

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра будівництва та професійної освіти

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

на тему: **«Дослідження зміни міцнісних
характеристик бетону з інгібіторами корозії
арматури»**

КРМ.192 БЦмд_21 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Технології будівельних конструкцій,
виробів і матеріалів» спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
ступеня вищої освіти магістр групи
192БЦмд_21

Нікольченко Денис Юрійович

Керівник: Біда С.В.

Полтава 2024 року

ВСТУП

Залізобетон широко відомий як довговічний матеріал, що в більшості випадків не потребує будь-якого захисту від дій зовнішнього середовища. Бетон є штучним кам'яним матеріалом і може бути виготовлений досить міцним і стійким до агресивних дій, а сталеві арматура зазвичай знаходиться під надійним захистом шару цього бетону. Можна відзначити декілька основних схем розвитку процесів корозії залізобетонних конструкцій.

По першій, корозія арматури починається після руйнування бетону в захисному шарі, тобто причина пошкодження конструкції полягає в недостатній стійкості бетону. Залізобетонні конструкції справедливо вважають довговічними. Але умови їх експлуатації ускладнюються з кожним роком, що змушує застосовувати дорогі захист конструкції. Між тим виконані дослідження механізму опору залізобетону агресивному впливу різних природних і промислових середовищ показують, що його власна стійкість може бути різко збільшена шляхом направлено покращення властивостей бетону. Тривале і систематичне вивчення стійкості всіляких залізобетонних конструкцій в різних умовах експлуатації, показало, що найбільш небезпечні пошкодження викликаються розвитком корозії арматури, а їх усунення надзвичайно складне.

У даний час не існує простих і надійних методів припинення розпочавшогося процесу корозії арматури.

Розвиток корозії з другою схемою починається з арматури, коли бетон не володіє достатніми захисними властивостями, але і не руйнується під дією середовища, яке в даному випадку не є по відношенню до нього агресивним.

Руйнівачля бетону відбувається під тиском зростаючої на арматурі іржі, тобто носить чисто механічний характер. Зазвичай такого роду руйнування залізобетонних конструкцій викликається дією вологого повітря або періодичного зволоження і характерний для вологих цехів, особливо при забрудненні атмосфери.

Частіш за все пошкодження залізобетонних конструкцій пов'язано з корозією арматури в умовах практично неагресивного або слабоагресивного середовища, тому потрібно не збільшувати стійкість бетону, а підвищувати його здатність тривало захищати арматуру. Найбільш ефективним способом захисту є використання добавок – інгібіторів корозії металу.

В наш час вивчені основні властивості великої кількості добавок, маючих здатність сповільнювати корозію арматури в бетонах, виявлена їх відносна ефективність, розроблені способи введення як індивідуальних так і комплексних добавок, розробляється технологія їх виготовлення їх у вигляді сухих сумішей, випускаються відходи хімічної промисловості, дозволяючи розширити сировинну базу виготовлення добавок – інгібіторів.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Історія виникнення цементу та бетону

Цемент є одним з найважливіших будівельних матеріалів. Його застосовують для виготовлення бетонів, бетонних і залізобетонних виробів, будівельних розчинів, азбестоцементних виробів. Виготовляють його на крупних механізованих і автоматизованих заводах.

Цемент - це збірна назва групи гідралічних зв'язуючих речовин, головною складовою частиною яких є силікати і алюмінати кальцію, що утворилися при високотемпературній обробці сировинних матеріалів, доведених до часткового або повного плавлення. До групи цементу входять всі види портландцементу, пуцоланові портландцементу, пуцоланопортландцементу, глиноземистий цемент, розширюються цементи та деякі інші. Цемент кожного виду може при твердінні розвивати різну міцність, характеризується маркою.

Марки цементу регламентовані будівельними нормами і правилами (СНІП) і ДСТУ. Випускають цемент переважно марок 200, 300, 400, 500 і 600 (за показниками випробування в пластичних розчинах). З підвищенням марки цементу ефективність його застосування в бетонах часто зростає за рахунок зменшення питомої витрати в'язучого.

Портландцемент з числа цементів різних видів має найбільш важливе значення. Але він не завжди задовольняє окремих спеціальним вимогам, які пред'являють до бетонів і будівельних розчинів за різних умов їх застосування. Тому промисловість випускає деякі різновиди портландцементу: сульфатостійкий, з помірною екзотермією, швидкотвердуючий, гідрофобний, пластифікований і деякі інші цементу.

Сульфатостійкий портландцемент виготовляють з клінкеру нормованого мінералогічного складу: у клінкері має бути не більше 5% трьохкальцієвого алюмінату і не більше 50% трьохкальцієвого силікату. Низький граничний

зміст трьохкальцієвого алюмінату потрібний тому, що сульфатна корозія розвивається в результаті взаємодії сульфатів, що знаходяться в навколишньому середовищі, з трьохкальцієвим гідроалюмінатом цементного каменю. Якщо в цементному камені СЗА присутній в малих кількостях, то утворюється незначна кількість гидросульфоалюміната кальцію. Тоді він не небезпечний, оскільки розподіляється в порах бетону, витісняючи звідти воду або повітря, і внутрішньої напруги в бетоні не викликає. У невеликих кількостях гидросульфоалюмінатов кальцію навіть іноді корисний, оскільки ущільнює бетон. У клінкері сульфатостійкого портландцементу обмежується також вміст трьохкальцієвого силікату для зменшення величини тепловиділення цементу. Тому сульфатостійкий портландцемент володіє підвищеною сульфатостійкістю і зниженою екзотермією, тобто якостями, необхідними при виготовленні бетонів для скремних зон гідротехнічних та інших споруд, що працюють в умовах сульфатної агресії. Сульфатостійкий портландцемент зазвичай випускають двох марок - 300 і 400. Портландцемент помірно екзотермії виготовляють з клінкеру, який повинен містити не більше 50% трьохкальцієвого силікату і не більше 8% трьохкальцієвого алюмінату. Такий цемент при помірній екзотермії відрізняється також кількома підвищеною сульфатостійкістю, оскільки в ньому зазвичай міститься помірна кількість трьохкальцієвого алюмінату. Цей вид портландцементу застосовують в гідротехнічному будівництві в масивних бетонних конструкціях, що піддаються частому поперемінному заморожуванню і відтаванню в прісній або слабо мінералізованій воді. Марка по міцності зазвичай 300 і 400.

Швидкозастійний портландцемент містить багато трьохкальцієвого силікату і трьохкальцієвого алюмінату і дуже тонко подрібнений.

Тому такий цемент характеризується інтенсивним наростанням міцності в перші період твердіння - через 1 і 3 доби.

Випускається також особливо швидкозастійний цемент. Він показує через три доби міцність при стисненні 450 - 500 кГ/кв. см (при випробуванні

в жорстких розчинах). Гідрофобний портландцемент виготовляють, вводячи при помелі клінкеру 0,1 - 0,2% нафта, асидолу, окисленого петролатуму, синтетичних жирних кислот, їх кубових залишків та інших гідрофобізуючих поверхнево-активних добавок. Ці речовини, адсорбуючись на частинках цементу, утворюють найтоншу - в середньому мономолекулярну, тобто товщиною в одну молекулу, оболонку. Але ця найтонша оболонка надає цементу особливі властивості. У цьому суть гідрофобізації цементу як методу, що дозволяє певною мірою управляти властивостями цементу відносно дії води на різних етапах його використання. Як відомо, взаємодія цементу з водою є двоєдиний суперечливий процес.

Спорідненість до води органічно притаманна цементу, без цієї властивості він не міг би служити в'язкою речовиною. Але разом з тим на певних стадіях застосування цементу вода для нього шкідлива. Так, при зберіганні і перевезеннях цемент псується від вологи, вода з містяться в ній домішками викликає корозію цементного каменя і при частому поперемінному заморожуванні і відтаванні цементних матеріалів руйнує їх.

Завдання подолання протиріч, закладених в самі вроді цементу, певною мірою вирішується його гідрофобізацією. Гідрофобний цемент при перевезеннях і зберіганні навіть в дуже вологих умовах не псується. Поверхнево-активні речовини, що містяться в ньому, надають пластифікуючу дію на бетонні (розчинні) суміші, а також зменшують водонепроникність і підвищують корозійну стійкість і морозостійкість бетону. Наприклад, якщо звичайний бетон витримує 300 циклів поперемінного заморожування і відтавання, то гідрофобізований може витримати 1000 і більше циклів.

Білий портландцемент виготовляють з малозалізного клінкеру (сірий колір звичайного цементу обумовлений головним чином наявністю з'єднань заліза у вільних сировинних матеріалах). Кольорові цементы отримують на основі білого портландцементного клінкеру шляхом сумісного помелу з пігментами різних квітів, наприклад з охрою, залізним суриком, окислом

хрому. Можна також отримувати кольорові цементи змішуванням білого цементу з пігментами.

Застосування білого і кольорових портландцементів, сприяюче архітектурно-декоративному оформленню споруд, має велике значення в індустріальній обробці крупноелементних будівель. Ці цементи застосовують також для кольорових цементнобетонних дорожніх покриттів, наприклад на площах у монументальних спорудах. Крім перерахованих, є ще декілька спеціальних сортів портландцементу, наприклад тампонажний, для виробництва азбестоцементних виробів [1].

Важко точно сказати, де і коли з'явився бетон, так як початок його зародження йде далеко в глибокі століття. Очевидно лише те, що він не виник таким, яким ми його знаємо сьогодні, а, як більшість будівельних матеріалів, пройшов довгий шлях розвитку.

Найбільш ранній бетон, виявлений археологами, можна віднести до 5600 до н. е.. Він був знайдений на березі Дунаю в селищі Лаленські Вір (Югославія) в одній з хатин древнього поселення кам'яного століття, де з нього була зроблена підлога завтовшки 25 см. Бетон для цієї підлоги виготовлявся на гравії і червоноцукатого місцевого вапна, який доставляли вгору за течією річки більш ніж за 400 км від місця видобутку. Історія бетону нерозривно пов'язана з історією цементу. Найдавнішими в'язучими речовинами, використовуваними людиною, були глина і жирна земля, які після змішування з водою і висихання набували певної міцності.

Цікаві факти про бетон, історія виникнення. Використання глини в будівництві відноситься приблизно до 10 тисячоліття до н. е. На основі глини і жирної землі виготовлялися суміші типу розчинів і бетону, які в ті далекі часи широко застосовувалися при будівництві самих різних будівель і споруд; починаючи від найпростіших глинобитних будинків до величезних храмів. Римський письменник і вчений Пліній Старший (23-79 рр.н.е.) в «Тринадцятій історії» із захопленням пише про будівні ним в Африці та Іспанії «формованих» стілах таких будівель. ...Століттями стоять вони, не

руйновані ні дощем, ні вогнем, міцніші, ніж зроблені з бурого каменю... В Іспанії, — пише він, — до цього дня стоять сторожові вежі й башти Ганнібала з глини, побудовані на вершинах гір». Пліній не дарма називав такі стіни «формованими», так як вони, дійсно, виготовлялися шляхом трамбування (формування) вологого ґрунту або глини з каменем, покладених між дерев'яними шпалерами опалубки, і в цьому сенсі були прототипом сучасних монолітних бетонних стін. У міру розвитку і ускладнення будівництва зростали вимоги, стосовно в'язучих речовин. Вважається, що більш ніж 3 тис. років до н. е. в Єгипті, Індії та Китаї почали виготовляти штучні в'язучі, такі, як гіпс, а пізніше — вапно, які отримували за допомогою помірної термічної обробки вихідної сировини [1].

Разом із виробництвом в'язучих розширювалося застосування розчинів і бетонів. Ймовірно, першими кроками в освоєнні бетону було крім підлого спорудження траншей для фундаментів будівель, які заповнювалися гількою або уламками битого каменю, потім заливалися розчином глини, сітуму або вапна з піском і перетворювалися з часом в щільну і досить міцну масу.

Окремі приклади зв'язувачів дрібних каменів розчинами або використання розчину з більшим заповнювачем були відомі в глибоку давнину у єгиптян, вавилонян, фінікійців і карфагенян. Найбільш раннє застосування бетону в Єгипті виявлене в гробниці Тебесе (Теве), датується 1950 р. до н. е. За відомостями Плінія Старшого, бетон був застосований при будівництві галерей єгипетського лабіринту і монолітного зводу піраміди Німа задовго до нашого ери. Одним з перших почали застосовувати бетон народи, які населяють Індію і Китай. Велика китайська стіна будівництвом якої було розпочато в 214 р. до н. е. споруджена в основному з бетону.

Приготування бетону та формування з нього стін полягало в наступному. Спочатку одна частина вапняного тіста ретельно перемішувалася з двома частинами піску і гравію чи піску, будівельного сміття і землі. Отримана суха (дуже жорстка) бетонна маса з невеликим вмістом води укладалася шарами товщиною близько 12 см між дерев'яними

щитами опалубки і посилено ущільнювалася дерев'яними ґрамбівками. Після такого ущільнення поверхню кожного шару злегка зволожували водою і на нього вкладався наступний бетонний шар. Процес повторювався до повного зведення стіни. Такий метод будівництва досить широко застосовувався в Китаї ще в 20 -х роках нашого століття при будівництві будинків, шкіл, лазень і пагод.

Народи, які жили на островах Фієського моря і в Малій Азії, починаючи з VII - VI ст. до н. е. застосовували розчини на жирному вапні з гідравлічними добавками при будівництві окремих будинків і гідротехнічних споруд. В Індії вже в наш час у храмах і палацах знаті були виявлені добре збережені бетонні «набивні» підлоги (IV - V ст. до н. е.). Звичайно, тоді мова не йшла про залізобетонні конструкції, як в наш час, але це дозволяє використовувати їх в повсякденному житті.

Французький хімік, Джозеф Давидович висунув цікаву гіпотезу. Аналізуючи хімічний склад «монолітів», з яких складені єгипетські піраміди, він висловив припущення, що вони виготовлені з бетону. Давидович визначив 13 компонентів, з яких міг готуватися. Таким чином, всього кілька бригад «давньоєгипетських бетонщиків» цілком могли б впоратися із зведенням піраміди 100-150 метрової висоти, причому за досить короткий час.

Мистецтво виробництва бетону поступово поширювалося в Східному Середземномор'ї і приблизно до 500 р. до н. е. досягло Стародавньої Греції, де для покриття стін, у тому числі з необпаленої цегли, використовувався дрібнозернистий вапняний бетон. Таким чином були оброблені палаци царів Креза (560-546 рр. до н.) і Аттали. Звідом бетон став застосовуватися у вигляді бутової кладки. Простір між двома рядами кам'яної стіни заповнювалося великими каменями, а потім заливалося вапняним розчином. Вітрувій в своєму трактаті досить докладно описав кілька видів такої кладки. Можна припустити, що римські бетонні стіни та інші подібні конструкції розвинулися саме з грецької бутової кладки шляхом поступового розширення

бутобетонного ядра за рахунок зменшення товщини кам'яних стін, які з головного елемента кладки поступово перетворилися на тонку оболонку, що грає вже підсобну, другорядну роль.

У Стародавньому Римі не було слова «бетон». Воно з'явилося набагато пізніше, в XVIII в. у Франції. Римляни ж матеріал, подібний бетону, називали по-різному. Так, латинську кладку з кам'яним заповнювачем вони іменували грецьким словом «емплектон». У Вітрувія в кн. VII, гл. 4,5 при описі підлог зустрічається слово «нідус» (nidus), яке в перекладі Ф. А. Петровського та інших відомих вчених-істориків означає бетон. Однак частіше за все при позначенні таких слів, як розчин, зведення стін, склепінь, — фундаментів, молів і тому подібних конструкцій в римському лексиконі вживалося словосполучення «opus cementitium» (opus cementitium), яким і сьогодні називають римський бетон.

Помітне застосування бетону на території давньоримської держави почалося приблизно з кінця IV в. до н. е. і тривало близько — 100 років. За цей час в його розвитку, як у живому організмі, можна простежити чотири важливих етапи: народження, швидке зростання, зрілість і загибель цього матеріалу. Так, зародження бетону, тобто повільне і поступове впровадження його в римську будівельну практику, тривало більш двох століть (до I в. до н. е.). Другий етап, що тривав до II в. н. е., супроводжувався прискоренням росту і широким поширенням обсягів бетонного будівництва по всій Римській імперії і прилеглих до неї країн. На третьому етапі (у період так званої зрілості) бетон розвивався не так стрімко, але з помітним поліпшенням властивостей, технології виготовлення та прийняття нових конструктивних рішень. Це був етап якісного росту і розвитку великих потенційних можливостей, який тривав з початку II в. і приблизно до середини III в. н. е. Нарешті, заключний, четвертий етап, тривав менше ста років і закінчився на початку IV століття н. е.

Класичним прикладом використання бетону в архітектурних спорудах в античності є Колізей. Загальна висота будівлі, масивність верхньої стіни

диктували необхідність досить потужної конструкції нижніх поверхів, звідки цілком зрозумілим стає вибір для цих таких конструкцій, як арка, а матеріалу — бетон [2].

Бетон до того часу застосовувався вже більше 200 років. До моменту будівництва Колізею існувало вже кілька апробованих технологічних способів приготування і укладання бетонної суміші. Зокрема, застосовувався пошаровий метод укладання розчину з великими каменями розміром до 12-18 см.

У конструктивних елементах Колізею зустрічається три види бетону: для фундаменту, що виготовлений на щебені з високоміцного сорти лави; для стін на щебені з травертину, суфу і цегляного бою і зокрема легкий з пемзи, призначений для склепінь, які не несуть великого навантаження.

У загальному обсязі застосовуваних будівельних матеріалів бетон поряд з природним каменем займав одне з перших місць. Було приблизно підраховано співвідношення матеріалів у загальному обсязі стін. Виявилось, що бетон в стіні склав близько 43 %, туф — 24 %, вапняк — 21 %, цегла 8 % і мрамур 3 %.

Залізобетон в стародавні часи

У стародавніх авторів також відсутні будь-які відомості про застосування металевої арматури. Згадується лише про використання «скріплення» в бетоні — гілок і стебел дерев, шерсті тварин. Вітрувій в одній зі своїх книг радить при будівництві невеликих склепінь вживати гілони очерету з вербою.

Однак нещодавно на території колишньої римської провінції в Австрії були виявлені цікаві археологічні знахідки. Неподалік від міста Клагенфурта (колишній Норікум) в бетонному перекритті зводу опалубального каналу знайдені металеві вкладиші у вигляді смугового зализа шириною 2-3 см і товщиною 4-6 мм. Час спорудження — приблизно 15 р. н. е.

Арматура у вигляді сплетених сіток виявлена також в одному з перекриттів Геркуланума і термах Траяна в Римі. Є відомості про застосування в якості арматури бронзових стрижнів.

Античні будівельники швидше за все мали уявлення про матеріал, схожому на залізобетон, однак впровадити його у масове виробництво так і не змогли. Для цього в той час не було технічних можливостей. Головна причина — великий дефіцит металу, не було відповідних виробництв і технологій, де можна було б його випускати; недостатньо було «високомолекулярних в'язучих речовин», які змогли б забезпечити задане зчеплення з бетоном [3].

Бетон - це головний будівельний матеріал століттями застосовуваний у будівництві. Призначений для будівництва монолітних каркасних промислових і цивільних будинків, гідротехнічних, транспортних і ін. споруджень, виготовлення залізобетонних конструкцій. Основними компонентами бетону є: цемент, вода, заповнювачі і спеціальні добавки. Т.о. бетон являє собою композиційний матеріал, одержуваний у результаті формовання і твердіння раціонально підібраної бетонної суміші.

Перевагами бетону є: низький рівень витрат на виготовлення конструкцій у зв'язку з застосуванням місцевої сировини, можливість виготовлення збірних і монолітних конструкцій різного виду і призначення, можливість зведення конструктивних елементів з бетону з використанням спеціальних форм (опалубки) безпосередньо на будівельному майданчику, механізація та автоматизація отування бетону і виробництва конструкцій. Бетон довговічний і вогнестійкий, його щільність, міцність і інші характеристики можна змінювати в широких межах і одержувати матеріал із заданими властивостями.

Міцність є самою важливою властивістю бетону. Як і природний камінь, бетон краще опирається стиску, ніж розтягання, тому за

критерій міцності прийнята межа міцності бетону при стиску. Низька міцність на розтягання, усувається в залізобетоні коли розтягуючи напруги сприймає арматура. Близькість коефіцієнтів температурного розширення і міцне зчеплення забезпечують спільну роботу бетону і сталевій арматури в залізобетоні, як єдиного цілого. Міцність бетону наростає в результаті фізико-хімічних процесів взаємодії цементу з водою, що нормально проходять у теплий і вологих умовах. Взаємодія цементу з водою припиняється, якщо бетон висихає або замерзає. Раннє висихання або замерзання бетону несправно погіршує його структуру і властивості.

Технічні властивості бетонної суміші. При виготовленні залізобетонних виробів і бетонуванні монолітних конструкцій найважливішою властивістю бетонної суміші є зручність при укладці або формуванні, тобто здатність заповнювати форму при даному способі ущільнення, зберігаючи свою однорідність. Для оцінки зручності укладки використовують три показники: рухливість бетонної суміші (П), що є характеристикою структурної міцності суміші; твердість (Ж), що є показником динамічної в'язкості бетонної суміші; зв'язаність, характеризує водовідділенням бетонної суміші після її відстоювання. Рухливість бетонної суміші характеризується вимірюванням осадки конуса (ОК), відформованого з бетонної суміші, що підлягає іспиту. Рухливість бетонної суміші обчислюють як середнє двох визначень, виконаних з однієї порції суміші. Якщо осадка конуса дорівнює нулю, то зручність укладки бетонної суміші характеризується твердістю. Твердість бетонної суміші характеризується часом вібрування, необхідним для вирівнювання та ущільнення попередньо відформованого конуса бетонної суміші в приладі для визначення твердості. Зв'язаність бетонної суміші обумовлює однорідність структури і властивостей бетону. Дуже важливо зберегти однорідність бетонної

суміші під час перевезення, укладанні у форму та ущільненні. При ущільненні рухливих бетонних сумішей відбувається зближення складових її зерен, при цьому частина води віджимається нагору. Зменшення кількості води при застосуванні пластифікуючих добавок та підвищення водоудерживаючої здатності бетонної суміші шляхом правильного підбору зернового складу заповнювачів є головними мірами боротьби з розшаруванням рухливих бетонних сумішей [4].

Марка бетону по морозостійкості - це найбільше число циклів поперемінного заморожування і відтавання, що при іспиті витримують зразки встановлених розмірів без зниження міцності на стиск більш 5% у порівнянні з міцністю зразків, випробуваних в еквівалентному віці, а для дорожнього бетону, крім того, без утрати маси більш 5%. Установлено наступні марки по морозостійкості: F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500.

Марка бетону по водонепроникності - це тиск води при якій установлені зразки не пропускають воду в умовах стандартних іспитів. Застосовуються наступні марки бетону по водонепроникності: W2, W4, W6, W8, W12.

Добавки підвищують якість бетону і додають йому додаткові спеціальні властивості, що дозволяє прискорити темпи ведення будівництва, а також значно його вдешвити. Спеціальні властивості бетону необхідні як при будівництві доріг і аеродромних покриттів, гідротехнічних споруджень, причалів, басейнів і спеціальних споруджень, так і при монолітному будівництві житлових і промислових будинків, веденні пальових робіт і т.д. В даний час існує безліч різних добавок. При жаркому кліматі заприклад часто використовуються сповільнювачі твердіння. При виготовленні підлог, що піддаються замерзанню/відтаванню як, заприклад, підлоги на відкритих площадках або у морозильних камерах, рекомендується застосовувати (крім

використання сповільнювачів), тільки повітро-поглинаючі реагенти. Для підвищення зручності укладки бетону застосовуються пластифікатори і суперпластифікатори. Для бетонування в ґрунтах, насичених водою, а також для будівництва басейнів і різного роду резервуарів застосовуються добавки, що підвищують у кілька разів водонепроникність бетону.

Застосування бетону

- звичайний бетон для залізобетонних конструкцій (фундаментів, колон, балок перекриттів і мостових конструкцій);
- гідротехнічний бетон для дамб, шлюзів, облицювання каналів, водогрохотно-каналізаційних споруд;
- бетон для захищених конструкцій (легкий),
- бетон для підлог, тротуарів, дорожніх та аеродромних покриттів,
- бетони спеціального призначення (жаростійкий, кислотостійкий, для радіаційного захисту).

Вимоги до бетонів

На сьогоднішній день існують наступні вимоги до всіх бетонів і бетонних сумішей: до твердіння бетонні суміші повинні легко переміщуватись транспортуватись, укладатись, не розсипуватись; бетони повинні володіти певною швидкістю твердіння у відповідності із заданими термінами дії розпалубки і введення конструкції в експлуатацію.

Марки бетонів

Марка або клас бетону по міцності визначається міцністю базових зразків бетону у встановленому проектному віці і застосовується відповідно до державних стандартів, що діють.

Марки бетонів підрозділяють на класи:

- теплоізоляційні - B0.35, B0.5, B0.75, B1, B1.5, B2;
- конструкційно-теплоізоляційні - B2.5, B3.5, B5, B7.5, B10;
- конструкційні бетони - B12.5, B15, B20, B25, B30, B35, B40.

Допускається застосування бетону проміжних класів B22.5 і B27.5.

Для виробів і конструкцій, сапроектованих без урахування вимог забезпеченості 0,95, показник міцності бетону на стиснення характеризують марками:

- теплоізоляційні - М5, М10, М15, М25;
- конструкційно-теплоізоляційні - М35, М50, М75, М100, М150.

Марка бетонів за морозостійкістю визначається кількістю циклів поперемінного заморожування і відтавання у воді, яке витримують зразки, виготовлені і випробувані на морозостійкість.

Марка бетонів за водонепроникністю визначається максимальною величиною тиску води, при якому не спостерігається її просочування через зразки, виготовлені і випробувані на водонепроникність.

Марка бетону за середньою щільністю визначається фактичним значенням показника маси в одиниці об'єму (γ кг/м³) зразків, виготовлених і випробуваних згідно з вимогам.

Класифікація бетонів

На сьогоднішній день бетони прийнято класифікувати за:

- основним призначенням;
- видом в'язкої речовини;
- видом заповнювача;
- структурою;
- умовами затвердіння.

Бетони за основним призначенням діляться на:

- конструкційні;
- спеціальні (жаростійкі, хімічностійкі, декоративні, радіаційнозахисні, теплоізоляційні і ін.).

Бетони за виглядом в'язкого можуть бути на основі:

- цементного в'язкого;
- вапняного в'язкого;
- шлакового в'язкого;
- гіпсового в'язкого;

- спеціального в'язкого.

Бетони за видом заповнювача розрізняють:

- щільні;
- пористі;
- із спеціальними заповнювачами (що забезпечують захист від випромінювань, жаростійкість, хімічну стійкість та інше).

У вигляді заповнювачів застосовують місцеві кам'яні матеріали: пісок, гравій, щебінь.

Бетони за структурою можуть бути:

- щільної структури;
- горизонтальної структури,
- комірчастої структури,
- великопористої структури.

За щільністю бетони діляться на:

- особливо важкі (з щільністю більше 2500 кг/м³, з важкими заповнювачами - сталеві тирси, стружок (сталобетон), залізну ку) т.і.);
- важкі (1800 - 2500 кг/м³ - щільні заповнювачі з гірських порід (граніт, вапняк, діабаз);
- легкі (500 - 1800 кг/м³) - пористі заповнювачі (керамзит, аглопорит, спучений шлак, пемза, туф);
- особливо легкі (менше 500 кг/м³) - з в'язкою, тонкодисперсною добавкою і водою (газобетон, пінобетон і тале інше).

Бетон класифікують за видом застосованного в'язкого:

- бетон на неорганічних в'язких (цементні бетони, гіпсобетони, силікатні бетони, кислототривкі бетони, жаростійкі бетони і інші спеціальні бетони);
- бетон на органічних в'язких (асфальтобетони, пластбетони).

Цементні бетони залежно від об'ємної маси (γ кг/м³) підрозділяються на:

- особливо важкі (більше 2500);

- важкі (від 1800 до 2500);

- легкі (від 500 до 1800).

За структурою і ступенем заповнення міжзернового. Особливо важкі бетони призначені для спеціальних захисних споруд (від радіоактивних дій). Вони виготовляються переважно на портландцементних і природних або штучних заповнювачах (магнетит, лимоніт, барит, чавунний скрап, обрізки арматури). Для поліпшення захисних властивостей від нейтронних випромінювань в особливо важкі бетони, зазвичай вводять добавку карбіду бору або ін. добавки, що містять легкі елементи - водень, , кадмій.

Найбільш поширені важкі бетони, які вжиті в залізобетонні і бетонні конструкції промислових і цивільних будівель, в гідротехнічних спорудах, на будівництві каналів, транспортних і ін. споруд. Особливе значення в гідротехнічному будівництві набуває стійкість бетону, що піддається дії морських, прісних вод, а також атмосфери.

До заповнювачів для важких бетонів вимагаються спеціальні вимоги по гранулометричному складу і чистоті. Сухорі кліматичні умови ряду районів приводили до необхідності розробки і впровадження методів зимового бетонування. У районах з помірним кліматом велике значення мають процес прискорення твердіння бетону, що досягається застосуванням швидко-твердіючих цементів з тепловою обробкою (електропрогрівання, пропарювання, автоклавної обробки), введенням хімічних добавок і інших засобів. До важких бетонів відноситься також силікатний бетон, в якому в'язким є кальцієве шпано. Проміжне положення між важкими і легкими бетоном займає великопористий безпідпалний бетон, що виготовляється на щільному крупному заповнювачі в поризованому за допомогою газо- або піноутворювачів цементним каменем.

Легкі бетони виготовляють на гідралічному терпкому і пористих штучних або природних заповнювачах. Існує багато різновидів легкого бетону: вони названі залежно від виду застосованого заповнювача -

вермикулитобетон, керамзитобетон, пемзобетон, перлитобетон, туфобетон та інші.

Раціональна область застосування легких бетонів - зовнішні стіни і покриття будівель, де потрібна низька теплопровідність і газопропускання. Високоміцний легкий бетон виконують в конструкціях промислових і цивільних будівель (наприклад, стіни, перегородки тощо). До легких бетонів відносяться газобетони і автоклавні газобетони конструктивні газобетони з об'ємною пористістю до 15%.

За способом утворення пористої структури газобетони розділяються на газобетони і пінобетони, по висхідній пористості пінобетон, що отримують за допомогою портландцементу або змішаного цементу з піноутворювачем, що виготовляють на основі вапна, газу і пенетранта, що виготовляють за допомогою мелених доменних шлаків. При використанні цементу отримують автоклавні газобетонами, а при використанні вапна - неавтоклавні газобетони з легкими порами.

нічним

енням міжзерневого

малопіщані легкі бетони (з частковим заповненням міжзерневого простору);

великопористі легкі бетони, що виготовляються без дрібного заповнювача;

легкі бетони з цементним каменем, поризовані за допомогою газу- або піноутворювачів.

За видом зв'язкого легкі бетони на пористих заповнювачах розділяються як:

- цементні
- цементні-вапняні
- вапняні-шлакові
- силікатні.

Цементні бетони виготовляють на різних цементах і найчастіше застосовують в будівництві. Серед них основне місце займають бетони на портландцементі і його різновидах (близько 65% від загальної об'єму виробництва), значно використовують бетони на шлакопортландцементі (20-25%) і пуццолановім цементі.

Докорисливих цементних бетонів відносяться:

- декоративні бетони (на білому і кольоровому цементі);
- бетони для самонапружених конструкцій (на напружуючому цементі);
- бетони для спеціальних цілей (на глиньземистому і безусадковому цементі).

Силікатні бетони готують на основі вапна. Для виробництва виробів в цьому випадку застосовують автоклавний засіб твердіння.

Гіпсові бетони готують на основі гіпсу. Гіпсові бетони застосовують для внутрішніх перегородок, підвісних стель і елементів обробки будівель. Різновидом цих бетонів є гіпсоцементні - пуццоланові бетони, що мають підвищеною водостійкістю. Застосування - об'ємні блоки санвузлів, конструкції малоповерхових будинків.

Шлаколужні бетони роблять на мелених шлаках, зачичених лужними розчинами. Ці бетони тільки починають застосовуватися в будівництві.

Полімербетони виготовляють на різних видах того, основу якого складають смоли (поліефірні, епоксидні, карбамідні) або мономери (фурфуролацетиновий), затверджені в бетоні за допомогою спеціальних добавок. Ці бетони придатніші для служби в агресивних середовищах і особливих умовах дії.

Полімерцементні бетони отримуються на тому, що змішаному пов'язує, складається з цементу і полімерної речовини (водорозчинні смоли і латекси).

Спеціальні бетони готують за допомогою особливих речовин. Для кислотоупорних і жаростійких бетонів застосовують рідке скло з кремнійфтористим натрієм. У якості спеціальних терпких використовують шпаківі, нефелінові і склаколужні, отримані з відходів промисловості.

Бетони застосовують для різних видів конструкцій, які виготовляються на заводах збірного залізобетону, а також зводяться безпосередньо на місці експлуатації (у гідротехнічному, дорожньому будівництві).

Бетонування монолітних конструкцій. В даний час найбільш простим і надійним методом укладання бетону в опалубці, є бетонування за допомогою бетононасосу. При цьому досягається рівномірність в укладанні бетону, усуваються прості, а саме головне, значно зніжуються витрати по укладанню бетону.

Винаходу залізобетону передувало відкриття цементу - особливої в'язучої речовини, здатної тверднути після додавання до неї води. У 1796 році англієць Паркер шляхом випалення суміші глини та вапна отримав романцемент - першу в історії марку цементу. У подальші роки були відкриті нові рецепти отримання цементу. Змішаний в певних пропорціях з гравієм, піском і водою, цемент утворював бетон. Завдяки своїм пластичним властивостям (сирій його масі можна надати будь-яку форму, яка потім зберігалася після застигання) бетон у першій половині XIX століття широко

увійшов у вжиток при будівельних роботах. Конструкції з бетону мали високу міцність на стиск, довговічність, водостійкість, жорсткість і довговічність. Але вони, як і будь-який камінь, погано витримували навантаження на розтяг, тому їх використання було достатньо обмеженим. Бетон застосовували в основному для спорудження тонких перегородок і балок прольотом до 4 м. За основний матеріал для несучих конструкцій правило залізо у вигляді різного роду кованих стрижнів і смуг. На відміну від бетонних, залізні конструкції чудово витримували навантаження на стиск, розтяг і вигин, але на відкритому повітрі вони швидко втрачали ці якості через корозію. До того ж, було помічено, що при нагріванні понад п'ятсот градусів залізо стає текучим і втрачає свою міцність. В результаті при сильних пожежах висотні будинки, де несуче навантаження було покладене на залізні частини, руйнувалися. До кінця XIX століття почала відчуватися сильна потреба в новому будівельному матеріалі, який поєднував би в собі переваги заліза і бетону. Застосовуючи окремо бетон і залізо, будівники довго не замислювалися над тим, що їх можна з'єднати разом. Цього дійшли дослідним шляхом. Тим часом покладена в опалубку арматура легко обволікалася бетоном і виявлялася включеною в його масу.

Внаслідок великої сили зчеплення заліза з бетоном обидва матеріали починали працювати як одне ціле (дуже важливо, що бетон і залізо мають однаковий коефіцієнт температурного розширення).

Вперше патент на використання залізобетону взяв 1854 року англійський штукатур Вільям Уїлкінсон. Надалі він широко застосовував залізобетон під час будівництва перекриттів, а в 1865 році звів у Ньюкастлі-на-Тайні невеликий будиночок, повністю із залізобетонних конструкцій. Із залізобетону тут були виконані не тільки стіни й перекриття, але й сходи, ступені і димар. Вочевидь, це був перший в історії залізобетонний будинок. Проте відкриття Уїлкінсона не набуло широкого поширення і залишилося непоміченим. Одночасно з Уїлкінсоном свої дослідження із залізобетоном розпочав у Франції будівельний підприємець Куаньє. Він побудував з

використанням цього матеріалу для будівель, а 1861 року опублікував невеличку брошуру «Застосування бетону в будівельному мистецтві», в якій зокрема, писав, що залізні стержні, включені до бетону, збільшують несучу здатність бетону. Та відкриття Куанье теж не має продовження. Його фірма збанкрутувала.

Тому честь відкриття залізобетону пов'язується з ім'ям іншого француза – Жозефа Монье. Є якась дивна іронія в тому, що два професійні будівельники попри всі зусилля, не змогли впровадити в будівельну практику залізобетон, але це вдалося зробити людині, вельми далекій від будівництва, котра і винахід свій зробила абсолютно випадково. Монье працював садівником в садівничій фірмі «Брати Флер» у Версалі. З 1861 року він почав проводити дослід з виготовлення з глину і цементу садочних кадівбів. Незабаром йому вдалося зробити бетонний кадівб, у якому було посаджено апельсинське дерево. Через деякий час Монье виявив гридини в стінках цього кадівба. Тоді він зміцнив його залізними обручами з дроту. Залізо незабаром почало іржавіти, утворюючи брудно-бурі плями і патьоки на поверхні кадівба. Щоб поліпшити його зовнішній вигляд, Монье обмазав його зверху цементним розчином. Железоцементний кадівб, що вийшов таким чином, виявився настільки добрий, що Монье дійшов думки і надалі робити кадівби так само.

Існує думка, що Монье діяв не тільки дослідним шляхом, але був знайомий з працею Куанье і запозичив його ідею. Але, як би там не було, йому пощастило більше. Монье не тільки зажив офіційної слави творця залізобетону, але й сумів отримати з його винаходу деякі матеріальні вигоди. У 1867 році він узяв свій перший патент на переносні садочні кадівби із заліза і цементного розчину. Не заспокоївшись на цьому, він почав проводити з цим матеріалом нові експерименти. У 1868 році Монье побудував в Майсонс-Алфорте невеликий залізоцементний басейн і того ж року взяв патент на залізоцементний резервуар і труби. У 1869 році він зробив патентну заявку на залізоцементні плити й перегородки і побудував залізоцементне

перекриття над своєю майстернею. Бласне кажучи, з сучасної точки зору, всі ці винаходи ще не були залізобетоном. Монье, не будучи професійним будівельником, мав вельми приблизні поняття про те, як взаємодіють між собою бетон і залізо. Він, наприклад, рекомендував укладати дротяну сітку в плиті строго посередній її перетину, тоді як найбільш раціонально було розташовувати її в нижній частині конструкції. Проте це жодного мірою не принижує його слави як першовідкривача одного з найчудовіших і широко використовуваних будівельних матеріалів ХХ століття. Дійсно – до Монье над створенням залізобетону працювало декілька винахідників, але саме йому належить заслуга його різноманітного практичного застосування.

Раз досягнувши успіху, Монье і надалі постійно думав над розширенням сфери застосування свого винаходу. У 1873 році він одержав патент на залізобетонний міст, а 1875 року представив експертній комісії його модель, яка витримала випробування навантаженням.

Цього ж року винахідник побудував за своєю моделлю пішохідний місток з прольотом 16 м і шириною 4 м. У 1873 році йому був виданий патент на залізобетонні балки і шпали, а 1880 року – об'єднаний патент на всі заявлені ним раніше конструкції. Тоді ж він зробив заявки на свої винаходи в Німеччині і Росії.

Ще можна, втім, сказати, що новий матеріал відразу дістав загальне визнання. Великомасштабне застосування залізобетону почалося тільки в наступному столітті, коли залізобетонні конструкції Монье були вдосконалені іншими інженерами і коли було розроблено фундаментальне вчення про залізобетон, що розкрило його чудові властивості. У 1879 році німецький інженер Вайс, котрий мав свою будівельну фірму, зацікавився залізобетоном і купив у Монье патентне право на застосування його системи в Німеччині. Услід за тим він скуповував і решту його патентів. Саме завдяки Вайсу новий матеріал став широко відомий. У 1885 році за вказівкою Вайса були проведені наукові дослідження з дослідження властивостей залізобетону, що дали чудові результати. Проте дійсно самостійним і новим будівельним

матеріалом залізобетон став лише після того, як Вайс 1867 року переніс арматуру з середини перетину, куди її укладав Моньє, в нижню зону балки або плити, що зазнавали в цій частині найбільшого навантаження на розтяг. Відомо, що Моньє, побачивши виготовлення плити на одному з берлінських будівництв, запротестував проти нової технології, сердито заливши: «Скажіть, хто винахідник цієї конструкції – ви чи я?» На це Вайс спокійно відповів: «Ви перший з'єднали залізо з бетоном, і тому я називаю цю конструкцію системою Моньє, але я перший правильно розташував залізо і бетон, хоча, на жаль, я не міг одержати на це патенту». Завдяки новаторству Вайса проліт залізобетонної плити був збільшений до 5 м. З того часу залізобетонні плити почали одержувати дедалі багатогранніше застосування в будівництві. Залізобетон, наприклад, справив справжню революцію в мостобудуванні, давши змогу вирішити безліч утруднень, що до цього здавалися непереборними.

Раніше для спорудження мостів застосовували тесані камені точних розмірів і залізо спеціальних марок. Для укладання на місце великих каменів і елементів металевих конструкцій були потрібні могутні підйомні механізми і особливі транспортні пристосування. Тим часом застосування залізобетонних конструкцій не вимагало крутих засобів, оскільки більшу частину їх компонентів складали широко поширені в природі пісок і гравій, які можна було видобувати на місці будівництва. Укрите в бетон залізо не іржавіло і зберігало свою міцність набагато довше. Разом з тим залізобетон показав високу вогнестійкість. Тоді як залізні балки швидко руйнувалися при великій пожежі, залізобетонні конструкції витримували дію сильного вогню протягом 4-5 годин. Чималий інтерес до залізобетону виявився після грандіозної пожежі в Балтіморі 1904 року, коли згоріло і зруйнувалося близько 300 великих будівель, побудованих із застосуванням відкритих залізних конструкцій. Відтоді всі несучі конструкції робили тільки із залізобетону. Щонайширше застосування одержав залізобетон і у

фортифікації, оскільки показав учетверо більшу міцність порівняно із звичайним бетоном.

1.2 Загальні поняття та механізм дії корозії металів в бетоні

Корозією металів називають самовільне руйнування металевих матеріалів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії з оточуючим середовищем. Арматурна сталь, що застосовується для виготовлення залізобетону являє собою твердий розчин заліза з вуглецем та домішками деяких елементів.

Корозія арматури в бетоні є цікавим випадком різноманітного явища корозії металів. Під поняттям корозії металів мається на увазі процес поступової руйнації їхніх поверхонь внаслідок хімічної чи електрохімічної взаємодії металу з довкіллям. Судячи з хімічної взаємодії металів з середовищем зустрічається незрівнянно рідше, ніж електрохімічна. Корозія сталевих арматур в бетоні є електрохімічним процесом.

Електрохімічна корозія, чи корозія в електролітах, є наслідком роботи безлічі мікроскопічних короткозамкнутих гальванічних елементів, виникаючих на поверхні металу за хорошого контакту з електролітом. Їх виникнення зумовлено неоднорідністю металу чи довкілля. Отже, електрохімічна корозія припускає наявність електричного струму, що виникає у процесі корозії і потребує зовнішньої причини. За наявності зовнішньої причини у вигляді блукаючих струмів корозія звичайно посилюється.

Відомо, що при зануренні у електроліт двоє електродів із різних металів набувають різні за величиною електричні потенціали і при замиканні електродів між ними виникає струм. Прогідання струму супроводжується розчиненням електрода з більш електронегативним потенціалом — анода.

Короткозамкнуті гальванічні елементи можуть бути і в одному металі внаслідок наявності ділянок поверхні з різними потенціалами. Різниця потенціалів спостерігається між різними структурними складовими сплаву і

домішками, і навіть між ділянками поверхні, несхожим станом плівки окисників, опрацюванням і напруженим станом[9].

На величину потенціалу металу впливають додаткові чинники, наприклад: склад електроліту, його руху, концентрація розчинених газів. Тому завжди при поєднанні з електролітом, який лежить на поверхні металу, виникають короткозамкнуті гальванічні елементи, котрі називають корозійними мікроелементами.

За характером руйнації поверхні металу розрізняють такі основні види корозії:

- 1) рівномірна, чи загальна, корозія, т. е. рівномірно розподілена по поверхні металу;
- 2) місцева, чи локальна (плямами), корозія зосереджена на окремих ділянках поверхні;
- 3) точкова корозія, Пітингова, зосереджена на дуже малих ділянках поверхні, але з глибоким проникненням;
- 4) міжкристалітна (інтеркристалічна) корозія, зосереджена на межах Кристалітів.

На корозійній поверхні можна одночасно спостерігати різновиди руйнації. Частіше простежується поступовий перехід з одного виду на другий: наприклад, корозії плямами. Місцева корозія, попри викликані невеликі вагові втрати металу, більш небезпечна, ніж загальна, оскільки призводить до швидкої втрати міцності окремих ділянок.

Попри малі загальні втрати металу, особливо різко знижує міцність міжкристалічна корозія, порушує зв'язок між кристалами. Продукти корозії заліза (іржа) мають різний склад, який залежить від умов протікання процесу. Найчастіше утворюються такі сполуки, як: $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, $Fe_3O_4 \cdot nH_2O$, Fe_2O_3 .

Іржа займає у 2—3 рази більший обсяг, ніж корозійна сталь, і вбирається рихлістю (обсяг окисла Fe_2O_3 в щільному тілі, наприклад в 2.16 рази більше обсягу окисленого металу).

Загальноприйнято визначати корозійну стійкість металів за 10-балльною шкалою залежно від швидкості корозії, обмеженою або втратою ваги з одиниці поверхні, або глибиною проникання корозії за одиницю часу. Проте з викладеного вище про плани корозійної інтенсивності очевидно, що це показники які завжди можуть бути критерієм стійкості.

Для сталевих арматур залізобетонних конструкцій використовувати загальноприйнятну шкалу стійкості неможливо.

Пояснюється це тим, що повільний процес корозії арматури, у результаті якого її міцність є достатньою, можуть призвести до потріскування бетону під тиском зростаючого шару іржі, так як це спричиняє порушення розрахункового перерізу залізобетонної конструкції.

Боротьба з корозією металу ведеться різними шляхами. Стійкість багатьох металів і сплавів підвищують шляхом введення корисних компонентів і видалення шкідливих домішок. У застосуванні до сталі цей спосіб називається легуванням.

Доцільно також знижувати агресивність середовища, наприклад: видаляти з атмосфери виробничих будинків шкідливі складові, вводити інгібітори (уповільнювачі) корозії.

Давно і дуже застосовуваним способом захисту металів від корозії є металеві і неметалеві покриття. Прикладом може бути цинкове покриття сталі.

Цинк є анодом стосовно заліза, оскільки його електродний потенціал більш негативний. Тому при ушкодженні такого покриття забезпечує захист сталі, так як виникає у місцях порушення покриття гальванічна пара розідається цинк, а сталь залишається неушкодженою. Такі покриття називають протекторними.

Електрохімічний захист великих споруд трубопроводів, резервуарів, морських судів, здійснюється за допомогою протекторів чи шляхом наведення на конструкцію катодного потенціалу від стороннього джерела струму. У цьому випадку конструкція, будучи катодом, не піддається корозії,

руйнуються лише спеціально призначені при цьому аноди. При протекторному захисту до захищеної конструкції приєднують пластини з металу чи сплаву з більш негативним потенціалом, ніж анодами.

Відомо дуже багато лакофарбових захисних покриттів з різноманітним ступенем захисної дії і різною довговічністю. Відповідним добором компонентів, зокрема пігментів і наповнювачів, лакофарбовим покриттям можна надати крім ізолюючих властивостей ще й інгібуючі, наприклад, шляхом введення хромату цинку у складі ґрунту. Волога, проникаючи через плівку покриття, розчиняє частки хромату цинку, а отриманий розчин, дотикаючись навзаєм зі сталлю, пасивує поверхню.

Захист сталі від корозії в залізобетонних конструкціях значною мірою заснована на пасивуючій дії лужного середовища, одержаного у процесі гідратації і тверднення цементного каменю.

1.3 Види інгібіторів корозії металів

Добавки-інгібітори корозії сталі - речовини забезпечують високу корозійну стійкість арматури в агресивних по відношенню до неї середовищах. За вимогами надійності вони повинні забезпечувати значення струму пасивації сталі не менше 10 mA/cm^2 і потенціалу пасивації сталі не менше 450 mV .

Ефективність добавок, що збільшують захисні властивості бетону по відношенню до сталевих арматур, визначають по зміні щільності електричного струму і (або) потенціалу сталі за методикою відповідно до вимог ДБН В.2.7-64-97. У будівельному виробництві розроблені та випробовані практикою добавки, що підвищують захисні властивості бетону по відношенню до сталевих арматур.

Інгібітори корозії—речовини, яка гальмує процес корозії за рахунок конкуруючої адсорбції з частинками активаторів і утворення на металевій поверхні захисних адсорбційних або фазових плівок, іноді з бар'єрними властивостями. І.к. впливають на кінетику електродних процесів, які проходять під час корозії, а також характеризуються здатністю утворювати

на металі оксидні і гідроксидні та щ. плівки і переводити його в пасивний стан.

Розрізняють інгібітори ерководневої корозії, вуглекислотної корозії, систем утилізації стічних вод. У залежності від корозійної активності середовища і умов застосування інгібіторів корозії питома витрата інгібіторів коливається від 10 до 50 кг на 1 млн м³ газу або (для рідких середовищ) від 100 до 500 мг/л.

Європейська федерація корозії розділяє інгібітори на три класи: поверхнево-активні (ПАІ), плівкові (ПІ) і мембранні (МІ).

ПАІ застосовують переважно в кислих і лужних водних розчинах. Вони уповільнюють перехід іона через гельмгольцівську частину подвійного шару а також стадію передачі електрона. Блокування поверхні металу відбувається внаслідок адсорбції або комплексоутворення; можлива і хемосорбція. У присутності оксидної плівки ПАІ сорбують слабо і захисна дія їх зменшується.

ПІ гальмують стадію підведення і відведення реагуючих речовин. Вони можуть змінювати заряд поверхні електрода і величину потенціалу в дифузійній частині подвійного електричного шару або механічно гальмувати стадію транспортування. Інгібітори цього класу діють тільки в розбавлених електролітах, сорбуються на чистих металевих поверхнях і не перешкоджають транспортуванню кисню.

МІ чинять сповільнюючу дію на тих же стадіях, що ПАІ і ПІ і справляють значному омичному спору. У нейтральних і лужних середовищах вони створюють пористу мембрану з молекулярних шарів, що утворюються при взаємодії неорганічних або органічних іонів з окисленим шаром металу або продуктами корозії, і у присутності хлоридів не перешкоджають корозії.

НН- нітрит натрію NaNO₂. Язляє собою кристали білого кольору з жовтуватим відтінком. Виготовляється у виді твердого і рідкого (25 %-й розчин) продуктів. Додаток доставляється в дерев'яних бочках або ящиках, циліндричних барабанах або паперових мішках, а також в залізничних цистернах.

Твердий продукт належить зберігати в упакованому виді в закритих, сухих і чистих складських приміщеннях, що вентилуються. До складів пред'являються підвищені вимоги щодо пожежної безпеки. Отруйний, при попаданні в організм людини спричиняє важкі ураження, небезпечний для життя. Поставляється у мішках, бочках або цистернах.

У присутності хлоридів доза добавки повинна бути максимальною для того, щоб запобігти розвитку активної точкової корозії. Рекомендоване дозування добавки - 2 .. 3% маси цементу.

ННК- суміш нітриту і нітрату кальцію у співвідношенні 1:1 $\text{Ca}(\text{NO})_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Поставляється у виді водного розчину 25-30 %-ної концентрації або пасти токсичний, розкладається у середовищі з $\text{pH}=7$ і менше. Не допускається змішувати з розчинами ЛСТ. Поставляється цистернами або в металевих бочках.

Суміш нітриту $\text{Ca}(\text{NO})_2$ та нітрату $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ кальцію в співвідношенні по масі 1:1 у вигляді водного розчину або пасти. Не допускається змішування з розчинами ЛСТ. Рекомендоване дозування - 2 .. 4% маси цементу.

ТБН- тетраборат натрію (бура). Безколірні кристали, добре розчинні у воді і гліцерині, нерозчинні в інших органічних розчинниках. Вибухо- і пожежебезпечна речовина. Токсична.

Виробляється хімічними підприємствами.

Безбарвні кристали $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, добре розчинні у воді і гліцерині. Рекомендоване дозування - 0,2 .. 3% маси цементу.

БХН, БХК - біхромат натрію, біхромат калію. Оранжево-червоні кристали, добре розчинні у воді, нерозчинні в органічних розчинниках. Сильний окислювач, спільне зберігання з горючими речовинами категорично забороняється. Отруйний.

Виробляється ВО "Хромпик".

• Біхромат натрію, червоні кристали $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, добре розчинні у воді, але нерозчинні в органічних розчинниках. Рекомендоване дозування - 0,5% маси цементу.

- Біхромат калію, помаранчево-червоні кристали складу K_2CrO_7 , добре розчинні у воді. Дозування - 0,5% маси цементу.

КИ-1 - катапін-інгібітор. Солянокислий розчин катапіну та уротропіну. Прозора або трохи каламутна речовина від жовтого до коричневого кольору. Допускається наявність осаду, що розчиняється при нагріванні. Густина 1,14-1,17 г/см³. Катіонактивна ПАР. Не горючий, малотоксичний, добре розчиняється в органічних і неорганічних кислотах, змішується з водними розчинами солей.

Виробляється дослідним виробництвом НДІ Хлоркоект. Прозора гелеподібна злегка каламутна рідина від жовтого до коричневого кольору, що представляє собою солянокислий розчин катапін і уротропіну. Допускається наявність осаду, розчинного при нагріванні. Добре змішується з водними розчинами солей. Ефективність добавки збільшується при використанні тільки алюмінатних цементів. Вимагає м'яких режимів теплової обробки бетону. Рекомендоване дозування 0,025 .. 0,15% маси цементу (в розрахунку на суху речовину).

Механізм дії добавок-інгібіторів корозії сталі полягає в тому, що в їх присутності відбувається швидке окислення розчинної оксиду двовалентного заліза з утворенням на поверхні сталі пасивуючих захисних плівок з гідроксиду заліза. Поступово з області дії корозії відпочаються нові ділянки поверхні сталі, і процес корозії припиняється. Ефективне уповільнення забезпечується тільки при достатній кількості добавки, що відповідає необхідному для даної системи відношенню інгібітор: хлорид (сульфат).

Однак необхідно врахувати, що перенасичення розчину протиморозної добавкою в кількості більше 10% від загальної маси може викликати корозію металу в арматурі, тому слід уважно стежити за дозами і не допускати перевищення встановленого ліміту. У випадку дії середовищ, що містять хлориди, добавки дозволяють істотно знизити проникненість бетону і підлишити його пасивуючу здатність, тобто забезпечити пасивацію арматури при значно більшому вмісті хлоридів в бетоні. Цим способом можливо

вирішити задачі довготривалої експлуатації залізобетонних конструкцій на підприємствах хімічної промисловості, в морських гідротехнічних спорудах, тваринних комплексах.

Застосування добавок-інгібіторів корозії сталі впливає на властивості бетонної суміші та бетону, що виражається у збільшенні рухливості бетонної суміші, зниженні дифузійної проникності бетону, збільшенні електропровідності бетону. Введення домішок інгібіторів дозволяє тверднути бетону при негативних температурах.

Міцність бетонів з добавкою інгібіторів корозії сталі змінюється по-різному. Для бетонів і розчинів, що містять ПН, через 28 днів відзначається падіння міцності на стиск і розтяг, а бетони, що містять ННК, дають істотне збільшення міцності в ранньому і більш пізньому віці. Нітрит на рік вичерпується протягом двох років, у той час як ННК, який розчиняється у меншій мірі, більш ефективно уповільнює корозію. Інгібітори на основі солей натрію можуть збільшити захисний потенціал реакції заповнювача з лугом, особливо якщо використовується реакцієздатний заповнювач.

Використання шлакопортландцементів і високоалюмінатний портландцементів для бетонів з добавками інгібіторами забезпечує більш високу корозійну стійкість сталі, ніж у бетонів на бездобавочного портландцементів.

Також дані інгібітори поділяються на неорганічні та органічні:

Неорганічні інгібітори

До неорганічних інгібіторів, які широко застосовуються для захисту від корозії, відносяться нітрити, хромати, фосфати, борати, силікати, вольфрамати, зенадати.

Ефективний інгібітор у водних розчинах — нітрит натрію. Для придушення корозії заліза в 0,05%-му розчині NaCl досить 0,03% NaNO_2 . Інгібує дія підвищених кількостей NaNO_2 зберігається аж до 10 %-вої концентрації NaCl. Ефективність NaNO_2 збільшується із збільшенням pH. При pH < 6 ефективність NaNO_2 сильно знижується. На думку І. Л.

Розенфельда, NaNO_2 є анодним інгібітором, потенціал сталі в його присутності зміщується у бік позитивних значень. Недостатня кількість інгібітору може викликати прискорену корозію сталі.

Прискорення корозії при недостатній кількості інгібітору пояснюється тим, що анодна реакція в цьому випадку протікає на невеликій поверхні, що залишається в активному стані при великій площі катода, в результаті дійсна швидкість корозії може зростати на два порядки величин.

З підвищенням температури швидкість корозії при недостатній кількості інгібітору безперервно зростає. Захисні властивості нітриту натрію сильніше пригнічуються сульфат-іонами, ніж хлорид-іонами. Відповідно захисна конденсація нітрит-іонів у присутності сульфат-іонів вища, ніж у присутності хлорид-іонів. Повний захист досягається при відношенні концентрації інгібітору до хлористого натрію більше 0,7, якщо оксидна плівка видалена, і 0,4, якщо оксидна плівка є. Попередня виглибка сталі в хлоридах виключає захисну дію інгібітору навіть при стійкому відношенні 0,7—2.

Підвищення захисної дії хроматів при умові попередньої обробки металу інгібітором відзначає І. Л. Розенфельд. Із збільшенням вмісту хлориду в агресивному середовищі потрібна більша захисна концентрація інгібітору. Є відомості, що при недостатній кількості інгібітору виникає інтенсивна локальна корозія, крім того, хромати токсичні. У лужних середовищах біхромати перетворюються на хромати. По І. Л. Розенфельду, залежність захисної концентрації хроматів від концентрації сульфату натрію в логарифмічних координатах лінійна.

Як інгібітори в даний час застосовуються орто-, піро-, триполіфосфати, тетраполіфосфати і ін. Фосфати утворюють захисну плівку із склоподібного фосфату, яка надолго зберігається при пониженні концентрації фосфату в середовищі. Фосфати схильні

переходити в ортофосфати, які в присутстві іонів кальцію випадають в осад. Захисна дія фосфатів слабкіша за дію хроматів, проте вони не отруйні. Недостатня кількість фосфатів може стимулювати корозію сталі. Вважається, що ортофосфати є анодними, а поліфосфати — катодними інгібіторами. У присутності ортофосфату і кисню утворюються оксиди заліза, але виявляється і фосфат заліза, збільшення рН приводить до зменшення кількості фосфату в плівці. Присутність поліфосфатів підсилює захисну дію карбонатної плівки, що утворюється у присутності CO_2 і іонів кальцію.

З фосфатів Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 найбільшою пасивуючою дією володіє тринатрійфосфат, а однозаміщений фосфат NaH_2PO_4 при підвищених концентраціях може бути стимулятором корозії. Захисна дія цих фосфатів знаходиться в прямій залежності від рН утворюваних розчинів. Поліфосфат складу $(\text{NaPO}_3)_6$ — гексаметафосфат — отримують термічною дегідратацією NaH_2PO_4 і застосовують для захисту сталі в морській воді. Для електроліту, що містить 25 г/л NaCl , було потрібно 0,21 г/л гексаметафосфату і 0,5 г/л солей кальцію в перерахунок на кальції.

Борат — тетраборат натрію $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (бура), перборат натрію $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, борат натрію Na_3BO_3 володіють великою буферною ємністю і є інгібіторами анодної дії. При недостатній концентрації вони прискорюють корозію і часто застосовуються в суміші з іншими інгібіторами.

Молібдати і вольфрамати менш ефективні в порівнянні з хроматами. Крім того вони дорогі. Відомі суміші інгібіторів: нітрит-хроматна, фосфатно-хромова, нітрит-борат, хроматно-содова та інші.

Кращими захисними властивостями по відношенню до сталі у водному середовищі, що містить сульфат натрію, володіють хромати (натрію, калію, літію) фосфати, нітриси, молібдати, силікати, що мають мінімальну захисну концентрацію.

Органічні інгібітори

Органічні інгібітори корозії — речовини рослинного і тваринного походження (агар-агар, желатин, декстрин, тваринний клей, крохмаль і ін.), органічні речовини, що містять полярні групи (аміни і їх солі), альдегіди, гетероциклічні і інші з'єднання. — використовуються головним чином в теплих середовищах. За механізмом дії багато хто з них відноситься до катодних інгібіторів.

Е. І. Жданова і Н. Г. Ключников вивчали захисну дію деяких аніоно-активних ПАВ для сталі в нейтральних середовищах. Гравіметричним методом вони встановили, що найбільшою мірою корозію сповільнювали алізаринове масло і сульфолоєїн СК, тоді як сульфанол, диспергатор (марка не вказала), ДС-РАС, некаль не репліоділи сильною захисною дією. При неюстатній концентрації ПАВ не викликали виразкової корозії. Їх захисна дія була тим вище, чим легше вони сорбували на залізі. Наприклад, при концентрації 0,005 моль/л міра заповнення поверхні для алізаринового масла складала 0,8, а для сульфанола при концентрації 0,02 моль/л лише 0,34. Хороша адсорбційна здатність алізаринового масла пояснена властивим йому нерозгалуженим ланцюгом неполярних радикалів, сприяючих найбільш щільному блокуванню поверхні металу. Сульфанол, що має розгалужений алкільний ланцюг, здатний зганувати поверхню лише частково, ефективність його як інгібітору значно нижче. Крім того, захисна дія інгібітору посилюється з підвищенням змочуючої здатності ПАВ.

Як добавки в бетон органічні інгібітори застосовують мало через високу вартість і дефіцитність, а також в череді видачків недостатньої ефективності в цементних системах унаслідок інтенсивної сорбції мінералами цементу.

Органічні леткі інгібітори, створюючи певний тиск пари в атмосфері, адсорбуються на поверхні металу і гальмують розвиток корозії. До інгібіторів такого роду відносять аміни жирного і циклічного ряду, оброблені вуглекислим газом або азотом і азотистою кислотою, солі амінів і аміноспиртів, а також морфолін і дициклогексиламіди, здатні утворювати на поверхні металу гідрофобну плівку. Застосовують і нітрит дициклогексиламіну. Для пресочення пакувального паперу використовують бензоат натрію. Сорбція летких інгібіторів відбувається, якщо на поверхні металу є оксидна або гідроксидна плівка, особливо утворена при фосфатуванні. Робилися спроби використовувати леткі інгібітори для антикорозійного захисту сталеві арматури при транспорті.

1.4 Аналіз методів дослідження впливу інгібіторів корозії сталі на міцність бетонів, густину, водопоглинання.

Визначення міцності бетону полягає у вимірюванні мінімальних зусиль, що призводять до руйнування спеціально виготовлених контрольних зразків бетону при їх навантаженні з постійною швидкістю зростання навантаження і наступному розрахунку напружень при цих зусиллях.

Міцність бетону, МПа ($\text{тс}/\text{см}^2$), розраховується з точністю до 0,1 МПа ($1 \text{ кгс}/\text{см}^2$) при випробуваннях на стиск і до 0,01 МПа ($0,1 \text{ кгс}/\text{см}^2$) при випробуваннях на розтяг для кожного зразка за формулами:

$$\text{-на стиск} \quad f_{c,comp} = (a * F * k_w) / A \quad (1.1)$$

$$\text{-на осьовий розтяг} \quad f_{c,t} = (\beta * F * k_w) / A \quad (1.2)$$

$$\text{-на розтяг при розколюванні} \quad f_{c,tn} = (\gamma * 2F * k_w) / A \quad (1.3)$$

$$\text{-на розтяг при згині} \quad f_{c,tl} = (\delta * F * l * k_w) / (a * b^2) \quad (1.4)$$

Значення масштабних коефіцієнтів слід визначати експериментально.

Міцність бетону (крім ніздрюватого) у серії зразків визначають як

середнє арифметичне значення в серії:

- з двох зразків – за двома зразками;
- з трьох зразків – за двома зразками з найбільшою міцністю;
- з чотирьох зразків – за трьома зразками з найбільшою міцністю;
- з шести зразків – за чотирма зразками з найбільшою міцністю.

У разі відбраковування дефектних зразків міцність бетону в серії зразків визначають за всіма зразками, що залишились, якщо їх не менше двох. Результати випробувань серії з двох зразків у разі відбраковування одного зразка не враховують.

Для ніздрюватого бетону міцність у серії зразків визначають як середнє арифметичне значення всіх зразків серії, що випробувувались.

При виробничому контролі значення перехідних коефіцієнтів від міцності бетону при одному виді випробувань до іншого виду випробувань допускається визначати експериментально.

Результати визначення міцності бетону оцінюють згідно з ДСТУ Ф Д.2.7-224.

У випадках, коли середній внутрішньосерійний коефіцієнт варіації міцності бетону на стиск перебільшує 3 %, необхідно провести позачергову переатестацію випробувальної лабораторії.

Середній внутрішньосерійний коефіцієнт варіації міцності бетону V_{cj} , %, визначають за результатами випробувань будь-яких послідовностей зразків серій зразків бетону одного класу. Для цього визначають розмах W_{cj} кожній серії, а також середній розмах W_{cm} МПа, і середню міцність f_{cm} МПа, за всіма серіями за формулами:

$$W_{cj} = f_{j \max} - f_{j \min}; \quad (1.5)$$

$$W_{cm} = \frac{\sum_{j=1}^{30} W_{cj}}{30}; \quad (1.6)$$

$$f_{cm} = \frac{\sum_{j=1}^{30} f_{cj}}{30}; \quad (1.7)$$

$$V_c = W_{cm} / d f_{cm}; \quad (1.8)$$

де $f_{j \max}$ та $f_{j \min}$ – максимальне та мінімальне значення міцності бетону в кожній серії зразків, МПа;

f_{cmj} та W_{cj} – середня міцність та розмах міцності бетону в кожній серії зразків, МПа

d – коефіцієнт, що приймається залежно від кількості зразків n у серії

Міцність бетонів залежить від багатьох факторів: марки і виду цементу, водоцементного відношення, виду і міцності великих заповнювачів, структури бетону, умов зберігання та виготовлення. Міцність бетону зростає з часом. Наростання міцності найбільш інтенсивно відбувається в початковий період твердіння бетону, в перші 28 діб. Надалі воно сповільнюється, але продовжується протягом багатьох років.

Крім основних міцнісних параметрів R , R_b , R_{bt} існує ряд інших параметрів, що характеризують властивості бетону: міцність при зрізі й сколюванні, міцність при тривалій дії навантаження, міцність при багаторазово повторному навантаженні, динамічна міцність, опір проникаючій радіації та ін.

У нормативних документах України основні характеристики бетонів описуються показниками якості бетону, до яких відносяться: 1) клас бетону за міцністю на стиск B ; 2) клас бетону за міцністю на розтяг B_t ; 3) марка бетону за морозостійкістю F ; 4) марка бетону за водонепроникністю W ; 5) марка бетону за самонапруженням S_r ; 6) марка бетону за густиною.

Деформативність бетонів. Бетон має властивість змінювати розмір і форму під впливом зовнішніх навантажень і температурно-вологісних факторів, що виникають у результаті взаємодії бетону із зовнішнім

середовищем. Якщо випробувати призму зі співвідношенням сторін $h:a = 1:4$ на стиск, то можна отримати діаграму залежності деформації ϵ цієї призми від зовнішніх напружень σ , скорочено: діаграму $\sigma-\epsilon$ (рис. 1.1).

Рис. 1.1 Діаграма залежності деформації призми.

Ця діаграма являє собою криволінійний характер і умовно характеризується двома ділянками: перша – це лінійна залежність між напруженнями і деформаціями; другий – це нелінійна ділянка, де зв'язок між σ і ϵ не підпорядковується лінійній залежності. На підставі цього розрізняють і два модулі деформацій бетону: модуль пружності і справжній модуль деформацій у точці.

Слід відзначити ще дві специфічні властивості деформування бетонів – це усадка і повзучість. Під усадкою розуміють властивість бетону зменшуватися в об'ємі в часі під впливом зовнішнього температурно-вологісного середовища. Процес усадки пов'язаний з фізико-хімічними процесами, що виникають при твердінні бетону, і з випаром води, що знаходиться в порах бетону. Усадка підвищує зчеплення бетону з арматурою, викликаючи її стиск, а в бетоні – розтяг. Нерівномірність розвитку усадкових деформацій викликає появу в бетоні тріщин.

Якщо прикласти до бетону постійно діюче тривале навантаження, то в бетоні з часом деформації не залишаються однаковими, а продовжують

розвиватися. Явище збільшення деформацій у часі без зміни прикладеного навантаження називається повзучістю бетону. Ця властивість особливоінтенсивно виявляється в молодому віці бетону і згасає з часом. Всі процеси, що відбуваються в бетоні з часом, зветься реологічними процесами. Деформації повзучості залежать від багатьох факторів, зокрема, від вологості навколишнього середовища, величини водцементного відношення, кількості цементу, рівня напруженого стану та багатьох інших факторів.

Щільність бетону. За призначенням бетони поділяють на звичайні (для цивільних і промислових будівель), спеціальні - дорожні, декоративні, гідротехнічні, теплоізоляційні, а також бетони для спеціального призначення (жаростійкі, хімічно стійкі, для захисту від ядерних випромінювань, звукопоглинаючі та інші). За об'ємною масою бетони поділяються на:

Особливо важкі (щільність бетону більше 2505 кг/м^3) - магнетитовий, сімонітовий, баритовий;

Важкий (щільність бетону складає від 1800 до 2500 кг/м^3) - цегленевий (гранітний, вапняковий, базальтовий), графітний;

Легкий (щільність бетону від 500 до 1800 кг/м^3) - пінобетон, керамзитобетон, газобетон, перлітовий, вермикулітовий, арболіт;

Особливо легкий (щільність бетону менше 500 кг/м^3) Основним показником, яким характеризуються бетони, є міцність на стиск, за якою встановлюється клас бетону (він відзначається латинською літерою "B", а також цифрами (кгс/см^2), наприклад B25 показує, що бетон цього класу здатний витримати навантаження в 25 кгс/см^2). Для розрахунку показника міцності потрібно враховувати коефіцієнти, так для бетону марки B25 при нормативному коефіцієнті варіації $V = 13,5\%$ може витримати 327 кгс/см^2 , що відповідає марки M350. Іншими важливими показниками є морозостійкість (вона позначається латинською буквою "F", а так само цифрами від 50 до 500, які означають число циклів замерзання-відтавання, які може витримати бетон), міцність на вигин, водонепроникність (цей

показник має букву "W" з цифрами від 2 до 12, вони показують тиск води, що здатний витримати зразок-циліндр цієї марки бетону)

Експлуатаційні властивості: цементний Бетон втрачає міцність і стає крихким та розсипчастим при дії високих температур.

Захист бетону. Бетонна основа найчастіше захищають спеціальними полімерними складами, які перешкоджають негативних зовнішніх факторів: тонкошаровими і високонаповнених покриттями, знепилюють просоченнями, наливними підлогами. При виготовленні полімерних складів, найчастіше, застосовуються поліуретанові, поліефірні та епоксидні компоненти. Механізм захисту бетону полягає в ізоляції мінеральної поверхні від руйнуючих і негативних факторів і в утворенні поверхневого шару [27].

Водопоглинання — це здатність матеріалу поглинати й утримувати воду, характеризується кількістю води, поглиненої сухим матеріалом, повністю зануреним у воду, і виражається у відсотках. Водопоглинання за масою

$$\omega_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100\%$$

об'єме водопоглинання

$$\omega_v = \frac{m_2 - m_1}{V} * 100\%$$

де m^2 — маса матеріалу в насиченому водою стані, kg; m_1 — маса матеріалу в сухому стані, kg; V — об'єм матеріалу в природному стані, m^3 . У результаті насичення водою властивості матеріалів значно змінюються: збільшується густина і теплопровідність, у деяких матеріалах (глина, деревина) збільшується об'єм (вони набухають), знижується міцність.

Відношення межі міцності за стискання матеріалу, насиченого водою $R_{нас}$, до межі міцності матеріалу в сухому стані $R_{сух}$ має назву коефіцієнт розм'якшення. $K_{роз} = R_{нас} / R_{сух}$.

Цей коефіцієнт характеризує водостійкість матеріалу. Для легкокорозмокаючих матеріалів (глина) $K_{роз} = 0$, а для таких матеріалів, які не змінюють своєї міцності під дією води, $K_{роз} = 1$. Матеріали $0,8$ відносяться до водостійких, а матеріали з $K_{роз} < 0,8$ у постійно вологих місцях використовувати не дозволяється.

РОЗДІЛ 2

МЕТА РОБОТИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи:

Дослідити експериментально вплив інгібіторів корозії на фізико-міцнісні характеристики бетону.

Об'єкт дослідження:

Інгібітор у жкості добавки до бетону: комплексна добавка, залізу двухромокислий.

Предмет дослідження:

Різниця міцність бетону та міцність через 28 діб

Задачі дослідження:

Дослідити:

- вплив інгібіторів корозії на міцність бетону, методом випробування зразків на стиск;
- дослідити дані зразки на водопоглинання.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою вивчення впливу інгібіторів корозії на характеристики бетону було проведено ряд дослідів. Змінними факторами було обрано вміст інгібітору корозії та пластифікатору, у якості добавки для бетону.

Планування експерименту – це комплексна процедура вибору числа дослідів й умов їх проведення, необхідних та достатніх для розв'язання поставленої задачі з необхідною точністю.

Експеримент було проведено в 3 етапи. У ході експериментальних досліджень було випробувано 36 зразків-кубиків розміром 10x10x10 см. Кожен з них складався з випробування 12 зразків-кубиків, що містили додавання різних добавок. Планування експерименту наведено у таблиці 3.1.

Досліджувані зразки було виготовлено з важкого бетону з додаванням 3% добавки від маси цементу. Зразки формувались в металевих формах, ущільнення суміші здійснювали за допомогою віброплощадки. Зразки розпалювали через добу і зберігали в нормальних умовах протягом 27 діб. Міцність при стиску визначаємо на зразках-кубиках 100x100x100 мм на пресі [14].

На кожен експериментальну серію випробувань кількість зразків має бути не менше трьох (для виконання більш точної статистичної обробки результатів).

Міцність бетону визначається вимірюванням мінімальних зусиль, що руйнують спеціально виготовлені контрольні зразки бетону при їх статичному навантаженні з постійною швидкістю росту навантаження і наступному обчисленні напруження при цих зусиллях в припущенні пружної роботи матеріалу. В таблиці 3.1 показано планування експерименту.

Фиг. 3.1 Схема випробування зразків кубиків на стиск

У наступному етапі експерименту визначаємо водопоглинання зразків-кубиків [7]. Перед випробуванням поверхню зразків очищаємо від пилу, бруду й слідів мастила за допомогою дротової щітки або абразивного камені. Зразки випробовуємо висушити до постійної маси у сушильній камері.

Далі їх розміщуємо у посудині, наповненій водою з таким розрахунком, щоб рівень води в ній був вище верхнього рівня зразків приблизно на 50 мм. Температура води в посудині повинна бути $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Зразки зважуємо через кожні 24 год знаходження у воді і перед цим, попередньо витираємо їх віджатою вологою тканиною. Маса води, що витекла з поверхні зразка на чашу ваг, долучаємо до маси насиченого зразка. Випробування проводимо доти, поки результати двох послідовних зважувань будуть відрізнятися не більше ніж на 0,1 %.

Водопоглинання з вагою окремого зразку визначаємо за формулою

$$W_M = \frac{m_H - m_C}{m_C} \cdot 100 \quad (3.2)$$

де m_C —маса висушеного зразка, г;

m_H —маса водонасиченого зразка, г.

Перед кожним експериментом зразки були зважені та визначені їхні номінальні розміри. Це дозволяє нам визначити середню густину бетонних зразків [6]. Зразки перед випробуванням витримують не менше 28 діб у призначенні за температури $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря (60 ± 10)

%. Середню густину бетону серії зразків визначають як середнє арифметичне значення результатів випробування всіх зразків серії за формулою

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad (3.2)$$

де m — маса зразку, г;

V — об'єм зразку, м³.

В програмі MicrosoftExcel здійснювалась обробка результатів експериментальних досліджень, що є динамічно розвиваючим статистичним пакетом і за численними рейтингами є світовим лідером на ринку статистичного програмного забезпечення. MicrosoftExcel дозволяє компактно описати дані, зрозуміти їх структуру, провести класифікацію, побачити закономірності в хаосі владкових явищ. Навіть найпростіші методи візуального та розвідувального аналізу даних дозволяють істотно прояснити складну ситуацію, спечетку вражаючу нагромадженням цифр.

В роботі використовується візуалізація накопичених даних, виконуючи побудову гістограм. Нами було обрано різновид об'ємної діаграми. За допомогою неї ми можемо порівнювати значення між різними категоріями. Типово на звичайній гістограмі категорії (вид добавки) відкладаються по горизонтальній осі, а значення (характеристики бетону) — по вертикальній осі. На об'ємній гістограмі відображаються вертикальні смуги об'ємного вигляду; відображення даних по трьох осях не використовується.

РОЗДІЛ 4

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

БЕТО-ПЛАСТ + інгібітор - Комплексна добавка з додаванням інгібітору.

Використовується як: інгібітор, котрий підвищує корозійну стійкість арматури, пластифікатор для монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій (горизонтальних і вертикальних) пластифікатор для стяжок підлог з підігрівом («теплих підлог») пластифікатор для виробництва тротуарної плитки витрата: 05 л на 50 кг цементу (1-3% маси цементу).

Дія: підвищує корозійну стійкість арматури. Надає пластичність бетонної суміші покращує текучкість бетону, на практиці відповідає за легкість вивантаження, укладання в опалубку та ущільнення бетонних сумішей зменшує випаровування води змішування (зневодчення) свіжоукладеного бетону в літній час підвищує міцність бетонної суміші значно знижує водопоглинання бетону збільшує його щільність не викликає корозії сталі дозволяє швидко знімати опалубку (при застосуванні комплексна добавка з фабриковані елементи (запівфабрикати) можуть бути швидко розформовані) є «безхлоридною» добавкою (не призводить до корозії сталі) - безпечний для арматури рекомендований для застосування для стяжок «теплих підлог». Застосування пластифікатора комплексна добавка дозволяє збільшувати текучість бетонної суміші вихідного складу без збільшення (і навіть із зменшенням) водовміст системи. При цьому кінцеві характеристики бетону покращуються. Зокрема, при отриманні різкоподвижні сумішей за рахунок зниження витрати води, і, як наслідок, зменшення значення В/Ц в кінцевому підсумку бетон набуває підвищену міцність, морозостійкість та водонепроникність.

Готова бетонна суміш легше вкладається в армовані конструкції, причому укладання можлива при меншій вібрації суміші. Дана технологія підходить для укладання фундаментів, доріг, міжповерхових перекриттів, настилів покрівель та ін. Застосування цієї комплексної добавки в процесі

виготовлення виробів і конструкцій із збірного залізобетону, сприяє збільшенню темпів оборотності формувального обладнання (бортоснастки, опалубки, форм). Дозволяє швидше знімати опалубку та збільшити довговічність залізобетонної конструкції.

БЕТО-ПЛАСТ повинен використовуватися як добавка в бетон при виготовленні стяжки для теплих підлог. Добавка додає бетону пластичності та легкоукладальності, що добре при армуванні залізобетонних конструкцій. Адаптивний бетон потрібно буде пролити через сітку і покладений на неї кабель або на труби теплої підлоги і щоб ніде не утворилося порожнеч. Також комплексна добавка підвищує міцність бетону, та його корозієстійкість, що важливо в умовах зміни температури теплоносія теплої підлоги, і перешкоджає появі тріщин в бетоні.

Інструкція по застосуванню: комплексна добавка додати в воду при замішуванні зменшену на 8%, потім ретельно розмішати з іншими складовими частинами бетону. Рекомендовано використовувати чистий цемент без інших пластифікаторів або добавок.

Калій дихромат $K_2Cr_2O_7$.

Дихромат калію являє собою помаранчеві кристали добре розчинні у воді. Водний розчин має кислу реакцію.

Калію дихромат - сильний окислювач, високоотоксичний, канцерогенний, бризки його розчину руйнують шкірні покриви, дихальні шляхи і хлещові тканини.

Щільність 2,676 г/см³. Температура плавлення - 398 °С, температура кипіння - 500 °С.

Хімічна формула: $K_2Cr_2O_7$.

Отримують калію дихромат обмінною реакцією в розчині $Na_2Cr_2O_7$ з KCl , при нагріванні до 1000-1300 °С суміші $(Cr_2Fe)O_4$ і K_2CO_3 на повітрі з подальшим вилуговуванням охолодженого розплаву $K_2Cr_2O_7$ водою або високочисними водного розчину, що містить еквімолярних кількості K_2CO_3 (або $Ca(OH)_2$) і CrO_3 .

Дихромат калію (калію біхромат, діохромат калій, калієвий хромпик) застосовується:

- як дубитель у шкіряній промисловості для дублення шкір і овчин;
- як компонент у виробництві барвників і неорганічних пігментів;
- як окислювач у сумішах для голєвок сірників, в піротехнічнїх та фототехнічнїх складах;
- як компонент сухих електродитів;
- як інгібітор корозії металів і сплавів;
- як профдзава для насіння;
- як реагент в хроматометрії.

Хромову суміш , що складається з калію дихромата і концентрованої сірчаної кислоти , використовують для миття хімічного посуду.

Упаковка , транспортування та зберігання

Калію біхромат технічний упаковують в сталеві барабани, поліетиленові мішки-вкладиші , вкладені в чотирьох – п'ятишарові паперові мішки або льно- джутові кенафні мішки масою не більше 50 кг.

Допускається пакувати калію біхромат технічний в м'які спеціалізовані контейнери разового використання масою не більше 1000 кг.

Калію біхромат технічний транспортують усіма видами транспорту (крім повітряного) у критих транспортних засобах відповідно до правил перевезень, що діють на кожному виді транспорту.

Продукт, упакований в м'які спеціалізовані контейнери разового використання, транспортують відкритим рухомим складом у прямому залізничному сполученні. Залізничним транспортом дихромат калію перевозять гоб'єтно.

Калію дихромат зберігають у закритих складських приміщеннях в упаковці виробника.

Продукт, упакований в м'які спеціалізовані контейнери разового використання, зберігають на незабруднених відкритих майданчиках, що

мають тверде покриття зі стоком вод і забезпечують роботу вантажних механізмів.

Термін зберігання дихролата калію не обмежений. Для випробувань було використано портландцемент ПЦ1-500-Н [8].

В лабораторних умовах було виготовлено зразки 4x4x16 для визначення марки цементу. Для цього попередньо проведено перевірку нормальної консистенції цементного розчину. Розмір конусу на струшувальному столику з $V/U=0,39$ становив 108 мм, що є не менше 106 мм, що задовольняє вимоги ДСТУ Б В. 2.7-187-2009 [9].

Випробування міцності на згин проведені на зразках-балочках розміром 4x4x16 та міцності на стиск половинок балочок у віці 2, 7, 28 діб, що зберігались у ванні з питною водою. Результати випробувань занесені до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Результати випробувань балочок на стиск та згин

Вік, діб	Міцність на стиск, МПа	Міцність на згин, МПа
2		
7		
28		

Дрібним заповнювачем був кварцовий пісок з модулем крупності $M_{кр}=1,15$, насипною густиною $\rho=1,42 \text{ г/см}^3$ та вологістю $W=0\%$. Основні характеристики піску визначали відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.7-32-95[10].

Результати визначення модуля крупності кварцового піску занесені до таблиці 4.2.

Вода використана питна, що відповідає ДСТУ Б В. 2.7-273:2011[12].

Таблиця 4.2 Зерновий склад піску

Показник	Одиниця виміру	Розміри отворів сит, мм					Пройшло крізь сита
		2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Часткові залишки							
Часткові залишки							
Повні залишки							

Модуль крупності $M_k=1,15$

Еквентності **крупного заповнювача** використано щебінь, насипною густиною $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$, та вологістю $W=0\%$. Основні характеристики щебеню визначали відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.7-71-98[13].

Результати визначення модуля крупності щебеню занесені до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Зерновий склад щебеню

Показник	Одиниця виміру	Розміри отворів сит, мм				Пройшло крізь сита
		5	12,5	20	40	

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для вивчення питання впливу інгібітору корозії на міцнісні характеристики бетону у якості добавки було проведено ряд експериментальних досліджень.

До початку проведення експерименту виконано підбір складу важкого бетону на 1 м³ з подальшим переведенням розрахунку на необхідний об'єм 1 замісу.

5.1 Підбір складу важкого бетону.

Розрахунок складу бетону проводився згідно з ДСТУ Б В.2.7-215:2009 [14]. Експериментальні дані наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Характеристика властивостей вхідних матеріалів

№ з/п	Найменування властивостей	Позначення	Значення (розмірність)
1	Клас бетону C20/25 (B25)		
2	Легкоукладальність S1		
Цемент			
1	Марка (активність)		
2	Насипна густина		
3	Істинна густина		
Пісок			
1	Насипна густина		
2	Істинна густина		
3	Вологість		
Шелінь			
1	Насипна густина		
2	Істинна густина		
3	Вологість		

Підбирати склад бетону слід виходячи з рівня міцності

Його приймають рівнем необхідній міцності для бетону зазначеного класу

або марки при коефіцієнті варіації, який дорівнює 13,5 % для важкого бетону. Необхідну величину міцності при стиску вибираємо з таблиці 3 і вона дорівнює $f_{ck}=25$ Мпа при класу бетону С20/25. Для готових складів виробника результат попередніх (початкових) випробувань повинен перевищувати f_{ck} за таблицею 3 до 12 Мпа, тобто

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 12. \quad (5.1)$$

За легкоукладністю необхідна марка бетонної суміші з урахуванням гармонізації з європейськими стандартами становить S1 (відповідно таблиці 4).

Розраховуємо склад бетону у такій послідовності: обчислюємо водоцементне відношення, витрату води, витрату цементу, після чого визначаємо витрату крупного та дрібного заповнювача на 1 м^3 бетонної суміші.

Водоцементне відношення визначаємо, яке забезпечує отримання бетону заданої міцності при використанні цементу заданої активності. В/Ц розраховують за наступною емпіричною формулою:

$$f_{cm} \leq 1,2R_{ц}, \quad \frac{В}{Ц} = \frac{AR_{ц}}{f_{cm} + 0,5AR_{ц}}, \quad (5.2)$$

де f_{cm} – проектна середня міцність бетону;

$R_{ц}$ – активність цементу, яка визначається згідно з ДСТУ Б В.2.7-187[32];

A – коефіцієнт, що залежить від якості заповнювача (таблиця 8), $A=0,6$.

$$\frac{В}{Ц} = \frac{0,6 \cdot 500}{327,40 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 500} = 0,63$$

Водопотреба бетонної суміші (витрата води), л/м^3 , орієнтовно становить $V=190 \text{ л/м}^3$, виходячи з даної легкоукладальності бетонної суміші, яка залежить від виду та крупності зерен заповнювача.

Кількість цементу на 1 м^3 бетонної суміші обчислюємо за відомими водоцементним відношенням та витратою води.

$$Ц = В/(В/Ц) = 190/0,63 = 301,59 \text{ кг} \quad (5.1)$$

Витрату заповнювачів (піску, щебеню або гравію), кг/м^3 бетону обчислюємо, виходячи з двох умов:

5. Сума абсолютних об'ємів всіх компонентів ущільненої бетонної суміші дорівнює 1 м³.

$$Ц/\rho_c + B/\rho_b + П/\rho_p + Ш/\rho_{ш} = 1, \quad (5.2)$$

де Ц, В, П, Ш – витрати цементу, води, піску і щебеню (гравію), кг/м³,

$\rho_c, \rho_b, \rho_p, \rho_{ш}$ – дійсна густина цих матеріалів, кг/м³;

$Ц/\rho_c, B/\rho_b, П/\rho_p, Ш/\rho_{ш}$ – абсолютні об'єми матеріалів, м³.

5. Цементно-підцаний розчин заповнює порожнечу у крупному заповнювачі з деяким розсуванням зерел, тобто

$$Ц/\rho_c + B/\rho_b + П/\rho_p = \alpha \cdot Ш/\rho_{ш} \cdot V_{пщ}, \quad (5.3)$$

де $V_{пщ}$ – порожнечність щебеню (гравію) у порожньому стані, виражена в долях одиниці;

α – коефіцієнт розсуву зерел щебеню, який приймається згідно з ДСТУ Б В.2.7-215:2009.

Порожнечність щебеню визначаємо за формулою

$$V_{пщ} = \left(1 - \frac{\rho_{пщ}}{\rho_{ш}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1,4}{2,67}\right) \cdot 100 = 47,5\% = 0,475. \quad (5.4)$$

Вирішивши спільно ці дві рівності, отримуємо вираз для визначення витрати щебеню, у кг на 1 м³ бетонної суміші:

$$Ш = 1 / (\alpha \cdot V_{пщ} / \rho_{пщ} + 1 / \rho_{ш}), \quad (5.5)$$

$$Ш = 1 / (1,39 \cdot 0,475 / 1400 + 1 / 2670) = 1182 \text{ кг}$$

Далі після визначення витрати щебеню розраховують витрату піску, кг/м³, як різницю між проектним об'ємом бетонної суміші та сумою абсолютних об'ємів цементу, води та крупного заповнювача:

$$П = [1 - (Ц/\rho_c + B/\rho_b + Ш/\rho_{ш})] \cdot \rho_p \quad (5.6)$$

$$П = [1 - (301,59/3100 + 190/1000 + 1182/2670)] \cdot 2650 = 716,3 \text{ кг.}$$

Розраховавши витрату компонентів Ц, В, П, Ш на 1 м³ бетонної суміші, обчислюють її розрахункову густину $\rho_{см} = Ц + В + П + Ш$, кг/м³, та коефіцієнт виходу бетону, що дорівнює діленню об'єму бетонної суміші в

ущільненому стані (1м³) на суму об'ємів сухих складових, витрачених на її виготовлення:

$$\beta = \frac{1}{V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{щ}}} = 1 / \left(\frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{нц}}} + \frac{\text{П}}{\rho_{\text{нп}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{нщ}}} \right) \quad (5.7)$$

$$\beta = 1 / (301,59 / 1300 + 716,3 / 1420 + 1132 / 1400) = 0,63,$$

де $V_{\text{ц}} + V_{\text{п}} + V_{\text{щ}}$ – об'єм сухих складових, витрачених на виготовлення 1 м³ бетонної суміші, м³; $\rho_{\text{нц}}, \rho_{\text{нп}}, \rho_{\text{нщ}}$ – масивна густина сухих матеріалів, кг/м³. Для важких бетонів значення коефіцієнта виходу як правило знаходиться у проміжку 0,6...0,75.

Перераховуємо склад бетону на 1 заміс 9 зразків-кубиків розміром 100х100х100 мм. Результати розрахунків наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 Витрати матеріалів на 1м³ та перерахунок на 1 заміс

Матеріал	Витрата на 1м ³	Витрата на 1 заміс (10 л)

Редко розрахунок витрат добавок (інгібіторів) з перерахунком на об'єм 1 замісу бетонної суміші з врахуванням густини кожної з добавок (таблиця 5.3)

Таблиця 5.3 Витрати добавок до бетону

Назва добавки	Густина г/см ³	Вміст на 1 заміс (розмірність)

Відні дані.

В результаті досліджень випробувано 56 зразків-кубиків. Перед початком експерименту було визначено масу та номінальні розміри кожного з випробуваних зразків. Результати вимірювань наведено в таблиці 5.4.

Рис. 5.1. Графік впливу застосування добавок на середню густину бетонних зразків

З графіку видно, що ці добавки майже не мають впливу на середню густину бетонних зразків порівняно з контрольними результатами. Так середня густина контрольних зразків становить 2317 кг/м^3 , з додаванням комплексної добавки – 2324 кг/м^3 , з додаванням біхромату калію (3% розчин) – 2319 кг/м^3 , з додаванням біхромату калію (10% розчин) – 2322 кг/м^3 .

5.3 Визначення міцності при стиску

Для дослідження впливу інгібіторів корозії на міцність при стиску бетонних елементів, було випробувано 24 зразки (рис. 5.2). 12 з них випробувано через 7 діб для визначення ранньої міцності, а інші 12 – через 28 діб.

Рис. 5.2. Зразки кубики для визначення міцності при стиску

Результати випробувань зразків через 7 дб та 28 діб наведені в таблиці 5.6-5.7.

Таблиця 5.6 Результати випробувань зразків через 7 діб

Добавка	№ зразку	Навантаження, кгс	Середнє	Площа, см ²	Напруження, кгс/см ²	Середнє	Міцність через 7 діб, Мпа
						203,13	
						117,66	
						193,61	
						133,39	

Рис. 5.4. Гістограма впливу добавки на ранню міцність зразків-кубиків

Таблиця 5.7 Результати випробувань зразків через 28 діб

Добавка	№ зразку	Навантаження, кгс	Середнє	Площа, см ²	Напруження, кгс/см ²	Середнє	Міцність, Мпа

Рис. 5.5. Гістограма впливу виду добавки на міцність зразків-кубиків через 28 діб

За результатами таблиць 5.6-5.7 будемо гістограми впливу виду добавки на ранню міцність бетону та через 28 діб (рис. 5.4-5.5).

МПа

Рис. 5.6. Діаграма залежності міцності при стиску від використаного виду добавки

З таблиці 5.6 зауважимо, що додавання біхромату калію (10% розчину) та комплексної добавки значно зменшують міцність при стиску на ранній стадії твердіння. З рисунку 5.6 видно, як змінюється міцність через 7 діб та 28 діб. Якщо на ранній стадії спостерігаємо значні перепади значень, то через 28 діб міцність зростає, та перебуває майже на одному рівні незалежно від використаних добавок-інгібіторів.

5.4 Визначення вологопоглинання зразків

Для дослідження впливу інгібіторів корозії на водопоглинання бетонних зразків, було випробувано 12 елементів. Вони були попередньо висушені до постійної маси, з подальшим зануренням у воду, щоб рівень води в ній був вище верхнього рівня зразків приблизно на 50 мм (рис. 5.7, 5.8).

Рис 5.7. Сушіння зразків-кубиків у сушильній камері

Рис.5.8. Занурення зразків-кубиків у воду

Результати випробувань наведені в таблиці 5.8

Таблиця 5.8 Результати вимірювань маси зразків, занурених у воду

Добавка	№ зразку	Маса сухої зразку, г	Маса зразку, г				Похибка %
			через 1 добу	через 2 доби	через 3 доби	через 4 доби	
Без добавки							

Продовження таблиці 5.8

Добавка	№ зразку	Маса сухого зразку, г	Маса зразку, г				Похибка %
			через 1 добу	через 2 доби	через 3 доби	через 4 доби	
Комплексна добавка	16						
	17						
	18						
	27						
Біхромат калію	34						
	35						
	36						

Визначення водопоглинання зразків наведено в табл. 5.9.

Таблиця 5.9 Результати визначення водопоглинання зразків

Добавка	№ зразку	Водопоглинання, %	Середнє значення водопоглинання, %
Без добавки	7		
	8		
	9		
	16		
	17		
	18		
Біхромат калію (5% розчин)	25		
	26		
	27		
	34		
	35		
	36		

За результатами експерименту побудовано графік впливу виду добавки-інгібітора на водопоглинання зразків (рис. 5.8).

Рис. 5.8. Гістограма впливу виду добавки на водопоглинання зразків-кубиків

З рисунку 5.8 спостерігаємо, що вплив на характеристику водопоглинання бетонних зразків має добавка біхромату калію (10% розчин) і становить 4,65%, що на 0,56% менше від результатів контрольних зразків. Це спричинене коригуванням кількості води, що призводить до зменшення пористості, і як наслідок до зменшення водопоглинання.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ У ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЇХ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Умови праці — сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності.

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Шкідливий виробничий фактор — виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника.

Небезпечний виробничий фактор — виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника.

Відповідно до ДСТУ 12 9 603-74 небезпечні та шкідливі фактори за природою дії поділяються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Виробничі фактори, що належать до фізичних небезпечних та шкідливих: рухомі машини та механізми; нересувні частини виробничого устаткування; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура поверхонь устаткування, матеріалів чи повітря робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації; підвищені чи понижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря; небезпечне значення напруги в електричному колі; підвищена напруженість електричного чи магнітного полів; відсутність чи

нестача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; пряме та відбите випромінювання, що створює засліплюючу дію.[15]

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на загальнотоксичні, подразнюючі, сенсибілізуючі, канцерогенні, мутагенні, такі, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні гриби та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп.

Дія окремих несприятливих факторів виробничого середовища може призвести до виробничої травми — порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів.

Виробничі травми класифікують:

- за видом травмуючого агента — механічні, термічні, хімічні, променеві, електричні, комбіновані та ін.;
- за виробничими матеріальними причинами (носіями) травми — рухомі частини обладнання, готова продукція, відходи виробництва;
- за локалізацією травми — травми очей, голови, рук, ніг, тулуба;
- за ступенем тяжкості пошкоджень — легкі, тяжкі, смертельні;
- за технологічними операціями — гантажно-розвантажувальні роботи, перевезення вантажів та ін.

Часто травма є наслідком нещасного випадку. Нещасний випадок на виробництві — раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, внаслідок яких заподіяна шкода здоров'ю або наступила смерть.

Наслідком дії несприятливих виробничих факторів може бути і професійне захворювання — патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Діагноз професійного захворювання ставиться у кожному випадку з урахуванням характеристики умов праці, тривалості роботи працюючого за даною професією, професійного „маршруту” робітника, даних попередніх періодичних медичних оглядів, результатів гігієніко-лабораторних та діагностичних досліджень. Цей діагноз встановлюється лише тоді, коли саме умови праці зумовили розвиток даного захворювання, тобто є його безумовною причиною.

Окрім професійних, на виробництві зараз відокремлюють групу, так званих, виробничих зумовлених захворювань — захворювань, перебіг яких ускладнюється умовами праці, а частота їх перевищує частоту подібних у працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів[40].

В Законі України „Про охорону праці” (ст. 4) задекларовані основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- обов'язковий соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань.

— використання економічних методів управління охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, що сприяє створенню безпечних і нешкідливих умов праці;

— комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі національних програм з цих питань та з урахуванням інших напрямків економічної та соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;

— встановлення єдиних нормативів з охорони праці для всіх підприємств, незалежно від форм власності і видів їх діяльності;

— здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з охорони праці,

— співробітництво і проведення консультацій між роботодавцями та профспілками (представниками трудових колективів) при прийнятті рішень з охорони праці;

— міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду організації роботи щодо покращення умов і підвищення безпеки праці.

Техніка безпеки при роботі з хімічними речовинами

Хімічні речовини, що застосовуються в лабораторних і виробничих умовах, можна розділити на три групи:

- 1) отруйні,
- 2) вогнебезпечні та вибухонебезпечні,
- 3) викликають хімічні опіки.

Окрему групу утворюють речовини, що випромінюють заряджені частинки.

Такий поділ дещо умовно, оскільки одна і та ж речовина може проявляти себе по-різному.

Горючі гази, пари легкозаймистих рідин і горючий пил за певних умов утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям. Розмежовують нижній і верхній концентраційні межі вибуховості, поза якими суміші не є

вибухонебезпечними. Ці межі змінюються залежно від потужності і характеристики джерела займання, температури і тиску суміші, напрямку поширення полум'я, змісту інертних речовин.

У цьому розділі наведено основні відомості про токсичність і вогнебезпечності найбільш уживаних хімічних речовин, а також основні заходи з охорони праці та надання першої допомоги.

Забезпечення нормальних умов в лабораторних і виробничих приміщеннях передбачається для усунення шкідливих газів, а також підтримки певної температури і вологості повітря.

Повітрообмін в приміщеннях передбачається для усунення шкідливих газів, а також підтримки певної температури і вологості повітря. У випадку виділення отруйних газів об'єм свіжого повітря, що подається в приміщення, залежить від кількості виділяються в одиницю часу шкідливих газів і гранично допустимих концентрацій (див. д. 1). При підтримці певної температури і вологості в приміщенні повітрообмін залежить від кількості виділяючи в одиницю часу тепла і вологи.

В якості засобів індивідуального захисту крім зазначених у п. 5 протигазів, захисних окулярів, рідкого типу масок і екранів застосовуються також і гумові рукавички, фартухи та ін.

У лабораторних і виробничих приміщеннях повинна бути аптечка з ліками та медичними засобами для надання першої допомоги.

При виконанні робіт з виготовлення і використання хімічних добавок необхідно дотримуватися правил техніки безпеки згідно ДБН А.3.2-2-2009

Нітрит натрію, нітрит калію, ННК I ННХК повинні зберігатися на індивідуальному складі. Забороняється їх зберігати в одному приміщенні з кислотами.

Забороняється палити і вести роботи з відкритим полум'ям(газова зварка, газовий різак та ін.) в приміщенні, де зберігається кристалічний нітрит натрію. Горючі продукти, просочені розчином цієї солі, легко

займаються і важко піддаються гасінню. Для гасіння не можна застосовувати воду, а потрібно користуватися водогасником або піском.

У відділеннях приготування розчинів добавок і бетонної суміші, особливо при застосуванні нітриту натрію, нітриду кальцію, нітрит-нітриду кальцію або нітрит-нітрат-хлориду кальцію, необхідно передбачити адекватну вентиляцію.

На ємностях передбачених для зберігання чи приготування розчинів нітриту натрію, повинен бути попереджувальний напис «Огунта».

При укладанні бетонної суміші особливу увагу потрібно звертати на відповідний технічний стан електроприладів і дотримуватися діючих правил техніки безпеки внаслідок підвищеної електропровідності бетонної суміші з добавками прискорювачами твердіння.

Робітників зайнятих приготуванням розчинів добавок, необхідно спеціально інструктувати і забезпечувати гумовими чоботами та перчатками, а також захисти окулярами.

Забороняється приймати їжу в приміщеннях, де зберігаються чи готуються розчини добавок. Не слід остерігатися потрапляння розчинів добавок, особливо нітриту натрію, на шкіру і їжу.

До робіт по приготуванню водних розчинів добавок не можна допускати осіб, які мають ураження рук і обличчя, а нітриту натрію, окрім того, осіб молодших 18 років.

РОЗДІЛ 7

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вплив добавок-інгібіторів на міцнісні характеристики бетону:

1. Середня густина бетонних зразків з добавками відносно контрольних змінилася у межах 0,1-0,3%:

2. Міцність при стиску на ранній стадії порівняно з контрольними зразками (20,3 МПа):

- з комплексною добавкою менше на 42% (11,8 МПа),
- з біхроматом калію (3% розчину) менше на 4% (19,4 МПа);
- з біхроматом калію (10% розчину) менше на 35% (13,3 МПа).

Міцність при стиску через 28 діб порівняно з контрольними зразками (27,7 МПа) перебуває на одному рівні в межах від 0,5% до 3%:

- з комплексною добавкою збільшилась на 2,5% (28,4 МПа),
- з біхроматом калію (3% розчину) - на 0,7% (27,9 МПа),
- з біхроматом калію (10% розчину) - на 1,8% (28,2 МПа).

Водопоглинання зразків порівняно з контрольними зразками (5,21):

- з комплексною добавкою зменшилось на 6% (4,89 МПа),
- з біхроматом калію (3% розчину) - на 0,1% (5,16 МПа);
- з біхроматом калію (10% розчину) - на 11% (4,65 МПа).

Отже, використання добавок-інгібіторів є доцільним, так як захищаючи арматуру від корозії, їх застосування не призводить до значних погіршень міцнісних характеристик бетону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник/ під заг. Редакцією Гоца В.І.-К.: Основа, 2019. —464 с.
2. Гоц В. І., Гельюк В. В., Шилук П. С. Бетони і будівельні розчини: підручник Київ: Основа, 2016. 568 с.
3. Przyczyna i analiza zjawiskakorozji wbetonowychkonstrukcjachmostowych / BottrykMichał// Ochr. koroz. – 1990. - 33, №8, с. 223-226
4. Browne R., Durability of reinforced concrete structures, New Zealand concrete construction, - 1989. - №9 - p 2-10.
5. ДСТУ Б 2.7-224 Будівельні матеріали.Бетони.Правила контролю міцності
6. ДСТУ Б В 2.7-214:2009 «Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками»
7. ДСТУ Б В 2.7-170:2008 «Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності»
8. ДСТУ Б В 2.7-112: 2002 «Цементи. Загальні технічні умови»
9. ДСТУ Б В 2.7-187:2009 «Будівельні матеріали.Цементи.Методи визначення міцності на згин і стиск»
10. ДСТУ Б В 2.7-32-95 «Будівельні матеріали.Пісок щільний природний для будівельних матеріалів,виробів, конструкцій і робіт.Технічні умови»
11. ДСТУ Б В 2.7-273:2011 «Вода для бетонів і розчинів.Технічні умови»
12. ДСТУ Б В 2.7-71-98 «Щебінь і гравій із щільних і пористих порід і виходів промислового виробництва для будівельних порід.Методифізико-механічних випробувань»
13. ДСТУ Б В 2.7-215:2009 «Бетони.Правила підбора складу»
14. ДСТУ Б В 2.7-224:2009 «Бетони.Правила контролю міцності»
15. Охорона праці. Інструкція з охорони праці при експлуатації електроустанов до 1000В в установках та закладах освіти.