

ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

УДК 625.861.574

Дорошенко Ю.М., канд. техн. наук, **Дорошенко О.Ю.**, канд. техн. наук

ВПЛИВ ВІДХОДІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Анотація. В статті розглядаються результати дослідження впливу відходів фармацевтичного виробництва на процеси структуроутворення цементного каменю і фізико-механічні властивості транспортних цементних бетонів. Встановлено що досліджені модифікатори підвищують міцність на стиск, водонепроникливість та морозостійкість; зменшують водопоглинання і капілярне підсмоктування; не викликають корозію металу. Це дозволяє зробити висновки про більшу довговічність цементобетону. Використання відходів фармацевтичного виробництва може також вирішити екологічної проблеми.

Ключові слова: відходи, фармацевтичне виробництво, цементобетон.

UDC 625.861.574

Doroshenko Yu., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Doroshenko O.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

INFLUENCE OF WASTE OF PHARMACEUTICAL PRODUCTION ON THE PROPERTIES OF CEMENT CONCRETE OF TRANSPORT STRUCTURES

Abstract. The article examines the results of the study of the influence of waste products of pharmaceutical production on the processes of the formation of cement stone and the physical and mechanical properties of transport cement concretes. It was found that the investigated modifiers increase the compressive strength, water resistance and frost resistance; reduce water absorption and capillary suction; do not

cause corrosion of the metal. This allows us to draw conclusions about the greater durability of cement concrete. The use of waste pharmaceutical production can also solve environmental.

Keywords: waste, pharmaceutical production, cement concrete.

УДК 625.861.574

Дорошенко Ю.М., канд. техн. наук, **Дорошенко А.Ю.,** канд. техн. наук

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОБЕТОНА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования влияния отходов фармацевтического производства на процессы структурообразования цементного камня и физико-механические свойства транспортных цементных бетонов. Установлено, что исследованные модификаторы повышают прочность на сжатие, водонепроницаемость и морозостойкость; уменьшают водопоглощение и капиллярный подсос; не вызывают коррозию металла. Это позволяет сделать выводы о большей долговечности цементобетона. Использование отходов фармацевтического производства может также решить экологической проблемы.

Ключевые слова: отходы, фармацевтическое производство, цементобетон.

Вступ

В процесі виробничої діяльності накопичується значна кількість відходів, переробка і використання яких є важливішою проблемою для людства. Транспортне будівництво має високу матеріалоемність і може забезпечити утилізацію техногенних відходів, які можуть утворити суттєву екологічну напруженість. В зв'язку з цим виникає необхідність проведення досліджень відходів (хімічний склад; можливість переробки і їх застосування; перевірки їх впливу на біологічні об'єкти навколишнього середовища; отримання кінцевого продукту, який би забезпечив експлуатаційні вимоги до матеріалів в шарах дорожнього одягу). Вирішення цієї проблеми є актуальним і з точки зору пошуку шляхів розширення сировинної бази дорожнього будівництва на Україні, яка в силу свого геополітичного положення повинна активно будувати і підтримувати

свої автотранспортні комунікації. В той же час розвиток сучасної будіндустрії вказує на необхідність керування фізико-хімічними процесами тверднення бетону з метою інтенсифікації будівництва, покращення технічних властивостей бетону і підвищення його довговічності, зменшення собівартості бетону за рахунок заощадження цементу. Це завдання вирішується введенням в бетон суміш хімічних добавок. Аналіз досвіду їх застосування засвідчив, що деякі з них мають суттєві недоліки, які пов'язані з можливістю корозії арматури, зменшенням марочної міцності, високою вартістю і дефіцитністю [1,2].

Особливий інтерес серед відходів фармацевтичних виробництв викликають рідкі відходи – маточники після виробництва препаратів полімексина (МПП) та стрептоміцина (МПС), які виробляються в великій кількості і можуть використовуватися як добавки в цементний бетон поліфункціональної дії [3, 4].

Маточники є слабо концентровані водні розчини з легким запахом, до складу яких входять як неорганічні (NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) в кількості 0,05–1,5%, так і органічні компоненти (вуглеводи – глюкоза, крахмал, білковий азот і інші) в кількості 0,05...0,5%.

Відомо, що ряд органічних сполук є поверхово-активними речовинами і виконуючи роль пластифікаторів, значно розріджують цементнобетонні розчини. В той же час неорганічні солі – хлориди і сульфати – є прискорювачами тверднення бетонів. Таким чином, аналіз складових компонентів стоків виробництв полімексина і стрептоміцина дозволяють вважати, що вони є готові комплексні добавки в бетони «ПАР + солі». рН-метрія відходів контролюється при виробництві фармацевтичних препаратів і знаходиться в межах 6,5...7,5, тобто добавка має нейтральне середовище, а тому не є безпечною для цементного каменю і арматури.

Наявність у відходах незначної кількості солі $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ і $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ при введенні в бетон суміш при перемішуванні приводить до появи легкого запаху аміаку (при взаємодії з лужним середовищем цементного тіста), що трохи затрудняє їх використання в цехах заводів по випуску залізобетонних конструкцій. В той же час їх застосування в дорожньому і аеродромному будівництвах на відкритому повітрі може бути досить ефективно і не погіршувати умови праці.

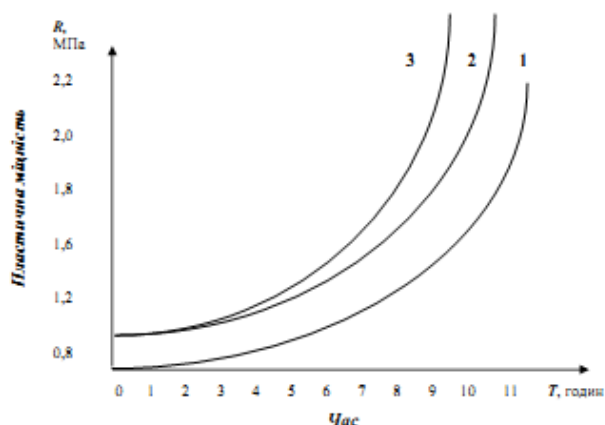
Механізм дії неорганічної частини відходів (солі натрія, амонія, хлоридів, сульфатів та фосфатів) подібен. Вони прискорюють гідратацію силікатних фаз

цементу, вступають в хімічну реакцію і утворюють с алюмінійвміщуючими фазами цементу C_3A і C_4AF комплексні двійні солі у вигляді мілких кристалів, прискорюють і поглиблюють процеси адсорбційного диспергування мінералів цементу, інтенсифікують утворення водних плівок на поверхні мінеральних частинок. Попередньо були проведені роботи по визначенню оптимальної кількості добавок в бетон, яка склала для добавки МПП - в межах від 0,025% до 0,05% від ваги цементу (або від 5% до 10% від кількості води зачинення). Для добавки МПС відповідно в межах від 0,10% до 0,20% від ваги цементу (або від 5% до 10% від кількості води зачинення), при цьому підвищення марочної міцності бетону при стиску складає 10-15% [5]. Вплив добавок МПП й МПС на ранню міцність (через 1 добу) відрізняється. Так добавка МПП підвищує міцність на стиск на 20-50%, а добавка МПС трохи уповільнює тверднення (зменшується на 14% у порівнянні з еталоном), що пояснюється збільшеною кількістю органічної компоненти.

Дослідження кінетики структуроутворення цементного тіста (конічний пластометр МДУ) проводилося на портландцементі Здолбунівського заводу такого мінералогічного складу(%) – C_3S – 59,3; C_2S – 18,3; C_3AF – 12,0. Встановлено, що добавки МПП та МПС практично не впливають на величину пластичної міцності цементного тіста в ранній стадії тверднення (до 150 хвилин) у порівнянні з еталоном, але в подальшому добавка МПП та МПС починає інтенсифікувати ріст пластичної міцності, суттєво скорочуючи індукційний період структуроутворення і перехід коагуляційної структури тіста у коагуляційно-кристалізаційну за рахунок адсорбції хлоридів ($NaCl$), сульфатів ($(NH_4)_2SO_4$) та фосфатів ($(NH_4)_2HPO_4$) (рис. 1).

Необхідно підкреслити, що крива росту пластичної міцності с добавкою МПП більш крута у порівнянні з добавкою МПС.

Методами оптичної мікроскопії і ртутної порометрії встановлено, що досліджувані добавки сприяють формуванню структури бетону з підвищеною стійкістю за рахунок підвищення щільності (менша кількість води зачинення, кольматуюча дія добавок) і утворення значної кількості мікропор близьких до «умовно зачинених».



1 – еталон; 2 – додавання МПС 3 – додавання МПП

Рисунок 1 – Зростання пластичної міцності цементного тіста з додаваннями

Для визначення впливу добавок МПП й МПС на ріст міцності у часі були виготовлені та випробувані зразки з бетонної суміші складу 1:2,35:4,25 (по масі) з В/Ц=0,45 і витратою цементу 300 кг/м³. Зразки зберігалися в нормально-вологих умовах і випробувалися через 1,3, 7, 28 діб та через 3, 6, 12 і 24 місяців. Встановлено, що добавки МПП і МПС збільшують міцність бетону на всьому терміні випробувань у порівнянні з еталоном (табл. 1). Тільки через добу бетон з додавкою МПС мав трохи нижчу міцність (на 12%).

Таблиця 1 – Вплив добавок МПП і МПС на зростання міцності бетону при стиску

Термін твердіння	Міцність при стиску, МПа		
	без добавки	МПП (0,03%)	МПС (0,20%)
Діб			
1	10,81/100	16,24/150	9,50/88
3	14,92/100	16,85/113	17,88/120
7	24,77/100	27,70/112	28,90/117
28	28,58/100	31,45/110	31,63/111
Місяців			
3	35,44/100	38,30/108	38,61/109
6	40,08/100	42,41/106	42,45/106
12	42,89/100	44,96/105	45,00/104
24	44,10/100	45,44/103	46,98/102

Для перевірки впливу добавок МПП й МПС на стан арматури в зразки бетонів закладалися відрізки сталевий проволочи $d = 2$ мм, які візуально досліджувалися після 90 діб тверднення. Встановлено, що корозія арматури відсутня. Це пояснюється щільною структурою бетону, а також малою кількістю хлорид іонів (NaCl).

З метою перевірки довговічності дорожнього цементобетону з добавками – відходами фармацевтичної промисловості, проводилися дослідження водопоглинання, капілярного підсмоктування, морозостійкості і водонепроникливості. Встановлено, що після 28 діб тверднення водопоглинання зменшується у порівнянні з еталоном на 10 %, а капілярне підсмоктування – на 12 %, що пояснюється зміною структури пор, більшою щільністю, утворення нових сполук, які кольматують пори.

Після дослідження морозостійкості (200 циклів заморожування і відтаювання) встановлено, що кубви мали добрий зовнішній вигляд, не мали тріщин, місцевих руйнувань і відколів. Коефіцієнт морозостійкості склав у зразків без добавок $K_{мрз}=0,90$, у зразків з добавками відповідно – 0,97.

Випробування показали, що бетон з добавками мав водонепроникливість значно більше у порівнянні з еталоном (без добавки – 4 атм., а з добавками – 6...7 атм.), що пояснюється підвищенням іонної сили рідкої фази бетону. Це приводить до інтенсифікації процесів гідратації цементних мінералів і підвищенню об'ємів гелеподібних мас, які частково зачиняють капілярні, седиментаційні і контракційні пори і канали.

Таким чином дослідження впливу відходів фармацевтичної промисловості на властивості дорожнього цементного бетону показали, що органічні і неорганічні компоненти – складові частини відходів виробництва полімексина і стрептоміцина позитивно діють на гідратацію силікатних систем і дозволяють розширити перелік ефективних добавок - модифікаторів дорожнього цементобетону з одночасним вирішенням екологічних проблем.

Література

1. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. - М.: Стройиздат, 1989. – 80 с.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. - 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.
3. Мартинова Л.И., Дорошенко Ю.М. Патент № 17895А України. Бетонна суміш. Опубл. 02.06.97. Бюл. №5. 1997. – 3 с.
4. Мартинова Л.И., Дорошенко Ю.М. Патент № 23411А України. Бетонна суміш. Опубл. 02.06.98. Бюл. №3. 1998. – 3 с.
5. Дорошенко Ю.М., Мартынова Л.И. Цементный бетон с добавлением отходов фармацевтического производства // Автошляховик України. – 1997. – №3. – 29-30 с.

Рецензенти:

Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Reviewers:

Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **14.06.2017 р.**