

завдяки високим гідравлічним властивостям, мають прекрасну пропускну здатність;

пружні, внаслідок чого добре переносять гідравлічний удар;

їх питома теплопровідність наближається за значенням до теплопровідності ізоляційних матеріалів;

нетоксичні, вибухобезпечні, належать до важко горючих матеріалів.

Ці характеристики показують, що труби з ПВХ більш безпечні і краще за металеві вирішують проблему постачання чистої води до користувача.

УДК 628.477:666.9

КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ЦЕМЕНТНИХ РОЗЧИНІВ

Шептун С. Ю. к.т.н., старший викладач, Кусков М.А. асистент

Державний біотехнологічний університет

Використання шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію, доменного гранульованого шлаку, золи виносу з метою зменшення викиду парникових газів і площ захоронення техногенних відходів.

У розвинених і промислових країнах щороку накопичується велика кількість промислових відходів або побічних продуктів. Для виробництва цементу і бетону потрібна дуже велика кількість енергії. При виробництві цементу до атмосфери викидається близько 7% CO₂, що має негативний вплив на екологію та майбутнє людства [1]. Згідно з концепцією розвитку екологічно нейтральної промисловості для сталого розвитку, побічний продукт однієї галузі може бути сировиною для іншої. Таким чином, негативні ефекти обох галузей на навколишнє середовище можуть бути зменшені. Шкідливий вплив виробництва цементів на навколишнє середовище можна зменшити шляхом виготовлення довговічного бетону та ефективного використання ресурсів. З цієї причини важливими критеріями, що використовуються в розробці технологій виготовлення цементних розчинів та бетонів, є вартість, довговічність та екологічна безпечність. Промислові побічні продукти та тверді відходи можуть бути використані для досягнення цієї мети.

Важкий бетон виготовляється з використанням піску та наповнювачів з гірських порід високої щільності. Досягнення високої міцності бетону з використанням матеріалів з невисокою щільністю може виявитись складним завданням. В цей же час, легкий бетон та цементний камінь можна виготовити з використанням промислових побічних продуктів, таких як шлак, зола, шлам та ін.

Промислові побічні продукти, такі як зола виносу, шлак можуть бути використані у порівняно великих кількості як замітники цементу у цементному камені. Їх можна додавати у кількості від 10% до приблизно 35% від ваги цементу [2]. Це буде сприяти зменшенню викидів CO₂ під час виробництва цементу, запобігаючи глобальному потеплінню. Для деяких видів легких бетонів

вміст золи виносу може становити до 70% від маси цементу. Поглинання води, коефіцієнт проникнення води та коефіцієнт дифузії хлоридів були меншими у цементному камені з додаванням золи виносу.

При використанні золи виносу, зменшується потреба у воді при приготуванні бетонної суміші, що призводить до зменшення усадки та утворення тріщин.

Зола виносу реагує з вільним вапном після гідратації з утворенням кальцієвого силікатного гідрату, що схожий на трикальцієві та дикальцієві силікати, утворені при витримці цементу. В результаті цього процесу зола виносу збільшує міцність бетону, покращує стійкість до сульфатів, та покращує пластичність бетону.

Окрім золи виносу, проводяться дослідження заміни цементу іншими техногенними промисловими відходами, такі як гранульований шлак від сталеплавильних печей, зола водопом'якшення ТЕЦ, кремнієвий дим, склобій та ін.

Дослідження ефективності використання гранульованого доменного шлаку у виробництві бетонів показали обнадійливі результати [3,4]. При збільшенні вмісту гранульованого шлаку більше 30% від маси цементу призводить до зростання водопотреби розчину, що призводить до зростання пористості і зниження морозостійкості важкого бетону. Тому рекомендовано використання гранульованого доменного шлаку у кількості до 30 % від маси цементу. При цьому встановлено, що використання гранульованого шлаку в складі газобетону у кількості 50% від цементу, зменшило теплопровідність газобетону на 18 %.

Додавання до 20% від маси цементу шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію металургійної промисловості обумовлює високі пуцоланові властивості і позитивний вплив на властивості цементного розчину, легко вступає в реакцію з гідроксидом кальцію, що вивільняється в процесі гідратації цементу, підвищуючи тим самим кількість гідратованих силікатів типу CSH в результаті реакції [5]. В результаті збільшується щільність і міцність зразків цементного каменю.

При одночасному додаванні від маси цементу 15 % шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію, 5 % золи виносу і 5% гранульованого доменного шлаку забезпечується міцність цементного каменю на 28 день у тому діапазоні, що і для цементного каменю без добавок техногенних відходів, при цьому теплопровідність знижується на 5%.

Список використаних джерел

1. Badur, Smita, Rubina Chaudhary. Utilization of hazardous wastes and by-products as a green concrete material through S/S process: A review. *Rev. Adv. Mater. Sci* 17.1-2, 2008. P. 42-61.
2. Ковальський, В. П., Сідлак О. С. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, вип. 16.1 (2014). С. 35-40.

3. Астахова, Н. В. "Дослідження деформативних властивостей цементного каменю з використанням активованих відходів ГЗК." *Вісник Криворізького національного університету*, вип. 54, 2022.

4. Должиков, П. Н., Семирягин С. В., Фурдей П. Г. Исследование влияния дисперсности гранулированного доменного шлака на прочность цемента. *Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета*, вип 39 (2013). С. 165-169.

5. А. М. Петров, С. Ю. Шептун. Вплив мікронаповнювачів техногенного походження на міцність зчеплення з основою розчину сухої будівельної суміші. *Зб. наук. праць № 24 "Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика"*. Дніпро 2023 р., - С.66-71.

УДК 693.55

ВИДИ ФІБРОВОГО АРМУВАННЯ

Берестянська С.Ю. к.т.н., доцент

Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Показано доцільність дисперсного армування бетону. Розглянуто різні види фібрового армування, дано коротку характеристику кожної з фібр.

В даний час поряд з використанням традиційного залізобетону, все більше застосування знаходять конструкції з модифікованим бетоном за рахунок введення різних добавок, у тому числі фібр, які дозволяють підвищити експлуатаційні характеристики матеріалу конструкції. Фібра дозволяє зробити матеріал більш міцним, скріплюючи внутрішню структуру своїми волокнами. Армований фібрами бетон у кілька разів переверщує якісні характеристики звичайного бетону. Спектр областей застосування фібробетону дуже широкий. І кожна з цих областей пред'являє до фібробетонних конструкцій свої специфічні вимоги як з механічних, так і реологічних властивостей.

Найбільш розповсюджені наступні види фібрового армування: поліпропіленова фібра, скляна фібра, сталева фібра, базальтова фібра.

Поліпропіленова фібра. При виробництві фібробетону використання поліпропіленової фібри дає можливість знизити ризик розтріскування та усадки бетону. Армування поліпропіленом робить поверхню бетону міцнішою, підвищує загальну водостійкість, матеріал стає стійким до хімічних сполук. Такий бетон відрізняється підвищеною зчеплюваністю та зносостійкістю. Знижується можливість розшарування, скорочується час будівельних робіт та їхня витратність. Армуюче поліпропіленове фіброволокно виготовляється безперервним методом із гранул чистого поліпропілену за допомогою екструзії, а також витяжки при нагріванні. Вона легко розподіляється і перемішується в цементних замісах і не завдає шкоди обладнанню. Поліпропіленове фіброволокно здебільшого використовується для стяжки підлоги, будівництва фундаменту та конструкції будівель, а також вона ефективна при виготовленні армованих пінобетонних блоків, будівельних сухих сумішей, гідроізоляції,