних полімерів. Назви різних видів будівельних матеріалів цієї групи складались хаотично та необґрунтовано. Наприклад, цементні бетони з добавками полімерів називали полімер-цементними або цементно-полімерними бетонами з акцентом на тому, що полімерні добавки тільки покращують властивості цементного в'язучого [51-54]. Безцементні бетони на синтетичному зв'язуючому (полімербетони) в літературі називали пластбетонами, органомінеральними бетонами тощо [53]. Іноді полімербетонами називали полімеррозчини, мастики та інші подібні матеріали [54, 55]. У 60-х, 70-х роках минулого століття була здійснена спроба розробки першої класифікації та єдиної термінології полімервмісних будівельних композиційних матеріалів, яка дотепер є найбільш універсальною та вживаною [26, 31, 35, 37, 38].

Згідно цієї класифікації до «П-бетонів» відносяться:

- полімер-цементні бетони (ПЦБ);
- полімер-силікатні бетони (ПСБ);
- бетонополімери (БП);
- полімербетони (ПБ);
- асфальтобетони;
- неорганічні полімери.

Під полімер-цементними бетонами (ПЦБ) розуміють цементні бетони при виготовленні яких додаються кремнійорганічні або водорозчинні полімери, водорозчинні смоли, наприклад, епоксидні, водні емульсії, наприклад, полівінілацетатні, тощо.

Полімер-силікатні бетони (ПСБ) – кислотостійкі бетони на основі рідкого скла, до складу яких в процесі виготовлення додаються полімерні добавки.

Бетонополімери (БП) – цементні бетони, які після закінчення процесів твердіння та структуроутворення підлягають вакуумній обробці та просоченню різними мономерами з подальшою полімеризацією в порах бетону. Просочення цементних бетонів мономерами забезпечує можливість отримання щільних бетонополімерів з високою міцністю на стиск.

Полімербетони (ПБ) – композиційні матеріали, які одержуються на основі синтетичних смол (полімерне зв'язуюче) та хімічно стійких наповнювачів і заповнювачів без мінеральних в'язучих та води. ПБ містять не менш трьох фракцій наповнювачів та заповнювачів: дрібнодисперсні наповнювачі з розміром частинок < 0,15 мм, заповнювачі: з розміром частинок < 5 мм (зазвичай, пісок) та з розміром частинок < 50 мм (зазвичай щебінь). В залежності від хімічної природи полімерного зв'язуючого всі полімербетони поділяються на дві групи: ПБ на термореактивних смолах та ПБ на термопластичних смолах. Більш широке використання у будівельній галузі та великий спектр матеріалів має група ПБ на термореактивних смолах, з яких здебільшого виготовляють несучі хімічно стійкі будівельні конструкції або частини конструкцій. Класифікація відомих полімербетонів наведена на рис. 1.

За об'ємною масою ПБ поділяються на надлегкі ($\gamma = 400-500 \text{ кг/м}^3$) – карбамідні, поліуретанові; легкі ($\gamma = 1600-1800 \text{ кг/м}^3$) – фуранові, інденкумаронові, метилметакрилатні; важкі ($\gamma = 2200-2400 \text{ кг/м}^3$) – карбамідні, поліефірні, епоксидні, фуранові, інденкумаронові, метилметакрилатні; надважкі ($\gamma = 3500-4000 \text{ кг/м}^3$) – поліефірні.



Рис. 1. Класифікація полімербетонів

Полімербетонні композиційні матеріали мають фізико-механічні властивості, які здебільшого перевищують властивості традиційних цементних бетонів. Це підвищена пластичність, значно вища міцність, водонепроникність, морозостійкість, стиранийність, стійкість до хімічно- і біологічно агресивних середовищ, високі адгезійні властивості, низька пористість тощо. Суттєвим недоліком полімербетонів вважається більша, в порівнянні з цементними, вартість. Завдяки високій пластичності, низькій пористості та здатності швидко набирати міцність полімербетони можна використовувати для виготовлення методами віброформування та лиття декоративних виробів малої архітектури, конструкційних несучих і декоративних накладних деталей для меблів, декоративної тротуарної плитки і бруківки, виробів гідротехнічного призначення тощо (рис. 2-4).



Рис. 2. Тротуарна бруківка з полімербетону



Рис. 3. Застосування виробів малої архітектури з полімербетону



Рис. 4. Вироби з полімербетону для мереж водопостачання та водовідведення [56]

В цілому, завдяки перевагам, полімербетони можуть використовуватись для виготовлення високоякісних матеріалів для будівельно-архітектурної галузі, які можна розділити на одинадцять напрямків (табл. 1).

Фізико-механічні властивості та стійкість до корозійно агресивних середовищ будь-яких високонаповнених полімерних композитів визначається хімічною природою компонентів – полімерного зв'язуючого, твердників, наповнювачів, заповнювачів і модифікаторів. Мінеральні наповнювачі в полімербетонах виконують роль добавок, які зменшують кількість витраченого полімерного зв'язуючого, знижують вартість виробів, обмежують температурні та усадочні деформації, регулюють густину, міцність, твердість, в'язкість,

фізико-механічні та інші властивості. Ступінь впливу мінеральних наповнювачів на ті чи інші властивості полімербетону залежить від хімічного складу, дисперсності, форми частинок, стану поверхні частинок, процентного вмісту, тощо.

Таблиця 1 - Основні напрямки використання полімербетонів у будівельній галузі

Напрямок	Джерело
Полімербетони у гідротехнічному будівництві (конструкції, елементи конструкцій, облицювання гідротехнічних споруд, ізоляційні та захисні покриття)	[26, 33, 37-39, 47, 57-59]
Матеріали, конструкції, вироби для експлуатації в умовах хімічних і біологічних агресивних середовищ	[27-33, 36]
Високоміцні вироби та конструкції	[41-44, 46, 48, 49]
Розчини кладки для високоміцної цегли	[26, 45, 51-55]
Атмосферостійкі фарби	[26, 40, 48]
Шпаклівки та мастики для внутрішніх і зовнішніх робіт	[26, 48, 50, 54]
Штукатурки різного призначення	[26, 50, 51-55]
Покриття для підлог та доріг	[26, 48, 57]
Склади з легкими заповнювачами для теплих підлог та теплоізолюючих огорожувальних конструкцій	[26, 31, 34, 48]
Клейові розчини для облицювальної плитки	[26, 50, 51]
Архітектурні елементи будівельних об'єктів	[35]

Більшою мірою це відноситься до таких конгломератних полімерних систем, як полімербетони на термореактивних зв'язуючих. Для створення виробів і матеріалів, що призначені для експлуатації в умовах агресивних середовищ, найбільше використання знайшли полімербетони на основі термореактивних зв'язуючих – поліефірні, фуранові, епоксидні та карбамідні (табл. 2).

Таблиця 2 - Основні компоненти полімербетонів на термореактивних зв'язуючих

Полімербетон	Полімерне зв'язуюче	Твердник	Наповнювачі	Заповнювачі
Поліефірний	Поліефірні смоли	Гідропероксид ізопропілбензолу або кумолу; пероксид метилетилкетону	Баритова, кварцева, діабазова, андезитова, графітова	Гранітний, базальтовий, вапняковий щебінь, гравій річковий, бій кислото-тривкої цегли
Фурановий	Фурфурол-ацетонові смоли	Безводні ароматичні сульфокислоти або сульфохлориди (толуолсульфокислота, бензолсульфокислота, п-толуолсульфокислота), FeCl ₃ , AlCl ₃ , H ₂ SO ₄ (конц.), аміни	мука, кварцовий пісок, каолін, тальк, аеросил, мелений доломіт, мелений кокс (мука)	
Епоксидний	Епоксидні смоли	Первинні аміни		
Карбамідний	Сечовино-формальдегідні смоли	Органічні (лимонна, оцтова, щавелева) та неорганічні (сульфатна, хлоридна, фосфатна) кислоти, солі (ZnCl ₂ , NH ₄ Cl)		

Відомо, що максимально високі показники фізико-механічних та хімічних властивостей полімерних композитів на основі термореактивних смол можуть бути отримані тільки

при максимальному ступені полімеризації синтетичного зв'язуючого. Недостатня полімеризація різко погіршує практично всі властивості композитів. Ступінь полімеризації залежить виду і кількості твердника, прискорювачів і наповнювачів, а також режиму твердіння. Швидкість твердіння полімербетону залежить від температури та в меншій мірі від вологості навколишнього середовища. Тому будь-яка технологія використання полімербетону включає: якісний і кількісний склад композиту, чіткі інструкції по співвідношенню компонентів, вологісні і температурні межі змішування компонентів, твердіння та використання готової суміші. На рис. 5 наведені приклади залежності властивостей фуранового полімербетону від ступеня полімеризації синтетичного зв'язуючого.

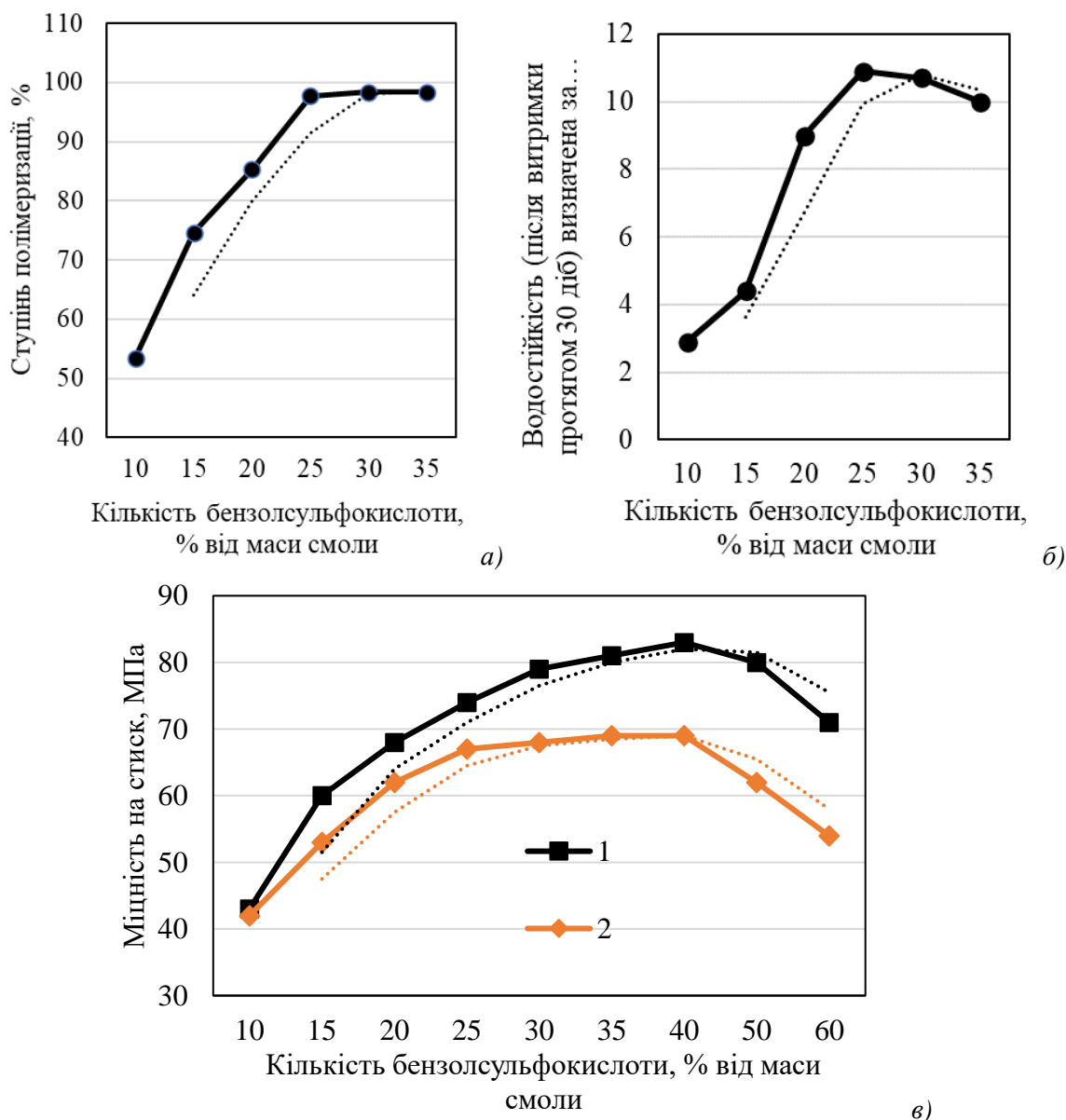


Рис. 5. Залежність властивостей фуранового полімербетону від кількості твердника бензолсульфокислоти: а – ступеня полімеризації фуранової смоли; б - водостійкості (після витримки протягом 30 діб), що визначена за міцністю на вигин, в – міцності на стиск (1 – у стабільних температурно-вологісних умовах, 2 – після витримки у морській воді протягом 28 діб).

Як відомо, при твердінні терморективних смол відбувається екзотермічний процес з виділенням певної, в залежності від хімічної природи зв'язуючого, кількості теплоти, що супроводжується саморозігрівом твердіючої системи. В певній мірі це призводить до деяких небажаних технологічних особливостей використання цих матеріалів: висока

швидкість твердіння, швидкий процес зростання в'язкості в процесі твердіння і, як наслідок, утворення великої кількості залишкових напружень, що в свою чергу негативно впливає на властивості готового матеріалу. Для часткового нівелювання цих факторів у термоактивні смоли додають мінеральні наповнювачі та інші різноманітні добавки [61, 62]. Все вищесказане стосується і матеріалів на основі полімербетонів. Необхідно враховувати той факт, що при твердінні, наприклад, карбамідного [57], епоксидного та фуранового [31] полімербетонів вивільняється велика кількість тепла та відбувається саморозігрів виробів. При цьому підвищення температури по перетину виробу визначається теплофізичними характеристиками компонентів, розмірами та формою виробів, умовами тепловіддачі з поверхні. В табл. 3 наведені дані про кількість теплоти, що виділяється в процесі твердіння та максимальна температура саморозігріву [31].

Таблиця 3 - Кількість теплоти, що виділяється в процесі твердіння та максимальна температура саморозігріву в полімербетонах на основі термоактивних смол

Зв'язуюче	Наповнювач	Кількість наповнювача, %	Максимальна температура саморозігріву, °С	Кількість вивільненого тепла, Дж/г
Поліефірна смола (ПС)	Кварцова мука (КМ)	–	91,5	540-590
		100	91,5	225
		200	69	154
		300	53,5	105
	Андезитова мука (АМ)	100	94,5	239
		200	65,1	162
		300	52	108
	Графітова мука (ГМ)	100	88	218
		150	73	172
	Кокс (мука)	100	83	225
		150	74	146
			200	56
Фуранова смола (ФС)	Кварцова мука (КМ)	–	–	500-525
		100	94	197
		200	61	105
		300	40,5	75
	Андезитова мука (АМ)	100	84,5	172
		200	45,5	113
		300	38	65
	Графітова мука (ГМ)	100	90,5	189
		150	47,5	113
	Кокс (мука)	100	67	151
		150	47	92
			200	42
Епоксидна смола (ЕС)	Кварцова мука	–	–	420-460
		50	81	189
		100	62	139
	Андезитова мука	150	54,5	109
		100	61	–
		150	53,5	–
	Кокс (мука)	200	45,5	–
		100	59	137
		150	51	113
		200	48	97

З усіх представлених у табл. 3 наповнювачів кокс та андезитова мука забезпечують мінімальне тепловиділення. Як видно, для кожного виду зв'язуючого кількість тепла, що виділяється при твердінні можна регулювати не тільки видом, кількістю, а й дисперсністю частинок наповнювачів.

Математична залежність максимальної температури твердіння t від об'ємної кількості наповнювача V має вигляд [31]:

$$t = t_{max} (1 - e^{-\alpha V}), \quad (1)$$

де t_{max} – максимальна температура складу без наповнювача; α – емпіричний коефіцієнт.

Підвищення максимальної температури саморозігріву в залежності від маси композиції носить експоненціальний характер та може представлятися математичним рівнянням [31]:

$$t_m = t'_{max} (1 - e^{-\alpha m}), \quad (2)$$

де t_m – температура полімербетону певної маси, °С; t'_{max} – кінцева (максимальна) температура; α – емпіричний коефіцієнт.

Відомо, що наповнені термореактивні смоли в процесі твердіння набувають великої об'ємної та лінійної усадки [31, 62]. При цьому для ненаповнених епоксидних смол об'ємна усадка складає від 2 до 3,5%, для поліефірних смол – від 9 до 12 % та для фуранових смол – від 5 до 7 % (рис. 6). Додавання наповнювачів призводить до значного зменшення об'ємної усадки (рис. 7).

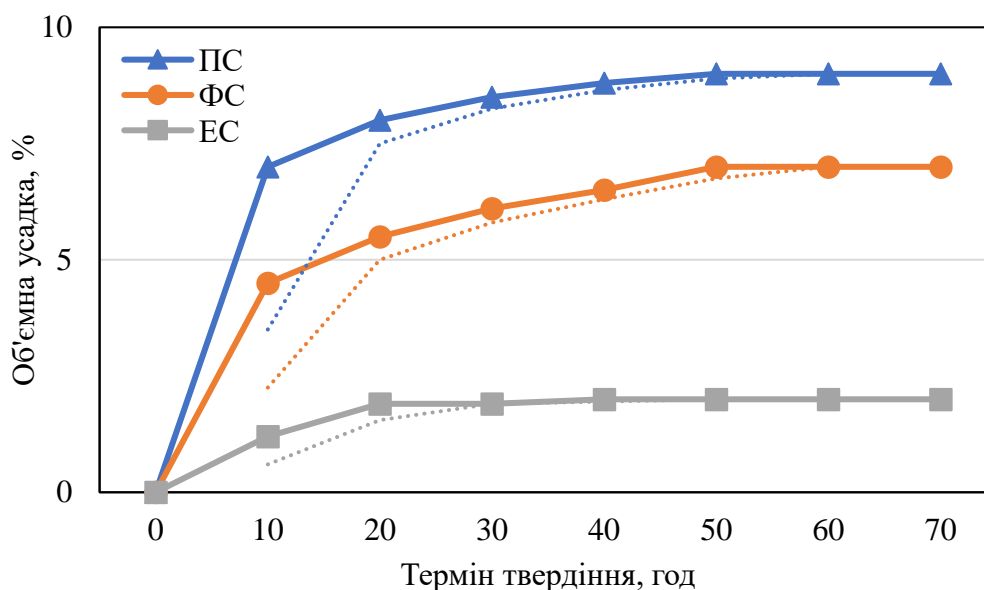


Рис. 6. Збільшення об'ємної усадки ненаповнених термореактивних смол у процесі твердіння при температурі 20 °С.

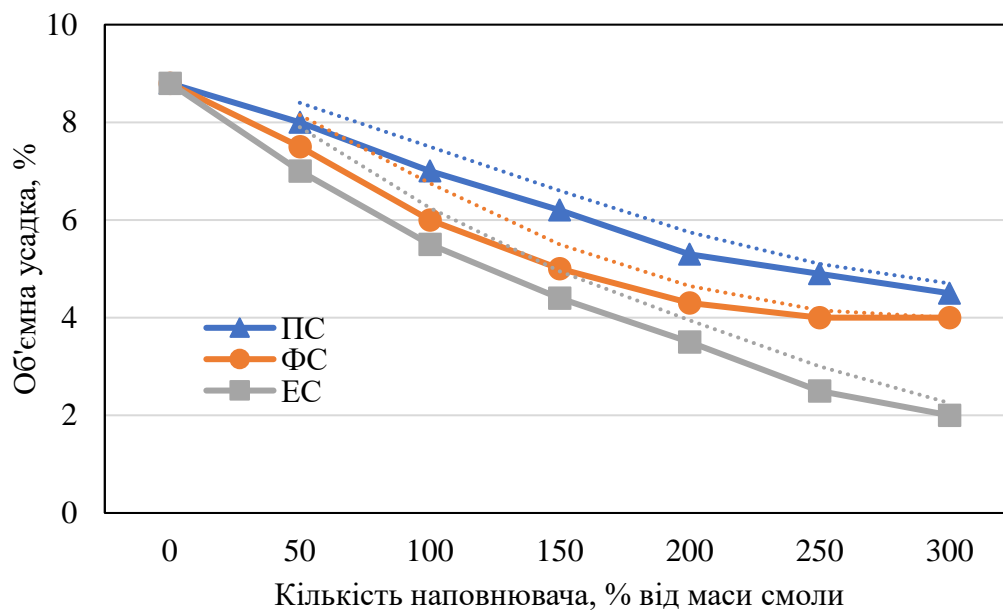


Рис. 7. Залежність об'ємної усадки від кількості та хімічної природи наповнювача

Як видно з наведених даних, найменшою усадкою характеризуються полімербетони на основі епоксидної смоли та композити з андезитовою мукою в якості наповнювача.

На ступінь усадки та кількість внутрішніх напружень в полімербетонах впливає не тільки якісний і кількісний склад композиції, а й режими твердіння. При збільшенні температури твердіння з 20 до 80 °С у всіх випадках призводить до суттєвого збільшення усадочних напружень. Також відомо, що на усадочні напруження впливає не тільки температура твердіння, а й швидкість зміни температури при нагріві чи охолодженні. Наприклад, для полімербетону на основі поліефірної смоли і кварцової муки (100% по масі), що твердіє при температурі 80 °С протягом 3 годин, при зростанні швидкості нагріву або охолодження в 10 разів усадочні напруження збільшуються в 1,9 разів. Дослідження показують, що режими твердіння – ефективний засіб регулювання усадочних напружень у випадку використання полімербетонів у якості захисних покриттів або тонкостінних виробів, коли температура саморозігріву несуттєва і практично не може впливати на характер структуроутворення системи.

Однією з головних властивостей полімербетонів в порівнянні з традиційними бетонами на цементних в'язучих є висока стійкість до дії різних хімічних реагентів. Тому найбільш раціонально використовувати їх в умовах агресії різноманітних середовищ без додаткового захисту. Багаточисленні дослідження корозійної стійкості легких та важких полімербетонів показали, що з підвищенням концентрації кислоти коефіцієнт стійкості полімербетонів підвищується. Сульфатна кислота по відношенню до полімербетонів агресивніша ніж хлоридна, а найбільше зниження міцності спостерігається при дії на полімербетони води. Це пояснюється тим, що зі збільшенням концентрації кислоти зменшується кількість води у розчині і, відповідно, зростає стійкість полімербетону. Іншим поясненням цього явища є те, що при зростанні кількості молекул кислоти зменшується кількість дисоційованих молекул і, відповідно, зменшується концентрація найбільш активних іонів гідрогену (протонів), які, очевидно, абсорбуються у тіло полімербетону, порушують структуру і спричиняють зменшення міцності матеріалу.

Відомо, що практично всі популярні полімербетони на основі термореактивних смол мають високу стійкість до дії корозійно агресивних середовищ. Полімербетони на поліефірних смолах можуть мати різне забарвлення і текстуру, достатньо стійкі у кислих

середовищах і окислювачах, в тому числі в середовищі хлору (до 20-25% концентрації). Але малостійкі до лужних середовищ і підлягають механічним деформаціям. Більш детальне дослідження [33] дозволило встановити, що матеріали на основі поліефірних зв'язуючих не можна використовувати в водних середовищах нітратної кислоти (50%), концентрованої сульфатної кислоти (96%), оцтової кислоти (5%), а також розчину амоніаку (25%). Карбамідні полімербетони стійкі до кислих середовищ невеликих концентрацій. Епоксидні полімербетони мають високу стійкість до лужних і кислих середовищ, але малостійкі до окислювачів. Фуранові полімербетони характеризуються практично універсальною хімічною стійкістю (окрім окислювачів високих концентрацій), високою міцністю та порівняно невисокою деформативністю. В роботі [33] виявлено, що фуранові полімербетони не стійкі до водних розчинів нітратної кислоти (3-50%) та концентрованої сульфатної кислоти (96%). В той же час, з'ясовано, що майже всі види полімербетонів стійкі до водних розчинів фосфатної та хлоридної кислот, органічних кислот (молочної та лимонної), амоніаку, гідроксиду натрію, мідного купоросу, хлоридів феруму, кальцію, магнію, натрію. Також полімербетони не підлягають агресивній дії розчинників (ацетону, бензолу, толуолу, етилового спирту) та нафтопродуктів (дизельне паливо, бензин, керосин, мазут).

Висновки. В результаті аналітичного огляду встановлені особливості використання і впровадження полімербетонів у сучасних галузях будівництва. Виявлені технологічні, експлуатаційні, екологічні та економічні проблеми і перспективи щодо можливостей розвитку цього напрямку. Встановлено, що завдяки високій пластичності, низькій пористості та здатності швидко набирати міцність полімербетони можна використовувати для виготовлення методами віброформування та лиття декоративних виробів малої архітектури, конструкційних несучих і декоративних накладних деталей, декоративної тротуарної плитки і бруківки, виробів гідротехнічного призначення тощо. Встановлені найбільш перспективні склади полімербетонів в системах захисту будівельних конструкцій та споруд від корозійно агресивних середовищ. До них відносяться полімербетони на основі термореактивних смол. Надані визначення і класифікація полімербетонів, що використовуються у сучасних галузях будівництва, а також певне уявлення про властивості найбільш популярних полімербетонів на основі термореактивних смол – фуранових, епоксидних та поліефірних. Виявлені переваги і недоліки відомих полімербетонів, а також основні перспективні напрямки впровадження для виготовлення корозійно стійких виробів та для захисту будівельних конструкцій та споруд від корозійно агресивних середовищ. Встановлено вплив якісного і кількісного складу полімербетонів, виду наповнювачів і заповнювачів, термінів твердіння, ступеня полімеризації на найбільш важливі фізико-механічні та технологічні властивості готових матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Hollaway L.C. Advanced polymer composites for structural applications in construction. Woodhead Publishingn Series. 2004. 784 p.
2. Барабаш О.С., Данченко Ю.М., Попов Ю.В., Загребельний А.В. Перспективи використання склопластикової арматури в сучасному будівництві. Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми надзвичайних ситуацій»: матеріали конференції. Харків, 2020. С. 273-275.
3. Данченко Ю.М., Обіженко Т.М., Уманська Т.І., Барабаш О.С. Епоксидні полімерні матеріали в будівництві, архітектурі і реставрації: проблеми і перспективи (огляд). Науковий вісник будівництва. 2018. №4(94). С.160-170.
4. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О., Гасан Ю.Г., Константи́нський Б.Я., Ракша В.О. Будівельне

REFERENCES:

1. Hollaway L.C. Advanced polymer composites for structural applications in construction. Woodhead Publishingn Series. 2004. 784 p.
2. Barabash O.S., Danchenko Yu.M., Popov Yu.V., Zahrebelnyi A.V. Perspektvyvy vykorystannia skloplastykovoї armatury v suchasnomu budivnytstvi. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Problemy nadzvychainykh sytuatsii»: materialy konferentsii. Kharkiv, 2020. S. 273-275.
3. Danchenko Yu.M., Obizhenko T.M., Umanska T.I., Barabash O.S. Epoksydni polimerni materialy v budivnytstvi, arkhitekturi i restavratsii: problemy i perspektvyvy (ohliad). Naukovyi visnyk budivnytstva. 2018. №4(94). S.160-170.

- матеріалознавство. К.: «Видавництво Ліра-К», 2015. 624 с.
5. Данченко Ю.М., Струмскас О. В., Обіженко Т.М., Уманська Т.І. Епоксидні полімерні матеріали з підвищеною стійкістю до водних розчинів для реставрації натурального каменю. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. Вип. 29(1). С. 100-112.
 6. Широкий Г.Т., Юхневский П.И., Бортницкая М.Г. Материаловедение в отделочных и реставрационно-восстановительных работах. Минск: Выш. шк., 2010. 351 с.
 7. Потапов Ю.Б. Эффективные строительные композиты и конструкции на их основе с комплексом заданных свойств. Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 9. С. 9-11.
 8. Алиева Дж.Э., Кийикбаева А.Ы., Уманова Н.Д. Использование полимерных материалов в строительстве. Вестник КГУСТА. 2013. № 3. С. 245- 252.
 9. Данченко Ю. М., Яковлева Р. А., Андронов В. А. Бактерицидні епоксидні олігомери-олігомерні композиції для будівництва. Наук. вісник буд-ва. 2010. Вип. 60. С. 59-65.
 10. Яковлева Р. А., Копейко А. Е., Данченко Ю. М., Журавлев Ю. В., Быков Р. А., Горбачев Е. В., Посохова И. А., Курман С. С. Восстановление кирпичной кладки полимерными материалами, отверждающимися при отрицательных температурах. Науковий вісник будівництва. 2008. Вип. 49. С. 310-314.
 11. Яковлева Р. А., Качоманова М. П., Быков Р. А., Данченко Ю. М., Снагощенко Л. П., Лисицина А. И. Наполненные полимерные материалы для восстановления и реконструкции зданий и сооружений. Науковий вісник будівництва. 2010. Вип. 60. С. 359-362.
 12. Андронов В. А., Данченко Ю. М. Технологии повышения экологической безопасности и долговечности сетей водоотведения. Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2012. № 6/8(60). С. 18-24.
 13. Хакимуллин Ю.Н., Палютин Ф.М., Хозин В.Г. Отверждающиеся герметики на основе олигомеров в строительстве. Строительные материалы. 2005. №10. С. 69-74.
 14. Хозин В.Г., Зыкова Е.С., Фахрутдинова В.Х., Гиздатуллин А.Р. Влияние щелочной среды бетона на эпоксидные связующие и полимеркомпозитную арматуру. Строительные материалы. 2015. №1. С. 41-47.
 15. Винокурцев Г.Г., Первунин В.В., Крупин В.А., Винокурцев А.Г. Защита от коррозии подземных трубопроводов и сооружений: учеб. пособие. Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2003. 124 с.
 16. Старокадомский Д., Решетник М. Влияние микрочастиц кварцевого песка различного
 4. Kryvenko P.V., Pushkarova K.K., Baranovskyi V.B., Kochevykh M.O., Hasan Yu.H., Konstantynivskyi B.Ia., Raksha V.O. Budivne materialoznavstvo. K.: «Vydavnytstvo Lira-K», 2015. 624 s.
 5. Danchenko Yu.M., Strumskas O. V., Obizhenko T.M., Umanska T.I. Epoksydni polimerni materialy z pidvyshchenoiu stiiikistiu do vodnykh rozchyniv dlia restavratsii naturalnoho kameniu. Problemy nadzvychainykh sytuatsii. 2019. Vyp. 29(1). S. 100-112.
 6. Shyrokyi H.T., Yukhnevskyi P.Y., Bortnytskaia M.H. Materyalovedenye v otdelochnykh i restavratsyonno-vosstanovyitelnykh rabotakh. Mynsk: Vysh. shk., 2010. 351 s.
 7. Potapov Yu.B. Effektivnye stroitelnie kompozity i konstruksii na ikh osnove s kompleksom zadannykh svoistv. Promyshlennoe y hrazhdanskoe stroitelstvo. 2010. № 9. S. 9-11.
 8. Alyeva Dzh.E., Kyiykbaeva A.Y., Umanova N.D. Yspolzovanye polymernykh materyalov v stroytelstve. Vestnyk KHUSTA. 2013. №3. S. 245-252.
 9. Danchenko Yu.M., Yakovleva R.A., Andronov V.A. Bakterytsydni epoksydni olihomery-olihomerni kompozytsii dlia budivnystvva. Nauk. visnyk bud-va. 2010. Vyp. 60. S. 59-65.
 10. Iakovleva R.A., Kopeiko A.E., Danchenko Yu.M., Zhuravlev Yu.V., Bykov R.A., Horbachev E.V., Posokhova Y.A., Kurman S.S. Vosstanovlenye kyrpychnoi kladky polymernymi materialami, otverzhdauiushchymysia pri otrytsatelnykh temperaturakh. Naukovyi visnyk budivnystvva. 2008. Vyp. 49. S. 310-314.
 11. Iakovleva R.A., Kachomanova M.P., Bykov R.A., Danchenko Yu.M., Snahoshchenko L.P., Lysytsyna A.Y. Napolnennyye polymernyye materyaly dlia vosstanovlenyia i rekonstruksyy zdanyi y sooruzhenyi. Naukovyi visnyk budivnystvva. 2010. Vyp. 60. S. 359-362.
 12. Andronov V.A., Danchenko Yu.M. Tekhnolohii povysheniia ekolohycheskoi bezopasnosti i dolhovechnosti setei vodootvedeniia. Vostochno-evropeiskii zhurnal peredovykh tekhnolohyi. 2012. № 6/8(60). S. 18-24.
 13. Khakimullin Yu.N., Paliutin F.M., Khozin V.H. Otverzhdauiushchiiesia hermetiki na osnove olihomero v stroitelstve. Stroitelnyie materialy. 2005. №10. S. 69-74.
 14. Khozin V.H., Zyкова E.S., Fakhrutdinova V.Kh., Hyzdatullyn A.R. Vliiane shchelochnoi sredy betona na epoksydnyie sviazuiushchye i polymerkompozytnuii armaturu. Stroitelnyie materialy. 2015. №1. S. 41-47.
 15. Vinokurcev G.G., Pervunin V.V., Krupin V.A., Vinokurcev A.G. Zashchita ot korrozii podzemnykh truboprovodov i sooruzhenij: ucheb.

- происхождения на физико-механические свойства эпоксидного композита для реставрационных, строительных и декоративных материалов. Научный журнал «Архивариус». 2021. Т.7. №4(58). С. 41-49.
17. Харисов Р.А., Хабилова А.Р., Мустафин Ф.М., Хабилов Р.А. Современное состояние защиты трубопроводов от коррозии полимерными покрытиями. Нефтегазовое дело. 2005. №4. С. 1- 26.
 18. Бобылев В.А. Эпоксидные материалы для бесшлангового ремонта трубопроводов. Лакокрасочная промышленность. 2011. №5. С. 8-12.
 19. Куликов Ю.Н. Требования к полимерной футеровке бетонных обделок канализационных тоннелей. Горные науки и технологии. 2014. №3. С. 176-181.
 20. Селяев В.П., Низина Т.А., Цыганов В.В. Разработка и применение функционально-градиентных покрытий для усиления и защиты железобетонных конструкций. Вестник ТГАСУ. 2008. №3. С. 143-149.
 21. Попельнюк И.В., Огрель Л.Ю., Шевцова Р.Г. К вопросу разработки композитов на основе эпоксидных полимеров для ремонта трубопроводов бесшланговым методом. Десятые академические чтения РААСН. 2006. С. 339-340.
 22. Бабич Є.М., Довбенко В.С. Підвищення міцності залізобетонних балок полімерною композицією. Збірник наукових праць (галузь машинобудування, будівництво). 2013. Т.1. Вип.4(39). С. 11-19.
 23. Бабич Є.М., Довбенко В.С. Блок-схеми розрахунку залізобетонних балок підсилених полімерною композицією. Збірник наукових праць (галузь машинобудування, будівництво). 2014. Т.2. Вип.3(42). С. 11-19.
 24. Краснюк А.В., Корейко А.Л., Харченко Е.С. Исследование и разработка полимерных составов на основе эпоксидных смол для ремонта и защиты бетонных и железобетонных сооружений. Вісник Дніпропетр. націон. ун-ту залізн. транспорту ім. акад. В. Лазаряна. 2005. Вип.9. С. 206-207.
 25. Шатунов С.Б., Стасhevский Е.В. Полимерные материалы, используемые в строительстве, и их пожарная опасность. Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2006. №2 (20). С. 26-38.
 26. Шаповалов В.М. Технология полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и изделий. Минск: Беларус. навука, 2010. 454 с.
 27. Овчинников И.И., Мигунов В.Н., Скачков Ю.П. Модель деформирования бетона и полимербетона при ползучести в условиях воздействия агрессивной среды. Региональная архитектура и строительство. 2012. №2. С. 64-71.
 28. Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Богатов А.Д., Федорцов В.А. Основы математического моделирования биокоррозии полимербетонов. posobie. Rostov-na-Donu: Rost. gos. stroit. un-t, 2003. 124 s.
 16. Starokadomskij D., Reshetnik M. Vliyanie mikrochastic kvarceвого peska razlichnogo proiskhozhdeniya na fiziko-mekhanicheskie svojstva epoksidnogo kompozita dlya restavracionnyh, stroitel'nyh i dekorativnyh materialov. Nauchnyj zhurnal «Arhivarius». 2021. Т.7, №4(58). С. 41-49.
 17. Harisov R.A., Habirova A.R., Mustafin F.M., Habirov R.A. Sovremennoe sostoyanie zashchity truboprovodov ot korrozii polimernymi pokrytuyami. Neftegazovoe delo. 2005. №4. С. 1-26.
 18. Bobylev V.A. Epoksidnye materialy dlya bestranshejnogo remonta truboprovodov. Lakokrashchnaya promyshlennost'. 2011. №5. С. 8-12.
 19. Kulikov Yu.N. Trebovaniya k polimernoj futerovke betonnyh obdelok kanalizacionnyh tonnelej. Gornye nauki i tekhnologii. 2014. №3. С. 176-181.
 20. Selyaev V.P., Nizina T.A., Cyganov V.V. Razrabotka i primenenie funkcional'no-gradiyentnyh pokrytij dlya usileniya i zashchity zhelezobetonnyh konstrukcij. Vestnik TGASU. 2008. №3. С. 143-149.
 21. Popel'nyuk I.V., Ogrel' L.Yu., Shevcova R.G. K voprosu razrabotki kompozitov na osnove epoksidnyh polimerov dlya remonta truboprovodov bestranshejnym metodom. Desyatye akademicheskie chteniya RAASN. 2006. С. 339-340.
 22. Babych Ye.M., Dovbenko V.S. Pidvyshchennia mitsnosti zalizobetonnykh balok polimernoju kompozytsiieiu. Zbirnyk naukovykh prats (haluz mashynobuduvannia, budivnytstvo). 2013. Т.1, Vyp.4(39). С. 11-19.
 23. Babych Ye.M., Dovbenko V.S. Blok-skhemu rozrakhunku zalizobetonnykh balok pidsylenykh polimernoju kompozytsiieiu. Zbirnyk naukovykh prats (haluz mashynobuduvannia, budivnytstvo). 2014. Т.2, Vyp.3(42). С. 11-19.
 24. Krasnyuk A.V., Korejko A.L., Harchenko E.S. Issledovanie i razrabotka polimernyh sostavov na osnove epoksidnyh smol dlya remonta i zashchity betonnyh i zhelezobetonnyh sooruzhenij. Visnyk Dnipropetr. nacion. un-tu zalizn. transportu im. akad. V. Lazaryana. 2005. Vyp.9. С. 206-207.
 25. Shatunov S.B., Stashevskij E.V. Polimernye materialy, ispol'zuemye v stroitel'stve, i ih pozharnaya opasnost'. Chrezvychajnye situacii: preduprezhdenie i likvidaciya. 2006. №2(20). С. 26-38.
 26. Shapovalov V.M. Tekhnologiya polimernyh i polimersoderzhashchih stroitel'nyh materialov i izdelij. Minsk: Belarus. navuka, 2010. 454 s.
 27. Ovchinnikov I.I., Migunov V.N., Skachkov Yu.P. Model' deformirovaniya betona i polimerbetona pri polzuchesti v usloviyah vozdejstviya agressivnoj sredy. Regional'naya arhitektura i stroitel'stvo. 2012. №2. С. 64-71.

- Фундаментальные исследования. 2014. №12. С. 701-707.
29. Соломатов В.И., Потапов Ю.Б., Федорцов А.П. Сопротивление полимербетонов воздействию агрессивных сред. Изв. Вузов. Сер. Строительство и архитектура. 1981. №2. С. 78–80.
 30. Башкатов А.В., Теличко В.Г., Трещев А.А. Моделирование напряженно-деформированного состояния конструкций из железобетона и полимербетона с учетом влияния агрессивной среды. Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. 2014. №4(22). С. 80-88.
 31. Потуроев В.В. Технология полимербетонов. М.: Химия, 1987. 286 с.
 32. Березюк А.Н., Ганник Н.И., Гавриш А.В., Мартыш А.П., Гайдар А.Н. Влияние добавок поверхностно-активных веществ на химическую стойкость полимербетонов. Вісник ПДАБА. 2011. №3. С. 38-46.
 33. Олейник Д.Ю., Кайдалов В.Ю. Использование полимербетона для строительства смотровых шахт систем водоотведения. Коммунальное хозяйство міст. 2014. Вып. 114. С. 18-21.
 34. Berardi V. P., Mancusi G. A mechanical model for predicting the long term behavior of reinforced polymer concretes. Mechanics Research Communications. 2013. Volume 50. P. 1-7.
 35. Харченко К.С. Аналіз впливу агресивного середовища та деструкційних процесів на архітектурні елементи з полімербетону. Вісник ПДАБА. 2014. №5. С. 45-50.
 36. Ерофеев В.Т., Смирнов В.Ф., Кондакова И.Э., Казначеев С.В., Богатов А.Д. Биостойкость эпоксидных полимербетонов, модифицированных каменноугольной смолой. Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. Вып. 7. Ч. 2. С. 310-325.
 37. Нурпеисов С.К., Карабаев Н.Т., Баялиева Г.М., Жузбаев Н.Н. Высокопрочные модифицированные композиции для гидротехнического строительства. Механика и технологии. 2013. №1. С. 91-96.
 38. Карабаев Н.Т., Нурпеисов С.К., Узэбаев М.М. Композиционные материалы на основе эпоксидных смол и техногенных отходов для гидротехнического строительства. Механика и технологии. 2018. №1. С. 116-122.
 39. Dongpeng M., Zhongming Liang, Yiping L., Zhenyu J., Zejia L., Licheng Z. and Liqun T. Mesoscale modeling of epoxy polymer concrete under tension or bending. Composite Structures. 2021. Vol. 256. 113079.
 40. Yutian L., Dongpeng M., Yiping L., Zhenyu J., Zejia L., Licheng Z. and Liqun T. An Experimental Study on the Dynamic Mechanical Properties of Epoxy Polymer Concrete under Ultraviolet Aging. Materials. 2021. №14. 2074.
 28. Erofeev V.T., Fedorcov A.P., Bogatov A.D., Fedorcov V.A. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya biokorrozii polimerbetonov. Fundamentalnye issledovaniya. 2014. №12. S. 701-707.
 29. Solomatov V.I., Potapov Yu.B., Fedorcov A.P. Soprotivlenie polimerbetonov vozdejstviyu agressivnyh sred. Izv. Vuzov. Ser. Stroitel'stvo i arhitektura. 1981. №2. S. 78–80.
 30. Bashkatov A.V., Telichko V.G., Treshchev A.A. Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstrukcij iz zhelezobetona i polimerbetona s uchedom vliyaniya agressivnoj sredy. Vestnik CHGPU im. I.Ya. Yakovleva. 2014. №4(22). S. 80-88.
 31. Poturoev V.V. Tekhnologiya polimerbetonov. M.: Himiya, 1987. 286 s.
 32. Berezyuk A.N., Gannik N.I., Gavrish A.V., Martysh A.P., Gajdar A.N. Vliyanie dobavok poverhnostno-aktivnyh veshchestv na himicheskuyu stojkost' polimerbetonov. Visnik PDABA. 2011. №3. S. 38-46.
 33. Olejnik D.Yu., Kajdalov V.Yu. Ispol'zovanie polimerbetona dlya stroitel'stva smotrovyh shaht sistem vodootvedeniya. Komunal'ne gospodarstvo mist. 2014. Vip. 114. S. 18-21.
 34. Berardi V.P., Mancusi G. A mechanical model for predicting the long term behavior of reinforced polymer concretes. Mechanics Research Communications. 2013. Volume 50. P. 1-7.
 35. Kharchenko K.S. Analiz vplyvu ahresyvnoho seredovyshcha ta destruktsiinykh protsesiv na arkhitekturni elementy z polimerbetonu. Visnyk PDABA. 2014. №5. S. 45-50.
 36. Erofeev V.T., Smirnov V.F., Kondakova I.E., Kaznacheev S.V., Bogatov A.D. Biostojkost' epoksidnyh polimerbetonov, modificirovannyh kamennougol'noj smoloy. Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki. 2013. Vyp. 7, CH. 2. S. 310-325.
 37. Nurpeisov S.K., Karabaev N.T., Bayaliev G.M., Zhuzbaev N.N. Vysokoprochnye modificirovannye kompozicii dlya gidrotekhnicheskogo stroitel'stva. Mekhanika i tekhnologii. 2013. №1. S. 91-96.
 38. Karabaev N.T., Nurpeisov S.K., Uezbaev M.M. Kompozicionnye materialy na osnove epoksidnyh smol i tekhnogennyh othodov dlya gidrotekhnicheskogo stroitel'stva. Mekhanika i tekhnologii. 2018. №1. S. 116-122.
 39. Dongpeng M., Zhongming Liang, Yiping L., Zhenyu J., Zejia L., Licheng Z. and Liqun T. Mesoscale modeling of epoxy polymer concrete under tension or bending. Composite Structures. 2021. Vol. 256. 113079.
 40. Yutian L., Dongpeng M., Yiping L., Zhenyu J., Zejia L., Licheng Z. and Liqun T. An Experimental Study on the Dynamic Mechanical Properties of Epoxy Polymer Concrete under Ultraviolet Aging. Materials. 2021. №14. 2074.

41. Струлев С.А., Ярцев В.П. Полимербетоны на основе эпоксидной и полиэфирной смол с использованием асбофрикционных отходов. Academia. Архитектура и строительство. 2011. №3. С. 109-111.
42. Воронков А.Г., Ярцев В.П. Эпоксидные полимеррастворы для ремонта и защиты строительных изделий и конструкций. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. 92 с.
43. Вешкин Е.А., Постнов В.И., Семенычев В.В., Крашенинникова Е.В., Ершов В.В. Оценка кинетики отверждения полиэфирной смолы во времени стандартными и нестандартными методами. Пластические массы. 2018. №11-12. С. 42-46.
44. Ерофеев В.Т., Казначеев С.В., Волгина Е.В., Богатов А.Д. Новые полимербетоны на основе винилэфирной смолы. Вестник инженерной школы ДВФУ. 2014. №2 (19). С. 48-60.
45. Литвинова Ю.В., Литвинова В.А. Изучение свойств полимербетонов. Университетская наука. 2019. №1(7). С. 41-47.
46. Варламов А.А. Исследование особенностей поведения полимербетонов. Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2018. Т.4, №3. С. 1-8.
47. Фрог Д.Б., Примин О.Г., Тен А.Э. Реконструкция трубопроводов с использованием полимербетонов. Строительство и реконструкция. 2019. №3(83). С. 120-128.
48. Струлев С.А., Ярцев В.П. Влияние наполнителей из промышленных отходов на эксплуатационные свойства полимербетонов на основе эпоксидных и полиэфирных смол. Научный вестник Воронежского ГАСУ. 2013. Вып. 2(30). С. 42-48.
49. Маслов О.Г., Савелов Д.В. Розробка структурного складу полімерного бетону. Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. 2018. Вип. 4/2018 (111). С. 94-99.
50. Руководство по подбору составов П-бетонов. М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1987. 28 с.
51. Круглицкий Н.Н., Бойко Г.П. Физико-химическая механика цементно-полимерных композиций. Киев: Наук. думка, 1981. 240 с.
52. Черкинский Ю.С. Полимерцементный бетон. М.: Стройиздат, 1984. 213 с.
53. Соломатов В.И. Полимерцементные бетоны и пластбетоны. М.: Изд-во литературы по стр-ву, 1967. 184 с.
54. Потуроев В.В., Путляев И.Е., Уварова И.Б. и др. Мастики, полимербетоны и полимерсиликаты. М.: Стройиздат, 1975. 219 с.
55. Михайлов К.В., Патуроев В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе. М.: Стройиздат, 1989. 304 с.
56. Каталог изделий из полимербетона. URL: <https://www.polimerbeton.info/katalog>
57. Самигов Н.А., Соломатов В.И. Технология карбамидного полимербетона / отв. ред. И.Е. Properties of Epoxy Polymer Concrete under Ultraviolet Aging. Materials. 2021. №14. 2074.
41. Strulev S.A., Yarcev V.P. Polimerbetony na osnove epoksidnoj i poliefirnoj smol s ispol'zovaniem asbofrikcionnyh othodov. Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. 2011. №3. S. 109-111.
42. Voronkov A.G., Yarcev V.P. Epoksidnye polimerrastvory dlya remonta i zashchity stroitel'nyh izdelij i konstrukcij. Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tekhn. un-ta, 2006. 92 s.
43. Veshkin E.A., Postnov V.I., Semenychev V.V., Krasheninnikova E.V., Ershov V.V. Ocenka kinetiki otverzheniya poliefirnoj smoly vo vremeni standartnymi i nestandardnymi metodami. Plasticheskie massy. 2018. №11-12. S. 42-46.
44. Erofeev V.T., Kaznacheev S.V., Volgina E.V., Bogatov A.D. Novye polimerbetony na osnove vinilefirnoj smoly. Vestnik inzhenernoj shkoly DVFU. 2014. №2 (19). S. 48-60.
45. Litvinova Yu.V., Litvinova V.A. Izuchenie svojstv polimerbetonov. Universitetskaya nauka. 2019. №1(7). S. 41-47.
46. Varlamov A.A. Issledovanie osobennostej povedeniya polimerbetonov. Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii. 2018. T.4, №3. S. 1-8.
47. Frog D.B., Primin O.G., Ten A.E. Rekonstrukciya truboprovodov s ispol'zovaniem polimerbetonov. Stroitel'stvo i rekonstrukciya. 2019. №3(83). S. 120-128.
48. Strulev S.A., Yarcev V.P. Vliyanie napolnitelej iz promyshlennyh othodov na ekspluatacionnye svojstva polimerbetonov na osnove epoksidnyh i poliefirnyh smol. Nauchnyj vestnik Voronezhskogo GASU. 2013. Vyp. 2(30). S. 42-48.
49. Maslov O.G., Savelov D.V. Rozrobka strukturnogo skladu polimernogo betonu. Visnik KrNU im. M. Ostrogradsk'ogo. 2018. Vip. 4/2018 (111). S. 94-99.
50. Rukovodstvo po podboru sostavov P-betonov. M.: NIIZHB Gosstroya SSSR, 1987. 28 s.
51. Kruglickij N.N., Bojko G.P. Fiziko-himicheskaya mekhanika cementno-polimernyh kompozicij. Kiev: Nauk. dumka, 1981. 240 s.
52. ChErkinskij Yu.S. Polimercementnyj beton. M.: Strojizdat, 1984. 213 s.
53. Solomatov V.I. Polimercementnye betony i plastbetony. M.: Izd-vo literatury po str-vu, 1967. 184 s.
54. Poturoev V.V., Putlyaeв I.E., Uvarova I.B. i dr. Mastiki, polimerbetony i polimersilikaty. M.: Strojizdat, 1975. 219 s.
55. Mihajlov K.V., Paturoev V.V., Krajs R. Polimerbetony i konstrukcii na ih osnove. M.: Strojizdat, 1989. 304 s.
56. Katalog izdelij iz polimerbetona. URL: <https://www.polimerbeton.info/katalog>
57. Samigov N.A., Solomatov V.I. Tekhnologiya karbamidnogo polimerbetona / отв. red. I.E.

- Путляев. Ташкентский политехнический институт им. Абу Райхана Беруни. Ташкент: Фан, 1987. 105 с.
58. Томас Д. Блумфильд Канализационные трубопроводы из полимербетона. Наука і техніка. 2000. №12. С. 9-10.
59. Пахомов А.Н., Хренов К.Е., Богомолов М.В., Дудченко Т.О., Пронин А.А. Современные технологии и оборудование для модернизации сетей и сооружений канализации. Водоснабжение и санитарная техника. 2008. №10. С. 8-17.
60. Шевченко В.А. Технология и применение специальных бетонов. Красноярск: СФУ, 2012. 201 с.
61. Данченко Ю.М., Биков Р.О., Качоманова М.П., Обиженко Т.М., Білоус Н.Г., Антонов А.В. Екологічно безпечні епоксидні наповнені композиції низькотемпературного твердіння. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Т.6. №10 (66). С. 9-12.
62. Скрипинец А.В., Данченко Ю.М., Кабусь А.В. Исследование технологических и физико-химических закономерностей изготовления вибропоглощающих изделий на основе полиуретановых полимерных композиций. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2015. Т. 3. №11.(75). С. 4-8.
- Putlyayev. Tashkentskiy politekhnicheskij institut im. Abu Rajhana Beruni. Tashkent: Fan, 1987. 105 s.
58. Tomas D. Blumfil'd Kanalizacijni truboprovodi z polimerbetonu. Nauka i tekhnika. 2000. №12. S. 9-10.
59. Pahomov A.N., Hrenov K.E., Bogomolov M.V., Dudchenko T.O., Pronin A.A. Sovremennye tekhnologii i oborudovanie dlya modernizacii setej i sooruzhenij kanalizacii. Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2008. №10. S. 8-17.
60. Shevchenko V.A. Tekhnologiya i primenenie special'nyh betonov. Krasnoyarsk: SFU, 2012. 201 s.
61. Danchenko Yu.M., Bykov R.O., Kachomanova M.P., Obizhenko T.M., Bilous N.H., Antonov A.V. Ekolohichno bezpechni epoksyaminni napovneni kompozitsii nyzkotemperaturnoho tverdinnia. Vostochno-Evropejskiy zhurnal peredovykh tekhnolohiyi. 2013. T.6, №10(66). S. 9-12.
62. Skripinec A.V., Danchenko Yu.M., Kabus' A.V. Issledovanie tekhnologicheskikh i fiziko-himicheskikh zakonornostej izgotovleniya vibropogloshchayushchih izdelij na osnove poliuretanovyh polimernyh kompozicij. Vostochno-Evropejskiy zhurnal peredovykh tekhnologij. 2015. T.3, №11(75). S. 4-8.

Danchenko Yu. M., Kariev A. I., Obizhenko T. M. CORROSION-RESISTANT POLYMER CONCRETE BASED ON THERMOSETTING RESINS FOR BUILDING PURPOSE (REVIEW). The article highlights the main problems and prospects for the use and implementation of polymer concretes in modern construction industries. It has been established that, due to their high plasticity, low porosity and the ability to quickly gain strength, polymer concretes are used for the manufacture of decorative products of small architecture, structural load-bearing and decorative overhead parts, decorative paving slabs and paving stones, and hydraulic engineering products by vibration molding and casting. The most promising compositions of polymer concretes in the systems of protection of building structures and structures from corrosive environments have been identified and it has been established that these include polymer concretes based on thermosetting resins. A classification of polymer concretes used in modern construction industries is presented, as well as some idea of the properties of the most popular polymer concretes based on thermosetting resins – furan, epoxy and polyester. The advantages and disadvantages of the known polymer concretes, as well as the main promising directions of implementation for the manufacture of corrosion-resistant products and for the protection of building structures and structures from corrosive environments, are revealed. Attention is focused on the influence of the qualitative and quantitative composition of polymer concretes, the nature of the thermosetting polymer binder, the type of fillers and aggregates, the time of hardening, the degree of polymerization on the most important physical, mechanical and technological properties of finished materials.

Keywords: polymer concrete, construction, classification, thermosetting resin, aggressive environment.