

УДК 692+678.71

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
КОМУНІКАЦІЙНИХ ТРУБ

Грещук С. В., Струк Н. Р., Березненко Н. М., Новак Д. С.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Розробити та дослідити композиції на основі полімербетонних композицій.

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

Результати. В статті проведено аналіз властивостей труб, які виготовлені з полімерних матеріалів та залізобетону, проведено порівняльну оцінку технологічності та властивостей готових виробів. Показано, що полімербетонні та склопластикові зразки мають кращі фізико-механічні показники у порівнянні з бетонними та металевими.

Наукова новизна. Досліджено фізико-механічні властивості полімербетонних композицій у порівнянні з традиційними бетонними та металевими композиціями для проведення комунікацій. 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 труб.

Ключові слова: поліетилен, полімербетон, модифікуючі добавки

Система транспортування і водовідведення питної і технічної води є найдорожчим елементом комплексу водопостачання міста. Вартість систем подачі і розподілення води складає до 70 % вартості всієї системи водопостачання. В зв'язку з цим надійність та довговічність цих систем, зниження витрат на їх монтаж і експлуатацію є для місцевих господарств найважливішими пріоритетами. Основним завданням при проектуванні житлових масивів є досягнення максимальної економічної ефективності при будівництві та експлуатації. Це питання зводиться до вибору матеріалу для трубопроводної системи і способу монтажу. Найбільш поширені – залізобетонні та полімерні труби, а також залізобетонні, що у своєму складі мають полімери.

Труби з поліетилену високого тиску (ПЕВТ) представляють собою тришарові вироби з армуванням синтетичною ниткою, застосовуються при прокладанні трубопроводів питної води, а також інших рідин, які планується транспортувати під тиском до 3 МПа. Такі труби позитивно себе зарекомендували при використанні з

поглибленням в ґрунт, причому без необхідності будь-якої захисної оболонки, при цьому вони мають високий ступінь екологічності. Вищезгадані конструкції можуть бути різних діаметрів (найбільшого поширення набули вироби діаметрами 16, 20, 25 і 32 мм) і випускаються, як правило, в бухтах, катушках і прямих відрізках. Вироби мають високу міцність і порівняно з іншими видами труб дуже малу вагу. Щодо труб з ПЕНТ, вони більш міцні і витримують більш високий тиск. Виготовлення труб регламентується згідно ГОСТ 18599-2001.

Постановка завдання

Сучасна світова тенденція галузі будівництва – заміна, де це можливо, трубних виробів з залізобетону і сталі на аналогічні полімерні вироби. Одним із ефективних прийомів за співвідношенням міцності до ваги є гофрований трубний виріб, який майже на 30% легший за суцільну полімерну трубу того ж типорозміру і призначення. Виготовлення гофрованого трубного виробу складається з декількох технологічних етапів. Одним із етапів є виготовлення гофрованого трубного виробу є екструзійне формування трубної заготовки. Основна мета цього етапу – отримання заготовки необхідної товщини при встановлених технологічних параметрах з полімеру, що потребує замовник [1]. Найважливішим технологічним параметром цього технологічного етапу є тиск, що розвиває екструдер.

Однією з передових технологій одержання полімерних труб великого діаметру є сучасна технологія, яка розроблена фахівцями з Кореї, а саме – метод спіральних труб. Лінія з виробництва таких труб відрізняється від існуючих високою продуктивністю і ефективністю виробництва, стабільною роботою, низькою вагою одиниці довжини труби, зручним і економічним будівництвом.

Також матеріалом, що не зазнає руйнівних процесів у ґрунті є склопластик. Метод, за допомогою якого виробляються склопластикові труби – це безперервний рух сердечника, на який проводиться армування нитками із скловолна по всьому діаметру. Таким чином, всі навантаження в трубопроводі, в якому виникає тиск, будуть лягати в радіальному напрямку. Такі труби ідеальні для відведення стічних вод, так, як доведена висока ступінь їх стійкості кислотному середовищу.

Результати досліджень

В таблиці 1 наведено порівняння основних характеристик зразків склопластику з іншими матеріалами, з яких виготовляють труби великих діаметрів.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики склопластику та інших матеріалів,
призначених для виготовлення труб

Фізико-механічні характеристики	Склопластик	ПВХ	Сталь	Алюміній
Густина, т/м ³	1,6 – 2,0	1,4	7,8	2,7
Руйнуюче напруження при стисненні, МПа	410-1180	41-48	410-480	80-430
Руйнуюче напруження при згинанні, МПа	690-1240	30-110	400	275
Модуль пружності при розтягуванні, ГПа	21-41	2,8	210	70
Модуль пружності при згинанні, ГПа	21-41	2,8	210	70
Коефіцієнт лінійного розширення, 10 ⁻⁶ °С	5-14	57-75	11-14	22-23
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м ² °С	0,3-0,35	0,3	46	140-190

Фактори, що знижують міцність і стійкість бетонних комунікацій – це дефекти і пори, які існують в бетоні. Ці недоліки можливо знизити, якщо заповнювати пори і капіляри, котрі відкривають доступ агресивним середовищам до тіла бетону, іншими речовинами. Дана технологія модифікації властивостей пористих матеріалів відома давно. Як матеріал для армування (заповнення пор і тріщин) використовувались бітуми, смоли та інші спеціальні компоненти. Але глибина проникнення композиції не була достатньою, тому міцність бетону не вдавалось радикально змінити [2, 3].

Розроблено композиції, використання яких дозволяє значно змінити властивості бетону. Це композиції бетону, в яких мінеральний зв'язуючий матеріал частково або повністю замінено полімерами. Ця група включає до себе бетони, до яких вводиться значна кількість полімерів, які створюють в структурі матеріалу полімерну фазу і суттєво впливають на його будову та властивості. В роботі досліджували композиції, до складу яких увійшли наступні компоненти: смола CHROMOPLAST GP 2000; затверджувач – перекис метилетилкетону; річковий пісок; стеарат кобальту; стирол. Одержано зразки композицій наступного складу (табл. 2.)

Таблиця 2

Співвідношення компонентів в досліджуваних композиціях

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

В результаті проведених досліджень встановлено, що зі збільшенням вмісту піску твердість всіх композицій зростає, а межа міцності при стисканні знижується. Шляхом аналізу одержаних результатів було встановлено, що найбільш раціональними є композиції:

при визначенні твердості

- композиція на основі ПЕС (20% мас.), затверджувача та піску(80% мас.);
- композиція на основі ПЕС (10% мас.), затверджувача, піску (90% мас.), стеарату кобальту (1% мас.), стиролу (2% мас.);
- композиція на основі ПЕС (10% мас.), затверджувача, піску (90% мас.), стеарату кобальту (2% мас.), стиролу (5% мас.).

при визначенні межі міцності при стисканні

- композиція на основі ПЕС (30% мас.), затверджувача та піску(70% мас.);
- композиція на основі ПЕС (30% мас.), затверджувача, піску (70% мас.), стеарату кобальту (1% мас.), стиролу (2% мас.);
- композиція на основі ПЕС (30% мас.), затверджувача, піску (70% мас.), стеарату кобальту (2% мас.), стиролу (5% мас.).

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, що 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), можна зробити висновок, що реакція зшивання смоли при обраних режимах переробки пройшла повністю.

Полімербетони – це високонаповнені композиції високомолекулярних речовин або мономерів і хімічностійких наповнювачів. Наповнювачі в таких композиціях повинні бути лише сухі. Для одержання полімербетонів використовують такі полімери: а) термореактивні – фуранові, поліефірні, фенолформальдегідні, епоксидні, ацетоноформальдегідні; б) термопластичні – поліетилен, поліпропілен, метилметакрилат. Ступінь наповнення мінеральними наповнювачами в полімербетонах складає 90-95 % мас., зв'язуючого – 5-10 % від загальної маси. Високе наповнення дозволяє різко знизити усадку. Полімербетон порівняно з звичайним бетоном має переваги: висока хімічна стійкість, високі міцності характеристики, газо- і водонепроникність. Окремі типи полімербетонів з щільністю 2200-2400 кг/м³, мають межу міцності при стисненні від 40 до 160 МПа.

Бетонополімери – це композиційні матеріали, одержані просоченням звичайного бетону полімерами з наступним затвердінням у порах.

Для порівняння основних властивостей вихідного бетону і бетонополімеру наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Показники властивостей вихідного ненаповненого бетону і бетонополімеру [4]

Показники	Вихідний бетон			Бетонополімер		
	при стисненні	при згинанні	при розтягуванні	при стисненні	при згинанні	при розтягуванні
Межа міцності, МПа	30-50	5-6	2-3	100-200	14-28	6-9
Міцність зкріплення з арматурою, МПа	1 - 2			10 - 18		
Водопоглинання, %	3 - 5			1		
Морозостійкість, циклів	200			5000		
Стійкість до сульфатів і кислот	недостатня			висока		

Серед недоліків полімерних матеріалів є висока вартість, схильність до старіння, повзучість [5]. Це обмежує коло застосування цих матеріалів для одержання конструкцій, що витримують високі навантаження. Тому бетонополімери є ефективним способом використання полімерних матеріалів в комплексі з бетоном.

Висновки

Доведено доцільність застосування для виготовлення комунікаційних трубопроводів склопластикових, полівінілхлоридних, полімербетонних композицій. Розроблений і обґрунтований склад полімербетонної композиції на основі смоли CHROMOPLAST GP 2000. Встановлено, що оптимальний комплекс властивостей має місце для зразка з вмістом піску 80%, стеарату кобальту – 1%, стиролу – 2%. Дана композиція характеризується максимальними значеннями фізико-механічних показників. Показано, що введення в композицію стиролу та стеарату кобальту у кількості 2% і 1%, відповідно, підвищує фізико-механічні показники даної композиції.

Список використаних джерел

1. Третьяков А. Полимерные гофрированные трубы / Полимеры – деньги // № 1. – 2006.
2. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів. / Суберляк О. В., Баштанник П. І. – Київ.: 2006. – 270 с.
3. Пахаренко В. О. Пластмасы в будівництві: Підручник / Пахаренко В. О., Пахаренко В. В., Яковлева Р. А. // К. : Ліра – К, 2012. – 352 с.
4. Пахаренко В. А. Переработка полимерных композиционных материалов. К. : Воля, 2006. – 243 с.
5. 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.

References

1. Tretyakov, A. (2006). *Polimernye gofrirovannye truby / Polimery – dengi [Polymer Corrugated Pipes. Polymers are money] № 1.* [in Russian].
2. Suberliak, O.V. & Bashtannyk, P.I. (2006). *Tekhnolohiia pererobky polimernykh ta kompozysiiynykh materialiv [Technologiya pererobki polimernih ta compositichnykh materialiv] Kyiv* [in Ukrainian].
3. Pakharenko, V.A., Pakharenko, V.V. & Yakovleva, R.A. (2012). *Plastmasy v budivnytstvi [Plastics in construction] Kyiv. Lira.* [in Ukrainian].
4. Pakharenko, V.A. (2006). *Pererabotka polimernykh kompozitsionnykh materialov [Processing of polymer composite materials] Kyiv: Volia.* [in Russian].
5. Kerber, M.L., Bukanov, A.M., Volfson, S.I., Gorbunova, I.Yu., Kandyryn, 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].

Greschuk Snizhanasnizanagresuk@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Struk Nadiya**crazyzaba@rambler.ruKyiv National University of
Technologies and Design**Bereznenko Natalia**nmbereznenko@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Novak Dmitriy**novak.knutd@gmail.comKyiv National University of
Technologies and Design**Применение полимерных материалов для изготовления коммуникационных труб****Грещук С. В., Струк Н. Р., Березненко Н. М., Новак Д. С.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Разработать и исследовать композиции на основе полимербетонных композиций.**Методика.** Использован метод модификации полимерных композиционных материалов путем введения добавок.**Результаты.** В статье проведен анализ свойств труб, изготовленных из полимерных материалов и железобетона, проведена сравнительная оценка технологичности и свойств готовых изделий. Показано, что полимербетонные и стеклопластиковые образцы имеют более высокие физико-механические показатели по сравнению с бетонными и металлическими.**Научная новизна.** Исследованы физико-механические свойства полимербетонных композиций по сравнению с традиционными бетонными и металлическими композициями для проведения коммуникаций. Это позволяет регулировать свойства полученных композиций и дает возможность получить материал с необходимым спектром свойств.**Практическая значимость.** На основе литературного анализа и практических исследований предложены меры по изготовлению полимербетонных композиций для изготовления труб.**Ключевые слова:** полиэтилен, полимербетон, модифицирующие добавки**Application of polymer materials for manufacture of communication pipes****Greschuk S., Struk N., Bereznenko N., Novak D.**

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Develop and research compositions based on polymer-concrete compositions.**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 pipes made of polymer materials and reinforced concrete, a comparative evaluation of manufacturability and properties of finished products. It is shown that polymer-concrete and fiberglass samples have higher physical and mechanical properties than concrete and metal ones.**Originality.** The physical and mechanical properties of polymer-concrete compositions are compared with traditional concrete and metal compositions for

communication. This allows to regulate the properties of the obtained compositions and makes it possible to obtain a material with the necessary spectrum of properties.

Practical value. *Based on the literature analysis and practical studies, measures are proposed for the manufacture of polymer-concrete compositions for the manufacture of pipes.*

Key words: *polyethylene, polymer concrete, modifying additives*