

ОСОБЛИВОСТІ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

© Петренко Ю.В., 2013

Проведено аналіз способів бетонування монолітних залізо бетонних конструкцій у зимовий період. Ці приклади порушення основних правил проведення таких робіт та розглянуті способи щодо усунення наслідків цих порушень

Ключові слова: монолітний залізобетон, електропрогрів, утеплення, бетонна суміш, проектна міцність, морозостійкість, хімічні добавки.

The analysis of ways of concreting of monolithic iron Beth organizational structures in the winter period. These examples of violations of the basic rules of carrying out of such works and the methods for the elimination of the consequences of the violations

Key words: monolithic reinforced concrete, електропрогрев, heat insulation, бетоння mixture, project durability, frost resistance, chemical additives.

Постановка проблеми

В Україні та світі в зимових умовах без зниження темпів і якості робіт зводять найрізноманітніші конструкції та споруди з бетону та залізобетону.

Поняття “зимові умови” під час виробництва бетонних робіт дещо відрізняється від загальноприйнятого. Ці умови починаються, коли середньодобова температура зовнішнього повітря знижується до $+5^{\circ}\text{C}$, а протягом доби спостерігається падіння температури нижче 0°C . Способи витримування бетону, що забезпечують його твердіння за мінусової температури, бувають безобігрівні і з штучним прогрівом. У багатьох випадках доцільно комбінувати способи витримування для забезпечення достатньої інтенсивності твердіння. Необхідно, щоб його міцність до моменту замерзання була не менше 50 кг/см^2 і не нижче 50 % проектної у 28-добовому віці; в конструкціях мостів – не нижче 70 % проектної. Якщо до нього висуюють особливі вимоги з морозостійкості, газо- і водонепроникності, то до моменту можливого замерзання він повинен мати повну проектну міцність. Ці обмеження введені у зв'язку з тим, що в разі заморожування порушується структура бетону, а після відтанення й наступного твердіння за позитивної температури міцність його не досягає марочної, що значно знижує показники довговічності.

Аналіз основних досліджень

Широкому розвитку зимового бетонування сприяли дослідження відомих учених А. В. Барановського, Н. Н. Данилова, А. М. Зеленіна, О. Є. Кириєнко, Б. А. Крилова, С. А. Миронова, В. В. Михайлова, В. М. Москвіна, В. Н. Сизова, Б. Г. Скрамтаєва, І. Г. Совалова, В. Ф. Утенкова та ін.

Як відомо, бетон є штучним каменем, отриманим у результаті твердіння раціонально підібраної суміші цементу, води та заповнювачів. Згідно з сучасними уявленнями, освіта та твердіння цементного каменя проходять через стадії формування коагуляційному та кристалічних структур. У стадії утворення коагуляційної (зв'язкової) структури вода, обволікаючи дрібнодисперсні частинки цементу, утворює навколо них так звані сельватні оболонки, якими частинки зчіплюються одна з одною. У міру гідратації цементу процес переходить у стадію кристалізації. Тоді в цементному тісті виникають дрібні кристали, які перетворюються потім на суцільну кристалічну решітку. Цей процес кристалізації і визначає механізм твердіння цементного каменя і, отже, наростання міцності бетону.

Прискорення або уповільнення процесу утворення та твердіння цементного каменя залежить від температури суміші й адсорбувальної здатності цементу, обумовленої його мінералогічним

складом. Для твердіння цементного каменя найсприятливіша температура від 15 до 25 °С, за якої бетон на 28-ту добу практично досягає стабільної міцності. За негативних температур вода, що міститься в капілярах і тілі, замерзаючи, збільшується в об'ємі приблизно на 9 %.

Мета статті: проаналізувати причини виникнення пошкоджень у монолітних залізобетонних виробках, що споруджувались у зимовий період та дати рекомендації, як за порівняно невеликих затрат досягти належної якості виконання робіт з монолітного залізобетону в зимовий період.

Обговорення проблеми

Вибираючи спосіб витримування бетону, прагнуть до отримання максимальної міцності, враховуючи, що подорожчання робіт прямо залежить від тривалості догляду за бетоном. Для забезпечення необхідної міцності проводять заходи з підготовки складових і приготування бетонної суміші: підігрівають заповнювачі і воду, утеплюють бетон під час транспортування, вводять протиморозні добавки, утеплюють бетонні конструкції.

Застосовують кілька технологічних прийомів створення штучного середовища для витримування бетону в зимових умовах. Це безобігрівні способи, до яких належить метод термоса і термоса з протиморозними добавками і способи штучного підігрівання конструкцій, куди належить електро-термообробка бетону, паро- і повітряно-прогрів, а також застосування тепляків. Проте, недотримання основних принципів ведення бетонування в зимовий період може призвести до наслідків, поданих на рис. 1, тобто, промерзання бетону нижньої зони плити з подальшим вилущенням цементного каменя.

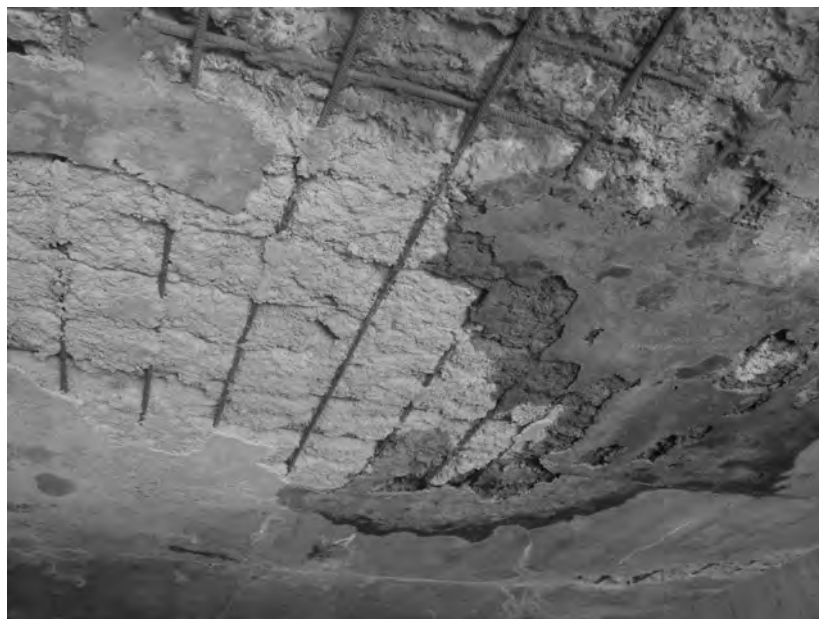


Рис. 1. Підготовка основи і укладання бетонної суміші

Робота з укладання бетонної суміші повинна бути підготовлена так, щоб до закінчення укладання температура бетону була в допустимих межах. Основа, на яку укладається бетонна суміш, і метод її укладання повинні унеможливити замерзання бетону на стику з підставою та деформацію останнього. Якщо підставою є пучинисті ґрунти, вони повинні бути відігріті до позитивної температури на глибину не менше 50 см (за допомогою горизонтальних електродів або пара, що проходить по трубах, укладених на підставі) і захищені від промерзання перед укладанням бетону. Якщо вологість непучинистих ґрунтів не перевищує 10 % і прийнятий режим твердіння забезпечує до замерзання досягнення бетоном 50 % проектної міцності, їх можна не прогрівати. У такому разі температура бетону повинна перевищувати абсолютну температуру ґрунтової основи не менш ніж на 10°

На мерзлі непучинисті ґрунти або кам'яну (бетонну) основу, очищену від снігу, льоду, бруду і цементної плівки, бетонну суміш укладають без попереднього прогрівання підстави. Якщо з розрахунку не вдається забезпечити відсутність замерзання бетону у підстави, останнє відігрівають на глибину 30 см. У протилежному разі можливе глибинне промерзання бетону з подальшим оголенням робочої арматури (див. рис. 2, 3)



Рис. 2

У разі дотриманні бетону без штучного прогрівання температура основи повинна бути не нижче $-10 - -5$ °С, а температура бетонної суміші має забезпечувати відсутність замерзання контактного шару. Для цього необхідно застосовувати бетонну суміш позитивної температури (не нижче $15-25$ °С) і укладати її шарами інтенсивністю 40 см/год. Укласти бетонну суміш на відігріту основу температурою від -15 до -25 °С можна за умови витримування бетону зі штучним підігріванням і інтенсивністю укладання шарами 30 см/год.



Рис. 3. Замерзлі бетонні, кам'яні та інші конструкції

Замерзлі бетонні, кам'яні та інші конструкції, з якими можливий дотик бетону, що укладається знову, потрібно попередньо обігрівати до розрахункової температури бетонної суміші, що прокладається, а після укладання ретельно її утеплювати. Якщо бетон укладають з протиморозними добавками, конструкції не обігрівають.

Обігрівати основи і дотичні з бетоном елементи можна в місцевих тепляках з брезенту, поліетилену, фанери, що обігріваються печами або повідронагрівачами, що працюють на будь-якому паливі; електропрогрівом за допомогою вертикальних або горизонтальних електродів. Нормативними документами забороняється розморожувати мерзлі ґрунти, поливаючи їх гарячою водою або розчинами хлористих солей, а також запускаючи пар у котлован (на поверхню ґрунту). Перед бетонуванням опалубку і арматуру очищають від снігу та льоду струменем гарячого повітря під брезентовим або поліетиленовим укриттям, потім поверхні висушують. Знімати налідь за допомогою пари або гарячої води забороняється.

За температури зовнішнього повітря нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ арматура діаметром понад 25 мм і масивні металеві закладні деталі (балки, жорстка арматура, труби) повинні бути прогріті перед бетонуванням до температури $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Бічні поверхні масивів бетонної суміші, що прокладається, обгороджують утепленою опалубкою. Перед бетонуванням опалубку і арматуру необхідно очистити від снігу та льоду гарячим потрібно утеплювати на довжині не менше 1,5 м від опалубки.

Захист від вітру та снігу

Перед укладанням бетонної суміші на очищену і прогріту кам'яну або бетонну підставу слід нанести шар підігрітого цементного розчину завтовшки до 1,5 см. Промивати поверхні основи цементним молоком і припудрювати цементом забороняється. Температура повітря, що стикається з бетоном, укладається в опалювальному просторі, повинна бути не нижче $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для захисту від вітру та снігу місць завантаження й укладання бетонної суміші слід влаштовувати фанерні або брезентові намети. Бетон рекомендується укладати невеликими ділянками по довжині і ширині конструкцій. Укладати бетон слід цілодобово без перерви до закінчення бетонування всього масиву або його частини – блоку.

Вимоги до бетонної суміші

До укладання бетонної суміші з протиморозними добавками висувають додаткові вимоги:

- ґрунтову основу під підлоги промислових будівель і покриття доріг необхідно ущільнювати так само, як і в літній час;
 - укладати суміш можна лише на промерзлі непучинисті основи, укладені і ущільнені в літній час (бажано влаштовувати основи з піщаних і супіщаних ґрунтів);
 - перед укладанням бетонної суміші основи необхідно вирівнювати сухим або талим піском, ретельно ущільнюючи кожен шар;
 - до укладання холодного бетону в дорожні покриття необхідно видалять пучинистий ґрунт і ретельно ущільнювати поверхню, щоб уникнути подальших осідань і пошкоджень конструкцій;
 - місця стиків попередньо вкляденого бетону з бетоном, що знову укладається необхідно ретельно очистити від снігу і льоду, але обігрівати не треба;
 - загустілу бетонну суміш до укладання в опалубку потрібно інтенсивно перемішувати.
- Під час замерзання бетону в робочому шві промерзлий ділянка необхідно обігріти за допомогою пари до повного відтавання, потім зняти і видалити промерзлий незатверділий шар, обробити поверхню старого бетону і після цього продовжувати бетонування.

Метод термоса

Метод термоса. Це найпростіший і економічніший метод бетонування конструкцій заснований на використанні для затвердіння бетону тепла, отриманого під час підігрівання складових і що виділяється цементом під час твердіння. Кількість тепла повинна бути достатньою для того, щоб бетон встиг придбати необхідну міцність, що дає змогу розпалублювати конструкцію перед тим, як температура в будь-якій її частині впаде до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температура бетонної суміші, яку доставляють на будмайданчик, повинна бути $25\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Методом термоса бетонують масивні залізобетонні конструкції, стрічкові фундаменти будівель та масивні стіни, окремі фундаменти під колони й устаткування, інші масивні конструкції, оскільки

невеликі легкі каркасні конструкції важко і неекономно утеплювати. Масивність конструкції характеризується модулем поверхні M – відношенням суми охолоджуваних (зовнішніх) поверхонь до об'єму конструкції. Він визначається за формулою:

$$M_n = F/V,$$

де F – поверхня, m^2 ; V – об'єм, m^3 .

Під час визначення не враховують частини конструкцій, що дотичні з мерзлим ґрунтом, а також добре прогрітою бетонною або кам'яною кладкою. Методом термоса зазвичай користуються при дотриманні конструкцій з модулем поверхні 6–8. Для розширення застосування цього методу в бетон вводять хлористі добавки, що прискорюють його твердіння і знижують температуру замерзання бетонної суміші. Крім того, під час бетонування великих колон і балок застосовують швидкотвердіючі цементи високих марок і цементи глиноземисті, що виділяють під час твердіння велику кількість тепла. Проведення зазначених заходів дає змогу застосовувати метод термоса для бетонування конструкцій з модулем поверхні 19–20.

Витримування бетону

У разі вкладанні бетону методом термоса потрібно дотримуватися таких вимог:

- конструкції необхідно вкривати відразу після закінчення бетонування;
- закладні металеві деталі необхідно ретельно приховувати утеплювачем;
- укриття і опалубка повинні забезпечити збереження позитивної температури бетону до моменту досягнення ним необхідної міцності.

Для скорочення терміну отримання необхідної міцності, бетонна суміш, що укладається, повинна бути максимально допустимої температури. Якщо кількість тепла в бетоні недостатня для набору необхідної міцності, його додатково штучно підігрівають. Бетон у всіх частинах конструкцій, які мають різну товщину, витончені елементи, виступаючі кути, повинен твердіти в тих самих умовах, як і в основній частині, тому елементи, схильні до швидшого охолодження, необхідно утеплювати додатково.

Закладні металеві частини. Закладні металеві частини повинні бути ретельно вкриті посиленим шаром утеплювача, термічний опір якого не менше ніж у 2 рази перевищує цей показник опалубки. Для запобігання значним температурним напруженням під час твердіння бетону у великих масивах, суміш, що укладається, повинна бути помірно позитивну температуру, щоб після укладання наступного шару раніше укладений мав температуру не вище $10^\circ C$. Крім того, необхідно утеплювати опалубку для захисту периферійних шарів масиву від швидкого охолодження навіть у тих випадках, коли за теплотехнічним розрахунком утеплення не потрібно.

Засипання сухим утеплювачем (шаром піску, тирси, торфу, різаної соломи) рекомендується виконувати після укриття поверхні вкладеного бетону листовим або рулонним матеріалом. Це добре охороняє бетон від втрати вологи. Без такого захисту утеплювати конструкції снігом і матеріалами, що руйнують поверхню бетону, не можна. Знімають утеплення в разі досягнення бетоном не менше 50 % проектної міцності. Не треба пов'язувати розпалубку конструкцій із закінченням витримування бетону. Під час укриття бетону перевагу необхідно віддавати дошкам із прокладкою толю, дошкам і фанері з прокладкою пінопласту, картону, мінеральній ваті і, особливо, матам, покритим з двох сторін непродувним водовідштовхувальним матеріалом.

Дерев'яна опалубка. Дерев'яну опалубку прийнято вважати достатнім теплозахистом, однак вона інтенсивно поглинає вологу з периферійних шарів бетону конструкції і, внаслідок цього, знижує його тепловтрати. Інтенсивне поглинання вологи опалубкою (вагова вологість її, залежно від товщини дошки, розмірів конструкції та температури повітря, через 5–20 г після бетонування досягає 60–90 %) збільшує теплообмін бетону з навколишнім середовищем, впливає на його твердіння і наростання міцності. Це треба враховувати під час призначення теплозахисту конструкції. Для конструкцій, що працюють у тяжких умовах, рекомендується застосовувати металеву опалубку з надійним захистом теплоізоляційними матеріалами. Утеплення опалубки визначається розрахунком. Вона повинна бути без зазорів і щілин, особливо в кутах і місцях стикування теплоізоляції, утеплена теплоізоляційними матеріалами (мінеральною ватою, повстю, очеретяними

матами, тирсою, котельним шлаками тощо). Для зменшення продувності і захисту теплоізоляційних матеріалів від зволоження по обшивці опалубки треба вкласти шар толю або пергаменту.

Якщо перераховані заходи не забезпечують одержання бетоном проектної міцності, слід застосовувати комбіновані методи витримування бетонної суміші.

Електропрогрів бетонних і залізобетонних конструкцій. Електропрогрів бетонних і залізобетонних конструкцій застосовують у тому разі, коли витримування бетону способом термоса не забезпечує заданої міцності до кінця встановленого терміну витримки і за необхідності отримання необхідної міцності за короткий термін.

Метод заснований на перетворенні електричної енергії на теплову. Його здійснюють за допомогою металевих електродів, електричних нагрівальних приладів і термоактивного шару тирси. Електропрогрів зазвичай застосовують для конструкцій, модуль поверхні яких у межах від 5 до 20.

Режим електропрогрівання призначається залежно від ступеня масивності конструкцій, виду і активності цементу, необхідної міцності бетону. Рекомендують такі режими:

1. Двостадійний, що складається з стадій розігрівання й ізотермічного прогрівання із забезпеченням до моменту відімкнення струму заданої міцності бетону. Застосовується для конструкцій з модулем поверхні 15 і вище.

2. Тристадійний, що складається з стадій розігрівання, ізотермічного прогрівання і остигання із забезпеченням заданої міцності до кінця остигання конструкції. Застосовується для конструкцій з модулем поверхні від 6 до 15.

3. Двостадійний з охолодженням, що складається з стадій розігріву і остигання з “забезпеченням заданої міцності в кінці охолодження. Застосовується для конструкцій з модулем поверхні менше 6.

Бетонування конструкцій. Під час бетонування конструкцій з модулем поверхні менше 6 електропрогрівання підлягають лише зовнішні (периферійні) шари. У такому разі твердіння конструкцій, що витримуються методом термоса, прискорюється, оскільки запобігає передчасному охолодженню бетону в зовнішніх шарах. Прогрів виконується за допомогою електродів, що укладаються на поверхню бетону або незначно втоплюються в нього. Відстань між електродами в кутах блоку повинна бути не менш 200–250 мм; на інших ділянках – до 350 мм. Гранична температура нагрівання бетону не повинна перевищувати 40 °С. Правильне розташування електродів у бетоні забезпечує рівномірне нагрівання конструкції до заданої температури, електрична потужність струму і потужність, потрібна за тепловим розрахунком, повинні відповідати один одному. Розташування електродів впливає і на величину температурного перепаду в приелектродних зонах бетону, який не повинен перевищувати 1 °С на 1 см радіусу зони.

Для виконання цих умов необхідно витримати мінімально допустимі відстані між електродами й арматурою. Кількість електродів залежить від використовуваної напруги. Прогріваючи залізобетонні конструкції, насичені арматурою, в яких неможливо розмістити необхідну кількість групових електродів, треба застосовувати поодинокі. Для економії електроенергії та підвищення ефективності електропрогрівання необхідно:

– виконувати електропрогрівання у можливо короткий термін з максимально допустимою для даного виду бетону температурою;

– витримувати бетон під струмом до набирання ним 50 % проектної міцності. У разі необхідності отримання відразу ж після прогрівання вищої міцності бетону використовувати жорсткі і малорухливі бетонні суміші з осадкою конуса не більше 20 мм, готувати бетон на швидкодіючих цементях, вводити в бетонну “суміш добавки – прискорювачі твердіння. В окремих випадках у разі достатнього обґрунтування можна підвищувати проектну марку бетону;

– поєднувати електропрогрів з методом термоса для досягнення 50 % міцності, особливо для конструкцій, які не сприймають навантаження до здачі будинку в експлуатацію.

Опалубка і теплозахист. Опалубку і теплозахист прогрітих конструкцій можна знімати після остигання бетону в зовнішніх шарах до 5 °С. Допускати примерзання бетону до опалубки не можна. Різниця температури відкритих поверхонь бетону і зовнішнього повітря в разі розопалубки не

повинна перевищувати 20° С для конструкцій з модулем поверхні 6 і 30 °С – для конструкцій з модулем поверхні > 6.

Бетонувати конструкції з модулем поверхні 6–15 і в тому разі, коли розстановка і монтаж електродів вже виконані, треба із застосуванням пластичних сумішей температурою не менше 5° С. За більшого модуля поверхні конструкцій, а також у разі встановлення електродів після укладання бетонної суміші температуру суміші, що вкладається, підбирають так, щоб підготовчі роботи, необхідні для електропрогрівання, були завершені до моменту остигання бетону. У таких випадках температура бетонної суміші під час укладання рекомендується не нижче 10 °С. Якщо є роботи, пов'язані з електропрогріванням, які необхідно виконати лише після бетонування конструкції, їх слід заздалегідь підготувати і завершити відразу ж після укладання бетонної суміші. У місцях примикання бетону до замерзлої цегляної кладки необхідно розміщувати додаткові електроди, щоб уникнути охолодження периферійної частини конструкції та недобору міцності. Якщо виникає необхідність забезпечити зчеплення бетону, що укладається, з раніше покладеним і замерзлим, останній відігрівають у периферійній зоні відповідно до чинних рекомендацій. У зоні контакту в бетоні, що вкладається, необхідно розміщувати додаткові електроди. Додаткові електроди в контактній зоні не розміщують, якщо примикаючий замерзлий бетон витримували за допомогою електропрогрівання. Тоді крайні електроди в раніше прогрійтій ділянці конструкції, що примикає до прогрітого бетону, повинні бути ввімкнені повторно.

Залізобетонні балки. Під час бетонування колон, елементів рам та інших подібних конструкцій з перервами на зовнішній стороні опалубки треба виносити позначку верху бетону. Бетонування балок рекомендується виконувати відразу по всій довжині, приділяючи особливу увагу якості прогріву опорних ділянок. Влаштуваючи ребристі балкові перекриття балки, необхідно бетонувати разом з плитою. Розміри бетонованих ділянок плит призначаються такими, щоб одночасно прогрівалася вся поверхня свіжовкладеного бетону. Якщо електродними панелями закривається не вся поверхня, то прогривають незакриті ділянки ведеться за допомогою плаваючих електродів. Порядок добетонування конструкцій, розміщення робочих швів повинні унеможливити виникнення значних температурних напруг.

Електропрогрівання бетону з максимальною температурою ізотермічного прогрівання вище 40 °С виконують, дотримуючись таких вимог:

1. Залізобетонні балки, що опираються на раніше забетоновані конструкції, відокремлюють від конструкцій прокладками з металевих листів. Якщо це неможливо, бетонування і прогрів балок ведуть з розривами довжиною 1/8 прольоту, але не менше ніж 0,7 м. Заповнюють розриви бетонною сумішшю і прогривають їх після остигання раніше покладеного бетону.

2. Балки, розташовані паралельно і жорстко пов'язані, рекомендується прогривати одночасно, а нерозрізні, не пов'язані жорстко з опорами, прогривають одночасно на ділянках завдовжки не більше 20 м.

3. Бетонування нерозрізних ригелів багатопролітних рам здійснюють з розривами завдовжки 1/8 прольоту. Розриви розташовують через два прольоти з прольотами рами до 8 м і через один за більшої величини прольотів.

Прогрів тонких плит. Для прогрівання тонких плит перекриттів застосовують рефлекторні печі спеціальної конструкції, принцип дії яких полягає в тому, що тепло, випромінюване розпеченою спіраллю, вміщеною у фокусі “дзеркала”, відбивається від її параболічної поверхні паралельними променями і рівномірно нагріває поверхню бетону. Для обігрівання застосовують комплект печей (30–50 шт.). Щоб уникнути висушування верхній шар бетону, необхідно періодично поливати теплою водою, вимкнувши при цьому струм. Рефлекторні печі унеможливають короткі замикання і споживають постійну потужність. Їх недолік – складність створення рівномірного прогрівання, громіздкість, складність пристрою і порівняно висока вартість.

Застосовуючи термоактивну тирсу, бетон прогривають за допомогою електродів, що закладаються в змочений слабким соляним розчином шар тирси, який є або утеплювачем горизонтальної поверхні, або заповнювачем у подвійній вертикальній опалубці. Спосіб дуже трудомісткий і

пожежонебезпечний. Він застосовується як виняток для прогрівання окремих дрібних конструкцій або під час виробництва особливо термінових робіт.

Перерви між укладанням бетону. Перерви між укладанням попереднього і наступного шару бетону не повинні перевищувати 1,5–2 години за температури бетонної суміші 5 °С. Витримування бетону припиняється після набору ним 50 % проектної міцності. Знімають утеплення тільки тоді, коли різниця температури відкритої поверхні конструкції і навколишнього повітря не перевищує 3 °С, за модуля до 5–20.

Прогріваючи залізобетонні конструкції, у термоактивній опалубці застосовують бетони на основі портландцементу, що швидко твердне, звичайного портландцементу й шлакопортландцементу. В бетон можна вводити добавки – прискорювачі твердіння, але якщо вони викликають корозію металу, тому, необхідно ретельно змащувати палубу і ребра каркаса опалубки. Під час прогрівання конструкцій найефективніший зубчатий режим, що містить періоди розігрівання, умовного ізотермічного прогрівання та охолодження. У період ізотермічного прогріву нагрівачі вмикають за надмірного зниження температури бетону в периферійних ділянках конструкції, що прогривається. Під час бетонування масивних конструкцій, з дотриманням безперервності укладання суміші і необхідності вмикання опалубки під напругу, інтервали між укладанням суміжних шарів повинні бути не більше, ніж 1 год, за різниці температур порцій бетонної суміші 10 °С.

Застосування термоактивної опалубки зменшує вартість робіт на 0,5–1 грн на 1 м³ бетону порівняно з методом електродного прогрівання.

Холодні бетони. Застосування “холодних” бетонів не допускається в таких випадках:

- у конструкціях, що піддаються динамічним навантаженням;
- у конструкціях, що систематично нагріваються під час експлуатації до температури вище 60 °С;
- у частинах конструкцій, розташованих у зоні змінного рівня води;
- у конструкціях з випусками арматури або виступаючими металевими закладними деталями без спеціальних заходів захисту останніх;
- у конструкціях, що знаходяться поблизу джерел струму високої напруги (менше 100 м);
- у конструкціях, що стикаються з агресивними водами, з домішками кислот, лугів і сульфатів;
- у конструкціях, зовнішній вигляд яких визначається архітектурними міркуваннями (через можливість утворення висолів).

Обмежується також відносна вологість повітря, за якої можуть експлуатуватися бетонні конструкції, зведені із застосуванням протиморозних добавок. Вона повинна бути не більше 60 %.

Загальна кількість введених у бетонну суміш хлористих солей кальцію і натрію нормується залежно від маси цементу і не повинна перевищувати (враховуючи безводні солі) 7,5 % маси цементу, а для масивів з модулем поверхні 20 становити не більше 5 % від маси цементу. Хлористий кальцій – це активний прискорювач твердіння бетону. Він дозволяє різко скоротити терміни схоплювання цементу. Рухливість бетонної суміші втрачається незабаром після приготування. На відміну від CaCl₂, хлористий натрій і нітрит натрію, будучи нейтральними солями при взаємодії із продуктами гідратації цементу, суттєво уповільнює схоплювання цементу і твердіння бетону в ранні терміни. Саме тому ці солі застосовуються у вигляді комплексних добавок.

Протиморозні добавки. Бетон з добавкою поташу за температури -25 °С твердне, безперервно набираючи міцність. Поташ не впливає на зчеплення арматури з бетоном, але вимагає, щоб температура підігрітої арматури була на 10° більше, ніж бетону, що укладається. Шлакопортландцемент з добавкою поташу твердне повільно і тому рекомендується застосовувати марки 400 і вище. Бетонні суміші з добавкою поташу можна застосовувати в бетонних і залізобетонних конструкціях марки не вище 300. Він не утворює висолів на поверхні, проте має підвищену усадку. Такий бетон не достатньо морозостійкий.

Протиморозні добавки, розглянуті вище, дають змогу працювати за температури не нижче 25 °С. Добавка аміачної води дає можливість успішно вести бетонування за температури -35 °С і нижче.

Для запобігання випаровування аміаку бетон вкривають поліетиленою плівкою або носять па його поверхню плівкоутворювальні склади. Виділення аміаку з аміачної води навіть високої концентрації різко зменшується зі зниженням температури.

Знаходить застосування ще одна протиморозна добавка – азотнокислий кальцій. Вона рівноцінна хлористому кальцію, але на відміну від нього не викликає корозії арматури. Азотнокислого кальцію додають на 1 м³ бетону не більше 40 кг, а для несучих залізобетонних конструкцій – не більше 15 кг. Як в'язуче рекомендується використовувати портландцемент. Застосування азотнокислого кальцію не допускається під час зведення димових труб, градирень і конструкцій, що піддаються постійному нагріванню з подальшим різким охолодженням у водному або повітряно-вологодому середовищі. Введення цієї добавки не знижує морозостійкості бетону.

Висновки

Здатність бетонної суміші не замерзати за низької температури і набирати міцність на морозі без подальшого обігрівання після укладання в конструкції досягається застосуванням під час приготування протиморозних добавок. Кількість солей і їх співвідношення приймають на підставі температури навколишнього середовища під час укладання бетонної суміші і передбачуваної негативної температури бетону при його витримці в перші 15 діб після укладання. У зв'язку з тим, що бетони з протиморозними добавками здатні твердіти за негативної температури і нарощувати міцність після розморожування, рекомендовані значення критичної міцності для них дещо нижче, ніж для бетонів, що твердіють без добавок.

“Холодні” бетони, у яких як протиморозні добавки використовуються хлористі солі або нітрит натрію, під час твердіння повинні мати температуру не нижче +15 °С. Бетони з противоморозною добавкою поташу можуть твердіти і за нижчої температури (25 °С). Застосовувати “холодні” бетони з добавками хлористих солей можна в неармованих (бетонних і камнебетонних) конструкціях і в армованих конструктивною арматурою, оскільки ці добавки здатні викликати посилену корозію арматури. Застосовуючи хлористі солі в конструкціях з конструктивною арматурою, необхідно влаштовувати захисний шар бетону завтовшки не менш 50 мм. Крім того, хлористі солі можуть призвести до утворення висолів на поверхні бетону.

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Стройиздат, 1988. 2. ДБН В.2.7-64-97. Правила застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах. 3. Миرون С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. – 3-е изд., перераб.е и доп. – М., Стройиздат, 1975. 700 с. 4. Невиль А.М. Свойства бетона / пер. с англ. В.Д. Парфенова и Т.Ю. Якуб. — М.: Стройиздат, 1972. —344 с. 5. Методы зимнего бетонирования. НИИЖБ. – М., 1985.