**Дата:** 29.09.2021

**Викладач:** Лук՚яненко Світлана Іванівна

**Предмет:** Технологія і організація будівельного виробництва

**Група**: 2Б-1

**Урок** 48

**Тема уроку**: Виконання бетонних робіт у зимових умовах

**Мета**: ознайомити учнів з технологією виконання бетонних робіт у зимових умовах;

-знати:

допустиму температуру для виконання бетонних робіт в зимових умовах;

- основні групи методів зведення монолітних конструкцій в зимових умовах;

Якщо температура від'ємна, внаслідок замерзання води в твердіючому бетоні припиняються фізико-хімічні процеси її взаємодії з цементом, тобто припиняється сам процес твердіння бетону. Також порушується зчеплення із зернами заповнювача та арматурою, що знижує міцність бетону, його щільність, стійкість і довговічність, а в деяких випадках призводить до руйнування конструкції.

Якщо бетон до замерзання набрав деякої міцності, то наведені вище процеси не впливають на нього негативно, і при подальшому відтаванні бетон у конструкції набирає потрібної міцності.

При зведенні монолітних конструкцій у зимових умовах застосовують різноманітні ефективні й економічні методи вистоювання бетону, що дають змогу забезпечити високу якість конструкцій. Ці методи поділяють на три основні групи:

1)  ***методи термоса,*** що засновані на використанні початкового вмісту теплоти у бетонній суміші і тепловиділенні цементу при твердінні бетону;

2)  ***методи із використанням протиморозних хімічних добавок***, що забезпечують зниження температури замерзання води в бетоні при введенні їх у суміш;

3)  ***методи прогрівання чи обігрівання.***

Ці методи можна комбінувати.

Вибір того чи іншого методу вистоювання бетону в зимових умовах залежить від виду та масивності конструкції, виду і складу бетону, зовнішніх умов виконання робіт, технічної та енергетичної забезпеченості та інших чинників.

***Методом термоса*** витримують масивні бетонні та залізобетонні конструкції.

Бетонну суміш температурою 15...40 °С укладають в утеплену опалубку. За рахунок теплоти, внесеної бетоном, та теплоти, що виділяє цемент (явище екзотермії), бетон набирає критичної міцності раніше, ніж у будь-якій частині конструкції, температура бетону знизиться до 0 °С.

Метод термоса найбільш економічний і простий, оскільки не потребує устаткування для обігрівання бетону в конструкціях, його обслуговування і витрат електроенергії, пари, палива.

Різновиди описаного методу - гарячий термос і термос із застосуванням хімічних добавок .

**Гарячий термос** полягає в укладанні бетонної суміші, попередньо розігрітої до температури 60...80 °С та ущільненої в гарячому стані, і наступному термосному вистоюванні.

Розбирають опалубку при температурах бетону, що близькі до температури його замерзання, але обов'язково до примерзання опалубки до бетону.

Другий метод передбачає використання сумішей ***з хімічними добавками***, що прискорюють твердіння бетону, знижують температуру замерзання рідкого компонента бетонної суміші та забезпечують твердіння бетону при температурі нижче 0 °С.

Як добавку застосовують вуглекислий калій-поташ (*К*2*СO*3), нітрит натрію ***(****NaNO*2***)*,** хлорид кальцію ***(****CaCl*2***)*,**а також нітрит кальцію - сечовину, аміачну воду **(***NH*4*OH****)***, нітрит-нітрат-хлорид кальцію та ін.)

Хімічні добавки кількістю до 2...З ***%*** маси цементу діють як прискорювачі твердіння.

При їх застосуванні бетонну суміш температурою 25...35 °С укладають в утеплену опалубку, якщо температура зовнішнього повітря становить -15... -20 °С, і після віброущільнення накривають теплоізолювальними матеріалами.

Бетонні суміші з протиморозними добавками укладають і ущільнюють так само, як і бетонні суміші без добавок. Температура бетонної суміші становить при цьому 3...15 °С.

У зв'язку з тим що при температурах менше ніж .0 °С вода має низьку активність, твердіння бетону при низьких температурах уповільнене.

У разі бетонування армованих конструкцій перевагу надають добавкам, що не викликають корозії арматури (поташ, нітрит натрію), а хлориди використовують для неармованих конструкцій.

Бетони з протиморозними добавками не можна застосовувати при спорудженні конструкцій, що підлягають динамічним навантаженням; з попередньо напружуваною арматурою; розміщених у зоні змінного рівня води; залізобетонних, що експлуатуються в агресивних середовищах, зонах блукаючих струмів, під напругою постійного струму та в інших випадках. Наявність добавок може спричинити появу на поверхні конструкції висолів.

**Електропрогрівання бетону** застосовують у разі потреби прискорити твердіння бетону.

Суть електропрогрівання полягає у використанні теплоти, що виділяється в бетоні в процесі проходження через нього змінного електричного струму. Укладену й ущільнену суміш через 1...2год вмикають до електромережі за допомогою металевих електродів. Перетворення електроенергії на теплову здійснюється безпосередньо в бетоні.

Режим прогрівання складається з трьох основних періодів: розігрівання, ізотермічного витримування та остигання.

**Розігрівання**- один з найбільш відповідальних періодів прогрівання. При високих швидкостях розігрівання в бетоні відбуваються структурні руйнування внутрішнім тиском, що виникає через швидке розширення внутрішньої пари води і повітря; температурне розширення твердих частинок; інтенсивне випаровування вологи з поверхні бетону. Через це швидкість розігрівання бетону обмежується.

Обмежується також і температура бетону, перевищення якої призводить до утворення тріщин від неоднорідності температурного поля, недостатнього набирання міцності для бетону на портландцементі не більше ніж 80 °С, на шлакопортландцементі - не більше ніж 90 °С.

Максимальну температуру бетону при периферійному прогріванні, а також рамних і каркасних конструкцій з жорсткими стиками беруть не більше ніж 40 °С, а для масивних конструкцій визначають з умови отримання в них рівномірного температурного поля.

Швидке остигання бетону також може спричинити додаткові температурні напруження, що пошкоджують бетон, тому швидкість остигання обмежується.

Температуру розігрівання регулюють зміненням напруги. Щоб умови прогрівання конструкції були рівномірні, через певні проміжки часу збільшують напругу. Для цього застосовують трансформатори зі зміною напруги (наприклад, східчасті трансформатори зі зміною напруги 49-60-80-121 В).

Для автоматичного витримування заданого режиму застосовують ***імпульсне подавання напруги.*** За допомогою спеціальних датчиків, установлених у бетоні, електроди періодично вмикаються і вимикаються, регулюючи температуру ізотермічного витримування; в моменти недопустимого підвищення температури електромережа вимикається.

***Швидкість остигання бетону*** регулюють підбором теплоізоляції його поверхні залежно від температури зовнішнього повітря.

При електродному прогріванні застосовують різні ***види електродів:*** пластинчасті, смугові, стрижневі, плаваючі й струнні.

***Пластинчасті електроди*** належать до поверхневих. їх роблять з пластин покрівельного заліза чи сталі, що нашивають на внутрішню, прилеглу до бетону, поверхню опалубки. Розміщені з протилежних боків конструкції електроди підключають до різнойменних фаз струму, внаслідок проходження струму бетон нагрівається. За допомогою пластинчастих електродів прогрівають малоармовані конструкції незначної товщини (стіни, колони, балки тощо).

***Смугові електроди*** виготовляють із сталевих смуг 20...50 мм завширшки; їх нашивають на внутрішню поверхню дерев'яної опалубки через 100...200 мм. Після вмикання до різнойменних фаз струму електродів, що розміщені з протилежних боків конструкції теплота виділяється у всьому обсязі бетону. Вмикання різнойменних фаз струму до сусідніх електродів забезпечує периферійне прогрівання бетону в шарі, товщина якого дорівнює половині відстані між електродами. Внутрішня частина бетону при цьому твердне за рахунок початкового теплового вмісту, екзотермії цементу і притоку теплоти від розігрітих периферійних шарів. Периферійне прогрівання по контуру застосовують для конструкцій будь-якої маси. Зводячи тонкостінні конструкції (плита, стіни, підлоги та інші конструкції до 20 см завтовшки), смугові електроди розміщують з одного боку конструкції.

Доцільно користуватися ***інвентарними електродними панелями*** зісмуговими електродами а також робити смугові електроди напиленням металу на поверхню палуби опалубки з фанери.

***Стрижневі електроди*** - сталеві прутки діаметром 4...10 мм, що встановлюють в тіло бетону перпендикулярно до поверхні конструкції по одному чи окремими плоскими групами. Електроди встромляють на потріб­ну глибину в укладену бетонну суміш або, ще до укладання суміші, установлюють у попередньо підготовлені отвори в опалубці. Кінці електродів мають виступати на 8... 10 см над утепленням поверхні бетону; їх з'єднують із струмопровідними проводами за допомогою м'якого сталевого (діаметром 1... 1,5 мм) чи алюмінієвого дроту. Стрижневими електродами прогрівають будь-які конструкції.

***Плаваючі електроди*** виготовляють із сталі діаметром 6... 12 см і заглиблюють у поверхню укладеної бетонної суміші на 3...4 см. їх застосовують в основному для прогрівання плоских конструкцій (підлоги, плити) і периферійного прогрівання верхньої (неопалубленої) поверхні масивних конструкцій.

***Струнні електроди*** виготовляють з арматурної сталі діаметром 4... 16 мм. Перед бетонуванням паралельно поздовжній осі конструкції окремими, розташованими одна за одною, ланками 2,5...3,5 м завдовжки установлюють по дві-три струни. Один з кінців кожної струни загинають під прямим кутом, виводять на поверхню конструкції і підключають до різнойменних фаз струму. Одним з електродів може бути металева чи оббита листовим залізом опалубка

**Питання для самоконтролю**:

* Основні методи вистоювання бетону;
* Що таке « гарячий термос»?
* Чим регулюється швидкість остигання бетону?
* Які види електродів застосовують при електродному прогріванні?
* Законспектувати урок. Виконані роботи надсилати на е-пошту-lukianenko74@ukr.net