

УДК 691.175.327:620.1

**ВПЛИВ ВІДХОДІВ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ  
НА ОСОБЛИВОСТІ ПОЛІМЕРБЕТОНІВ**

**Березюк А.М.**, к.т.н., професор,  
**Папірник Р.Б.**, к.т.н., доцент,  
**Ганник М.І.**, к.т.н., доцент,  
**Мартиш О.П.**, к.т.н., доцент,  
**Огданський І.Ф.**, к.т.н., доцент,  
**Гайдар А.М.**, асистент,

*Придніпровська державна академія будівництва і архітектури*  
nastuel\_gaidar@ukr.net

**Анотація.** Було проведено ряд досліджень по виявленню матеріалів, найбільш дешевих і здатних ефективно виконувати функції зв'язуючих в будівельних розчинах і бетонах. Такими матеріалами можуть служити відходи хімічних виробництв, в яких була виявлена група термореактивних смол, здатних виконувати активну роль при виробництві полімербетонів. Найбільш дешевими являються мономер ФА і фенольна смола. Метою статті являється наукове обґрунтування залежності впливу компонентів-наповнювачів на особливості полімербетонів в умовах агресивних середовищ. Виходячи із аналізу досліджень, можна здобути наступні висновки: для полімербетонів на основі фуранових смол і відходів промисловості, швидкість дифузії розчинів кислот і води приблизно в два рази вище, чим для наповнених композицій.

**Ключові слова:** мономери, феноли, бензосульфокислота, кварцовий пісок, сечовина.

**ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА  
НА ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ**

**Березюк А.Н.**, к.т.н., профессор,  
**Папирык Р.Б.**, к.т.н., доцент,  
**Ганник М.И.**, к.т.н., доцент,  
**Мартыш А.П.**, к.т.н., доцент,  
**Огданский И.Ф.**, к.т.н., доцент,  
**Гайдар А.Н.**, ассистент,

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*  
nastuel\_gaidar@ukr.net

**Аннотация.** Было проведено ряд исследований по выявлению материалов, наиболее дешевых и способных эффективно выполнять функции связующих в строительных растворах и бетонах. Такими материалами могут служить отходы химических производств, в которых была обнаружена группа термореактивных смол, способных выполнять активную роль при производстве полимербетон. Наиболее дешевыми являются мономер ФА и фенольная смола. Целью статьи является научное обоснование зависимости влияния компонентов-наполнителей на особенности полимербетон в условиях агрессивных сред. Исходя из анализа исследований, можно получить выводы: для полимербетон на основе фурановых смол и отходов промышленности скорость диффузии растворов кислот и воды примерно в два раза выше, чем для наполненных композиций.

**Ключевые слова:** мономеры, фенолы, бензосульфокислота, кварцевый песок, мочевины.

**EFFECTS OF THE CHEMICAL WASTE PRODUCTION  
ON THE PECULIARITIES OF THE POLYMER CONCRETE**

**Berezuk A.N.**, PhD., Professor,  
**Papirnik R.B.**, PhD., Assistant Professor,  
**Gannik N.I.**, PhD., Assistant Professor,  
**Martush A.P.**, PhD., Assistant Professor,  
**Ogdanskiy I.F.**, PhD., Assistant Professor,  
**Gaidar A.N.**, Assistant,

*Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*  
nastuel\_gaidar@ukr.net

**Abstract.** A number of researches have been done to identify the cheapest materials and those ones, which are able to perform functions of binders in mortars and concretes effectively. Such materials are wastes of chemical industries in which a group of thermosetting resins was discovered. They are capable to perform an active role in the production of polymer concrete. The cheapest materials are FA monomer and phenolic resin. The aim of the article is the scientific substantiation of the influence dependence of the filler components on the polymer concrete properties in corrosive environment conditions. Corrosive studies of concretes based on phenolic resins were fulfilled in a medium, which simulated the production of: saturated solutions of urea, nitrate and aluminum sulfate, sodium nitrate, nitroammophos and water under constant storage conditions in media with a temperature of 10 ... 20° C. It is possible to draw conclusions: for polymer concrete based on furan resins and industrial waste, the rate of diffusion of solutions of acids and water is approximately twice higher than for filled compositions.

**Keywords:** monomers, phenols, benzenesulfonic acid, quartz sand, urea.

**Вступ (постановка проблеми).** Перед металургами і хіміками України стоїть проблема використання ефективних матеріалів, які володіли б високою хімічною і термічною стійкістю і в той же час мали низьку вартість.

Полімербетони на основі термореактивних фуранових смол відповідають цим вимогам. Основними компонентами цих бетонів являються відходи промисловості, що дає можливість їх утилізувати і відповідно вирішити екологічні проблеми, тому актуальність даної статті не викликає сумніву і хотілось би, щоб всі матеріали, вкладені в ній отримали практичне застосування.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблеми розробки ефективних будівельних матеріалів для використання в галузях агресивного середовища завжди стояла перед дослідниками виробниками. Тому питанню дослідження і удосконалення полімербетонів завжди приділяли увагу як закордонні, так і вітчизняні наукові школи.

**Мета та завдання.** Метою статті являється наукове обґрунтування залежності впливу компонентів-наповнювачів на особливості полімербетонів в умовах агресивних середовищ.

**Результати досліджень.** Колективом авторів було проведено ряд досліджень по виявленню матеріалів, найбільш дешевих і в той же час здатних ефективно виконувати функції зв'язуючих в будівельних розчинах і бетонах. Такими матеріалами можуть служити відходи хімічних виробництв, в яких була виявлена група термореактивних смол, здатних виконувати активну роль при виробництві полімербетонів. Найбільш дешевими являються мономер ФА і фенольна смола.

Основною сировиною для виробництва фенольної смоли служить природний і синтетичний фенол. Нафтова і коксохімічна галузі промисловості України мають достатні ресурси для виробництва природного фенолу. Крім того, промислове значення в наш час отримали й багато способів виробництва синтетичного фенолу.

Менші витрати каталізатора твердіння фенольних смол в порівнянні з мономером ФА являється суттєвою перевагою: каталізатор в полімерних композиціях на основі

термореактивних смол ініціює реакцію поліконденсації, що в результаті її залишається у вільному стані і в незмінній кількості. При дії агресивних розчинів і води на затверділий полімер-розчин каталізатор може розчинитися рідким середовищем і виноситися із товщини матеріалу, створюючи продукти хімічної взаємодії з цим середовищем. Результатом таких процесів частіше всього являються послаблення структури і щільності покриття, а також адгезія його до захисної поверхні бетону [1].

Дослідженнями встановлено [2], що якщо для затвердіння мономера ФА витрачається 30% від його маси бензосульфокислоти, то всього 5% потрібно для затвердіння фенольної смоли, тобто відповідно остання володіє більшою реакційною здатністю.

Висока активність фенольних смол в деякій мірі ускладнює підбір для композиції наповнювачів і заповнювачів. Карбонатні включення і органічні домішки, які досить часто містяться в мінеральних матеріалах, можуть хімічно взаємодіяти із смолою і каталізатором із створенням газовидних продуктів. Останні сприяють розширенню матеріалу (спученню) і уповільненню процесу твердіння або його повному припиненню.

У ненаповнених композиціях на основі мономера ФА відмічається велика крихкість і мала міцність. По мірі підвищення ступеню наповнення крихкість зменшується і міцність зростає [3]. Не менше важливим являється і факт зниження вартості матеріалу із збільшенням утримання менш цінного компоненту. Одночасно знижуються і усадочні деформації, характерні для матеріалів на основі термореактивних смол.

На відміну від мономера ФА у ненаповнених композиціях фенольна смола має максимальну міцність. Вона знижується по мірі збільшення частки наповнювача. Тому розглянутий метод зниження усадочних деформацій і вартості вступає в протиріччя із способом збільшення міцності матеріалу. В таких випадках відновити рівновагу в системі можна обробкою наповнювачів кремнійорганічними добавками, які усувають вплив шкідливих домішок і одночасно підвищують когезійну міцність матеріалів.

Досліджувались будівельні розчини і бетони на основі фенольної смоли марки ВІАМ-Б, бензосульфокислоти з домішками етилсілікату ЕТС-40. Проектування складу полімербетону здійснювалось по методиці НДІЗБу з уточненням на пробних замісах (табл. 1).

Таблиця 1 – Компоненти полімерних композицій та вміст в % по масі

| N<br>п/п | Компоненти<br>полімерних<br>композицій | Вміст в % по масі |               |
|----------|--|-------------------|---------------|
|          |  | полімеррозчини    | полімербетони |
| 1.       | Фенольна смола                         | 20.00             | 8.00          |
| 2.       | Бензосульфокислота                     | 1.00              | 0.40          |
| 3.       | Етилсілікат                            | 3.00              | 1.20          |
| 4.       | Аеросил                                | 2.00              | 1.30          |
| 5.       | Маршаліт                               | 19.00             | 10.20         |
| 6.       | Кварцевий пісок                        | 55.00             | 30.40         |
| 7.       | Гранітний щебінь:                      |                   |               |
|          | – фракція 10 мм                        | -                 | 32.20         |
|          | – фракція 5 мм                         | -                 | 16.30         |

Заміс проводився в лабораторному розчинозмішувачі в кількості 20 кг. Спочатку заливалася фенольна смола, вводився крупний заповнювач, потім дрібний заповнювач і під кінець заповнювач, попередньо оброблений етилсілікатом. В останню чергу в добре перемішану суміш вводилася нагріта до переходу в рідкий стан бензосульфатокислота. Перемішування здійснювалось на протязі 5 хвилин.

Для виготовлення зразків розмірами 4×4×16см для дослідження на згинання, 4×4×40 см – на розтягування і 10×10×10 см – на стиснення заздалегідь змащені розплавленим парафіном форми встановлювались на вібростіл і на протязі 3-х хвилин при вібруванні заповнювались розчином. Отвердіння матеріалу здійснювалось в умовах кімнатної

температури і звичайного атмосферного тиску.

Дослідження на міцність були проведені через місяць після виготовлення. Фізико-механічні випробування проводилися на розривній машині Р-5 на розтягування, гідравлічному пресі ПГ-200 м – на стиснення і пресі марки ПГ-100 м – на згинання. Динамічний модуль пружності був визначений на ультразвуковому пристрої ДУК-20 (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати дослідження фізико-механічних характеристик полімербетонів і розчинів

| N<br>п/п | Характер досліджень                            | Розрахунковий опір в кгс/см <sup>2</sup> |              |
|----------|--|--|--------------|
|          |  | полімеррозчин                            | полімербетон |
| 1.       | Стиснення                                      | 407                                      | 350          |
| 2.       | Згинання                                       | 140                                      | 120          |
| 3.       | Розтягування                                   | 35                                       | 20           |
| 4.       | Прозвучування<br>(динамічний модуль пружності) | 58292                                    | 68465        |

Отримані фізико-механічні характеристики дозволяють зробити висновки, що полімеррозчини на основі фенольної смоли ВІАМ-5 можуть знайти використання в якості покриття підлоги, для виготовлення труб, лотків і технологічних приямків на хімічних підприємствах.

Полімербетон на основі фенольної смоли ВІАМ-Б, який володіє в порівнянні з полімеррозчином в деякій мірі пониженими міцнісними показниками, може бути використаний в якості фундаментних блоків, які розташовані в ґрунтах з агресивними ґрунтовими водами.

Корозійні дослідження бетонів на основі фенольних смол проводилися в середовищі, яке імітувало виробництво: насичених розчинах мочевины, нітрату і сульфату алюмінію, нітрату натрію, нітроамофосу і воді при постійному режимі зберігання в середовищах з температурою 10...20° С.

Таблиця 3 – Корозійна стійкість полімеррозчину в середовищах азотно-тукового виробництва

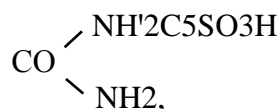
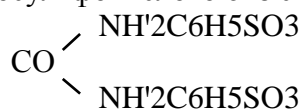
| N<br>п/п | Середовище         | Час перебування зразків<br>у середовищах (діб) | Зміна<br>міцності, % | Зміна<br>ваги, % |
|----------|--------------------|--|----------------------|------------------|
| 1.       | Вода               | 30   | 5,7                  | -0,39            |
|          |                    | 180  | 11,4                 | -0,91            |
|          |                    | 365  | 25,1                 | -0,99            |
| 2.       | Мочевина           | 30   | 6,5                  | -0,38            |
|          |                    | 180  | 7,3                  | -0,57            |
|          |                    | 365  | 21,3                 | +0,25            |
| 3.       | Нітрат<br>алюмінію | 30   | 9,0                  | -0,48            |
|          |                    | 180  | 11,4                 | -0,72            |
|          |                    | 365  | 23,2                 | -0,92            |
| 4.       | Сульфат алюмінію   | 30   | 9,9                  | -0,80            |
|          |                    | 180  | 10,7                 | -0,93            |
|          |                    | 365  | 22,7                 | -0,89            |
| 5.       | Нітрат натрію      | 30   | 4,8                  | -                |
|          |                    | 180  | 4,8                  | -                |
|          |                    | 365  | 6,5                  | -                |
| 6.       | Нітроамофос        | 30   | 7,3                  | -                |
|          |                    | 180  | 8,2                  | -                |
|          |                    | 365  | 9,2                  | -                |

Примітки: зміна міцності і ваги зразків визначена по відношенню до аналогічних характеристик зразків, які зберігалися на повітрі.

Після року витримки зразки втратили від 4,8 до 25,1 % первинної міцності, найбільш істотне зменшення ваги відмічено у воді – 0,99% за рік. Ця величина відповідає кількості бензосульфокислоти, яка знаходиться в складі полімеррозчину, що досліджується. Об'ємний хімічний аналіз води показав утримання в ній як раз тієї кількості кислоти, яка необхідна для затверднення досліджуваних зразків. Водневий показник змінився під кінець досліду з рН=7 до рН=4.

В насиченому розчині мочевины звернуло на себе увагу збільшення ваги зразків. Водневий показник середовища з рН=6 змінився до рН=5. Видно, процес вимивання каталізатора наявний. Залишилося передбачити хімічну взаємодію між насиченими розчинами мочевины і яких-небудь компонентів полімеррозчину, більш всього це бензосульфокислотою.

Виходячи з цього можна передбачити, що мочевины хімічно взаємодіє з бензосульфокислотою із створенням комплексів типу:



які визивають поступове збільшення міцності і ваги всіх зразків.

Зміна в міцності і вазі зразків фенольних полімеррозчинів при постійному контактуванні із середовищами азотно-тукових добрив знаходиться в доступних межах. Їх міцнісні показники залишаються досить високими і можна вважати матеріал придатним для подальшої експлуатації.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Виходячи із аналізу досліджень, можна здобути такі висновки: для полімербетонів на основі фуранових смол і відходів промисловості, швидкість дифузії розчинів кислот і води приблизно в два рази вище, чим для наповнених композицій.

Із збільшенням ступеня наповнювача полімерних систем швидкість дифузії агресивних рідин у їх товщину збільшується. Із збільшенням конституції агресивних середовищ дифузія їх в полімерних композиціях зменшується. Швидкість проникнення рідини композита визначається температурою, розмірами молекул рідини і наявністю вакансії (відповідно щільністю упаковки молекул твердого тіла). Щільність і непроникність композитів залежить від виду дисперсності, кількості і вологості наповнювача. Поверхнево-активні речовини значно знижують водопоглинання фуранових композицій, особливо наповнювачів кварцевим порошком. Збільшення змочуємості агресивною рідиною полімерних композитів під впливом світла являється однією із причин зниження атмосферостійкості полімерних матеріалів.

## Література

1. Дудуналова Н.И. Исследование защитных свойств полимербетонных покрытий на основе модифицированных смол / Н.И. Дудуналова // Строительство и архитектура. Известия вузов. – Новосибирск, 1978. – С. 45-48.
2. Иртуганова С.К. Полимербетоны на основе фурфуролацетонотой смолы различных модификаций / С.К. Иртуганова, Ю.М. Намотов, В.С. Днумач // Бетон и железобетон, 1994. – № 8. – С. 19-20.
3. Березюк А.Н. Диффузионная проницаемость при исследовании коррозионной стойкости полимербетона / А.Н. Березюк, Н.И. Ганник, А.В. Дзюбан и др. // Вісник ПДАБА, 2002. – №4. – С. 26.
4. Потураев В.В. Технология полимербетонів (фізико-хімічні основи) // В.В. Потураев. – М., Стройиздат, 1997. – С. 47-49.
5. Березюк А.М. Технологія виготовлення конструкцій з корозійностійкого армополімербетону на фуранових смолах / А.М. Березюк, М. І. Ганник, І.Ф. Огдаський, О.П. Мартиш // Theoretical Foundations of Civil Engineering, Polish-Ukrainian Transactions .Vol 22, Part 2. Dnipropetrovsk, 2014. – С. 121-123.

Стаття надійшла 1.04.2018