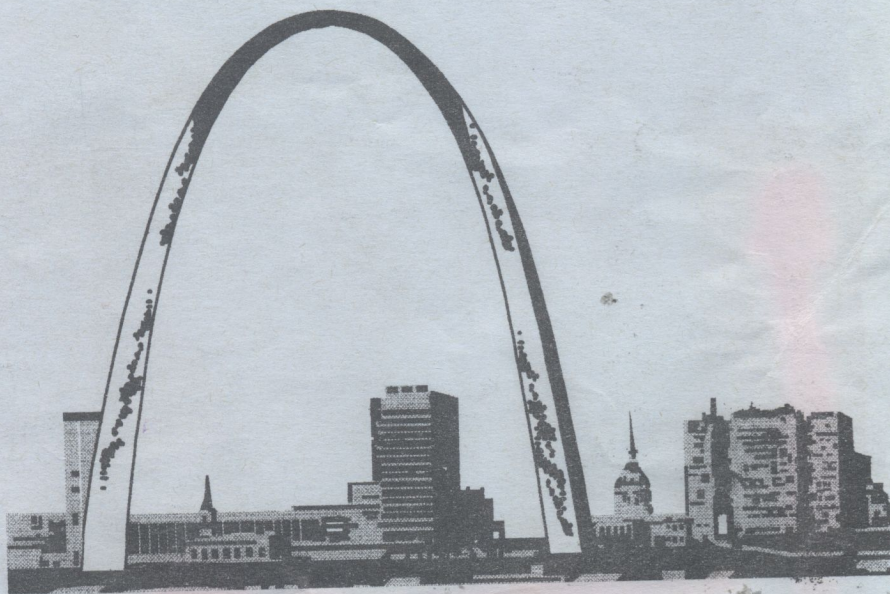


843/85
176
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

М.Ф.Друкований, Т.В.Прилипка, Н.В.Смоляк

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ
ТА ЗАЛЗОБЕТОНУ



Вінниця ВДТУ 1999

3079-22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

М.Ф.Друкований, Т.В.Прилипко, Н.В.Смоляк

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ
ТА ЗАЛІЗОБЕТОНУ

НТБ ВНТУ



3079-22

693(075) Д 76 1999

Друкований М.Ф. Технологія процесів монол

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей. Протокол № 6 від "24" листопада 1999 р.

Вінниця ВДТУ 1999



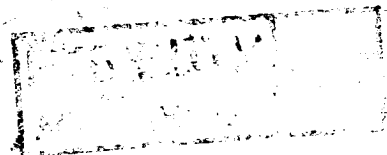
УДК 61.

М.Ф.Друкований, Т.В.Прилипка, Н.В.Смоляк. Технологія процесів монолітного бетону та залізобетону. Навчальний посібник. /В.: ВДТУ, 1999-86 с. Укр.мовою/

Навчальний посібник стане в нагоді студентам будівельних спеціальностей, а також буде корисним викладачам та фахівцям.

Бібліогр. 9 найм. Іл. 33 Табл. 22.

Рецензенти: В.К.Черненко, завідувач кафедри технології будівельного виробництва Київського державного технічного університету будівництва і архітектури, д.т.н., проф., академік АБ;
О.М.Левінський, Віце-президент Академії Будівництва України, д.т.н., проф., академік АБ.



ЗМІСТ

1. Основні положення з технології процесів монолітного бетону та залізобетону.....	4
2. Опалубні процеси.....	7
3. Арматурні роботи.....	15
4. Армвання попередньо напружених залізобетонних конструкцій.....	19
5. Процеси бетонування конструкцій.....	
5.1. Приготування бетонної суміші.....	20
5.2. Транспортування бетонної суміші.....	22
5.3. Ущільнення бетонної суміші.....	26
5.4. Спеціальні методи бетонування.....	30
5.5. Знімання опалубки з конструкцій.....	34
5.6. Догляд за бетоном.....	34
5.7. Контроль якості бетонних процесів.....	35
5.8. Визначення об'єму робіт.....	38
6. Особливості технології процесів в екстремальних умовах.....	
6.1. Особливості технології процесів монолітного бетону і залізобетону в зимових умовах.....	40
6.1.1. Метод термосу.....	43
6.1.2. Бетони із застосуванням протиморозних домішок.....	46
6.1.3. Попередній електропрогрів бетонної суміші.....	47
6.1.4. Електродний прогрів.....	47
6.1.5. Інфрачервоне обігрівання.....	48
6.1.6. Індукційний прогрів.....	48
6.1.7. Паропрогрів бетону.....	48
6.2. Основні положення технології бетонування в умовах жаркого клімату.....	50
7. Правила безпеки при виконанні бетонних та залізобетонних робіт	54
Задачі.....	58
Додатки.....	81

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ ТА ЗАЛІЗОБЕТОНУ

1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ З ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ ТА ЗАЛІЗОБЕТОНУ

У загальному об'ємі будівельної продукції, що зводиться з використанням бетону чи залізобетону, об'єм моноліту зростає і сьогодні досягає майже 50%. Це пов'язано з тим, що даний матеріал має ряд цінних властивостей як на стадії зведення, так і експлуатації будинків та споруд.

Б е т о н – це штучний камінний матеріал, отриманий внаслідок твердіння суміші в'язучої речовини, води, заповнювачів і в необхідних випадках спеціальних домішок. В'язучі матеріали для приготування бетонної суміші розділяють на гідралічні, що здатні твердіти як на повітрі, так і у воді; повітряні, що твердіють лише на повітрі; автоклавного твердіння, що найбільш ефективно твердіють в процесі автоклавної обробки при тиску насиченої пари 0,9...1,3 МПа. Найпоширенішими в'язучими речовинами є цемент, будівельне вапно, гіпс, зола-унос. Воду, яку застосовують при виробництві бетону необхідно ретельно перевіряти на склад домішок, органічних поверхнево-активних речовин, фенолів. У воді не повинно бути шкідливих нафтопродуктів, жирів, масел. Для виробництва бетонів застосовують крупні та дрібні заповнювачі. Домішки для бетонів розділяють за основним ефектом дії на пластифікувальні, стабілізувальні, водоутримувальні, що змінюють строки схвачування, що прискорюють твердіння, підвищують міцність, забезпечують твердіння при низькій температурі, газоутворювальні, ціноутворювальні, що підвищують жаростійкість, ущільнювальні та інші.

З а л і з о б е т о н – конструктивний матеріал із бетону і арматури, які працюють спільно.

На стадії зведення монолітний залізобетон має такі позитивні властивості: економічність матеріалу внаслідок використання до 80-90% від об'єму конструкцій широко впроваджуваних матеріалів; легка механізація процесів, можливість комплексної механізації, оперативність зміни обсягів будівництва; невеликі капітальні витрати при необхідності збільшити обсяг монолітного будівництва (немає потреби у будівництві нових потужних заводів залізобетонних конструкцій, домобудівних комбінатів); пластичність форм; можливість уже на стадії будівництва виконати оздоблення зовнішніх стін.

На стадії експлуатації монолітний залізобетон проявляє наступні властивості: міцність та сейсмостійкість; різке зменшення витрат металу на одиницю закінченого об'єму; низькі експлуатаційні витрати.

В залежності від того, де виконується процес бетонування - на заводі чи на будівельному майданчику, безпосередньо на місці експлуатації конструкції, розрізняють зведення будинків та споруд із збірного і монолітного бетону чи залізобетону.

Період виникнення залізобетону (1850 – 1885 рр.) характеризується появою перших конструкцій з армованого бетону у Франції /Ламбо, 1850 р./; Куаньє, 1854 р./, Англії /Уілкінсон, 1854 р./, США /Гіатт, 1855 р./.

Практичне використання залізобетону розпочалось в кінці XIX ст. У 1881 році в Росії були розроблені норми на цемент. У 1891 році було засноване акціонерне товариство бетонних робіт, які заклали основи зведення бетонних споруд. У кінці 20-х років XX ст. із залізобетону почали зводити гідротехнічні і промислові споруди, такі, як будинок державної промисловості, поштове відділення біля Південного вокзалу у м. Харкові, гідроелектростанція Дніпробуд.

Сьогодні з бетону та залізобетону в нашій країні зводяться в основному фундаменти та різноманітні промислові споруди (труби теплоселектростанцій, градирні та ін.) і різні житлові споруди (спальні корпуси санаторіїв, житлові будинки).

Великий внесок у розвиток основ для практичного використання бетону та залізобетону зробили О.О. Байков, П.П. Будніков, В.М. Юнг, М.О. Беляєв, Б.І. Скротгаєв та інші.

За способом виконання бетонні та залізобетонні конструкції поділяються на монолітні, збірні та збірно-монолітні.

М о н о л і т н і – це конструкції будинків та споруд, повністю виготовлені з монолітного залізобетону.

З б і р н і – конструкції будинків та споруд, повністю виготовлені із збірного залізобетону.

З б і р н о - м о н о л і т н і – конструкції із збірних елементів заводського виготовлення, з'єднаних між собою в єдине ціле монолітним бетоном.

Зведення будинків з бетону та залізобетону включає заготівельні, транспортні та монтажні-укладальні процеси

До заготівельних і транспортних процесів належать: виготовлення елементів опалубки, арматурних каркасів, сіток, приготування бетонної суміші та доставка їх на будівельний майданчик. Їх, як правило, виконують у спеціалізованих майстернях, цехах і доставляють до місця укладання загальним або спеціалізованим транспортом (автобетоновозами, авторозчиновозами, автобетонозмішувачами).

Комплексний монтажні-укладальний процес зведення конструкції з монолітного бетону чи залізобетону включає такі процеси:

- установа опалубки;
- установа арматури (якщо конструкції залізобетонні);
- бетонування;

- розпалублення.

Найбільш трудомісткими є опалубні роботи (35 – 50%). За трудомісткістю бетонування складає 20 – 30%, арматурні роботи 15 – 25%.

Внаслідок того, що десятиліттями розвитку монолітного будівництва на державному рівні не наділялась належна увага, виробіток на бетоїних та залізобетонних процесях у нас сьогодні у 2 – 2,5 рази менший, ніж у таких країнах, як США, Німеччина та ін.

Основними напрямками вирішення питань підвищення виробітку є розробка і впровадження комплексно-механізованих технологічних процесів зведення будівель та споруд на основі високоефективних засобів механізації (укладання бетону за допомогою маніпуляторів: наприклад, у Німеччині і США ними вкладається до 50% бетону); впровадження високоефективних домішок до бетону для отримання литих сумішей; застосування проти морозних домішок до бетону та ефективних методів виконання робіт (наприклад, полача бетону під дією гідродинамічного напору, коли відпадає необхідність у віброупільненні і у 2 рази скорочується термін бетонування, в 4 – 5 разів зменшується трудомісткість робіт), вакуумування бетону при влаштуванні підлог, перекриттів (у 2 – 3 рази прискорює термін набирання міцності, підвищує зносо- та морозостійкість, водонепроникність та ін.), впровадження високоефективних видів інвентарних опалубок.

Ефективність монолітного залізобетону значно підвищується з повною заміною металевої арматури на арматуру з базальту, що дає економію до 100 кг металу на 1 м³ конструкції, використання конструкцій з бетону підвищеної міцності (класу В 45 і вище), а також конструкцій з легкого та пористого бетону, розширення використання полімер бетонів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Який будівельний матеріал називають бетоном?
2. Які в'язучі матеріали застосовують для приготування бетонної суміші?
3. Який принцип класифікації заповнювачів?
4. Які позитивні властивості має монолітний залізобетон?
5. Коротко охарактеризуйте історію розвитку залізобетону.
6. На які групи поділяються бетонні та залізобетонні конструкції за способом виконання? Охарактеризуйте кожну групу.
7. Перелічіть послідовність процесів зведення будівель з бетону та залізобетону.
8. Які шляхи підвищення виробітку Вам відомі?
9. Назвіть шляхи підвищення ефективності монолітного залізобетону

2. ОПАЛУБНІ ПРОЦЕСИ

О п а л у б к а – це, як правило, тимчасова форма для укладання бетонної суміші, що дозволяє забезпечити задані геометричні розміри та конфігурацію бетонних елементів, конструкцій або споруд.

Опалубні процеси включають установку опалубки та її розбирання (розпалублення) (за винятком опалубки, що залишається у конструкції)

Конструкція опалубки включає несучі, підтримувальні та формоутворювальні елементи, які після установки в робоче положення утворюють форму для укладання бетону.

Формоутворювальні елементи виготовляють із сталі, деревини, фанери, іноді пластмаси, підтримувальні та несучі – із металу та деревини. Вибір матеріалу залежить від вимог оборотності.

На опалубку підходять дошки хвойних (сосна, ялина, модрина з вологістю не більше 25%) та листяних (береза, вільха, липа) порід не нижче III гатунку. Ширина дощок повинна бути не більше 150 мм, для ковзної опалубки не більше 120 мм, товщина не менше 19 мм. Фанера застосовується водостійка товщиною 10 мм. Для відповідальних елементів конструкцій прогонів, стояків висотою більше 3 м використовують деревину лише хвойних порід вологістю не більше 15%.

Підтримувальні та несучі елементи, які потрібно розраховувати, виготовляють із сталі марки Ст 3, деревини хвойних порід II гатунку.

В залежності від ступеня оборотності опалубка буває і н в е н т а р н а (що використовується багато разів) та с т а ц і о н а р н а (одноразового використання).

Інвентарна опалубка буває переставна та рухома.

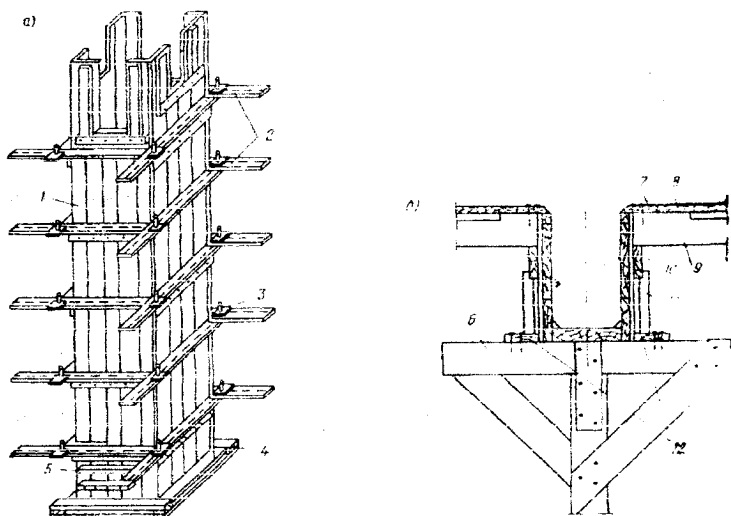
Переставна опалубка поділяється на розбірно-переставну, уніфіковану, блок-форму, об'ємно- та під'ємно-переставну, пневматичну.

Р о з б і р н о - п е р е с т а в н а опалубка буває двох видів: дрібнощитова та крунощитова. Дрібнощитова застосовується при зведенні конструкцій з вертикальними, горизонтальними та похилими поверхнями різноманітного обрису, крунощитова – для зведення круно розмірних конструкцій. Цю опалубку збирають із щитів, коробів, круно інвентарних стояків та інших елементів, виготовлених на заводі (рис. 1).

У н і ф і к о в а н а р о з б і р н о - п е р е с т а в н а опалубка застосовується при зведенні будівель та споруд різних типорозмірів. Від звичайної інвентарної опалубки вона відрізняється великою взаємозамінністю елементів. Опалубка збирається з окремих елементів: щитів, коробів, кружал, інвентарних стояків. При цьому збираються щити площею до 35 м². Монтаж щитів ведеться краном. З'єднують щити за допомогою хомутів, гвинтів, клинів. Із цієї опалубки збирають опалубні форми для різних монолітних конструкцій будівель та споруд: перегородок, перекриттів, колон, балок, фундаментів та ін. Застосування цієї опалубки для круно габаритних конструкцій та при великих об'ємах робіт дозволяє

приблизно на 20% знизити вартість збірки опалубки, на 50% зменшити трудоемність опалубочних робіт.

Б л о к - ф о р м а – це цілорізна сталева форма, що застосовується для бетонування однотипних дво- та триступневих фундаментів. Універсальні блок-форми складаються з блоків ступеневої частини



- а* – опалубка колон; *б* – опалубка балок, прогонів:
 1 – короб; 2 – хомути; 3 – клинці; 4 – рамка; 5 – дверцята для чистки;
 6 – оголовок стійки; 7 – фризова дошка; 8 – щит плити; 9 – кружало;
 10 – підкружальна дошка; 11 – підставка для кружальної дошки;
 12 – прижимна дошка.

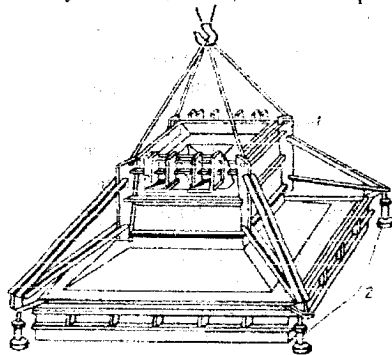
Рис. 1. Дерев'яна розбірно-переставна опалубка

фундаментів та блоків опалубки підколінника. Блоки ступеневої частини збираються із щитів висотою 0,3 і 0,6 м, довжиною 1,2...2,1 м. Кожний наступний блок по висоті встановлюється на стрижні, закріплені у верхній частині нижнього блоку. Блоки опалубки підколінника встановлюються на щити (рис. 2).

Різновидністю блок-форм є форми, що переналагоджуються. Ці форми дозволяють за допомогою одного типу форм бетонувати декілька типорозмірів фундаментів. При правильній експлуатації оборотність такої блок форми складає 150 – 200 разів

Об'ємно-переставна опалубка (тунельна опалубка) являє собою П-подібний блок, що складається з трьох шарнірно-сполучених панелей /бокових та верхньої. Застосовується цей тип опалубки при зведенні монолітних поперечних стін та перек

рять багатоповерхових житлових та громадських будівель. Блок розміром на ширину будівлі набирають із секцій. Ширина секції залежить від кроку поперечних стін. Секції об'ємно-переставної опалубки мають механізм для відливу від поверхні бетону та складання, а також пристрій для її викачу-

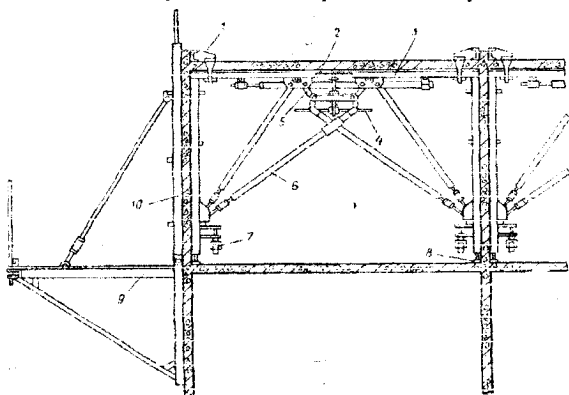


1 – форма підколонника; 2 – домкрати

Блокова металева форма для влаштування

Рис. 2. фундаментів під колони

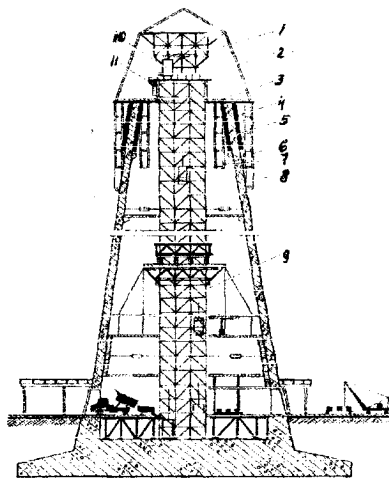
вання після набору бетоном потрібної міцності. Секції дістають через торець тунелю, утвореного поперечними стінами та перекриттям. Секції викачують на консольне ринтування, яке закріплюють на рівні поверхів вздовж фасаду, чи через прорізи, що залишають в перекритті і потім бетонують. Вільні секції переставляють краном на нову позицію (рис. 3).



1 – опалубка маяків; 2 – центральна вставка; 3 – Г-подібний щит;
 4 – розпалубочний гвинт; 5 – шарнірний розпалубочний механізм;
 6 – телескопічний підкіс; 7 – катки; 8 – гвинтовий домкрат;
 9 – помости торцевих стін; 10 – щит торцевих стін

Рис. 3. Уніфікована об'ємно-переставна опалубка

Під'ємно-переставна опалубка використовується для зведення споруд великої висоти перемінного поперечного перерізу (димових труб, телевізійних башт, висотних будинків). Ця опалубка буває двох видів: з окремих елементів (каркасних щитів та кріплення), що збираються за допомогою спеціальних пристроїв, і нерозбірна – з каркасу і опалубних щитів, яку монтують та демонтують не розбираючи на окремі елементи. При зведенні залізобетонних труб та інших споруд конічної форми використовують опалубку з двох конічних оболонок, які підвішують до радіальних направляючих, які закріплюють до кільцевої рами, яка в свою чергу підвищується на петлях до шахтного підйомника. Зовнішня оболонка складається із панелей трапецевидної форми, що надають опалубці необхідної конусності. Панелі, зроблені із сталюого листа, жорстко скріплюють за допомогою спеціальної накладки та по бокових торцях на болтах. Панелі внутрішньої оболонки вдвоє менші за висотою, їх навішують в два яруси. Споруди бетонують поярусно. Після того, як бетон в наступному ярусі досягає необхідної міцності, опалубку переставляють на вище розташований ярус. При цьому регулюють опалубку в радіальному напрямку (рис 4).



1 – підйомна головка; 2 – тепляк; 3 – робочий майданчик; 4 – зовнішня опалубка; 5 – внутрішня опалубка; 6, 7 – підйомальні ринтування; 8 – "юбка" тепляка; 9 – шахтопідйомник; 10 – ківиш вантажної кліті; 11 – підйомально-роздавальний бункер бетонної суміші

Рис.4. Підйомально-пересувна опалубка

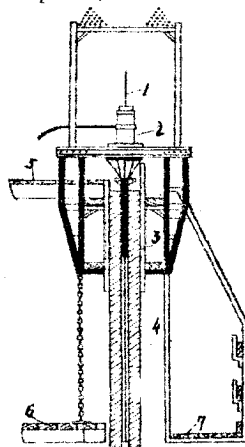
Інфляційна (надувна) опалубка використовується при зведенні куполів та невеликих склепінь. Її виготовляють із суцільних міцних

повітронепроникних тканин. Пневматичну опалубку у вигляді оболонки, звернутої в рулон, доставляють на місце встановлення, потім розстилають та закріплюють. Наступним етапом є подача повітря у замкнений простір. Оболонка приймає задану форму. Повітря випускають з оболонки і конструкція звільняється від опалубки після досягнення бетоном розпалубної міцності.

Земляна опалубка використовується при бетонуванні фундаментів у витрамбованих котлованах, бетонуванні методом "стіна в ґрунті", під час зведення склепінь невеликих спортивних споруд. Бажано, щоб на місці зведення склепіння був пагорб по периметру. Методом "стіна в ґрунті" чи іншим зводиться фундамент. Потім пагорбу надають форму майбутнього склепіння, укладають арматуру і бетон. Ґрунт вибирають після набору бетоном необхідної міцності.

Рухомі системи опалубки складаються із ковзних та котячих опалубок. Ковзна опалубка буває двох типів: вертикально-ковзна та горизонтально-ковзна. Вертикальна типу А застосовується при зведенні монолітних конструкцій будівель та споруд промислового, сільськогосподарського та інших видів будівництва; типу Б – при зведенні силосів ґрупами по 2, 4, 6, 9 шт. Горизонтальна опалубка слугує для зведення градирень.

Ковзна опалубка складається із опалубних щитів, підвішаних до домкратної П-подібної рами, домкратів, маслопроводів, робочого майданчика та підвісного риштування. Звичайно опалубка має висоту 1,1...1,2 м і розташовується по внутрішньому та зовнішньому периметрах споруди, що бетонується. Домкрати (пневматичні, гідравлічні та

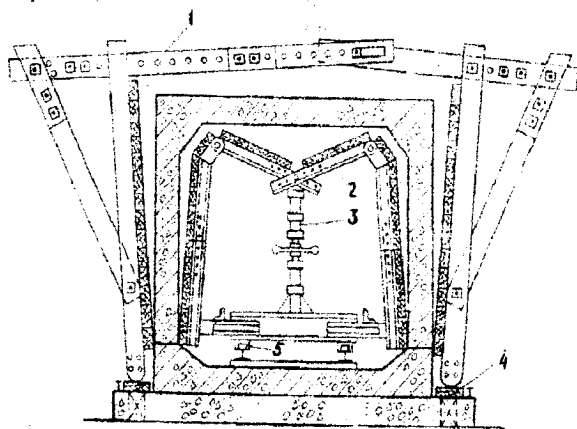


1 – стрижень; 2 – домкрат; 3 – щити опалубки; 4 – стіна; 5 – робоча підлога; 6 – внутрішнє риштування; 7 – зовнішнє риштування.

Рис. 5. Ковзна опалубка

механічні) спираються на домкратні арматурні стрижні, що проходять через товщу стіни, що зводиться. До рам кріпиться робочий настил, а із зовнішнього боку – риштування. Для утворення отворів на їх місці встановлюють отвороутворювачі, що мають необхідний розмір. Сьогодні розроблена опалубка, яка дозволяє зводити стіни перемінної товщини. Ковзна опалубка не відривається від бетону, а по мірі укладання бетону та набору ним міцності ковзає по ньому (рис. 5).

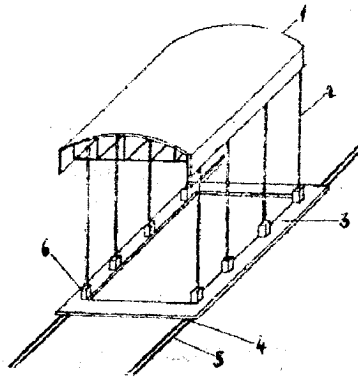
Котюча опалубка застосовується при зведенні лінійно протяжних споруд (тунелів, станцій метрополітену, стін та ін.). Ця опалубка являє собою опалубку форму з механічним пристроєм для розпалубки та складання в транспортне положення. Опалубку встановлюють на щитках чи возиках та пересувають по рейках. За допомогою домкратів опалубка виводиться в проєктне положення, на її поверхню укладаються арматура і бетон. Після затвердіння бетону опалубка опускається і переміщується до нового місця (рис. 6).



1 – рама зовнішньої опалубки; 2 – металева рама внутрішньої опалубки, що складається; 3 – механізм для розпалубки та приведення опалубки в транспортне положення; 4 – опорна дошка; 5 – каток.

Рис. 6. Котюча опалубка для бетонування прохідних каналів

Стационарна опалубка є складовою частиною конструкції і працює з нею як одне ціле. Її використовують під час зведення масивних конструкцій атомних станцій, гребель, підземних переходів, а також будівель та споруд. Ця опалубка включається в розрахунковий переріз конструкції. Стационарна опалубка – це одночасно і матеріал облицювання, що дозволяє зменшити витрати на цю роботу. Опалубка виготовляється з різних матеріалів: залізобетонних теплоізоляційних плит, пластикових листів, пінополістирольних блоків. Так, пінополістирольні блоки чи панелі використовують в якості цементної опалубки при зведенні огорожень.

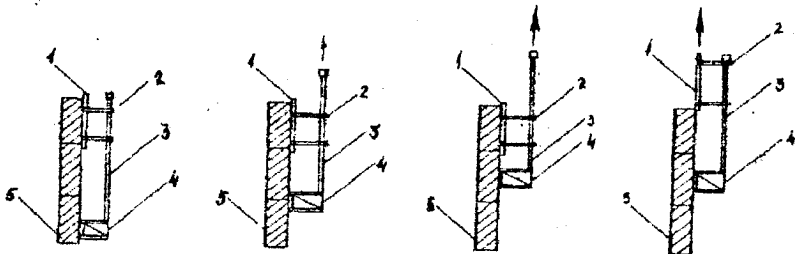


1 – опалубка; 2 – стояк; 3 – платформа; 4 – котки; 5 – рельс; 6 – домкрат.

Рис. 7. Котюча опалубка для бетонування покриттів тунелів, станцій метро

житлових будинків. Залізобетонну опалубку застосовують при зведенні фундаментів промислових будівель та технологічного обладнання, для влаштування внутрішніх поверхонь приярків, технологічних тунелів. Тонкостінні залізобетонні труби можуть використовуватись як опалубка колон великого перерізу. Стальний профільований настил слугує нез'ємною опалубкою при влаштуванні багатоповерхових будівель.

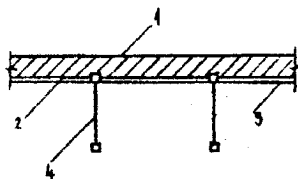
Крім типових рішень опалубок існують і весь час з'являються нові. Наприклад, самопідйомна опалубка (рис. 8) (США) ефективна при зведенні будинків висотою 15...20 поверхів і вище. Взагалі у США при багатоповерховому будівництві перевага надається пересувній опалубці. Безопорна опалубка для зведення перекриттів (рис. 9) (Канада) спирається на стіни і не потребує тимчасових опор. Вона складається з ферм, що встановлюють з певною періодичністю, стрижнів та укладених по ним фанерних щитів. Після твердіння бетону стрижні і щити знімають. Ферма, яка є опорою під час зведення, залишається замурованою верхнім поясом у плити.



1 – щит опалубки; 2 – хомути; 3 – рама; 4 – опорна рама; 5 – стіна.

Рис. 8. Самопідйомна опалубка (США)

Комбінована стаціонарно-пересувна опалубка використовується тоді, коли з одного боку стіни ставиться стаціонарна опалубка, а з іншого - пересувна.



1 – укладений бетон; 2 – опалубка (фанера); 3 – стрижень; 4 – ферма.

Рис. 9. Безопорна опалубка (Канада)

При виконанні опалубних робіт необхідно додержуватись проектних розмірів перерізів, довжини і ширини усіх елементів конструкцій. У залежності від типу опалубки діючими правилами виконання бетонних та залізобетонних робіт встановлені допустимі відхилення при заготовці та встановленні опалубки. Наприклад, при заготовці дерев'яних та фанерних елементів розбірно-пересувної опалубки ці відхилення допускаються у межах ± 5 мм по довжині чи ширині щитів. Для сталюї та дерево-металевої (зі сталюим каркасом) опалубки відхилення від номінальних розмірів по довжині чи ширині щитів та каркасів для них допускається у межах ± 1 мм і т.д.

Вибір того або іншого виду опалубки для бетонних та залізобетонних конструкцій та споруд залежить від умов будівництва, типу конструкції, що бетонуються, їх розмірів та конфігурації і робиться з урахуванням технології і організації бетонних, арматурних та опалубних робіт.

Таблиця 2.1.

ОБОРОТНІСТЬ ОПАЛУБКИ

Тип Опалубки	Оборотність опалубки, од. обертів Формоутворюючі елементи			Підтримувальні елементи зі сталі
	Металеві	Фанерні	Дерев'яні	
Розбірно-пересувна дрібнощитова	100	–	–	200
Розбірно-пересувна крупнощитова	120	30	20	120
Блокова	200	–	–	200
Об'ємно-пересувна	200	–	–	200
Ковзна	300	60	30	600
Котюча	400	80	40	800

Оборотність опалубки – це важливий фактор зниження собівартості будівництва, вона збільшується при багаторазовому повторі одних і тих самих типорозмірів елементів і при скороченні їх кількості, а також у результаті застосування найбільш раціональних типів інвентарної опалубки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З яких елементів складається конструкція опалубки? З яких матеріалів їх виготовляють?
2. Які існують типи опалубок?
3. Яку особливість має уніфікована розбірно-пересувна опалубка?
4. Яку опалубку називають блок-формою?
5. Накресліть схематично об'ємно-пересувну опалубку.
6. Опишіть детально конструкцію підйнятно-пересувної опалубки.
7. У яких випадках використовують пневматичну опалубку?
8. Яка послідовність робіт при влаштуванні земляної опалубки?
9. Які види ковзної опалубки Вам відомі?
10. Яку конструкцію має котюча опалубка?
11. Назвіть особливості стаціонарної опалубки.
12. Які існують нетипові рішення конструкції опалубки? Охарактеризуйте основні типи.
13. Від чого залежить вибір типу опалубки?
14. Як відрізняється оборотність різних видів опалубки?

3. АРМАТУРНІ РОБОТИ

Арматурні роботи складаються з двох самостійних робочих операцій – заготовки та укладання арматури в опалубку.

Для армування залізобетонних конструкцій застосовуються такі види арматури:

за матеріалом – стальна та неметалева;

за технологією виготовлення – гарячекатана стрижнева діаметром 6...90 мм та холоднотянута кругла дрітjana діаметром 3...8 мм у вигляді звичайного чи високоміцного дроту, арматурних канатів;

за профілем – кругла гладка та періодичного профілю. Арматура періодичного профілю має фігурну поверхню, що забезпечує її краще зчеплення з бетоном;

за принципом роботи в залізобетонній конструкції – напружена і ненапружена;

за призначенням – робоча арматура, яка сприймає в основному напруження розтягу; розподільча, що призначена для розподілу

навантаження між стрижнями робочої арматури; монтажна, яка слугує для збірки арматурних каркасів; конструктивна та анкерна;

за способом встановлення – штучна арматура, арматурні каркаси та сітки.

Таблиця 2.2.

ВИДИ АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ

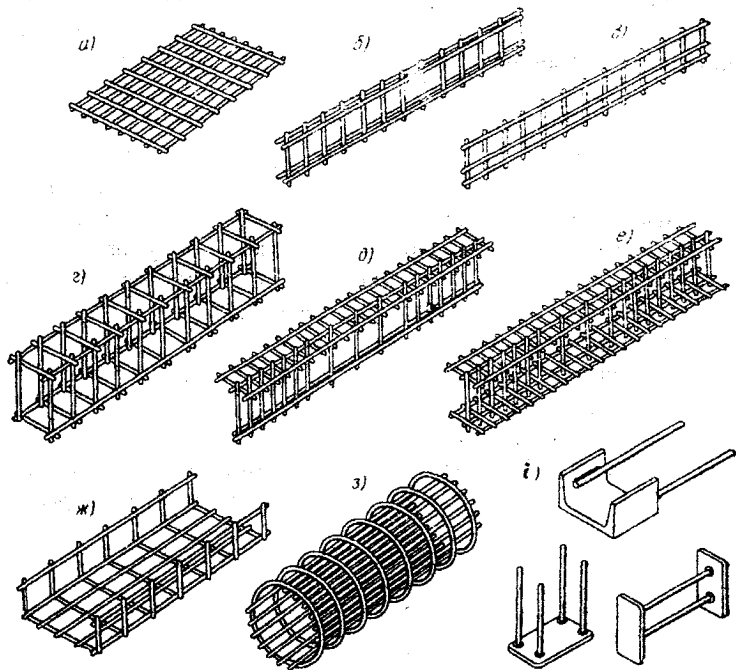
Види арматурних виробів													
За матеріалом		За призначенням					За орієнтацією в конструкції		За умовами застосування		За принципом виготовлення		
Сталева	Неметалева	Робоча	Монтажна	Розподільча	Конструктивна	Анкерна	Повздовжня	Поперечна	Напружена	Ненапружена	Стержнева	Дротяна	Канати

Особливу групу складає сталена жорстка арматура у вигляді таврових балок та іншого прокату, що застосовується для армування висотних будівель, спеціальних споруд, і так звана дисперсна арматура у вигляді порізаного скловолокна чи азбесту, що слугує для армування цементного каменю. Стрижнева арматура гладкого та періодичного профілю поділяється на класи АІ...АІV. Профіль арматури АІ гладкий; класу АІІ – періодичний з двома повздовжніми ребрами та гвинтовою лінією; класів АІІ...АІV – з двома ребрами та виступами у вигляді ялинки. Арматура кожного класу виготовляється із сталі Ст3, Ст4, 35 ГС і т.д. Дротяна арматура поділяється на два основні класи: ВІ (звичайна) і ВІІ (високоміцна) гладкого та періодичного профілю.

Арматура періодичного профілю завдяки різного виду виступам та вм'ятинам на її поверхні забезпечує краще зчеплення арматури з бетоном.

Арматурна сталь поступає на будівельний майданчик окремими стрижнями чи в мотках, укрупненими конструктивними елементами, а також у вигляді готових рулонних та плоских зварних сіток. Заготовка арматурних виробів, як правило, здійснюється централізовано на бетонних заводах чи в арматурних цехах заводів залізобетонних конструкцій. Процес заводського виготовлення арматурних виробів повністю механізований та частково автоматизований. Він складається із заготівельних та збірних операцій. До заготівельних операцій відносяться правка, чистка, різка, гнуття та зварка арматурної сталі. До збірних операцій відносяться зварка

плоских чи просторових каркасів, збірка плоских каркасів в просторові блоки, збірка арматурних та арматурно-опалубних блоків, яку виконують на спеціальних стендах.

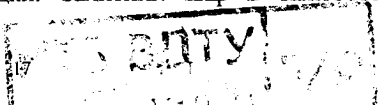


a – плоска сітка; *b, v* – плоскі каркаси; *g* – просторовий каркас;
d – просторовий каркас таврового перерізу; *e* – просторовий каркас двотаврового перерізу; *жz* – гнута сітка; *z* – гнучий з сіткою просторовий каркас; *i* – закладні деталі.

Рис. 10. Види арматурних виробів

Транспортування арматури здійснюється автомобілями загального призначення, напівпричепами, трейлерами чи залізничними платформами. Для залобігання деформування арматури при перевезенні між її лучками чи каркасами вкладають дерев'яні прокладки. З цією ж метою місця стропування, захвату арматурних конструкцій чи арматурно-опалубних блоків у відповідності з проектом позначають фарбою.

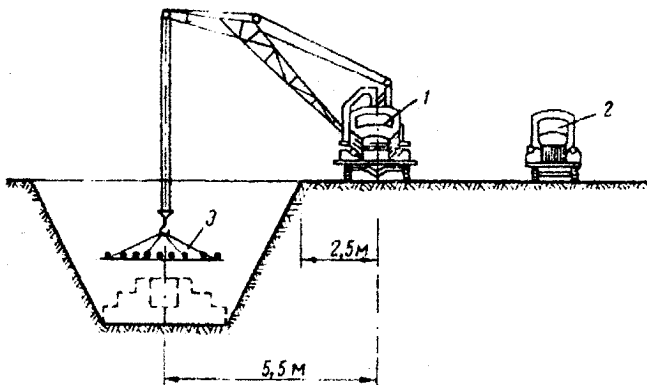
Арматуру встановлюють після перевірки та приймання опалубки. Перед встановленням арматури опалубка повинна бути очищена від сміття. Установка арматури виконується в залежності від її маси вручну або краном. Для утворення між арматурою і опалубкою захисного шару арматура укладається на прокладки. Захисний шар в залізобетонних



конструкціях влаштовується для запобігання (протягом нормованого періоду) дії вогню та корозії. В плитах та стінах із важкого бетону товщиною до 100 мм товщина захисного шару повинна бути не менше 10 мм; при бетоні товщиною до 150 мм – не менше 15 мм; в балках, прогонах і колонах при діаметрі робочої арматури 20...32 мм – не менше 25 мм, при більшому діаметрі – не менше 30 мм. При зведенні тонкостінних конструкцій (плит, стінок, бункерів) із бетонів на ніздрюватих заповнювачах товщина захисного шару повинна бути не менше 15...20 мм. При експлуатації залізобетонних конструкцій в умовах підвищеної вологості при впливу кислот, розчинів солі та інших агресивних речовин нормативна товщина захисного шару повинна бути збільшена не менше чим на 10 мм.

При влаштуванні фундаментів під колони промислової будівлі на бетонну підкладку краном вкладають готові зварні сітки, до яких приварюють випуски для кріплення арматури колон.

Для великих фундаментів застосовують виготовлені на заводі просторові арматурні блоки, які монтують краном прямо з транспортних засобів (рис. 11).



1 – автомобільний кран; 2 – вантажний автомобіль;
3 – арматурна сітка.

Рис. 11. Схема організації робіт по влаштуванню арматурних сіток фундаментів під колони

Колони, зазвичай, армують готовими арматурними каркасами. В багатопверхових будівлях, де висота колон обмежена, арматурні каркаси заводять в опалубний короб колони зверху. В інших умовах арматурний каркас колони встановлюють з відкритого боку коробу. Коли виникає необхідність в поштучній збірці арматурних каркасів, армування ведуть у незамкненому коробі опалубки колони з переставного рихтування. Після

вивірки положення каркасу колони в опалубці стрижні його з'єднують звіркою з випусками арматури з фундаментів.

Прогони та балки армують заздалегідь заготовленими просторовими арматурними каркасами, які встановлюють в опалубку краном. При армуванні балок плоскими каркасами останні встановлюють в опалубку для того, щоб запобігти їх зсуву при бетонуванні, закріплюють проволокою чи монтажними скобами. При значній висоті балок арматурний каркас збирають безпосередньо в опалубній формі з відкритими боковими щитами. Каркас прогону чи балки може бути зібраний на розташованих поперек коробу прокладках.

Плити, стіни та інші тонкостінні конструкції армують зварними сітками, які доставляють на будівельний майданчик в рулонах.

Контроль якості зварних з'єднань зводиться до зовнішнього огляду та механічних випробувань зварних з'єднань, що вирізають з конструкцій, чи до перевірки за допомогою неруйнівних методів.

4. АРМУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Механічні властивості бетонів характеризуються високою міцністю при стиску і малим опором розтягу. Через це в бетоні розтягнутої зони залізобетонної конструкції заявляються тріщини. Відомо, що розкриття тріщин на відкритому повітрі на величину більше 0,2 мм створює небезпеку корозії арматури. З метою усунення цього недоліку було розроблено метод отримання в бетоні штучних напружень, що протистоять розтягу. Залізобетонні конструкції з попереднім обтиском бетону в тих місцях, де навантаження викликає зусилля розтягу, називаються попередньо напруженими. Армування залізобетонних конструкцій попередньо напруженою арматурою використовується під час зведення із монолітного бетону великопрогінних ферм, балок, плит перекриттів, великопрогінних будівель та споруд, прогонів мостів, оболонки і куполів, резервуарів, висотних споруд. Попередньо напружені залізобетонні конструкції в залежності від їх типу армують стальними стрижнями періодичного профілю, лучками високоміцної арматури чи канатами. Напруження арматури здійснюється електротермічним та механічним способами з передачею зусилля на бетон через упори або одразу на бетон. При механічному методі натягування застосовують механічні пристрої. Електротермічний метод оснований на нагріванні та подовженні стальної арматури під час пропускання через неї електричного струму. Арматурні стрижні вкладають в канал бетонної конструкції. При пропусканні через них змінного струму промислової частоти в результаті теплового розширення металу стрижні подовжуються, фіксуються гайками, а при охолодженні скорочуються та передають стискальні зусилля на бетон.

Натягування на упори застосовують при виготовленні збірного залізобетону. Перед бетонуванням конструкцій арматуру натягають на форму чи спеціальні упори та фіксують зажинами. Після того, як конструкція забетонована та бетон досяг проектної міцності, арматуру звільняють із зажинів. Стискальні зусилля передаються безпосередньо на бетон. Натягування на бетон використовують при бетонуванні монолітних конструкцій на будівельному майданчику. В опалубці, підготовленій до бетонування конструкції, встановлюють каналоутворювачі діаметром на 10...15 мм більше за діаметр стрижня. Для цього застосовують сталеві труби, стрижні та ін. Каналоутворювачі забирають через 2-3 години після бетонування; для того, щоб запобігти їх зчепленню з бетоном через кожні 15...20 хвилин каналоутворювачі прокручують. Для захисту арматури від корозії канали ін'єкціонують цементним розчином.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які існують види арматури?
2. У яких випадках застосовується жорстка арматура?
3. Які види арматурних виробів Вам відомі?
4. Як здійснюється заготовка арматурних виробів?
5. Які операції відносяться до заготівельних?
6. З якою метою влаштовується захисний шар бетону між опалубкою та арматурою? Яка його величина?
7. Як здійснюється армування колон, прогонів, балок, плит та стін?
8. Опишіть процес армування попередньо напружених залізобетонних конструкцій
9. Які особливості мають механічний та електротермічний метод натягування арматури?

5. ПРОЦЕСИ БЕТОНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ

5.1. ПРИГОТУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

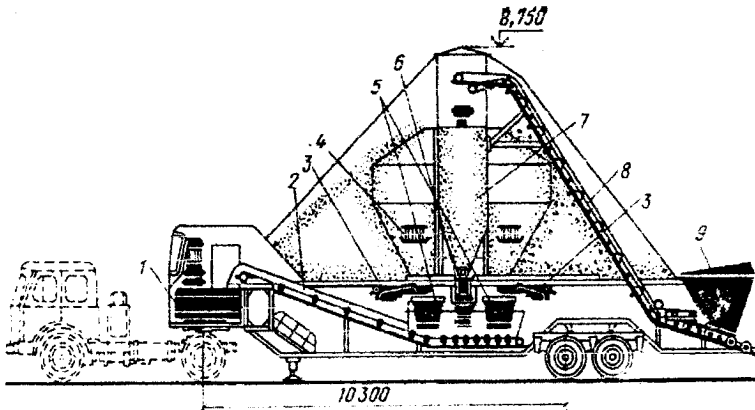
Процеси бетонування включають в себе приготування бетонної суміші, доставку її на будівельний майданчик, укладання та вилучення бетону в опалубці.

Основним технологічним завданням при приготуванні бетонної суміші є забезпечення точної відповідності готової суміші заданим складам. Процес приготування розділяють на наступні операції: транспортування зі складу заповнювачів та цементу до змішувальних установок, дозування окремих компонентів, механічне перемішування їх та видача готової бетонної суміші на транспортні засоби для подачі до місць укладання.

Основною операцією при приготуванні бетонної суміші є механічне перемішування її складових частин.

Приготування бетонної суміші, як правило, здійснюється на спеціалізованих стаціонарних підприємствах: бетонних вузлах, заводах залізобетонних конструкцій. Бетонний вузол – це високомеханізоване і автоматизоване підприємство оснащене складом цементу, щебілки, піску, води, домішок, а також дозаторами, бетонозмішувальними машинами. Однак можливо застосування пересувних змішувальних установок (рис. 13) невеликого об'єму робіт (15...30 м³/год) на будівельних майданчиках, в районі яких немає заводів для приготування бетону, а також для бетонування лінійно протяжних споруд. Їх монтують на спеціальних траулерних причепах і перевозять з об'єкта на об'єкт на буксирі. Різновидом пересувних установок є установки, що монтуються на плавучих засобах. Пересувні установки можуть працювати автономно, а працюючи на районному бетонному заводі, значно збільшують радіус його дії.

Процеси приготування бетонних сумішей на заводах та установках автоматизовані. В залежності від заданої проектом марки бетону та особливих вимог, які ставляться до нього, марки цементу та заповнювачів в лабораторії підбирають склад бетону.



- 1 – змішувач; 2, 8 – стрічковий конвеєр; 3 – стрічковий живильник;
4 – опалювальний реєстр; 5 – дозатор заповнювачів; 6 – дозатор в'язучих;
7 – бункер в'язучих; 9 – приймальний бункер заповнювачів.

Рис. 12. Схема мобільної автоматизованої бетонозмішувальної установки

За способом приготування бетону заводи та установки бувають циклічної та безперервної дії, обладнані відповідно змішувальними машинами циклічної та безперервної дії. Заводи та установки безперервної

дії ефективні при великих об'ємах робіт та укладанні суміші, наприклад, при бетонуванні гідротехнічних споруд.

Для приготування бетонної суміші застосовують бетонозмішувальні машини, в яких складові перемішуються за принципом вільного падіння (гравітаційної дії), і машин, які працюють за принципом примусового перемішування. Бетонозмішувачі примусового перемішування при менших габаритах забезпечують більшу однорідність бетонної суміші. Вони особливо ефективні при приготуванні жорстких сумішей та бетонів на ніздрюватих заповнювачах.

5.2. ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Транспортування бетону включає доставку бетону від заводу до будівельного майданчика. При цьому бетон не повинен втрачати своїх властивостей. Потрібно мати на увазі, що при інтенсивних коливаннях під час перевезення, навантаження та розвантаження крупний заповнювач осідає до низу, а цементне молоко та розчин піднімаються вгору і бетонна суміш розшаровується.

На практиці використовують три технологічні схеми доставки бетонних сумішей до місця їх укладання:

від місця приготування до місця їх розвантаження біля об'єкта, що бетонується;

від місця приготування до місця розвантаження безпосередньо в конструкцію, що бетонується;

від місця розвантаження до місця укладання в конструкцію.

За першою та другою схемами для перевезення бетонної суміші в залежності від відстані, стану доріг та інших умов можуть бути використані автомобілі самоскиди, автобетоновози та автобетонозмішувачі.

За третьою схемою бетонну суміш можна транспортувати кранами /в цебрах/, бетононасосами, пневмонагнітачами, а при бетонуванні конструкцій на рівні чи нижче рівня землі – стрічковими конвеєрами, бетононасосами та пневмонагнітачами.

Автомобільні перевезення бетонної суміші здійснюються на автомобілях самоскидах, автобетоновозах, автобетонозмішувачах і в контейнерах чи цебрах. Тривалість автомобільного перевезення бетонних сумішей залежить від початкової температури бетонної суміші, температури повітря, виду цементу та типу транспортного засобу. В середньому тривалість переміщення бетонної суміші (від моменту її завантаження в транспортний засіб до початку її ущільнення) не повинна перевищувати 60 хв.

Застосування автосамоскидів економічно та технологічно виправдовує себе при великих об'ємах укладання суміші та відстані перевезення не більше 10...15 км. Разом з тим використання самоскидів призводить до

витрат бетонної суміші при транспортуванні (2 – 3%), розшарування, зниження якості сумішей внаслідок впливу атмосферних опадів. Крім того, експлуатація автосамоскидів в холодну пору року пов'язана із значними витратами ручної праці при очищенні кузова від залишків суміші.

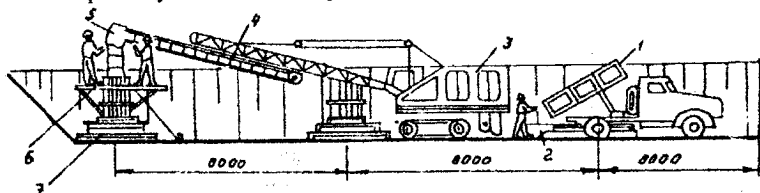
Автосамоскиди прилаштовують для перевезення бетонних сумішей шляхом нарощування бортів кузова, влаштування ущільнювачів примикання заднього борту кузова, влаштування вібраторів на кузові, які полегшують розвантаження суміші, але найбільш технологічними є спеціалізований закритий кузов каплеподібної форми, що забезпечує збереження та мінімальне розшарування суміші.

Автобетонозмішувач являє собою бетонозмішувальний барабан, який змонтовано на шасі автомобіля чи на напівпричепі, що буксується тягачем. Автобетонозмішувачі завантажують сухою сумішшю. Вода поступає у барабан на шляху слідування машини. Початок перемішування призначається в залежності від відстані перевезення (але не раніше чим за 5...10 хв. до прибуття до пункту призначення).

При виборі способів перевезення бетонних сумішей слід враховувати, що автобетонозмішувачі важкі машини (до 20 т і більше), що розраховані на дороги з міцним покриттям.

Розвантаження автосамоскидів, автобетоновозів чи автобетонозмішувачів може здійснюватись: безпосередньо в опалубку конструкції, що бетонується; в переносні бункери, цебра чи в іншу тару з наступним їх перенесенням крапом у зону бетонування; в приймальні бункери бетононасосів чи пневмотранспортних установок.

Стрічкові конвеєри застосовують при бетонуванні безперервним потоком масивних конструкцій значної протяжності. Їх використання особливо ефективно у поєднанні із бетонозмішувальними машинами безперервної дії. Економічно вигідно транспортувати бетонну суміш на відстань не більше 1500 м. Для запобігання розшарування суміші швидкість руху конвеєра не повинна перевищувати 1м/с. Нахил стрічки не повинен перевищувати 18...15° при підйомі і 12...10° при спуску (рис. 13).



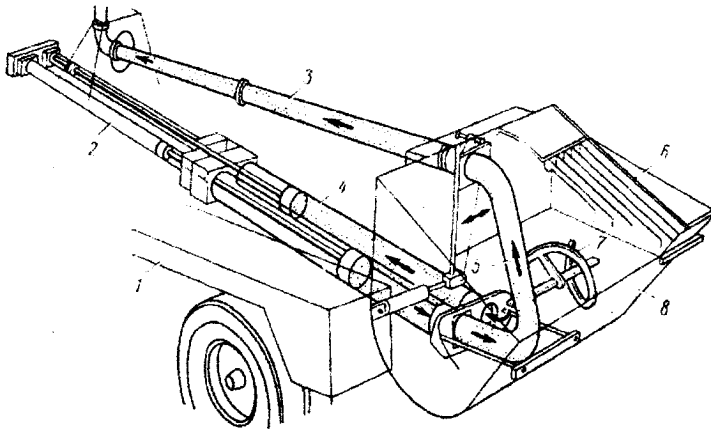
1 – автобетоновоз; 2 – приймальний бункер; 3 – бетоноукладач;
4 – транспортер; 5 – хобот; 6 – помости; 7 – опалубка.

Рис. 13. Схема укладання бетону стрічковим конвеєром

Трубопроводи для переміщення бетонних сумішей дозволяють здійснювати одним механізмом горизонтальне та вертикальне

переміщення сумішей безпосередньо від бетононорозчинного вузла на будівельному майданчику чи від місця їх розвантаження на об'єкті до місця укладання. Бетонні суміші переміщують по трубопроводах за допомогою бетононасосів та пневмонагнітачів.

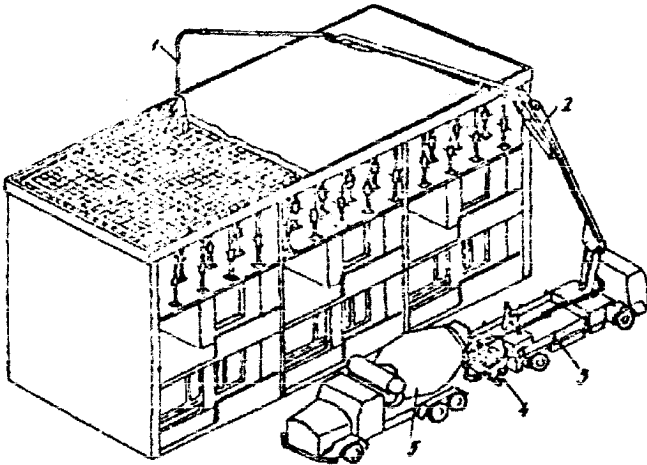
Бетононасоси за способом дії бувають періодичної (циклічної) та безперервної дії з механічним або гідравлічним приводом. Вони подають бетонну суміш на висоту до 100 м (є і більш потужні), і на відстань до 400 м. Їх продуктивність 10...60 м³/год. На рис. 14 зображена принципова схема бетононасоса з гідравлічним приводом.



- 1 – автомобіль; 2 – гідроциліндр; 3 – бетоновоз;
4 – робочий циліндр;
5 – маятниковий патрубок; 6 – запобіжна решітка; 7 – мішалка;
8 – приймальний бункер.

Рис. 14. Схема бетононасоса з гідравлічним приводом

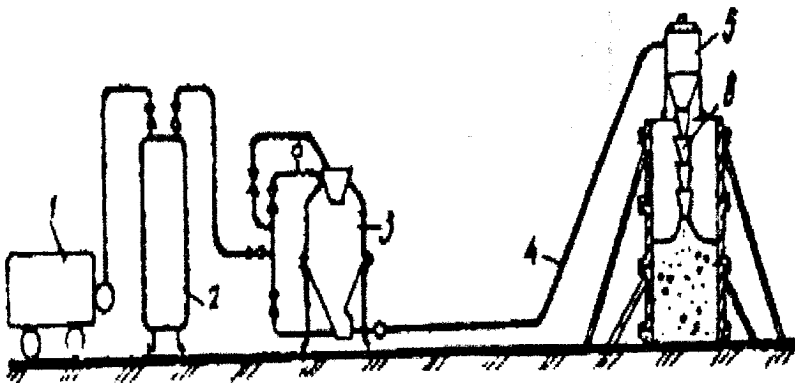
Автобетононасоси більш мобільні і подають бетонну суміш на висоту до 22 м у радіусі 27 м. Для збільшення висоти подачі бетонної суміші автобетононасос встановлюють біля споруди і підключають до прямовисного бетонопроводу. На рівні укладання бетону суміш розподіляють за допомогою переносної стріли та гнучких рукавів (рис. 15).



- 1 – кінцевий рукав бетоноводу; 2 – трисекційна розподільча стріла з бетоноводом; 3 – автобетононасос; 4 – приймальний бункер; 5 – автобетонозмшувач.

Рис.15. Бетонування перекриття за допомогою автомобільного насоса з розподільчою стрілою

Пневмонагнітачі подають бетонну суміш у важкодоступні місця (на обробку тунелів, густоармовані конструкції, закриті стики) під дією стисненого повітря. На кінці бетоновоза встановлюють гаситель для зниження швидкості бетонної суміші (від 5 м/с і тиску 0,7 МПа до 0) (рис. 16). Висота подачі – до 35 м і більше, відстань – до 200 м, продуктивність праці – 20 м³/год.



- 1 – компресор; 2 – ресивер; 3 – пневмонагнітач; 4 – бетонопровід; 5 – гаситель; 6 – хобот.

Рис. 16. Схема бетонування за допомогою пневмонагнітання

5.3. УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

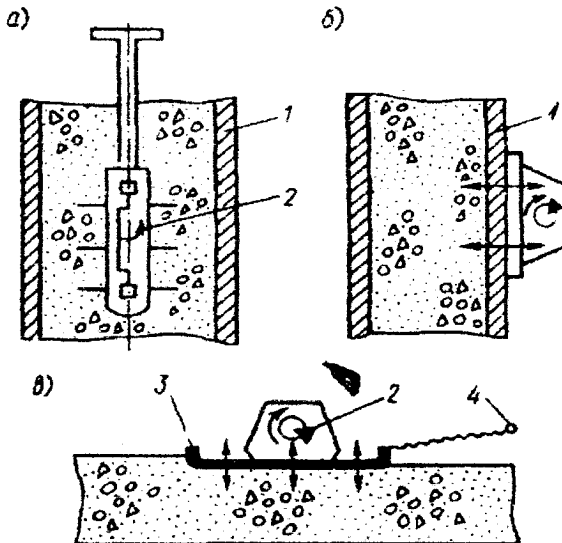
Однією з необхідних умов підвищення міцності та довговічності бетону є ущільнення суміші. Вібравання – найбільш розповсюджений спосіб ущільнення бетонної суміші при її укладанні – здійснюється вібраторами, які передають коливальні рухи бетонній суміші.

По діапазону вібраційних параметрів вібратори бувають низькочастотні з числом коливань до 3500 за 1 хв. та амплітудою до 3 мм, середньочастотні з частотою коливань 3500...9000 за 1 хв. та амплітудою 1,5 мм, високочастотні з частотою коливань 10000...20000 за 1 хв. та амплітудою 0,1...1 мм.

За видом приводу вібратори розділяються на електромеханічні та пневматичні. Найбільше застосування у будівництві знайшли електромеханічні вібратори. Пневматичні вібратори є вибухонебезпечними, тому частіше застосовуються у шахтному будівництві.

За способом передачі коливань на бетон розрізняють вібратори внутрішні (глибинні), які занурюють корпусом в бетонну суміш; зовнішні, які встановлюють на опалубку і які передають через неї коливання на бетон;

поверхневі, які встановлюють на поверхню, що бетонується (рис. 17).



a – внутрішній (глибинний); *б* – зовнішній; *в* – поверхневий;
1 – опалубка; *2* – дебаланс; *3* – робоча площадка вібраторів;
4 – гнучка тяга для перестановки поверхневого вібратора.

Рис. 17. Типи вібраторів

Внутрішні вібратори застосовують при бетонуванні масивів фундаментів, колон, прогонів, балок. Вібратор цього типу зручний при бетонуванні підземних конструкцій в умовах вологого середовища.

Поверхневі вібратори застосовують при бетонуванні плит покриття, підлог, доріг і т.д. Бетонну суміш ущільнюють смугами шириною, яка дорівнює ширині площадки вібратора. При цьому кожна наступна смуга повинна перекривати попередню на 15...20 см. Максимальна товщина шару бетону, при якій використання поверхневих вібраторів ефективне, при однорядному армуванні – до 200 мм, при подвійному армуванні – до 120 мм.

Зовнішні вібратори використовують при бетонуванні густоармованих колон та тонкостінних конструкцій. Ущільнення бетонної суміші буде ефективним лише при кріпленні вібраторів до елементів жорсткої опалубки на гнучких елементах вібрація затухає. Вібратори такого типу широко використовуються на бункерах, цехах, жолобах, хоботах для збудження руху бетонної суміші в них.

Вакуумування бетону є одним з найефективніших методів, який дозволяє вивести із укладеного та ущільненого бетону надлишки повітря та води, завдяки чому суттєво покращити фізико-механічні якості бетону. Вакуумування ефективно для тонкостінних (не більше 25...30 см) конструкцій з великою питомою площею поверхні оболонок, безбалкових перекрить, перегородок.

Вакуумування здійснюється за допомогою комплексу вакуум щитів, підключених до вакуум – агрегатів. Один вакуум-агрегат обслуговує 20...40 вакуум щитів розміром 900x1200 мм і обробляє за зміну до 200 м² бетонної поверхні. Тривалість вакуумування при товщині шару бетонної суміші 100...200 мм 1 хв/см. Одразу після вакуумування бетон набирає структурної міцності 0,3..0,4 МПа, яка є достатньою для розпалубки несучих елементів конструкції. Кінцева міцність такого бетону на 20...25% вища за міцність бетону, укладеного з вібруванням. Крім того, цей бетон більш морозостійкий, менш водонепроникний, має більшу зносостійкість і кращий вигляд поверхні.

Метод торкретування полягає у нанесенні під тиском стиснутого повітря на бетонну конструкцію, опалубку чи інші поверхні цементно-піщаних розчинів чи бетонної суміші.

Цим методом виправляються дефекти в бетонних та залізобетонних конструкціях, наносять водонепроникний шар на поверхню резервуарів та різного роду підземних споруд, закріплюють поверхні гірського видобутку, бетонують тонкостінні конструкції в односторонній опалубці і т.д.

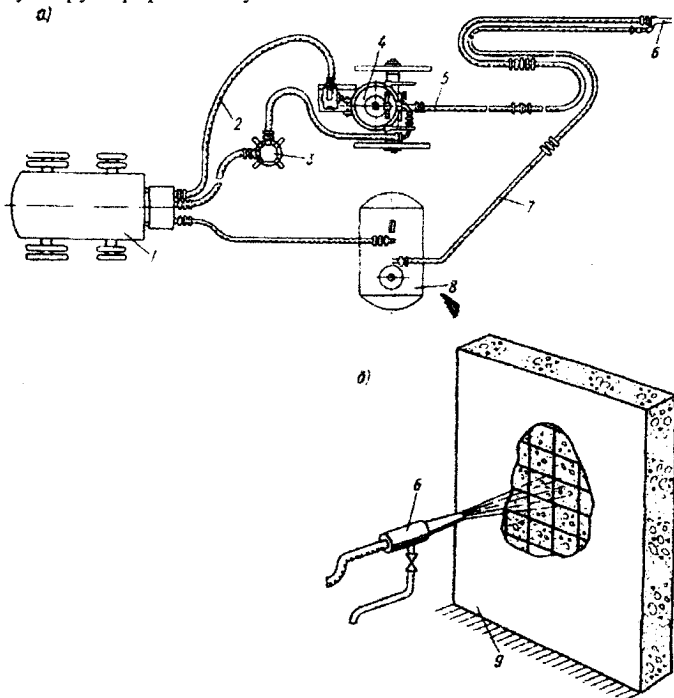
Існує два способи торкретування – сухими та готовими сумішами.

В першому випадку суху цементно-піщану суміш завантажують у резервуар цемент-пушки і під тиском стиснутого повітря 0,2...0,4 МПа по рукаву подають до насадки, де змішуючи з водою, яка подається по

другому рукаву зі швидкістю 120...140 м/с наносять шарами на поверхню, що обробляється (рис. 18)

Торкретування готовою сумішшю (рис. 19) здійснюють без подачі в насадку води. Цей метод забезпечує більшу продуктивність, але торкретний шар має нижчі, ніж у попередньому способі, фізико-механічні характеристики.

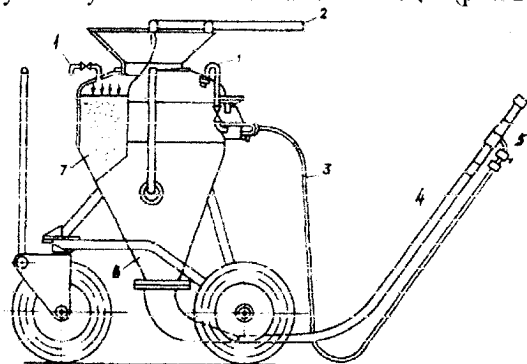
Недоліком торкретування є значні витрати бетонної суміші (10...30%) через розбризування її під час нанесення в основному через пружність арматури. Тому заміна арматури на обрізки проволочки діаметром 0,4 мм і довжиною 25 мм, які додаються до бетонної суміші під час приготування, повинна складати 3...5% від маси суміші в сухому вигляді. Це дозволяє підвищити міцність бетону на 50% і знизити у 2...3 рази товщину шару торкретбетону.



a – схема установки; *б* – виправлення дефекту конструкції методом торкретування; 1 – пересувний компресор; 2 – рукава для подачі повітря; 3 – повітреочишувач; 4 – машина для набризку; 5 – рукав для подачі матеріалів; 6 – насадка; 7 – рукав для води; 8 – бак для води; 9 – дефектна конструкція

Рис. 18. Схема торкретування бетону

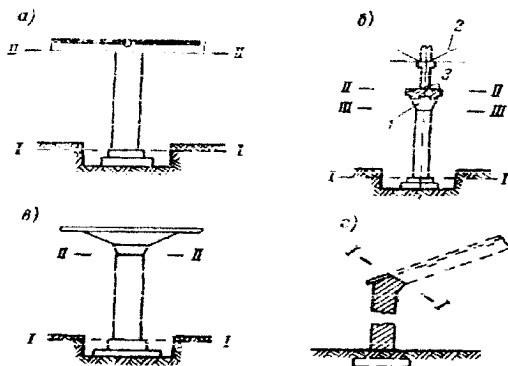
Під час бетонування виникає необхідність влаштувати робочі шви. На відміну від конструктивних вони – наслідок технологічних перерв під час роботи. У робочому шві свіжа робоча суміш укладається на суміш, що набрала певної міцності, і тому зв'язок між ними невеликий. По можливості робочі шви необхідно поєднувати з конструктивними; в інших випадках вони влаштовуються у найменш навантажених місцях (рис. 20).



1 – патрубки для стиснутого повітря; 2 – рукоятка затвору;
3 – рукав для повітря; 4 – рукав для подачі матеріалів; 5 – насадка;
6 – корпус нагнітача; 7 – готова бетонна суміш

Рис.19. Установка для торкретування готовими бетонними сумішами

Після перерви у бетонуванні раніше укладений бетон очищують від цементної плівки, насікають і мийть водою, а потім продовжують бетонування.



а – колона ребристого перекриття; б – колона, що підтримує підкранові балки; 1 – консоль; 2 – ферма; 3 – підкранова балка; в – колона безбалкового перекриття; г – нога і ригель рами;
I – I, II – II, III – III – положення робочих швів

Рис. 20 Розташування робочих швів при бетонуванні колон і рам

5.4. СПЕЦІАЛЬНІ МЕТОДИ БЕТОНУВАННЯ

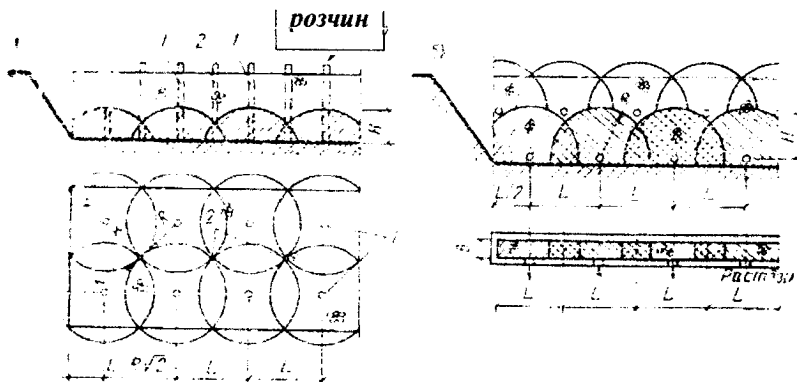
До спеціальних методів бетонування відносяться: роздільне бетонування, бетонування литими сумішами, підводне бетонування, бетонування "стіна в ґрунті", бетонування у витрамбуваних котлованах.

Метод роздільного бетонування полягає у нагнітанні цементно-піщаної розчину у порожноти між крупними заповнювачами, що попередньо вкладають в опалубку конструкції, що бетонується. Цим способом зводять залізобетонні резервуари (там, де необхідна підвищена щільність бетону, в умовах інтенсивного притоку ґрунтових вод), влаштовують монолітні палі та інші заглиблені у ґрунт конструкції.

Спосіб роздільного бетонування у порівнянні з пошаровим дозволяє використовувати заповнювачі великих розмірів, уникнути розшарування бетонної суміші через роздільне перевезення заповнювача та розчину, дає можливість бетонування з мінімумом робочих швів.

Розрізняють два способи роздільного бетонування: гравітаційний та ін'єкційний. У першому випадку розчин проникає у шари під дією сили тяжіння, у другому – під тиском нагнітання. Спосіб нагнітання більш ефективний, тому отримав широке розповсюдження, особливо при бетонуванні тонкостінних конструкцій.

При товщині конструкцій більше 1 м нагнітання розчину в крупний заповнювач відбувається через сталеві ін'єкційні труби, що встановлюються в опалубку, а при товщині конструкцій менше 1 м – через бокові ін'єкційні отвори в опалубці (рис. 21).



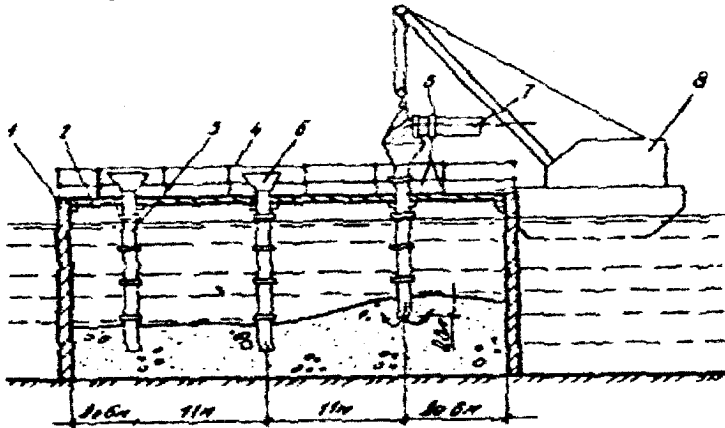
a – розташування труби в крупному заповнювачі; *1* – ін'єкційні труби; *2* – контрольні труби; *б* – розташування ін'єкційних отворів в опалубці тонкостінної конструкції

Рис. 21. Розміщення труб і ін'єкційних отворів при роздільному бетонуванні

Бетонування литими сумішками дозволяє відмовитись від ущільнення бетону, підвищити його кінцеву міцність, знизити витрати цементу, а також трудомісткість процесу бетонування. Литу суміш отримують внаслідок добавлення у неї перед укладанням пластифікуючих домішок, таких, як зола-унос, ПФ-1, ПФ-2, С-3 та інших кількістю 0,5...0,7% від маси цементу. Через 5 хв. після добавлення пластифікатора суміш готова до використання. Перед укладанням необхідно ретельно ліквідувати щілини в опалубці.

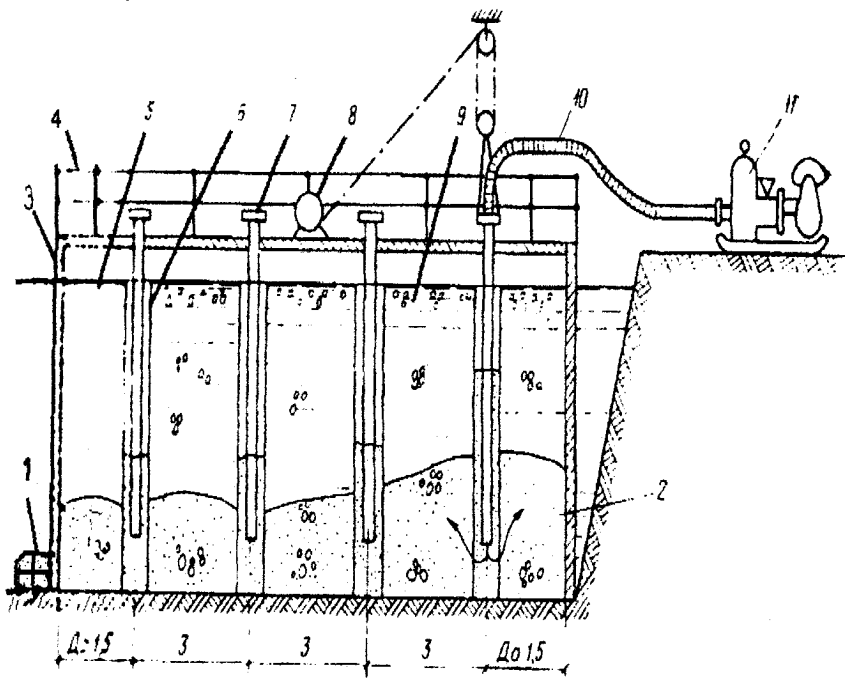
Підводне бетонування застосовують при будівництві підпорів мостів, днищ опускних колодязів та інших споруд, що зводяться під водою. Головною умовою отримання якісного бетону при підводному бетонуванні є збереження заданого водоцементного відношення. Існують чотири методи ведення підводного бетонування: вертикального переміщення труби (ВІПТ), підймання розчину, утрамбування бетонної суміші у попередньо вкладену, укладання суміші у мішках.

Метод вертикального переміщення труби полягає в тому, що бетонну суміш подають в опущені до основи споруди, що зводиться, труби діаметром 200 мм через лійку або бункер (рис. 22). По мірі підвищення рівня бетонування труба за допомогою поліспафта та лебідки підіймається вище, а непотрібні ланки труби знімаються. Радіус дії труби не більше 6 м, а нижній кінець труби повинен бути занурений у бетонну суміш на 0,7, 1,2, 1,5 м відповідно для глибин бетонування до 10, 20. Для захисту від вимивання цементу та піску з бетонної суміші місце бетонування огорожують шунтом або опалубкою. Верхній шар бетону, що контактував з водою, після закінчення бетонування видаляють. Метод ВІПТ доцільно використовувати для глибин до 50 м.



1 – опалубка; 2 – робоча підлога; 3 – ланка труби; 4 – огорожа;
5 – завантажувальна воронка; 6 – стояк; 7 – бетоновід; 8 – плавучий край
Рис. 22. Підводне бетонування методом вертикального підйому труб

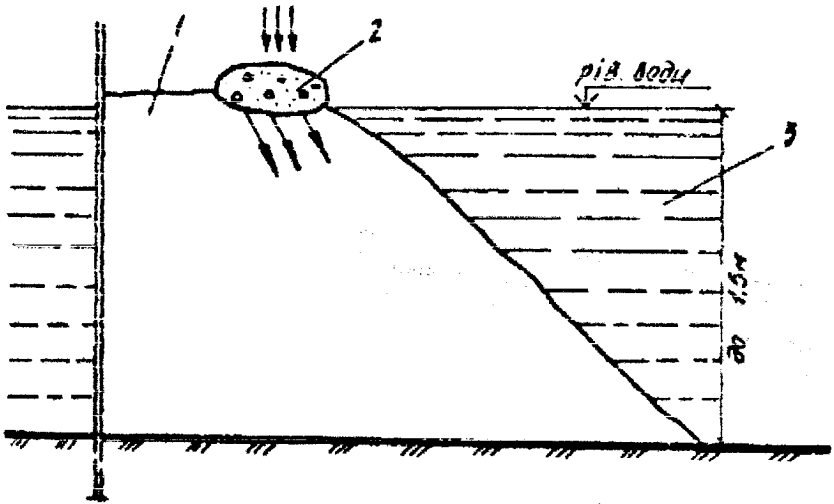
Метод підймання розчину полягає у тому, що через металеві труби діаметром 37...100 мм, установлені в захисних шахтах, із швелерів у кам'яну накидку подають розчин, який, заповнюючи в ній порожнечі, утворює моноліт (рис. 23). Труби можна встановлювати у каміння, але потім їх важко виймати. Якщо висота бетонування не більше 10 м, то розчин подають розчинонасосами. Позитивною властивістю цього методу є відсутність розшарування суміші, недоліком – підвищені витрати металу, можливість неповного заповнення порожнини. Цей метод використовується для глибин 30...50 м.



1 – кам'яно-піщана відсіпка; 2 – розчин; 3 – шпунтова огорожа (опалубка);
 4 – огорожа; 5 – настил; 6 – шахта; 7 – труба; 8 – лебідка; 9 – вода;
 10 – рукав; 11 – розчинонасос.

Рис. 23. Підводне бетонування методом піднімання розчину

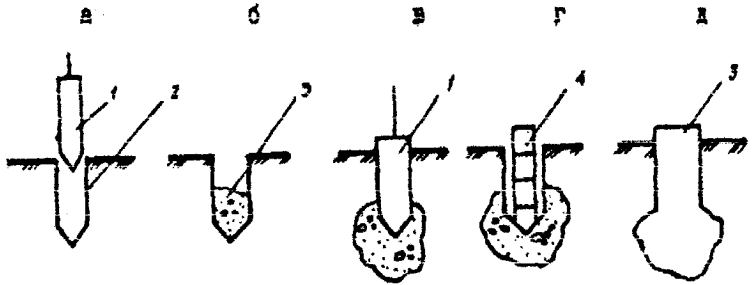
Метод утрамбування бетонної суміші полягає у тому, що під водою створюють піонерний острівець із свіже вкленої бетонної суміші, у який втрамбовують чергові порції бетонної суміші. Цей спосіб можна використовувати для глибин блоку бетонування до 1,5 м (рис. 24).



1 – укладання бетонної суміші;
2 – порція бетонної суміші, що ущільнюється; 3 – вода

Рис. 24. Бетонування методом утрамбування бетонної суміші

Укладання бетонної суміші в мішках. Мішки із міцної, але рідкої тканини (на 10...12 л кожний), які заповнені сухою бетонною сумішшю, занурюють у воду та вкладають із перев'язкою в споруду. Цей спосіб пов'язаний із веденням водолазних робіт, тому його використовують в аварійних ситуаціях.



а – улаштування виїмки; б – укладання порції бетону; в – утрамбування бетону; г – встановлення арматурного каркасу; д – бетонування;
1 – трамбування; 2 – виїмка; 3 – бетон; 4 – арматурний каркас;
5 – фундамент

Рис. 25. Бетонування фундаментів у витрамбованих котлованах

Метод бетонування у витрамбуваних котлова-нах використовується при зведенні фундаментів. Він полягає у тому, що ударом клин-баби у землі утворюють виїмку, у яку подають бетонну суміш, потім знову б'ють клин-бабою, впресовуючи бетон в землю. Далі встановлюють арматуру у верхню частину і укладають бетонну суміш (рис. 25) Цей метод дозволяє зменшити обсяг земляних робіт, збільшити несучу здатність ґрунту внаслідок його ущільнення, зменшити обсяг опалубних робіт.

5.5. ЗНІМАННЯ ОПАЛУБКИ З КОНСТРУКЦІЙ

Знімання опалубки виконують після того, як бетон набере потрібну міцність. Час розпалублення визначається в залежності від призначення конструкцій, умов твердіння бетону і характеру роботи елементів опалубки.

Спочатку, після набирання бетоном міцності, що виключає його пошкодження, знімають бокові елементи. Несучі елементи знімають після досягнення бетоном міцності у процентах до проектної:

плити і склепіння прогоном до 2 м	50%
ті ж елементи прогоном 2...8 м	70%
балки та прогони більшим за 8 м	70%
несучі конструкції прогоном більшим за 8 м	100%

Розпалублення каркасних конструктивних багатоповерхових будівель ведуть по поверхово, при цьому стояки, що знаходяться безпосередньо під перекриттям, що бетонується, залишають повністю, а стояки перекриття, розташованого нижче, залишають під всіма балками і прогонами довжиною більше 4 м, на відстані до 3 м один від одного. Опалубку знімають повністю, якщо бетон в нижче розташованих перекриттях досяг проектної міцності.

У сейсмічних районах необхідну міцність визначають проектом Конструкції, армовані несучими зварними каркасами, розпалублюють після досягнення бетоном 25% проектної міцності. Завантаження усіх елементів розпочинають після набору ним 100% проектної міцності.

5.6. ДОГЛЯД ЗА БЕТОНОМ

Зберегти високу якість бетонної суміші після вкладання можна лише при виконанні окремих вимог. Необхідно підтримувати сприятливий температурно-вологісний режим, що забезпечує наростання міцності, захищати бетон, що тужавіє від ударів та інших механічних впливів, від різких змін температури та швидкого висихання.

При твердінні змінюється об'єм бетону. Бетони на звичайному цементі при тижавінні на повітрі висихають і зменшуються в об'ємі. Висихання на поверхні конструкції відбувається швидше, ніж всередині її, тому, якщо зовні штучно не підтримувати вологість, то на поверхні бетону заявляються дрібні тріщини. Щоб підтримати необхідну вологість, бетон покривають вологоємними матеріалами, які захищають бетон від впливу вітру та прямих сонячних променів, і систематично поливають водою ці матеріали.

Накривати та поливати бетон починають не пізніше, ніж через 10 – 12 годин після закінчення бетонування, а в жарку погоду або при сильному вітрі – через 2 – 3 години. Якщо температура зовнішнього повітря 15°C і вище, поливають в перші три дні вдень через кожні 3 години та один раз вночі, а у наступні дні – до набору бетоном 70% проектної міцності (7 – 15 днів) 3 рази за добу.

Поверхні бетону, які не передбачається з часом монолітно зв'язувати з бетоном та розчином, рекомендується накривати складовими, що утворюють плівку або захисними плівками (етиленовим лаком або водно-бітумною емульсією з додаванням вапняного молока для підвищення відбивної здатності та зниження інтенсивності прогріву поверхні сонячними променями).

При температурі 5°C та нижче бетон не поливають. Заходи по догляду за ним, порядок і строки їх проведення, а також контроль за їх виконанням встановлюються проектом виробництва робіт.

Встановлювати на бетоні опалубку для наступного ярусу, рухатись по ньому дозволяється лише після досягнення ним міцності не менше 1,5 МПа.

5.7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ БЕТОННИХ ПРОЦЕСІВ

Контроль якості бетонних та залізобетонних процесів здійснюється на всіх стадіях створення конструкцій з бетону та залізобетону, тобто контролюються:

- якість складових частин бетону, арматури та умови їх зберігання;
- робота бетонозмішувальних установок, дозувальних пристроїв;
- геометричні розміри опалубки;
- геодезичне забезпечення монтажу;
- якість арматурної сталі, відповідність арматури проекту;
- розміри та положення арматурних каркасів та арматури в них;
- міцність бетону.

Спеціальні вимоги пред'являються до геодезичного забезпечення ковзної опалубки. Після визначення найвищої відмітки фундаментної плити, яку приймають за 0,00 м, перевіряють геометричні розміри розташування дократних рам, вертикальність цитів опалубки та її

конусність. При цьому відхилення конусності не повинні перевищувати ± 4 мм. Важливою умовою якісного виконання робіт при бетонуванні у ковзній опалубці є геодезичний контроль за її положенням в процесі підйому, який полягає в перевірці горизонтальності робочої підлоги ковзної опалубки та вертикальності її руху. З цією метою використовують лазерні системи, які забезпечують безперервний контроль за вертикальністю руху опалубки. Однією з переваг таких лазерних систем є можливість проведення контролю в нічний час, що важливо у зв'язку з безперервним процесом бетонування.

Контроль якості бетону полягає у перевірці відповідності його фізико-механічних показників вимогам проекту та проводиться на стадії його приготування та в готовому стані. На стадії приготування та укладання бетонної суміші перевіряють її рухомість. Робиться це на місці приготування та укладання суміші не рідше 2 разів за зміну. При різкій зміні вологості, переході на приготування суміші нового складу чи з нової партії складових частин необхідно не рідше, ніж через кожні 2 години. При наявності відхилень від заданої рухомості суміші чи при порушенні її однорідності повинні прийматись міри до покращення умов транспортування суміші чи по необхідній зміні її складу.

Міцність бетону контролюють випробуваннями контрольних зразків у вигляді кубиків розміром $20 \times 20 \times 20$ см. Ті зразки, які виготовляють на місці виконання робіт, необхідно зберігати в умовах тужавіння бетону конструкцій. Для кожної марки бетону виготовляють серію з 3-х зразків на стаку кількість бетону:

- для масивних гідротехнічних споруд – на кожні 500 м^3 ;
- для крупних фундаментів під конструкції – на кожні 100 куб. м;
- для масивних фундаментів під технологічне обладнання – на кожні 50 м^3 ;
- для каркасних та тонкостінних конструкцій – на кожні 20 м^3 .

Міцність вважається відповідною до проектної, якщо середня міцність усіх серій контрольних зразків буде не нижче 85 проектної.

При необхідності марка бетону може бути встановлена з використанням неруйнівних (адеструктивних) механічних чи фізичних методів випробувань.

Механічні методи ґрунтуються на дії на бетон випробувальних приладів з наступним визначенням міцності бетону за допомогою тарувальних кривих, які враховують функціональні залежності між міцністю бетону на стиск та поверхневою твердістю чи між міцністю на стиск та вимушеним зусиллям.

Найпростішим фізичним методом визначення міцності бетону в готовій конструкції є імпульсний ультразвуковий метод, який оснований на відомому принципі: швидкість розповсюдження ультразвуку та ступінь

його затухання функціонально пов'язані з динамічним модулем пружності бетону. Таким методом можна визначити міцність бетону із похибкою не більше $\pm 8...10\%$.

Радіометричним методом встановлюють ступінь ущільнення бетонної суміші в процесі її формування. Він оснований на тому, що гамма-промені, проходячи через речовину, гублять інтенсивність випромінювання внаслідок поглинання та розсіювання, із збільшенням ступеня ущільнення суміші збільшується поглинання гамма-променів.

Таблиця 3

ДОПУСТИМІ ВІДХИЛЕННЯ, ММ, ДЛЯ МОНОЛІТНИХ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Назва конструкції	Відхилення площин та ліній їх перетину від вертикалі
Фундаменти	± 20
Стіни та колони, що підтримують монолітні перекриття та покриття	± 15
Стіни та колони, що підтримують збірні блочні конструкції	± 10
Стіни будівель та споруд, що зводяться у ковзній опалубці при відсутності проміжних перекриттів	1/500 висоти будівлі, але не більше 100
Стіни будівель та споруд, що зводяться у ковзній опалубці при наявності проміжних перекриттів	1/1000 висоти будівлі, але не більше 50

Відхилення площин від горизонталі не повинні перевищувати 20 мм на всю площу ділянки, що перевіряється. Місцеві відхилення бетону від проектної відмітки при перевірці конструкцій довжиною 2 м не повинні перевищувати ± 5 мм, відхилення по довжині елементів ± 20 мм, в розмірах поперечного перетину елементів $+6$ мм, -3 мм. Відхилення у відмітках поверхонь та закладних частин, що слугують опорами для металевих або збірних залізобетонних колон та інших збірних елементів, не повинні бути більшими мінус 5мм.

Відхилення в плані при розташуванні анкерних болтів всередині костура опори – не більше 5 мм, при розташуванні зовні костура опори – не більше 10 мм, допустимі відхилення по висоті складають $+ 20$ мм. Відхилення відміток по висоті на стику двох поверхонь не повинні перевищувати 3 мм.

Хід бетонування фіксують у журналі виконання бетонних робіт. До нього заносять об'єми виконаних робіт, дати укладання суміші, час початку

та закінчення бетонування кожної ділянки споруди, задані марки та робочі складові бетонної суміші, дані паспортів на цемент та арматуру, температуру зовнішнього повітря під час укладання бетонної суміші та при витримуванні бетону, дати виготовлення контрольних зразків та результати випробувань на 28-й день, дати розпалубки конструкцій. При бетонуванні в зимових умовах в журналі фіксують також температуру бетонної суміші при виході із бетонозмішувача в момент укладання і у певні періоди в процесі витримування бетону.

5.8. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ РОБІТ

При підрахунку об'ємів робіт одиницю вимірювання беруть такою ж самою, яка наведена у ЄНіР (наприклад, укладання бетонної суміші – м³, встановлення арматури – т, монтаж арматурних каркасів – шт., встановлення опалубки – м², встановлення риштувань опалубки – 100 м стоеків).

Об'єм робіт необхідно підраховувати, керуючись такими правилами:

- об'єм залізобетонних та бетонних фундаментів під будівлі, споруди та обладнання підраховується без урахування об'ємів стаканів, фрамуг, прорізів та інших елементів, що не заповнюються бетоном /за винятком гнізд перерізом 150×150 мм для встановлення анкерних болтів;

- об'єм підколінників встановлюють від верха уступу фундаментів;

- об'єм колон визначають за їх перерізом, який множать на висоту.

При цьому висота колони приймається від верха фундамента (підколонника) до низу плит при ребристих перекриттях, до низу капітелей вусів при безбалкових перекриттях. При наявності консолей їх об'єм включається в об'єм колони;

- об'єм балок вимірюють добутком їх перерізу на довжину, при цьому:

а) довжина балок, що опираються на колони або прогони, приймається рівною відстані між внутрішніми гранями колон чи прогонів; довжина балок, що опираються на стіни, визначається з урахуванням довжини опорних частин, що входять в стіни;

б) переріз балок приймається: окремих балок – повний переріз, балок з монолітними плитами – без товщини плит. Об'єм вусів входить в об'єм балок;

- об'єм плит підраховується з урахуванням опорних частин, що входять в стіни. При наявності в безбалкових перекриттях вусів їх об'єм враховується в об'єм плит.

- об'єм ребристих перекриттів визначають за сумарним об'ємом балок та плит, а безбалкових - за об'ємом плит та капітелей;

- при підрахунку об'єму стін та перегородок не враховують прорізи по зовнішньому обводу коробок, об'єм бункерів дорівнює сумі об'ємів стінок бункерів та підтримувальних балок, що примикають до них.

Об'єм бетону в конструкціях з жорсткою арматурою визначають з урахуванням об'ємів, які займає жорстка арматура, а при замкнених перерізах – також з урахуванням об'ємів, не заповнених бетоном. Об'єм жорсткої арматури знаходять діленням маси металу, t , на його щільність $7,85 \text{ т/м}^3$.

Об'єм опалубних робіт при влаштуванні фундаментів, масивів, підколінників, колон, балок, прогонів, плит ребристого та безбалкового перекриття, сходових маршів визначається по поверхні, що торкається бетону.

Об'єм опалубних робіт при влаштуванні стін та перегородок визначається за їх площею (з урахуванням прорізів).

Об'єм робіт по влаштуванню опалубки стін резервуарів і бункерів визначають по площі внутрішньої розгорнутої поверхні стінок резервуарів та бункерів.

Об'єм робіт по влаштуванню підтримувальних риштувань (виражений в м), стояків дорівнює добутку висоти стояків на їх кількість, яка точно може бути відома лише після складення робочого проекту опалубки; для попереднього ж розрахунку можна використовувати орієнтовно залежність: 1 стояк на 4 м^2 ребристого чи безбалкового перекриття.

При підрахунку об'єму арматурних робіт кількість арматурних сіток, каркасів (в шт.) або окремих стрижнів (в тонах) підраховується за робочими кресленнями.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що включає в себе процес бетонування?
2. Яким чином відбувається приготування бетонної суміші?
3. Які технологічні схеми доставки бетонної суміші Вам відомі? Охарактеризуйте їх.
4. Як здійснюються автомобільні перевезення бетону?
5. Опишіть конструкцію бетонозмішувача.
6. Яким чином здійснюється транспортування бетонної суміші автосамоскидами?
7. Коли застосовують стрічкові конвеєри?
8. Як розрізняють бетононасоси за способом дії?
9. Викресліть схематично процес бетонування перекриття за допомогою автобетононасоса.
10. При яких умовах застосовують пневмонагнітачі?
11. Який спосіб ущільнення бетонної суміші є найбільш розповсюдженим?
12. Які існують види вібраторів?
13. Що включає в себе процес вакуумування бетону?
14. У чому полягає метод торкрегування?
15. Внаслідок чого виникає необхідність влаштування робочих швів при бетонуванні? Де їх влаштовують?

16. Охарактеризуйте метод роздільного бетонування.
17. Назвіть позитивні особливості бетонування литими сумішами.
18. Які методи підводного бетонування Вам відомі? Коли застосовують підводне бетонування?
19. У чому полягає метод підймання розчину?
20. Охарактеризуйте процес укладання бетонної суміші у мішках.
21. За яких умов застосовується метод бетонування у витрамбованих котлованах?
22. Опишіть процес розпалублення конструкцій. Коли його здійснюють?
23. Якого догляду потребує бетон? Як його здійснюють?
24. Які процеси контролюють при створенні бетонних та залізобетонних конструкцій?
25. Які методи контролювання міцності бетону існують?
26. Які методи випробувань бетонних та залізобетонних конструкцій Вам відомі?
27. Яку інформацію заносять до журналу виконання бетонних робіт?
28. Якими правилами керуються при визначенні об'ємів робіт?
29. Як підраховуються об'єми підколінників, колон, балок, плит, стін та перегородок?
30. Як здійснюється визначення об'єму опалубних робіт?

6. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСІВ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

6.1. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ І ЗАЛІЗОБЕТОНУ В ЗИМОВИХ УМОВАХ

Зимовим періодом року вважається той період, коли середньодобова температура зовнішнього повітря нижча 5°C та мінімальна добова нижча 0°C . На виконання бетонних робіт в зимових умовах приходиться до 30-40% об'єму бетону, що укладається.

При замерзанні бетону цемент та заповнювачі не змінюють своїх властивостей, вода ж перетворюється в лід, який не вступає в реакцію з цементними зернами. Крім того, що замерзання води викликає припинення гідратації цементу, вода збільшується в об'ємі (приблизно на 9%), що призводить до руйнування бетону.

Шкідливий вплив замерзлої води проявляється і в тому, що тонка льодова кірка навкруги зерен заповнювача перешкоджає зчепленню його з цементним каменем.

Замерзаючи, вода нерівномірно покриває крупні зерна заповнювача по усій поверхні, а накопичується більше в нижній його частині. Накопичення води знижує кінцеву міцність бетону. Втрата міцності бетону, замороженого у ранньому віці, залежить не тільки від величини мінусової

температури, але головним чином від характеру її коливань. Менші морози, але з частими коливаннями температури і з великою їх амплітудою більш шкідливі, ніж великі морози без різких коливань температури.

Раннє заморожування має великий вплив на зчеплення бетону з арматурою. Замерзання бетону одразу після укладання, можна вважати, призводить до повного порушення зчеплення бетону з металом. Особливо небезпечним є ослаблення зчеплення у конструкціях, що сприймають динамічні чи вібраційні навантаження. Відомим є випадок, коли у монолітному 4-х метровому прогоні, що був заморожений весною, набрав необхідну міцність, витримав пробне навантаження, працював протягом двох років. На третьому році експлуатації прогін зруйнувався через ослаблення зчеплення арматури з бетоном.

При зимовому бетонуванні бетонну суміш слід укладати в опалубку підігрітою, для чого під час приготування суміші підігрівають воду (до 90°C), пропускаючи через неї гарячу пару, та заповнювачі. Цемент не підігрівають, тому що він може "заваритись". Використовується також тепло димових газів та гарячого повітря. Таким же чином підігрівають і заповнювачі, але до температури 60°C.

Транспортують бетонну суміш утепленими самоскидами з подвійним дном, яке обігривається відпрацьованими газами двигуна.

При вкладанні бетонної суміші не допускається замерзання її біля основи та в стиках з раніше вкладеним та набравшим міцність бетоном, тому необхідно слідкувати, щоб основа не промерзала. Раніше вкладений бетон необхідно відігріти в стикі на глибину не менше чим на 30 см. Перед укладанням бетону в опалубку її слід очистити від снігу та льоду. Жорстку арматуру та арматурні стрижні діаметром більше 25 мм перед укладанням бетону необхідно підігрівати. Це також стосується і закладних деталей.

Перехід бетонної суміші в камнеподібний стан являє собою складний фізико-хімічний процес, при якому цемент, взаємодіючи з водою, утворює нові сполуки. Взаємодія проходить поступово та нерівномірно. тривалість процесу залежить від ряду умов – температури та вологості навколишнього середовища, складу домішок, масивності конструкції, що бетонується. В свою чергу, тривалість твердіння має велике практичне значення, від неї залежать темпи зведення об'єкта, вартість робіт та їх якість.

Методи укладання та витримування бетонної суміші необхідно розділити на дві групи: бетонування з безобігрівним витримуванням бетону (метод термосу, застосування протиморозних домішок) та бетонування із штучним обігрівом бетону (електротермообробка бетону: попередній електропрогрів, електродний прогрів, інфрачервоний обігрів та індукційний прогрів бетонної суміші), прогрів бетону паром, гарячим повітрям та витримування у тепляках.

Для попереднього вибору способу витримування бетону можна використовувати рекомендації, наведені в табл. 4. Остаточний вибір способу залежить від конкретних умов будівництва та економічного порівняння можливих варіантів.

Примітка: модулем поверхні конструкції називається відношення сумарної поверхні охолодження бетону до об'єму бетону в конструкції.

Для колон та балок модуль поверхні визначають як відношення периметру до площі поперечного перерізу: $M_n = \frac{P}{S}$, де P – периметр; S – площа поперечного перерізу.

Таблиця 4

ПОПЕРЕДНІЙ ВИБІР СПОСОБУ ВИТРИМУВАННЯ БЕТОНУ

Конструкція	Модуль поверхні конструкції, м ⁻¹	Рекомендований спосіб
Масивні бетонні та залізобетонні фундаменти.	до 3	Метод термосу; метод термосу із застосуванням прискорювачів твердіння бетону при температурі зовнішнього повітря – 20°C. Бетон з протиморозними добавками при більш низьких температурах.
Фундаменти під конструкції будівель та обладнання, масивні стіни тощо.	3 – 6	Метод термосу; метод термосу із застосуванням прискорювачів твердіння. Бетон з протиморозними добавками. Для отримання заданої міцності бетону в короткі строки чи при температурі зовнішнього повітря нижче –15°C попереднє електророзігрівання чи периферійне електропрогрівання, застосування нагрівальної опалубки.
Колони, балки, прогони, елементи рамних конструкцій, пальові ростверки, стіни, перекриття.	6 – 10	Бетон з протиморозними добавками. Попереднє електророзігрівання бетонної суміші, електродне прогрівання, електропрогрівання із застосуванням нагрівальних опалубок та щитів.
Підлога, перегородки, плити перекриттів, тонкостінні конструкції	10 – 20	Електродне прогрівання, обігрівання за допомогою нагрівальної опалубки. Бетон з протиморозними добавками (для підлоги).
Стики, підливи	20 – 100	Електродне прогрівання, індукційне нагрівання, застосування добавки поташу чи нітриту натрію.

6.1.1 МЕТОД ТЕРМОСУ

Метод термосу полягає у використанні тепла, що виділяється у процесі гідратації цементних зерен, а також тепла, яке було внесено в бетон в момент його приготування (нагрівання води та заповнювачів). Цей метод є ефективним лише при зведенні масивних конструкцій. Масивність визначається модулем поверхні конструкцій. Чим менше M_{Π} , тим конструкція пасивніша. Метод термосу рекомендується застосовувати при $M_{\Pi} = 6 \div 8$ та менше. В таких конструкціях бетон встигає набрати необхідну міцність до моменту його охолодження. При термосній витримці бетону можна вирішити наступні завдання:

1) визначити тривалість охолодження бетону та величину набраної ним за цей час міцності при відомому термічному опорі опалубки та її утеплювача;

2) підібрати конструкцію опалубки та її утеплювача при заданих тривалості охолодження бетону та міцності бетону до моменту охолодження. Для розв'язання першої задачі термосного витримування бетону необхідно розрахувати:

1) об'єм конструкції, що бетонується, m^3 ;

2) величину поверхні охолодження конструкції, для чого визначають площі поверхонь, що стикаються із зовнішнім повітрям, яке охолоджує конструкцію, m^2 ;

3) модуль поверхні конструкції, m^{-1} , $M_{\Pi} = \frac{F}{V}$;

4) початкову теплоємність бетону, кДж:

$$Q_1 = C_6 \gamma_1 V_{\text{об.б.}}$$

де C_6 – питома теплоємність бетону, що дорівнює $1,05 \text{ кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$;

γ_1 – щільність залізобетону ($2500 \text{ кг}/m^3$); V – об'єм бетону в одному фундаменті, m^3 ; $t_{\text{об.б.}}$ – початкова температура бетону, $^\circ\text{C}$ (приймається за умовою задачі);

5) температуру системи "бетон + арматура"

$$t' = \frac{C_6 \gamma_1 t_{\text{об.б.}} + C_3 P_1 t_4}{C_6 \gamma_1 + C_3 P_1}$$

де C_3 – теплоємність арматурної сталі, $\text{кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ (дод. 1, табл. 2); P_1 – витрати сталі на $1 m^3$ (приймається за умовою задачі); t_4 – температура арматурної сталі, що чисельно рівна температурі зовнішнього повітря (приймається за умовою задачі);

6) кількість тепла, що витрачається на нагрівання арматури, кДж:

$$Q_2 = C_3 P_1 V (t' - t_4);$$

7) розрахункову температуру нагрівання опалубки, °С;

$$t_{оп}^p = \frac{t' - t_{3п}}{2},$$

де $t_{3п}$ – температура зовнішнього повітря, °С;

8) тепло, що витрачається на нагрівання опалубки, кДж

$$Q_3 = C_2 F_{охол} \delta_1 \gamma_2 (t_{оп}^p - t_4),$$

де C_2 – питома теплоємність деревини, з якої виготовлено опалубку, кДж/(кг·°С) (дод. 1, табл. 2); $F_{охол}$ – площа поверхні, що охолоджується, кв. м; δ_1 – товщина опалубки, м; γ_2 – об'ємна маса деревини, кг/куб. м /дод. 1, табл. 2/;

9) температуру бетону до початку охолодження конструкції

$$t_{БП} = \frac{Q_1 - (Q_2 + Q_3)}{C_6 \gamma_1 V};$$

10) середню температуру твердіння бетону за час охолодження конструкції

$$t_{б.сер.} = t_{б.к.} + \frac{t_{БП} - t_{б.к.}}{1,03 + 0,181 M_{П} + 0,006(t_{БП} - t_{б.к.})},$$

де $t_{б.к.}$ – температура бетону до кінця охолодження, °С, (здається умовою задачі);

11) значення коефіцієнта теплопередачі опалубки, Вт/(м²·°С),

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\gamma_i} \right)},$$

де α – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огороження, Вт/(м²·°С), що залежить від швидкості вітру (дод. 1, табл. 1); δ_i – товщина опалубки чи утеплювача, м; γ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу опалубки чи утеплювача (дод. 1, табл. 2), Вт/(м·°С);

12) тривалість охолодження конструкції без урахування впливу екзотермії цементу

$$\tau' = \frac{C_6 V_6 (t_{б.н.} - t_{б.к.}) + \frac{CE}{3,6}}{KM_{П} (t_{б.сер.} - t_{з.н.})};$$

13) величину тепловиділення (E) цементу (дод. 1, табл. 3) за час τ' при середній температурі твердіння бетону $t_{б.сер.}$;

14) Тривалість охолодження конструкцій з урахуванням впливу екзотермії цементу

$$\tau = \frac{C_6 \gamma_6 (t_{б.н.} - t_{б.к.}) + \frac{CE}{3,6}}{KM_{П} (t_{б.сер.} - t_{з.н.})};$$

15) міцність бетону, яку він набере за час τ при середній температурі твердіння бетону $t_{б.сеп.}$ (дод. 1, табл. 5 – 9).

При розв'язанні другої задачі термосного витримування бетону послідовно визначають:

- 1) об'єм бетону конструкції, що бетонується $V, м^3$;
- 2) поверхню охолодження конструкції, що бетонується $F, м^2$;
- 3) модуль поверхні конструкції, що бетонується $M_{II} = \frac{F}{V}, м^{-1}$;

4) температуру бетону з урахуванням тепла, що витрачається бетоном на нагрівання арматури, $^{\circ}C$

$$t'_{б.н.} = \frac{C_6 \gamma_1 t_{б.н.} + C_3 P_1 t_4}{C_6 \gamma_1 + C_3 P_1};$$

5) середню температуру твердіння бетону в процесі його охолодження протягом 3-х діб можна визначати (за дод. 1, табл. 5 – 9), значочи необхідну міцність бетону в кінці охолодження та час його твердіння;

6) екзотермію цементу по відомих даних про середню температуру твердіння бетону $t_{б.сеп.}$ та час твердіння бетону (дод. 1, табл. 3);

7) розрахунковий коефіцієнт теплопередачі опалубки та утеплювача

$$\tau = \frac{C_6 \gamma_6 (t_{б.н.} - t_{б.к.}) + ЦЕ}{\tau M_{II} (t_{б.сеп.} - t_{з.н.})}$$

8) орієнтовно назначають конструкцію опалубки (дод. 1, табл. 4), дотримуючись умови $K_p \geq K_{т.обл.}$;

9) якщо розрахунковий коефіцієнт теплопередачі значно відрізняється від табличного, то необхідну товщину шару теплоізоляції знаходять за формулою

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left(\frac{1}{K_p} - \sum \frac{\delta_{on}}{\lambda_{on}} \right)$$

де λ_{iz} – коефіцієнт теплопровідності ізоляційного матеріалу, Вт/(м \times °C); K_p – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м 2 \times °C); $\delta_{on}, \lambda_{on}$ – відповідно товщина і коефіцієнт теплопровідності окремих шарів опалубки;

Наприклад, опалубка може складатись із шару дощок, прокладки толю, шару мінеральної вати та шару фанери. У такому випадку необхідно сумувати відношення товщин відповідних шарів до їх коефіцієнтів теплопровідності

$$\sum \frac{\delta_{on}}{\lambda_{on}} = \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_e}{\lambda_e} + \frac{\delta_f}{\lambda_f}$$

де $\delta_d, \delta_m, \delta_e, \delta_f$ – відповідно товщина шару дощок, толю, вати і фанери; $\lambda_d, \lambda_m, \lambda_e, \lambda_f$ – відповідно коефіцієнти теплопровідності дерева, толю, вати і фанери.

Для більш точних розрахунків використовують емпіричну формулу О.Е. Власова, що враховує підвищення теплопровідності матеріалів конструкції опалубки, нагрітих теплом бетону, що укладається в опалубку. Розрахункова температура нагрівання опалубки визначається як середнє арифметичне значення температури зовнішнього повітря та початкової температури бетону

$$t_{OP}^P = \frac{t_{вп} + t_{зп}}{2}$$

Тоді теплопровідність матеріалів конструкції опалубки

$$\lambda_m = \lambda_o \left(1 + 0,0025 t_{OP}^P \right),$$

де λ_o – коефіцієнт теплопровідності матеріалів опалубки при 0°C (дол. 1, табл. 2).

6.1.2 БЕТОНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРОТИМОРОЗНИХ ДОМІШОК

Введення в бетонну суміш протиморозних домішок дозволяє знизити температуру замерзання води, що забезпечує твердіння бетону при мінусовій температурі у звичайній опалубці. В якості таких домішок використовують: поташ (П), сульфат натрію (СН), нітрит натрію (НН), нітрат кальцію (НК) з сечовиною (С), з'єднання нітрат кальцію з сечовиною (НКС), нітриг нітрат кальцію (ННК) з сечовиною (С), хлорид кальцію (ХК) з хлоридом натрію (ХН), хлорид кальцію (ХК) з нітритом натрію (НН), нітриг нітрат хлориду кальцію (ННХК), нітриг нітрат хлориду кальцію (ННХК) з сечовиною (С).

Цей метод застосовується при зведенні монолітних та збірно-монолітних конструкцій з важких та легких бетонів, а також при зашпаровуванні стиків збірних конструкцій.

Коли темпи набору міцності бетону з протиморозними домішками відстають від запроєктованих темпів виробництва будівельних робіт, даний метод витримування бетону поєднують з утепленням конструкції та електропрогрівом.

Вибір протиморозних домішок залежить від типу та умов експлуатації конструкцій, темпу будівництва та температури зовнішнього повітря, наявності арматури та техніко-економічних показників.

Хлорид кальцію та поташ особливо скорочують строки схвачування цементу. Для того щоб запобігти погіршенню зручності вкладання суміші, їх рекомендується застосовувати разом із пластифікаторами.

Солі необхідно вводити у склад бетону лише у вигляді водних розчинів робочої концентрації. Для підвищення швидкості розчинення солі її дроблять, підігрівають розчин та перемішують у змішувачах стисненим повітрям чи паром. Розчини, що мають у своєму складі сечовину, не слід

підігрівати вище 40°C. Розчини солей робочої концентрації не повинні мати осадів солей, що не розчинились.

Протиморозні домішки вводяться до бетонної суміші кількістю 3...18% від маси цементу.

6.1.3 ПОПЕРЕДНІЙ ЕЛЕКТРОПРОГРІВ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Цей метод полягає у додатковому нагріванні бетонної суміші до максимальних меж перед укладанням в опалубку. Для зменшення тепловтрат нагрівання ведуть в спеціально обладнаних бункерах чи самоскидах з подальшим перевагненням суміші в опалубку.

Застосування попереднього електропрогріву дозволяє збільшити період охолодження конструкції, а отже, забезпечити більш високу міцність бетону до моменту його замерзання у порівнянні із способом звичайного термосу. Крім цього заявляється можливість відмовитись від нагрівання до високих температур заповнювачів, збільшити тривалість транспортування бетонної суміші.

Попередній електропрогрів бетонної суміші рекомендується застосовувати, коли:

- метод термосу, в тому числі і в сполученні з протиморозними домішками, не забезпечує в конкретних умовах необхідну міцність або задану тривалість досягнення цієї міцності;

- важко визначити, чи є метод термосу вигідним через значні матеріальні та трудові витрати, відсутність необхідних теплоізоляційних матеріалів та через інші причини;

- відсутність протиморозних домішок або їх застосування для даних конструкцій є недопустимим.

Розігрівання здійснюється пластинчатими електродами, які закріплюють на ізоляторах до корпусу поворотного щабра місткістю 0,5 – 2,0 м³. При цьому використовують струм промислової частоти (380 В).

Температура розігрітих бетонних сумішей може коливатись у межах 70 – 95 °С, час розігрівання 5 – 20 хвилин.

6.1.4 ЕЛЕКТРОДІЙНИЙ ПРОГРІВ

Сутність цього методу полягає у тому, що електричний струм промислової частоти зниженої (50 – 100 В) чи підвищеної (220 – 380 В) напруги, проходячи між електродами через бетонну суміш, що володіє електричним опором, виділяє тепло, яке нагріває бетон в період набору ним міцності. Знижену напругу з метою запобігання локального перегріву застосовують при прогріванні армованих конструкцій. Неармовані або слабо армовані конструкції прогривають, використовуючи підвищену напругу. Цей спосіб можна застосовувати для конструкцій будь-якого типу та конфігурації. Але найбільш ефективно він проявляє себе для конструкцій простої конфігурації, неармованих та слабо армованих. При

електродному прогріванні коефіцієнт корисного використання електроенергії найвищий.

Стрижневі електроди з арматурної сталі діаметром 5 – 12 мм використовують для прогрівання фундаментів, балок, прогонів; струнні з армованої сталі діаметром 12 – 16 мм довжиною 2,5 – 3,5 м – для прогрівання подовжених конструкцій; плавальні у вигляді сталевих прутків, утолщених на глибину 20 – 40 мм, – для прогрівання конструкцій малої товщини.

6.1.5 ІНФРАЧЕРВОНЕ ОБІГРІВАННЯ

Метод оснований на використанні теплової енергії інфрачервоного випромінювання, яке подається на відкриті чи опалублені поверхні. Для кращого поглинання інфрачервоного випромінювання металеву опалубку попередньо покривають чорним матовим лаком. Перетворення променевої енергії в теплову відбувається в тонкому поверхневому шарі бетону (до 2 мм), звідки тепло передається решті бетону.

6.1.6 ІНДУКЦІЙНИЙ ПРОГРІВ

Прогрівання в електромагнітному полі використовують для конструкцій невеликого перерізу, що бетонуються в металевій опалубці. За допомогою цього методу витримують бетон в колонах, рамах, ригелях, прогонах. Метод оснований на добре відомому в електротехніці явищі. Навколо елемента, що нагрівається, влаштовують обмотку з ізольованого дроту, який є індуктором. Під дією струму, що подається до дроту, у ньому створюється електромагнітне поле, що діє на опалубку та арматуру, які нагріваються. За 12 – 18 годин прогрівання бетон набирає 50 – 70% проектної міцності. Перевагою даного методу є відносна простота прогрівання конструкцій, насичених арматурою; рівномірний розподіл температурного поля по перерізу та довжині конструкції; можливість швидкого, без допоміжних джерел отримання тепла, відігрівання арматури, металеві опалубки, раніше укладеного та замороженого бетону.

6.1.7 ПАРОПРОГРІВ БЕТОНУ

Метод полягає у створенні навколо конструкції, що бетонується сприятливої температури і вологості. Паропрогрів здійснюється із застосуванням спеціального обладнання: парових сорочок, капілярної опалубки, парових лазень чи труб, що знаходяться всередині залізобетонних конструкцій. За звичай використовують пару низького тиску.

Температура бетону при паропрогріві може досягати 95°C. Її величина залежить від виду цементу, на якому приготовлена бетонна суміш (наприклад, на ШТЦ–70°C, портландцементі–80°C, шлакоцементі–до 95°C).

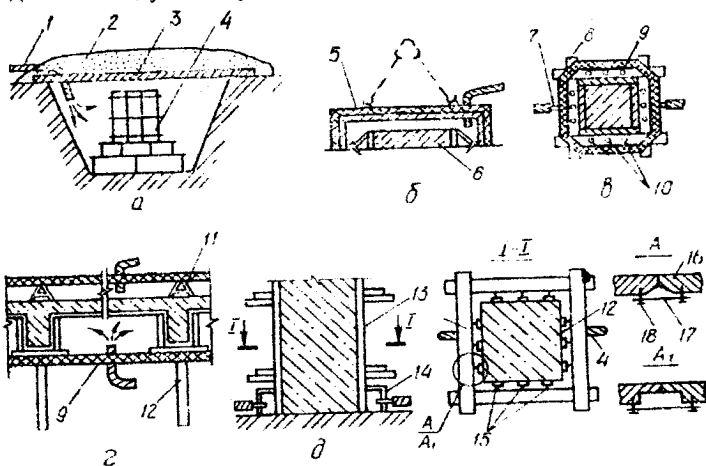
Температура вище 95°C не рекомендується, тому що вода, яка знаходиться в бетоні може перетворитись на пару, що призведе до порушення структури бетону та до зниження його міцності.

Щоб запобігти сильному висушуванню бетону та утворенню усадкових і температурних тріщин, знижувати температуру прогріву потрібно поступово: для монолітних конструкцій не більше 10°C/год. Паропрогрів конструкцій з модулем поверхні не дозволяється.

Паровою сорочкою називається така конструкція опалубки, коли навкруги бетону, що пропарюється, створюється замкнений простір, в який пускають пару.

Капілярна опалубка застосовується для паропрогріву вертикально розташованих елементів. В звичайній опалубці із дошок товщиною 38 мм зі сторони бетону скошують кромки та отримують вузькі трикутні пази капіляри, що перекриваються стрічками покрівельної сталі. Через ці пази і пропускають пару. Використання капілярної опалубки дозволяє уникнути дорогих та трудомістких процесів влаштування парових сорочок.

Парові лазні застосовують у випадку заглиблення фундаментів та наявності ґрунтів, що дренають. Котлован зверху закривають щитами чи брезентом і в простір, що утворюється пропускають пару. Висока вартість та складність методу обмежують його використання.



a, б – в тепляках; *в, г* – в парових сорочках; *д* – капілярна опалубка колон;
 1 – шланг паропроводу; 2 – утеплювач; 3 – настил; 4 – конструкція, що прогрівається; 5 – зйомний тепляк; 6 – плита, що прогрівається;
 7 – штуцер; 8 – хомут; 9 – теплоізоляція; 10 – отвори для пропускання пари;
 11 – козельки; 12 – стояки; 13 – щит; 14 – короб; 15 – пази-капіляри;
 16 – дошки щита; 17 – стальна стрічка; 18 – цяхи.

Рис. 26. Паропрогрів бетону

6.2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ В УМОВАХ ЖАРКОГО КЛІМАТУ

В районах з сухим жарким кліматом влітку вдень температура в тіні досягає 35 – 40°C, часто піднімається до 45°C, при цьому відносна вологість повітря, як правило, знижується до 20 – 15% та нижче. Дія високих денних температур при низькій відносній вологості повітря посилюється інтенсивною сонячною радіацією, частими вітрами, значною добовою амплітудою температури та вологості та відсутністю опадів.

Сухим і жарким кліматом характеризується південь нашої країни. Відмінною ознакою цього району є висока температура повітря (мінімальна вище 30°C та середня о 13 год. вище 25°C) при відносній вологості повітря менше 50%.

Висока температура вносить серйозні ускладнення у виробництво бетонних робіт, викликаючи:

1) збільшення потреби у воді бетонної суміші при підвищенні її температури для забезпечення відпускнуї рухомості;

2) швидку втрату бетонною суміш в процесі транспортування чи витримування до укладання, що призводить до порушення прийнятих умов транспортування та укладання бетонної суміші, а також оздоблення поверхні конструкцій;

3) труднощі в регулюванні складу залученого повітря в бетонних сумішах, що мають різну температуру;

4) інтенсивне зневоднювання свіже вкладеного бетону та зниження внаслідок цього його міцності на стиск у місячному віці до 50%, а також значне погіршення інших фізико-механічних властивостей бетону;

5) значне пластичне усідання бетону, який тужавіє, що призводить до раннього розтріскування бетонних та особливо залізобетонних конструкцій та споруд, погіршення основних властивостей та до різкого пониження їх довговічності;

6) формування нерівномірного температурного поля в монолітних конструкціях під дією сонячної радіації, який призводить до термічного напруження і внаслідок цього до тріщиноутворення;

7) значне ускладнення умов виробництва бетонних робіт, підвищення їх вартості, погіршення умов праці та інших негативних наслідків.

В умовах жаркого клімату під час тужавіння бетону під дією високих температур навколишнього середовища прискорюється реакція гідратації. Під впливом швидкого зневоднювання бетонної суміші, різкого теплового розширення компонентів та пластичного усідання бетону, що не набрав необхідної міцності, розвиваються деструктивні явища, які знижують його кінцеву міцність майже на 50% у порівнянні з бетоном, що витримується у нормальних умовах. Інтенсивне раннє зневоднювання призводить до

утворення капілярів, які направлені в бік поверхні випаровування, що порушує його міцність та водонепроникність. Зневоднювання призводить також до лущення шарів бетону.

Негативний вплив кліматичних умов районів з сухим жарким кліматом на властивості та довговічність бетону обумовлює в основному такі наслідки:

- підвищене вологісне усадання бетону, що сприяє його розтріскуванню;

- розхищення структури бетону відкритих наземних конструкцій внаслідок дії на нього сильного циклічного нагріву з добовим перепадом температур 40 – 45°C і більше, що викликає розтріскування бетону, зниження його міцності та погіршення інших властивостей, а також зниження довговічності;

- порушення структури бетону внаслідок частого заморожування до невеликих мінусових температур та розмерзання відкритих бетонних конструкцій та споруд (підвищена кількість переходів температури бетону через 0°C), що вимагає підвищеної морозостійкості бетону;

- значну корозію бетону та арматури в результаті розтріскування бетону та підвищення його водопроникнення з одного боку, а також внаслідок дії агресивних ґрунтових вод.

Тому, розглядаючи особливості технології бетонування в умовах жаркого клімату необхідно виділити два аспекти: по-перше, особливості виробництва бетонних робіт та, по-друге, особливості вибору матеріалів та призначення складових для бетону конструкцій та споруд, що експлуатуються в районах з сухим жарким кліматом. Міцність та інші фізико-механічні властивості бетону, а також довговічність конструкцій та споруд, що бетонуються в суху погоду, визначаються в першу чергу вибором вихідних матеріалів та прийнятим складом бетону, а також належною якістю бетонних робіт.

Також необхідну якість бетону під час виконання бетонних процесів можна забезпечити за рахунок використання таких методів приготування, транспортування та витримування бетону, які б зводили нанівель можливість його зневоднювання.

При виробництві бетонних робіт в жарку погоду найефективнішими є високо марочні портландцементи, які швидко тужавіють, марка яких з метою пониження температурно-усадкових деформацій в бетоні, що тужавіє та економних витрат цементу повинна, як правило, бути вищою за марку бетону не менше, ніж в 1,5 рази, і бути не нижчою 400. Бетони на таких цементах характеризуються високим темпом початкового тужавіння та меншою здатністю до вологовіддачі, ніж при використанні звичайних портландцементів. З'являється можливість скоротити тривалість вологісного догляду за бетоном конструкцій. Крім цього застосування

високо марочних портландцементів, які швидко тужавіють, дозволяє знизити максимальне значення пластичного усідання бетонів.

Для бетонів марки М 300 і вище допускається використання цементів, марка яких вища марки бетону менше ніж в 1,5 рази (пластифікованих портландцементів або звичайних з домішками пластифікаторів та суперпластифікаторів). Не рекомендується застосовувати портландцементи з мінеральними домішками, які сповільнюють темпи тужавіння та підвищують нормальну густину тіста. Це пояснюється тим, що кожні чотири проценти понад оптимальне її значення (24 – 26%) призводять через підвищену водопотребу бетонної суміші до перевитрат цементу не менше 30 – 40 кг/м³ в монолітному бетоні та 60 – 70 кг/м³ в збірному залізобетоні. Крім того, портландцементи з такими домішками характеризуються сповільненим тужавінням, що призводить до подовження тривалості необхідного догляду за бетоном.

При виборі заповнювачів для бетону перевагу слід надавати карбонатним породам, лугувим та природним ніздрюватим заповнювачам належної якості. При приготуванні бетону в суху та жарку погоду такі заповнювачі насичуються водою і стають "резервуарами" для її зберігання та використання в процесі тужавіння бетону. По мірі збезвожування цементного каменю волога під дією вологісного градієнта із заповнювача поступово мігрує у цементний камінь, що висихає, забезпечуючи цементу сприятливі умови тужавіння. При цьому значно підвищується зчелення цементного каменю із заповнювачем. Ніздрюваті заповнювачі досить ефективні для бетонів, які тужавіють при тепловій обробці на заводах, в умовах мінусових температур, а також в жарку та суху погоду.

При виконанні робіт в жарку погоду бетони, як правило, повинні готуватись із застосуванням поверхнево-активних пластифікаторів, що залучують повітря, та комплексних домішок (0,4 ÷ 0,5% від маси цементу). За допомогою домішок можна уникнути збільшення водопотреби бетонної суміші підвищеної температури, забезпечити належну рухомість без перевитрат цементу, зменшити кількість чи запобігти появі тріщин внаслідок зсідання свіже вкладеного бетону, підвищити тріщиностійкість конструкцій. Таким чином покращується загальна якість бетонних робіт та якість конструкцій та споруд взагалі.

Під час приготування бетонної суміші слід приймати заходи щодо зберігання необхідної консистенції суміші до її укладання в опалубку. Цього можна досягти, збільшуючи кількість води, але необхідне і збільшення витрат цементу, що також призведе до утворення направлених пор. Більш раціональним є зниження температури суміші під час її приготування, транспортування, укладання та витримання, а також запобігання зневоднюванню.

Для зниження температури бетонної суміші використовують змочення прохолодною водою (з цією метою добавляють до 50% льоду від маси води) або обдування повітрям.

Під час транспортування бетонної суміші тара повинна мати термоізоляцію, а відстань перевезення повинна бути не більше 10...15 км. Це обумовлено такими факторами: висока температура середовища, сильна сонячна радіація значно підвищують температуру компонентів бетону, що призводить до прискорення гідратації, зхвачування цементу та процесів структуроутворення бетону та зумовлює швидку втрату бетонною суміш рухомості в процесі транспортування чи витримування до укладання. Цьому сприяє також інтенсивне випаровування води із свіже приготовленої суміші. Положення ускладнюється підвищеною водопотребою, яка є характерною для сумішей з високою температурою. Слід мати на увазі, що навіть при температурі повітря 30...35°C та В/Ц = 0,83 суміш повністю втрачає рухомість через 40 хв. Найкращим рішенням є приготування бетонної суміші на місці укладання.

Основне завдання витримування свіже вкладеного бетону – запобігання його зневоднюванню. При цьому слід пам'ятати, що коливання бетону при високих температурах не запобігає зневоднюванню, а навіть навпаки, потіщує пористу структуру бетону, призводить до утворення розтягувальних зусиль у поверхневих шарах, які інколи на 50% перевершують ті, що допускаються.

Рациональним рішенням є покриття бетону плівками, бітумами, лаками або іншими полімеризаційними матеріалами, які зменшують втрати води на 80...90%. Ефективним також є захист бетону шаром води у 3...5 см (метод "водяного басейну").

У районах, де мало води, необхідно використовувати сонячну радіацію. Свіже вкладений бетон покривають світлопроникними плівками, які пропускають променеву енергію і запобігають втратам води, що створює умови, близькі до умов пропарювальних камер.

Зменшення зневоднювання можна також досягти інтенсифікацією процесу тужавіння, для чого використовують високоактивні, але малоусадні цементы, хімічні домішки, які прискорюють тужавіння, а також методи теплової обробки. При цьому слід мати на увазі, що після досягнення бетоном 70...80% проектної міцності він не потребує в умовах сухого жаркого клімату будь-якого спеціального догляду.

Велике значення при бетонуванні в жарку погоду має комплексна механізація приготування, транспортування, укладання та ущільнення бетонної суміші, що дозволяє значно скоротити час та трудовитрати при бетонуванні збірних та монолітних конструкцій.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У чому полягають труднощі при бетонуванні в зимових умовах? Який період року вважається зимовим?
2. Назвіть особливості укладання бетонної суміші взимку.
3. Як здійснюється вибір способу витримування бетону?
4. У чому полягає метод термосу?
5. Які питання вирішус термосна витримка бетону?
6. Які проти морозні домішки і в яких випадках застосовують в зимовий період?
7. У чому полягає сутність попереднього електропрогріву бетонної суміші?
8. Охарактеризуйте електродний прогрів бетону.
9. Що покладено в основу інфрачервоного обігріву?
10. При яких умовах використовують індукційний прогрів?
11. У чому полягає паропрогрів бетону?
12. Який клімат вважається жарким та сухим?
13. Які ускладнення у виробництві бетонних робіт вносить висока температура?
14. Який негативний вплив на властивості та довговічність бетону мають кліматичні умови районів з сухим та жарким кліматом?
15. Якими методами можна забезпечити належну якість бетону в жарких кліматичних умовах?
16. Як можна запобігти зневоднюванню бетону?

7. ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РОБІТ

Безпека при виконанні бетонних та залізобетонних робіт, як і інших видів робіт, залежить від справності устаткування, приладів контролю, правильного вибору матеріалу для виготовлення опалубки, засобів підмочування, раціонального розміщення людей та послідовності операцій, що виконуються.

Якщо всі роботи виконуються безпосередньо на будівельному майданчику, то необхідно виділити ділянки для виготовлення опалубки, для заготовки та обробки арматури, приготування бетонної суміші. Опалубку, що застосовується для зведення монолітних залізобетонних конструкцій, необхідно виготовляти та застосовувати у відповідності з ПВР6 що затверджується у встановленому порядку.

Як показує робота по запобіганню травматизму, необхідно вміти вірно підібрати деревину для виготовлення опалубки. Дошки, і особливо опорні бруси, не повинні мати сучків, золів, тріщин. Волокна деревини повинні розташовуватись вздовж матеріалу заготовок, дощок, брусів. Як показали дослідження, якщо волокна розташовані під кутом чи перпендикулярно до

довшої сторони, то такі заготовки витримують навантаження в 0,25 та 0,1 рази менше, чим при розташуванні волокон деревини вздовж довшої сторони заготовки, дошки чи бруса.

Збирають опалубку на спеціально виділеній ділянці і встановлюють в проектне положення за допомогою вантажопідйомних машин та механізмів. Розстроювання опалубки, що встановлена в проектне положення, дозволяється лише після закріплення останньої тимчасовими або постійними зв'язками. Пересувати опалубку або її окремі елементи вручну з використанням інструментів та різних матеріалів категорично забороняється. Якщо встановлення опалубки здійснюється в декілька ярусів, то кожний наступний ярус встановлюється після надійного закріплення нижнього ярусу. Підніматись на робоче місце по опалубці, розміщувати та складувати на ній різні матеріали, допускати перебування сторонніх осіб на опалубці забороняється.

Розбирають опалубку лише з дозволу виконавця робіт, а особливо відповідальних конструкцій – з дозволу головного інженера, але у будь-якому випадку після досягнення бетоном заданої міцності. Всі роботи по монтажу та демонтажу опалубки виконуються із застосуванням засобів підмочування.

При приготуванні бетонної суміші з використанням хімічних домішок необхідно здійснювати заходи по попередженню опіків, ушкоджень очей, отруєнь. Кристалічний нітрит натрію здатний підтримувати горіння чи викликати займання горючих речовин навіть від тертя чи удару, тому забороняється зберігати його з іншими солями, легкозаймистими газами та рідинами, органічними чи горючими матеріалами, матеріалами на спиртовій основі, радіоактивними та вибухонебезпечними речовинами. В складах, де нітрит натрію зберігається, не можна палити, користуватись відкритим вогнем.

Мочевина є вогнебезпечною речовиною, тому в складах, де вона зберігається не можна палити та користуватись відкритим вогнем. Аналогічні вимоги пред'являються і до зберігання розчинів поташу, хлористого кальцію та натрію.

В приміщеннях для приготування протиморозних домішок обов'язково має бути вентиляція. Робітники, які займаються приготуванням протиморозних домішок, повинні забезпечуватись спецодягом з водовідштовхувальною тканиною, захисними окулярами, гумовими чоботами та рукавицями, а працюючи з нітритом натрію чи поташем – протипилівними респіраторами.

Якщо бетонна суміш привозиться на будівельний майданчик автосамоскидами, то для її розвантаження застосовують естакади з відбійними брусами. Між відбійними брусами та огороженням повинні бути передбачені проходи шириною не меншою 0,6 м. Підготовлена бетонна суміш подається до місця робіт вздовж бетоновозів чи за

допомогою бункера (цебра). Переміщення завантаженого чи порожнього бункера дозволяється лише при зачиненому затворі. Якщо бетон подається бетоновозом, то монтаж і демонтаж, а також видалення бетону, що затримався, допускається лише після зниження тиску до атмосферного. Під час прочистки (випробовування, продуви) бетоновозів усі робітники, не зайняті цим процесом, повинні бути віддалені не менше ніж на 10 м від бетоновозу.

Перед початком укладання бетонної суміші в опалубку майстри повинні перевірити стан тари, бетоновозів, справність та надійність закріплення усіх ланок віброхоботу між собою та до страхувального тросу, опалубки, засобів підмочування та прийняти заходи до усунення виявлених недоліків.

При укладанні бетонної суміші відстань між нижньою кромкою цебра чи бункера та поверхнею, на яку вкладається бетон, повинно бути не більше 1 м. При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщувати вібратор за струмоведучі шланги не допускається. Під час перерв в роботі та переході з одного місця на інше електровібратори необхідно виключати.

Якщо укладання бетонної суміші ведеться на поверхні з кутом нахилу більшим 20°, робітники повинні використовувати запобіжні пояси.

При заготовці арматури необхідно огороджувати місця для розмотування мотків та виправлення арматури, а також робочі місця для обробки стрижнів арматури, застосовувати пристрої, що запобігають розлітання стрижнів. Складають заготовлену арматуру та її елементи на спеціально виділених ділянках з урахуванням їх підйому та транспортування до місця монтажу. Торцеві частини стрижневої арматури в місцях загальних проходів, що мають ширину менше 1 м, необхідно закривати щитами.

В умовах мінусових температур зовнішнього повітря здійснюється електропрогрів ґрунту, електропрогрів бетонної суміші та бетону в опалубці. При електродному прогріві ґрунту, бетонної суміші напруга повинна бути не більше 380 В, а при електродному прогріві армованого та неармованого бетону – не більше 220 В.

Монтаж та приєднання електрообладнання до живильної мережі здійснюється електромонтером, що має III кваліфікаційну групу з техніки безпеки.

Для електропрогріву бетону необхідно застосовувати ізольовані гнучкі кабелі або дроти в захисній штанзі. Не допускається прокладка дроту по шару тирси. Якщо на ділянці є відкрита (незабетонована) арматура, яка пов'язана з ділянкою електропрогріву, її необхідно заземлити.

Електропрогрів ґрунту при поверхневому розмерзанні виконується зверху вниз. Перевага цього методу полягає в простоті монтажу та

експлуатації. При радіальному розморожуванні прогрів ведеться в горизонтальних нагрівачах, встановлених в мерзлій зоні ґрунту. При цьому допускаються мінімальні теплові втрати. При великому об'ємі робіт одночасно працюють 40 – 50 нагрівачів. До початку робіт електромонтер повинен зробити огляд електрообладнання, виміряти опір ізоляції усієї системи нагрівачів. Якщо ізоляція має низький опір, необхідно роз'єднати штепсельні роз'єднання і, виявивши недоліки, усунути їх. Потім перевірити відповідність плавких вставок запобіжника кількості встановлених по даній магістралі нагрівачів.

До робіт по електротермообробці бетону допускаються особи, що пройшли перевірку спеціальної комісії та отримали посвідчення про знання правил техніки безпеки. На ділянці, де електротермообробка проводиться при напрузі до 127 В, повинно бути встановлено тимчасове огородження висотою не менше 1,25 м на відстані від ділянки, що прогривається – не менше 1,5 м, а при напрузі більше 127 В – на відстані не менше 3 м.

При електропрогріві бетонної суміші в бункері встановлюють вертикально три пластини електродів, які вмикають до трифазної мережі 380/220 В.

Перед кожним новим встановленням електрообладнання перевіряють стан ізоляції дротів, огорожень та систем заземлення. При електропрогріві бетонної суміші захисне огородження повинно мати світлову сигналізацію, що відключає напругу на ділянці у випадку перегорання сигнальних ламп та знаки безпеки. Зона електропрогріву знаходиться під цілодобовим наглядом електромонтерів, що виконують монтаж електромережі. Виконувати в цій зоні які-небудь роботи та знаходитись стороннім особам категорично забороняється.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Від чого залежить безпека при виконанні бетонних та залізобетонних робіт?
2. Які заходи для забезпечення безпеки передбачають при опалубних роботах?
3. Як запобігти травматизму при приготуванні бетонної суміші з використанням хімічних домішок?
4. Назвіть правила безпеки при транспортуванні бетонної суміші.
5. Те ж, при укладанні бетонної суміші.
6. Які заходи для забезпечення безпеки необхідно передбачати при заготовці арматури?
7. На що необхідно звертати увагу при веденні бетонних робіт в умовах мінусових температур?

Задачі

ЗАДАЧА 1

Визначити оборотність опалубки при наступних умовах будівництва:

Кількість захваток $m = 12$

Модуль циклічності $K = 1$

Кількість робочих змін (в добах) $A = 2$

Час обороту одного комплексу опалубки $t_{ц.о.} = 6$ змін.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначимо тривалість окремого потоку – встановлення опалубки:

$$t_{on} = \frac{K}{A} \times m = \frac{1}{2} \times 12 = 6 \text{ днів (12 змін).}$$

2. Визначимо оборотність опалубки:

$$\alpha = \frac{t_{on}}{t_{ц.о.}} = \frac{12}{6} = 2.$$

ЗАДАЧА 2

Розрахувати параметри будівельного потоку при бетонуванні конструкції будівлі: загальний строк будівництва, кількість захваток m , модуль циклічності k , кількість складових процесів n , інтенсивність споживання ресурсів, кількість робочих N , що виконують опалубні, арматурні, бетонні і розпалубні роботи при таких умовах:

Об'єм бетону – 1560 м^3 ;

Бетонування здійснюється бетононасосом з продуктивністю 60 м^3 в зміну;

Трудомісткість складових процесів:

Бетонних – 270 чол-дн,

Арматурних – 92 чол-дн,

Опалубних – 248 чол-дн,

Розпалубних – 86 чол-дн.

Час набору міцності бетоном 5 діб.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Згідно з прийнятою технологією виконання робіт кількість складових процесів $n = 4$ (влаштування опалубки, укладання арматури, бетонування, розпалубка).

2. Задавшись модулем циклічності $k = 2$, визначимо кількість захваток з умови максимального використання бетононасоса по продуктивності (за дві зміни в конструкцію вкладається 120 м^3 бетонної суміші):

$$m = \frac{1560}{120} = 13 \text{ захваток.}$$

3. Кількість робітників в ланках складових процесів визначається за формулою:

$$N = \frac{Q}{k \times m \times p},$$

де Q – трудомісткість даного виду робіт;

K – модуль циклічності;

m – кількість захваток;

p – процент перевиконання норм виробітку робочими:

бетонників $N_b = \frac{270}{2 \times 13 \times 1,04} = 10 \text{ чол.},$

арматурників $N_a = \frac{92}{2 \times 13 \times 1,18} = 3 \text{ чол.},$

столярів-опалубників $N_{on} = \frac{248}{2 \times 13 \times 1,06} = 9 \text{ чол.},$

столярів-розпалубників $N_{roz} = \frac{86}{2 \times 13 \times 1,10} = 3 \text{ чол.},$

де 1,04, 1,18, 1,06, 1,10 – процент перевиконання норм виробітку відповідно ланок бетонників, арматурників, опалубників і розпалубників (дані беруться за результатами роботи останніх трьох місяців).

4. При виконанні робіт комплексною бригадою середній процент виконання норм виробітку складас:

$$p = \frac{\sum Q \cdot 100}{k \times m \times N} = \frac{(270 + 92 + 248 + 86) \cdot 100}{2 \cdot 13 \cdot 25} = 107\%$$

5. Загальний строк виконання робіт на об'єкті при роботі в 2 зміни складе:

$$T = \frac{K(m+n-1)}{A} + t_{н.п.} = \frac{2}{2}((13+4-1)) + 5 = 21 \text{ доба}$$

Де $t_{н.п.} = 5$ діб (за умовою задачі).

ЗАДАЧА 3

Визначити об'єми робіт при бетонуванні ребристого перекриття (рис. 28). Розмір приміщення в плані $13,5 \times 9$ м, переріз колон $0,45 \times 0,45$ м, переріз головної балки $0,41 \times 0,25$ м, переріз другорядної балки $0,29 \times 0,16$ м, товщина плити $0,09$ м.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

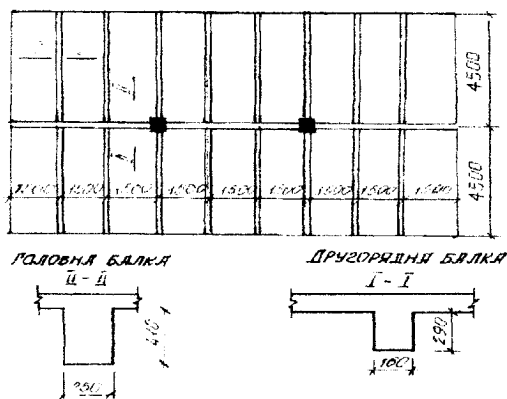


Рис. 27

Визначення об'єму робіт необхідно виконувати окремо, щоб виділити окремо роботи, на які в ЄНіР дано різні норми часу, тобто номенклатура вимірювачів повинна бути узгоджена з ЄНіР. Відповідно до §С4-1-49 окремі норми приведено для колон, плит і ребристого перекриття (враховуючи балки і прогони) і вони даються в залежності від площі між балками, m^2 . Окремо нормуються фундаменти, стіни і перегородки.

Об'єм робіт підраховуємо таким чином:

1. Об'єм плити: $0,09 \times 13,5 \times 9 = 10,94 \text{ м}^3$.

2. Об'єм головної балки: $0,41 \times 0,25(13,5 - 2 \times 0,45) = 1,29 \text{ м}^3$.

3. Об'єм другорядних балок (16 шт.): $0,29 \times 0,16(4,5 - 0,25) \times 16 = 3,25 \text{ м}^3$.

Всього: $15,48 \text{ м}^3$.

4. Об'єм колон (2 шт.): $0,45 \times 0,45(5 - 0,09) \times 2 = 1,99 \text{ м}^3$.

Всього бетону: $17,47 \text{ м}^3$

ЗАДАЧА 4

Визначити об'єми опалубних робіт при влаштуванні ребристого перекриття (рис. 27). Розмір приміщення в плані $13,5 \times 9 \text{ м}$, переріз колони $0,45 \times 0,45 \text{ м}$, переріз головної балки $0,41 \times 0,25 \text{ м}$, переріз другорядної балки $0,29 \times 0,16 \text{ м}$, товщина плити $0,09 \text{ м}$. Стояки, що утримують риштування розташовані під головною балкою і під другорядними балками на відстані $1,5 \text{ м}$ одна від одної. Висота приміщення 5 м .

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

1. Вимірником в ЄНіР (С 4 – 1 – 33) на влаштування риштування, що підтримують опалубку є 100 м стояків. У нашому випадку за умовою задачі стояки розташовують під головною і другорядною балками на відстані $1,5 \text{ м}$. Таким чином під головною балкою розташовуються $2 \times 3 = 6$ стояків, а під другорядними $2 \times 16 = 32$. Всього 38 стояки по 5 м . Загальна довжина стояків $38 \times 5 = 190 \text{ м}$.

2. Опалубка підраховується по площі, що торкається бетону:

колони: $0,45 \times 4 \times (5 - 0,09) \times 2 = 17,68 \text{ м}^2$;

головна балка: $(0,41 \times 2 + 0,25)(13,5 - 0,45 \times 2) = 13,48 \text{ м}^2$;

другорядні балки: $(0,29 \times 2 + 0,16)(4,5 - 0,25/2) \times 16 = 51,80 \text{ м}^2$;

плита: $(23,5 - 0,16 \times 8)(9 - 0,25) = 106,925 \text{ м}^2$.

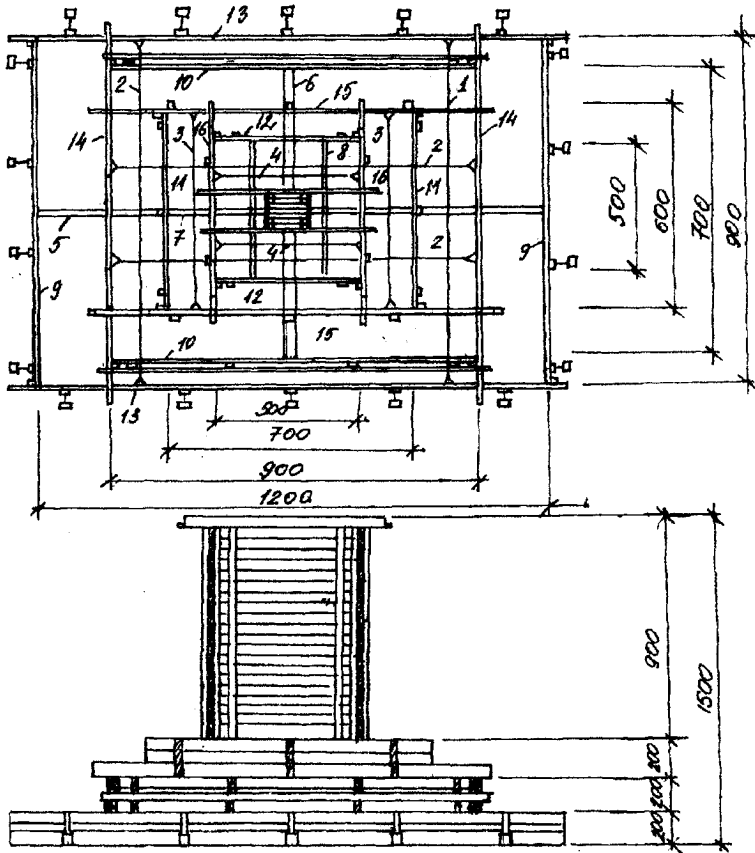
Всього опалубки $13,48 + 51,80 + 106,925 = 172,32 \text{ м}^2$.

Опалубки колон – $17,68 \text{ м}^2$.

ЗАДАЧА 5

Запроектувати опалубку фундаменту стаканного типу під збірні з/б колони. Східці фундаменту мають розміри в плані 1200×900, 900×700, 700×600 мм, підколонник має розміри в плані 500×500 мм. Висота трьох нижніх сходиців 200 мм, а підколонника 900 мм.

РОЗВ'ЯЗАННЯ



Умовні позначення:

- 1, 2, 3 – стяжки відповідно 1, 2, 3 сходиців; 4 – стяжка підколонника;
 5, 6, 7, 8 – розпірки 1, 2, 3 сходинок підколонника; 9, 10, 11, 12 – закладні щити сходиців та підколонника; 13, 14, 15, 16 – накривні щити.

Рис. 28

ЗАДАЧА 6

Запроектувати схему конструкції опалубки колони перерізом 400×400 мм, висотою 6 м.

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

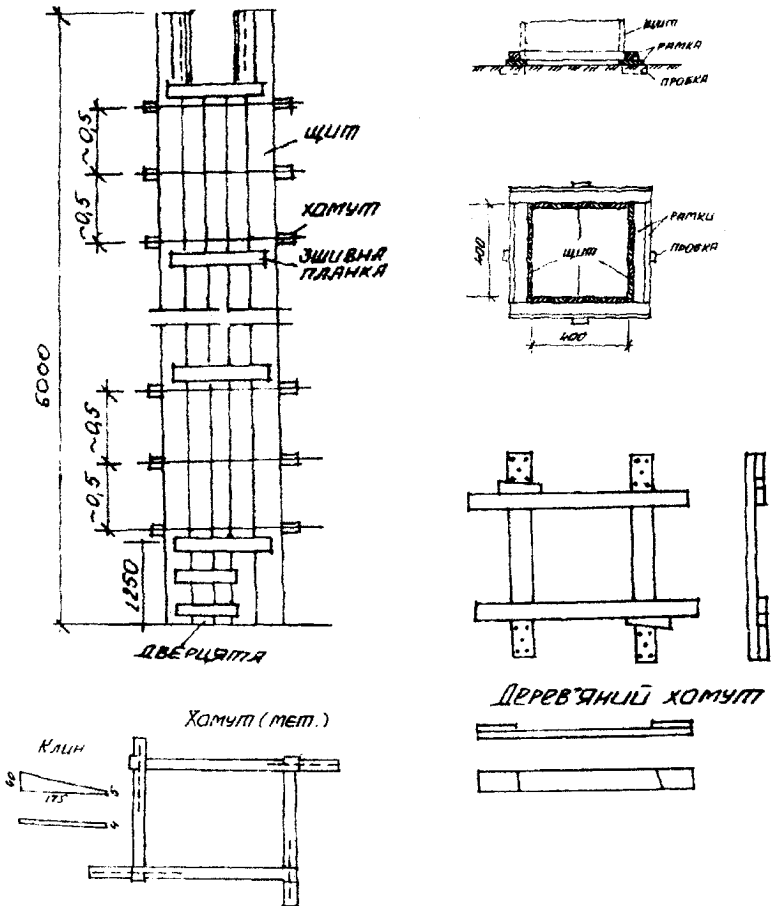


Рис. 29

ЗАДАЧА 7

Запроектувати схему конструкції опалубки залізобетонної балки перерізом 300×750 мм та перерізом 200×500 мм, що опирається на стіни (колони).

РОЗВ'ЯЗАННЯ

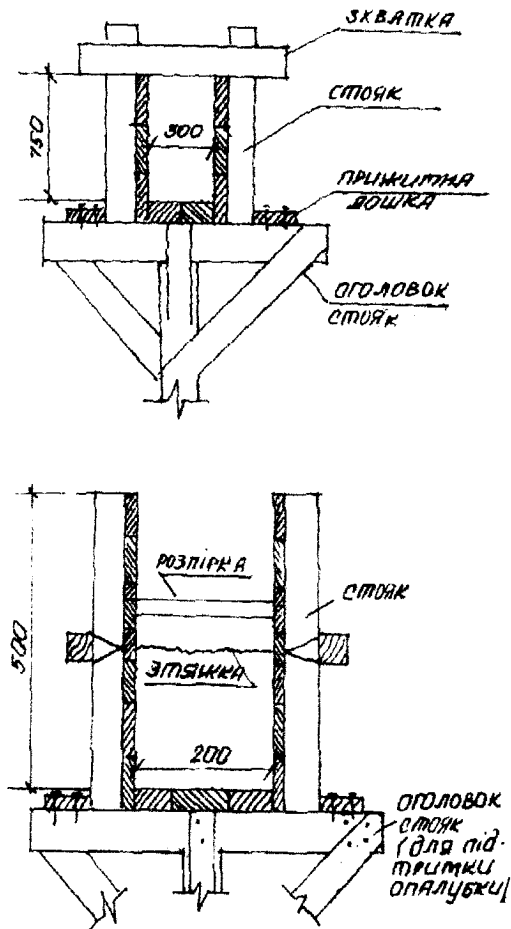


Рис. 30

ЗАДАЧА 8

Запроектувати схему конструкції опалубки ребристого перекриття.

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

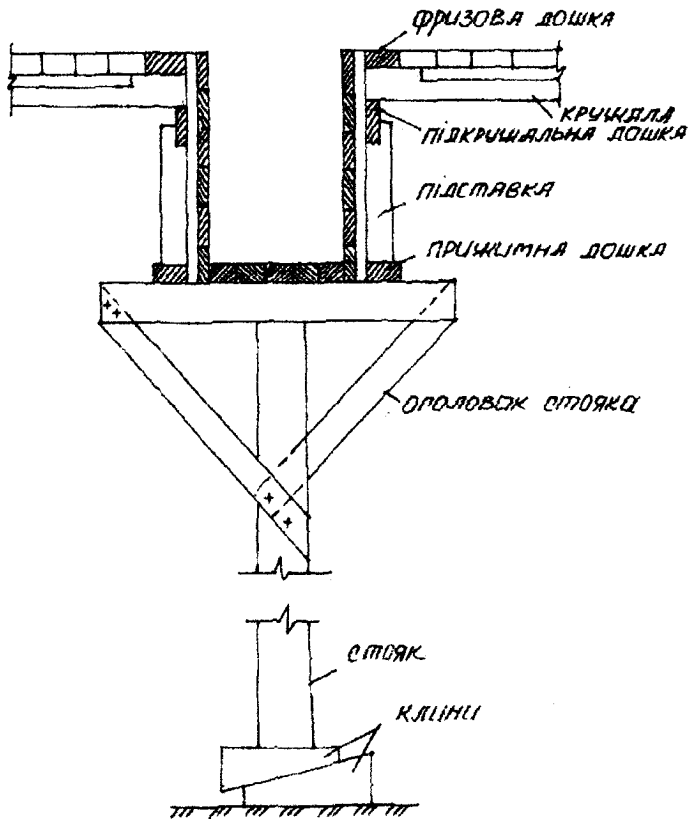


Рис. 31

ЗАДАЧА 9

Запроектувати опалубку стіни товщиною 0,3 м, високою 3 м.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

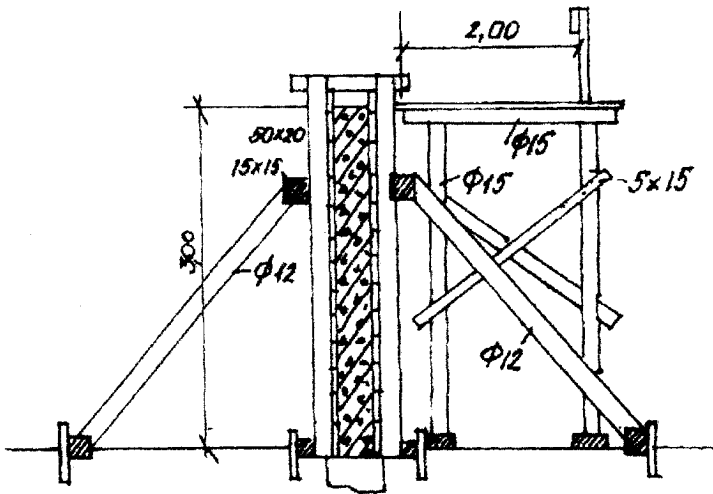


Рис. 32

ЗАДАЧА 10.

Визначити температуру бетону після укладання його в конструкцію при таких умовах:

1. Температура бетонної суміші після розігріву 75°C .
2. Температура зовнішнього повітря 25°C .
3. Транспортування суміші здійснювалось самоскидом МЛЗ-503 протягом 10 хв., а потім суміш вивантажувалась у поворотне цебро і краном подавалась на висоту 15 м до місця укладання та ущільнення бетонної суміші (12 хв.) в конструкцію товщиною 600 мм.

4. Довідкові дані наведено в (7; т. 5.16, т. 5.17, т. 5.18).

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Початкова середня температура бетонної суміші після укладання її в опалубку визначається за формулою:

$$t_{б.л.} = t_{сум}(1 - \sum \Delta t_{mp}) + t_{з.л.} \sum \Delta t_{mp} = 75(1 - 0,158) - 25 \times 0,158 = 59,2^{\circ}\text{C}$$

де $\sum \Delta t_{mp}$ – сумарне відносне зниження температури бетонної суміші на всіх операціях від прийомки з бетонозмішувача до укладання (і укриття) в конструкцію.

$$\sum \Delta t_{mp} = \Delta t_n + \Delta t_{mp} + \Delta t_{пер} + \Delta t_{кр} + \Delta t_{ущ}$$

де $\Delta t_n, \Delta t_{mp}, \Delta t_{пер}, \Delta t_{кр}, \Delta t_{ущ}$ – зниження температури бетонної суміші відповідно при завантаженні її в автосамоскид, перевезенні її протягом 10 хв., розвантаження в цебра, подачі суміші краном, укладання та ущільнення.

$$\sum \Delta t_{mp} = 0,032 + 10 \cdot 0,0025 + 0,032 + 15 \cdot 0,0022 + 12 \cdot 0,003 = 0,158$$

ЗАДАЧА 11

Визначити початкову середню температуру бетонної суміші після укладання її в опалубку, розташовану на висоті 10 м, враховуючи, що при виході її з бетонозмішувача температура її складає 40°C , час транспортування бетону автосамоскидами МАЗ-503 – 15 хв., час укладання бетонної суміші – 10 хв. Зниження температури бетонної суміші при завантаженні і розвантаженні $\Delta t_n = 0,032$ при переміщенні бантовим краном $\Delta t_{кр} = 0,0022 \text{ H}$ (H – висота підйому, м); при укладанні і ущільненні $\Delta t_{ущ} = 0,003$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

$$t_{б.л.} = t_{сум}(1 - \sum \Delta t_{mp}) + t_{з.л.} \sum \Delta t_{mp} = 40(1 - 0,1335) - 15 \cdot 0,1335 = 31,56.$$

Приймаємо $t_{б.л.} = 32^{\circ}\text{C}$.

$$\sum \Delta t_{mp} = \Delta t_n + \Delta t_{mp} + \Delta t_{пер} + \Delta t_{кр} + \text{H}t_{ущ} = 0,032 + 0,0025 \times 15 + 0,032 +$$

$$+ 0,0022 \times 10 + 0,003 \times 10 = 0,1335$$

де $\Delta t_n, \Delta t_{тр}, \Delta t_{пер}, \Delta t_{кр}, \Delta t_{ущ}$ – зниження температури бетонної суміші при завантаженні її в самоскид, перевезенні протягом 15 хвилин,

розвантаження її в цebro, подачі краном на висоту 10 м, укладанні та ущільненні протягом 10 хвилин.

ЗАДАЧА 12

Визначити модуль поверхні бетонного фундаменту (із двома сходинками), якщо нижня сходинка в плані має розміри 250×250 см, верхня 150×150 см. Висота кожної сходинки – 800мм.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. $F_{\text{охол}} = 2,5 \times 2,5 + 0,8 \times 1,5 \times 4 + 0,8 \times 2,5 \times 4 = 19,05 \text{ м}^2$.

2. $V = 2,5 \times 2,5 \times 0,8 + 1,5 \times 1,5 \times 0,8 = 6,8 \text{ м}^3$.

3. $M_n = \frac{F_{\text{охол}}}{V} = \frac{19,05}{6,8} = 2,8 \text{ м}^{-1}$.

ЗАДАЧА 13

Визначити середню температуру охолодження бетону $t_{б,ср.}$ при таких умовах:

1. Температура бетону під кінець охолодження $t_{б,к.} = 5^\circ\text{C}$.
2. Початкова температура бетону після укладання суміші в конструкцію $t_{б,п.} = 32^\circ\text{C}$.
3. Модуль поверхні конструкції – $6,8 \text{ м}^{-1}$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

$$t_{б,ср.} = t_{б,к.} + \frac{t_{б,п.} - t_{б,к.}}{1,03 + 0,181M_n + 0,006(t_{б,п.} - t_{б,к.})} =$$
$$= 5 + \frac{32 - 5}{1,03 + 0,181 \times 6,81 + 0,006(32 - 5)} = 16,15^\circ\text{C}.$$

ЗАДАЧА 14

Визначити коефіцієнт теплопередачі огороження конструкції опалубки і утеплювача при таких умовах:

1. Питома теплоємність бетону $C_b = 1,05 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$.
2. Щільність бетону $\gamma_b = 2400 \text{ кг/м}^3$.
3. Початкова температура бетону після його укладання в опалубку $t_{б.п.} = 32^\circ\text{C}$.
4. Температура бетону в кінці остигання $t_{б.к.} = 5^\circ\text{C}$.
5. Витрати цементу на 1 м^3 бетону $\Pi = 360 \text{ кг}$.
6. Тепловиділення цементу, кДж/кг за час твердіння бетону – 209.
7. Час, необхідний для набирання міцності бетону до 50%: $R_{28} = 72$ години.
8. Модуль поверхні конструкції – 3,72.
9. Середня температура під час охолодження бетону $t_{б.ср.} = 16^\circ\text{C}$.
10. Температура зовнішнього повітря $t_{з.п.} = -15^\circ\text{C}$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

$$K = \frac{C_b \gamma_b (t_{б.п.} - t_{б.к.}) + \Pi \epsilon}{3,6 \tau M_n (t_{б.ср.} - t_{з.п.})} =$$
$$= \frac{1,05 \times 2400 \times (32 - 5) + 360 \times 209}{3,6 \times 72 \times 3,72 \times (16 + 15)} = 4,79 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

ЗАДАЧА 15

Визначити необхідну товщину S шару утеплювача з мінераловатних плит при таких умовах:

1. Коефіцієнт теплопередачі огороження бетонної конструкції $K = 4,79 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.
2. Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру $\alpha = 43,15$.
3. Коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача $\lambda_{ут} = 0,048$.

- Товщина дошки опалубки $\delta_{оп} = 0,025$ м.
- Коефіцієнт теплопровідності опалубки $\lambda_{оп} = 0,17$ Вт/м²×°С.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right)}, \text{ звідки}$$

$$\delta_{ум} = \left(\frac{1}{K} - \frac{1}{\alpha} - \frac{\delta_{оп}}{\lambda_{оп}} \right) \times \lambda_{ум} = \left(\frac{1}{4,79} - \frac{1}{43,15} - \frac{0,025}{0,17} \right) \times 0,048 = 0,0079 \text{ м}$$

Приймаємо один шар мінераловатних прошивних плит товщиною 20 мм (плити випускаються товщиною 20... 40 мм).

ЗАДАЧА 16

Визначити необхідну розрахункову температуру бетонної суміші на виході бетонозмішувача при таких умовах:

- Початкова температура бетону після укладання в опалубку $t_{б.п.} = 35^\circ\text{С}$.
- Температура зовнішнього повітря мінус 20°С .
- Бетон транспортується на будівельний майданчик 10 хв., потім перевантажується в бункер і піднімається до місця укладання на висоту 12 м. Укладається бетон в конструкцію товщиною 480 мм.
- Довідкові дані наведено в (7; табл. 5.16, 5.17).

РОЗВ'ЯЗАННЯ

- Визначимо сумарне відносне зниження температури бетонної суміші на всіх операціях:

$$\Delta t_{р} = 0,032 + 10 \times 0,0025 + 0,032 + 12 \times 0,0022 + 0,009 \times 20 = 0,295.$$

- Визначимо розрахункову температуру бетонної суміші на виході бетонозмішувача:

$$t_{сум} = \frac{t_{б.п.} - t_{з.п.} \cdot \sum \Delta t_{рп}}{1 - \sum \Delta t_{рп}} = \frac{35 - 20 \times 0,295}{1 - 0,295} = 41,3^\circ\text{С}.$$

ЗАДАЧА 17

Залізобетонна колона розміром $0,4 \times 0,4 \times 6$ м із бетону класу В40 на портландцементі марки 500 з витратою цементу 300 кг/м³ і сталі $P_1 = 200$

кг/м³ бетонуються в зимовий період в умовах будмайданчика при температурі зовнішнього повітря мінус 20°C, швидкості вітру 15 м/с. Температура бетонної суміші в момент укладання її в опалубку складає 50°C. До моменту остигання колони до температури +5°C через три доби міцність бетону повинна скласти 70% R₂₈.

Підібрати конструкцію опалубки, дотримуючись потрібних умов. При розв'язанні задачі необхідно використовувати такі довідкові дані:

1. Питома теплоємність бетону $C_6 = 1,05$ кДж/кг×°C.
2. Щільність залізобетону $\gamma_6 = 2500$ кг/м³.
3. Теплоємність арматурної сталі $C_3 = 0,48$.
4. Температура арматурної сталі чисельно дорівнює температурі зовнішнього повітря.
5. Середня температура бетону, при якій бетон набере за три доби 70% R₂₈ складе $t_{6,ср} = 26^\circ\text{C}$.
6. Тепловідлення цемента марки 500 за три доби при $t_{6,ср} = 26^\circ\text{C}$ складе $\Xi = 263$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначимо об'єм бетону в колоні:

$$V = 0,4 \times 0,4 \times 6 = 0,96 \text{ м}^3.$$

1. Визначимо поверхню охолодження колони:

2. Визначимо модуль поверхні колони:

3. Визначимо температуру бетону з врахуванням тепла, використаного на нагрівання арматури

$$t'_{6,н.} = \frac{C_6 \gamma_6 t_{6,н.} + C_3 P_1 t_4}{C_6 \gamma_6 + C_3 P_1}$$

де C_6 - питома теплоємність бетону ($=1,05$ кДж/кг×°C);

γ_6 - щільність залізобетону ($=2500$ кг/м³);

$t_{6,н.}$ - початкова температура бетону;

C_3 - теплоємність арматурної сталі ($=0,48$ кДж/кг×°C);

$t_{3,н.}$ - температура зовнішнього повітря.

5. За умовою задачі середня температура твердіння бетону в процесі охолодження, при якій бетон за 3 доби набере 70%R₂₈ складе - 26°C.

4. Визначимо розрахунковий коефіцієнт теплопередачі опалубки і утеплювача:

$$\tau = \frac{C_6 \gamma_6 (t_{6,н.} - t_{6,к.}) + \Xi E}{\tau M_{II} (t_{6,ср.} - t_{3,н.})}$$

де τ – час охолодження (за умовою задачі $\tau = 3$ доби)

Визначивши K_p підбираємо конструкцію опалубки дотримуючись умови: $K_p \geq K_{\text{табл}}$. В нашому випадку підходить II-й тип опалубки з $K_{\text{табл}} = 3,94$. Приймаємо дошку 40 мм.

ЗАДАЧА 18

Визначити тривалість охолодження монолітного залізобетонного фундаменту розміром $2,5 \times 2,5 \times 1,0$ м і міцністю бетону до моменту досягнення ним температури $t = +5^\circ\text{C}$ при наступних умовах виконання робіт:

1. Бетон марки М400 на портландцементі з витратою цементу 300 кг/м^3 і сталі $P = 120 \text{ кг/м}^3$.
2. Температура зовнішнього повітря під час твердіння бетону мінус 25°C .
3. Швидкість вітру 5 м/с .
4. В момент укладання в опалубку бетонна суміш мала температуру $t_{\text{б.п}} = 75^\circ\text{C}$.
5. Опалубка виготовлена з дошок довжиною $\delta_1 = 40 \text{ мм}$.
6. Питома теплоємність бетону $C_b = 1,05 \text{ кДж/кг} \times ^\circ\text{C}$.
7. Щільність залізобетону $\gamma_{з.б.} = 2500 \text{ кг/м}^3$.
8. Теплоємність арматурної сталі $C_{ст} = 0,48 \text{ кДж/кг} \times ^\circ\text{C}$.
9. Температура сталі в момент укладання бетону приймається чисельно рівною температурі зовнішнього повітря $t_{ст} = t_{з.п.}$.
10. Питома теплоємність дерева $C_d = 2,52 \text{ кДж/кг} \times ^\circ\text{C}$.
11. Коефіцієнт теплопередачі матеріалу опалубки $\alpha = 26,56 \text{ Вт/м}^2 \times ^\circ\text{C}$.
12. Коефіцієнт теплопровідності дерева опалубки $\lambda_{оп} = 0,17$.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Визначимо модуль поверхні фундаменту, що бетонується:

$$M = \frac{F_{\text{охол}}}{V_{\phi}} = \frac{16,25}{6,25} = 2,6 \text{ м}^{-1},$$

де $F_{\text{охол}} = 4 \times 2,5 \times 1 + 2,5 \times 2,5 = 16,25 \text{ м}^2$,

$$V = 2,5 \times 2,5 \times 1 = 6,25 \text{ м}^3.$$

2. Початкову теплоємність бетону визначимо за формулою:
 $Q_1 = C_b \times \gamma_b \times V_{\phi} \times t_{\text{б.п.}} = 1,05 \times 2500 \times 6,25 \times 75 = 1230468 \text{ кДж}$.
3. Температура системи "бетон + арматура" дорівнює:

$$T_1 = (C_b \times \gamma_b \times t_{\text{б.п.}} + C_{ст} \times P \times t_{ст}) / (C_b \times \gamma_b + C_{ст} \times P) = (1,05 \times 2500 \times 75 + 0,48 \times 120 \times (-25)) / (1,05 \times 2500 + 0,48 \times 120) = 72,8^\circ\text{C}.$$

4. Кількість тепла, що витрачається на нагрівання арматури:

$$Q_2 = C_{ст} \times P \times V_{ф} \times (t - t_{сн}) = 0,48 \times 120 \times 6,25 \times (72,8 - (-25)) = 35208 \text{ кДж.}$$

5. Розрахункова температура нагрівання опалубки:

$$t_{он}^p = \frac{t' + t_{з.л.}}{2} = \frac{72,8 + (-25)}{2} = 23,9^\circ\text{C}$$

6. Тепло, що витрачається на нагрівання опалубки:

$$Q_3 = C_2 \times F_{охол} \times \delta_1 \times \gamma_2 \times (t_{он}^p - t_{з.л.}) = 2,52 \times 16,25 \times 0,04 \times 550 \times (23,5 - (-25)) = 44054 \text{ кДж.}$$

7. Температура бетону до початку охолодження конструкції:

$$t_{б.л.} = \frac{Q_1 - (Q_2 + Q_3)}{C_{б} \gamma_{б} V_{ф}} = \frac{1230468 - 35208 - 44054}{1,05 \cdot 2500 \cdot 6,25} = 70,2^\circ\text{C.}$$

8. Середня температура твердіння бетону за час охолодження конструкції до 5°C :

$$t_{б.сер.} = t_{к} + \frac{t_{б.л.} - t_{б.к.}}{1,03 + 0,181 \cdot M_n + 0,006 \cdot (t_{б.л.} - t_{б.к.})} = 5 + \frac{70,2 - 5}{1,03 + 0,181 \cdot 2,6 + 0,006(70,2 - 5)} = 39,5^\circ\text{C.}$$

9. Значення коефіцієнта теплопередачі опалубки:

$$K = \frac{1}{(1/\alpha + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\alpha_i})} = \frac{1}{(26,56 + \frac{0,04}{0,17})} = 3,66 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C.}$$

10. Тривалість охолодження конструкції без врахування впливу екзотермії:

$$t_1 = \frac{C_{б} \gamma_{б} (t_{б.л.} - t_{б.к.})}{3,6 \text{ КМ}_n (t_{б.сер.} - t_{з.л.})} = \frac{1,05 \cdot 2500(70,2 - 5)}{3,6 \cdot 3,66 \cdot 2,6(34,5 + 25)} = 84 \text{ години}$$

11. Тепловиділення 1 кг цементу марки 500 за 84 години при середній температурі твердіння бетону $t_{б.сер.} = 34,5^\circ\text{C}$ складе 290 кДж/кг (7; т. 4.2).

12. Тривалість охолодження конструкції з урахуванням впливу екзотермії цементу:

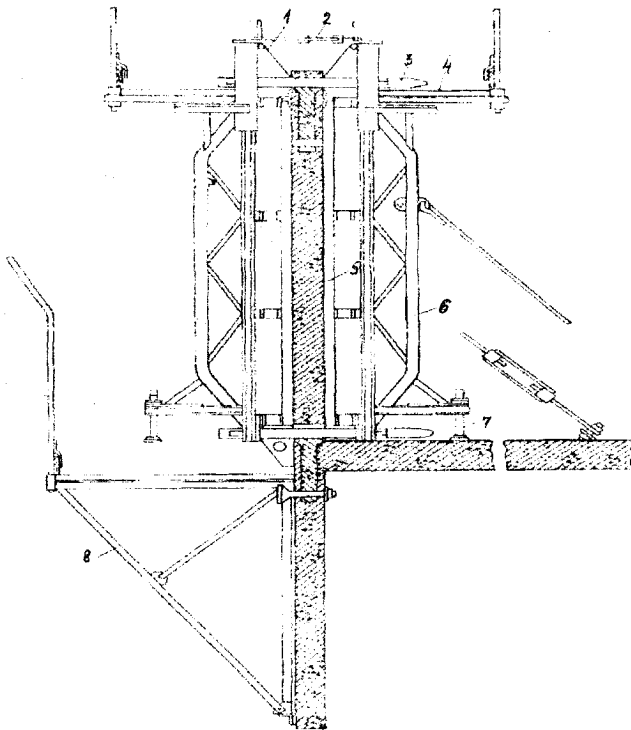
$$t_2 = \frac{C_{\beta} \gamma_{\beta} (t_{\beta, л.} - t_{\beta, к.}) + ЦЕ}{3,6 K M_n (t_{\beta, с.р.} - t_{\beta, л.})} = \frac{1,05 \cdot 2500 \cdot (70,2 - 5) + 300 \cdot 290}{3,6 \cdot 3,66 \cdot 2,6(34,5 + 25)} = 126 \text{ год.}$$

13. Міцність бетону, яку він набере за 126 год. при середній температурі твердіння бетону $t_{\beta, с.р.} = 34,5^{\circ}\text{C}$ складе 84% R_{28} .

ЗАДАЧА 19

Запроектувати схему великощитової опалубки, що використовується для бетонування стін будівлі.

РОЗВ'ЯЗАННЯ



Умовні позначення:

1 – направляючі бетонної суміші; 2 – гвинтова затяжка; 3 – тяж; 4 – риштування; 5 – щит; 6 – ферма; 7 – домкрат; 8 – риштування.

Розміри щитів: ширина 2,1...5,7 м, висота 2,8...3,0 м.

Рис.33

ЗАДАЧА 20.

Визначити трудомісткість робіт і суму заробітної плати по влаштуванню цитової опалубки монолітного залізобетонного перекриття при таких об'ємах робіт:

1. Колони перерізом 40×40 см – 18 м².
2. Ребристе перекриття із площею перекриття між балками до 10 м² – 172 м².
3. Опалубка окремо розташованих фундаментів із щитів площею до 1 м² – 50 м².
4. Те ж, із щитів площею до 2 м² – 28 м².
5. Те ж, із щитів площею понад 2 м².

Таблиця 5.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Обґрунтування по СНiР та ін.	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Н _н на одиницю, год.	Витрати на весь об'єм, люд.-дн.	Розцінка, грн-коп	Вартість витрат праці на весь об'єм
С4-1-34 табл. 3, п.2а.	Влаштування опалубки колон перерізом 40×40 см, висотою 5 м.	м ²	18	0,4	0,88	0-28,6	5-15
С4-1-34 табл. 5, п.2а	Влаштування опалубки ребристого перекриття, при площі перекриття між балками до 10 м ²	м ²	172	0,3	6,3	0-21,5	36-98
С4-1-34 табл. 2 п. 1а	Влаштування опалубки окремо розташованих фундаментів із щитів площею до 1 м ² .	м ²	50	0,62	3,78	0-44,3	22-15
-"-п.2а	Те ж, площею до 2 м ²	м ²	28	0,51	1,74	0-36,5	10-22
-"-п.3а	Те ж, площею понад 2 м ²	м ²	35	0,4	1,71	0-28,6	10-01
	Всього				14,41		84-51

ЗАДАЧА 21.

Визначити трудомісткість і суму заробітної плати опалубних робіт, об'єми яких наведено в табл. 6.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Таблиця 6.

КАЛЬКУЛЯЦІЯ ТРУДОВИХ ВИТРАТ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ПІО ВЛАШТУВАННЮ ОПАЛУБКИ БЕЗБАЛКОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість
1.	Влаштування опалубки колони перерізом 700×700 мм, висотою Н = 4,0 м.	м ²	864
2.	Влаштування опалубки безбалкового перекриття з готових щитів	м ²	3684
3.	Установка металевих лісів висотою до 6 м.	100 м. стовпів	99,4
4.	Розборка опалубки колон.	м ²	684
5.	Розборка опалубки безбалкового перекриття	м ²	3684
6.	Розборка лісів, що підтримують опалубку.	100 м. стовпів	99,4

ЗАДАЧА 22.

Визначити трудомісткість і суму заробітної плати бетонних робіт, об'єми яких наведено в табл. 7.

Таблиця 7.

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1.	Прийом бетонної суміші із кузова самоскида в бункери з очисткою кузова	100 м ³	12,72
2.	Укладання бетонної суміші в колони	м ³	149
3.	Укладання бетонної суміші в капітелі колон	м ³	130
4.	Укладання бетонної суміші в плиту безбалкового перекриття	м ³	998
5.	Покриття бетонної поверхні рогожею	100 м ³	34,6
6.	Поливання бетонної поверхні за один раз водою із брандспойта	100 м ³	72,5

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Таблиця 8

КАЛЬКУЛЯЦІЯ ТРУДОВИХ ВИТРАТ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ ПРИ БЕТОНУВАННІ БЕЗБАЛКОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ

Обґрунтування по СІП та ін.	Найменування робіт	Одиниці виміру	Об'єм робіт	Н _н на одиницю, люд.-год	Витрати праці на весь об'єм, люд.-дн.	Розцінка, грн-коп	Вартість витрат праці на весь об'єм
Є4-1-54 п.19	Прийом бетонної суміші із кузова самоскида в бункери з очисткою кузова	100 м ³	12,72	8,2	12,72	5-25	66-78
Є4-1-49 табл. 2, п.4	Укладання бетонної суміші краном в щабрах в колоні перерізом 400×400	м ³	149	1,5	27-25	1,07	159-43
Є4-1-49 табл. 2,	Укладання бетонної суміші в капітелі колон	м ³	130	0,82	13	0-58,6	76-18
Є4-1-49 табл. 2, п.15	Укладання бетонної суміші в плити безбалкового перекриття, при площі між осями колон 36 м ²	м ³	998	0,57	69,37	0-40,8	407-18
Є4-1-54 п.10	Покриття бетонної поверхні рогожею	100 м ²	34,6	0,21	0,89	0-13,4	4-64
Є4-1-54 п.9	Поливання бетонної поверхні за один раз водою із брандпкоїта	100 м ²	725	0,14	12,38	0-09	65-25

ЗАДАЧА 23.

Визначити трудомісткість робіт по армуванню конструкцій монолітного залізобетонного перекриття, а також суму заробітної плати за виконані роботи.

Таблиця 9.

Вид конструкції	Переважальний діаметр арматури та її кількість
1. Колони	16 мм - 1,25 т
2. Балки	19 мм - 4,82 т
3. Плити	8 мм - 3,12 т

КАЛЬКУЛЯЦІЯ ТРУДОВИХ ВИТРАТ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

Обгрунтування по СНІР та ін.	Найменування робіт	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Н _ц , люд.-год.	Розцінка, грн-коп	Витрати на весь об'єм люд.-дн.	Сума заробітної плати, грн
С4-1-46 п.4г	Встановлення і в'язка арматури колон	т	1,25	12,0	9-30	1,83	11-62
.
С4-1-46 п.3д	Те ж арматури балок Ø 14 мм	т	4,82	10	7-75	5,88	37-36
С4-1-46 п.3д	Те ж арматури плити перекриття Ø 8 мм	т	3,12	32	22-88	12,18	71-39
	Всього					19,89	120-37

ЗАДАЧА 24

Скласти графік виконання робіт по бетонуванню залізобетонного перекриття. Об'єм і трудомісткість робіт наведено в табл. 11.

Таблиця 11

Найменування робіт	Одиниця виміру	Об'єм робіт	Трудомісткість на весь об'єм робіт, люд.-дн.
Влаштування опалубки колон, перекриття	м ²	3790	210
Укладання і в'язка арматури, колон	т	25	49
Встановлення сіток масою до 0,5 т	шт	680	38
Приймання бетонної маси і вкладання її в опалубку	м ³	1064	155
Розборка опалубки	м ²	3790	86

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Продуктивність крана на підйомі і укладанні бетонної суміші складає 25 м^3 за зміну. Час набору бетоном міцності, при якій можна розпочинати розбирання опалубки складає 7 днів.

Розрахуємо параметри будівельного потоку:

1. Приймаємо кількість складових процесів $n=4$ (влаштування опалубки, укладання арматури, бетону, розбирання опалубки).
2. Задаємось модулем циклічності $k=2$ змінам і визначаємо кількість захваток:

$$m = \frac{V}{\Pi \times k} = \frac{1064}{25 \times 2} = 21 \text{ захватка,}$$

де Π – продуктивність крана (за умовою задачі дорівнює $25 \text{ м}^3/\text{зміну}$).

3. Визначимо кількість робітників, які беруть участь в складових процесах:

$$N = \frac{Q}{k \times m \times p},$$

де Q – трудомісткість складового процесу;

p – процент перевиконання норм виробітки (беруться по фактичних даних конкретної бригади за останні 2 місяці).

4. Визначимо загальну тривалість виконання залізобетонних робіт:

$$T = \frac{K}{A}(m + n - 1) + \sum t,$$

де A – кількість робочих змін за добу (приймаємо 2);

$\sum t$ – час технічної перерви для набирання бетоном необхідної для розпалубки міцності:

$$T = \frac{2}{2}(21 + 4 - 1) + 7 = 31 \text{ день.}$$

ЗАДАЧА 25
(для самостійного розв'язання)

Визначити тривалість охолодження залізобетонної конструкції і міцність бетону до моменту досягнення ним температури $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при наступних умовах:

1. Конструкція має розмір $7,0 \times 1,0 \times 0,5\text{ м}$, виготовлена з бетону марки 300 на портландцементі марки 400 з витратою цементу 300 кг/м^3 і сталі 100 кг/м^3 .
2. В момент укладання бетонна суміш має температуру $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Опалубка виготовлена з дошок товщиною 40 мм .
4. Температура зовнішнього повітря під час твердіння бетону мінус $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. Швидкість вітру 10 м/с .

ЗАДАЧА 26.
(для самостійного розв'язання)

Залізобетонна конструкція розміром $0,9 \times 1,1 \times 5,0\text{ м}$ виконана із бетону марки 400 на портландцементі марки 500 з витратою цементу 310 кг/м^3 та сталі 100 кг/м^3 бетонуються при температурі зовнішнього повітря мінус $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ та швидкості вітру 5 м/с . Температура бетонної суміші в момент укладання її в опалубку складає $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. До моменту охолодження конструкції до температури $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ через 5 діб міцність бетону повинна складати 70% від R_{28} . Підібрати конструкцію опалубки для забезпечення необхідних умов.

ЗАДАЧА 27
(для самостійного розв'язання)

Визначити оборотність інвентарної опалубки при поточному зведенні монолітних фундаментів під колони, якщо модуль циклічності окремих потоків $k=1$, кількість робочих змін за добу $A=2$, кількість захваток – 12, час витримування бетону в опалубці – 1 доба.

ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА БЕТОННИХ ТА
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РОБІТ В ЗИМОВИХ УМОВАХ.

Таблиця 1
ЗНАЧЕННЯ α В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ШВИДКОСТІ ВІТРУ.

Швидкість вітру, м/с	α , Вт/м ² ×°С	Швидкість вітру, м/с	α , Вт/м ² ×°С	Швидкість вітру, м/с	α , Вт/м ² ×°С
0	3,77	3	14,96	10	33,18
1	3,88	5	26,56	15	43,15

Таблиця 2
ТЕПЛОФІЗИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЕЛЬНИХ ТА
ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріал	Об'ємна маса в сухому стані, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/м×°С	Розрахункова величина коефіцієнта теплопровідності, Вт/м×°С	Питома щільність у сухому стані, кг/дм ³ ×°С	Оборотність у теплоізоляції
1	2	3	4	5	6
Залізобетон	2500	1,68	2,03	0,84	—
Бетон на гравії чи щебені з природного каменя	2400	1,56	1,86	0,84	—
Шлакобетон на котельних шлаках та бетон на аглопориті	1800	0,7	0,93	0,84	—
Те ж	800	0,23	0,35	0,84	—
Шлакобетон на доменних гранульованих шлаках	1800	0,58	0,81	0,84	—
Те ж	1000	0,29	0,41	0,84	—
Керамзитобетон	1600	0,52	0,75	0,84	—
Те ж	600	0,16	0,23	0,84	—
Шлак	600	0,14	0,29	—	—
Те ж	800	0,17	0,34	—	—
Вага мінеральна	100	0,04	0,49	0,76	—
Те ж	150	0,05	0,06	0,76	—
Плити м'які, напівжорсткі та жорсткі мінераловатні на синтетичному в'язучому	100	0,046	0,052	0,76	5 (10)

1	2	3	4	5	6
на бітумному в'язучому	200	0,058	0,067	0,92	5(10)
Те ж	300	0,069	0,081	0,92	5(10)
Те ж	100	0,046	0,062	0,92	5(10)
Мати мінераловатні в рулонах на синтетичному в'язучому	50	0,039	0,046	0,75	—
Те ж	75	0,043	0,049	0,76	—
Мати та смуги із скляного волокна	175	0,049	0,056	0,84	—
Хвойні породи дерев поперек волокон	550	0,093	0,17	2,52	—
	700	0,104	0,23	2,52	—
Листяні породи дерев поперек волокон	600	0,116	0,17	2,52	—
Фанера клеєна	250	0,069	0,24	—	2
Тирса	300	0,064	0,16	—	—
Оргаліт	200	0,049	0,147	—	—
Пенопласт плитковий	100	0,041	0,043	1,34	10(20)
Те ж	150	0,046	0,049	1,34	10(20)
Те ж	15	0,041	0,052	1,34	—
Міпора					
Картон будівельний багат шаровий "Епсоніт"	650	0,12	0,17	1,34	—
	600	0,17	0,17	1,47	2(5)
Руберойд, пергамін, толь	7600	0,52	—	0,48	—
покрівельний	300	0,29	—	2,1	—
Сталь					
Сніг сухий					

Таблиця 3

ТЕПЛОВИДІЛЕННЯ ЦЕМЕНТУ (Е) РІЗНИХ ВИДІВ ТА МАРОК В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ТА ЧАСУ ТУЖАВІННЯ

Вид і марка цементу	Температура, °С	Тепловиділення цементу, кДж/кг, при часі їх тужавіння, діб							
		0,25	0,5	1	2	3	7	14	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Портландцемент марки 300	5	—	—	25	58	84	167	209	230
	10	8	25	42	84	126	188	230	272
	20	25	42	75	126	167	230	251	293
	40	50	84	147	188	230	251	293	—
	60	83	147	188	230	272	298	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Портландцемент марки 400	5	—	—	29	63	109	188	209	251
	10	12	25	50	105	146	209	251	293
	20	42	67	105	167	209	272	314	335
	40	84	134	188	230	272	314	335	—
	60	130	188	230	272	314	335	—	—
Портландцемент марки 500,600	5	12	25	42	89	125	188	230	272
	10	25	42	63	105	167	251	293	314
	20	42	84	125	188	251	292	335	377
	40	105	167	209	272	293	356	377	—
	60	188	230	272	314	356	377	—	—
Портландцемент швидкодіючий марки 600	5	25	33	50	105	147	209	251	314
	10	33	50	75	125	167	293	335	377
	20	63	105	147	209	293	335	377	419
	40	117	188	230	293	335	377	419	—
	60	209	251	293	335	377	419	—	—
Шлакопортландцемент та пуцолановий цемент марки 300	5	—	12	25	42	63	126	167	188
	10	—	25	33	63	105	167	209	230
	20	—	33	62	125	147	209	251	272
	40	42	75	117	167	209	251	272	—
	60	63	105	147	209	230	272	—	—

Таблиця 4

КОЕФІЦІЄНТИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОПАЛУБОК ТА УКРИТТЯ
НЕОПАЛУБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ БЕТОНУ РІЗНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Тип опалубки	Конструкція і матеріал опалубки	Товщина шару, мм	Коефіцієнт K , Вт/м ² ·°С при швидкості вітру, м/с		
			0	5	15
1	2	3	4	5	6
I	Дошка	25	2,44	5,2	5,98
II	Дошка	40	2,03	3,6	3,94
III	Дошка	25			
IV	Толь				
	Дошка	25	1,8	3,0	3,25
	Дошка	25			
V	Пінопласт	30			
	Фанера	4	0,67	0,8	0,84
V	Дошка	25			
	Толь				
V	Вага мінеральна	50			
	Фанера	4	0,87	1,07	1,1

I	2	3	4	5	6
VI	Метал	3			
	Вага мінеральна	50			
	Фанера	4	1,02	1,27	1,33
VII	Фанера	10			
	Азбест	4			
	Фанера	10	2,44	5,1	5,8
VIII	Толь				
	Тирса	100	0,74	0,89	0,9
	Толь				
IX	Шлак	150	1,27	1,77	1,87
	Толь				
X	Вага мінеральна	50	1,01	1,31	1,37

Таблиця 5

НАРОСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ МАРОК М200–М300 НА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІ МАРКИ 400 (% від R_{28})

Вік бетону, днів	Середня температура тужавіння бетону, °С							
	0	5	10	20	30	40	50	60
0,5	–	4	5	12	17	28	38	50
1	–	9	12	23	35	45	55	63
2	–	19	25	40	55	65	75	80
3	–	27	37	50	65	77	85	–
5	–	38	50	65	78	90	–	–
7	35	48	58	75	87	98	–	–
14	50	62	72	87	100	–	–	–
28	65	77	85	100	–	–	–	–

Таблиця 6

НАРОСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ МАРКИ М200 НА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІ МАРКИ 300 (% від R_{28})

Вік бетону, днів	Середня температура тужавіння бетону, °С							
	0	5	10	20	30	40	50	60
0,5	–	2	5	8	15	20	–	–
1	–	6	10	18	27	36	45	52
2	–	12	18	30	43	55	65	72
3	–	20	25	40	52	65	75	–
5	–	30	40	55	65	78	–	–
7	–	38	48	64	74	85	–	–
14	40	52	64	80	90	100	–	–
28	55	68	80	100	–	–	–	–

Таблиця 7

НАРОСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ МАРКИ М400 НА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІ МАРКИ 500 (% від R_{28}).

Вік бетону, днів	Середня температура тужавіння бетону, °С							
	0	5	10	20	30	40	50	60
1	—	12	18	28	40	55	65	70
2	—	22	32	50	63	75	85	90
3	—	32	45	60	74	85	92	98
5	32	45	58	74	85	96	—	—
7	40	55	66	82	92	100	—	—
14	57	70	80	92	100	—	—	—
28	70	90	90	100	—	—	—	—

Таблиця 8

НАРОСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ МАРОК М200–М300 НА
ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТІ МАРКИ 400 (% від R_{28})

Вік бетону, днів	Середня температура тужавіння бетону, °С							
	0	5	10	20	30	40	50	60
0,5	—	2	4	7	20	25	32	42
1	—	—	10	16	30	40	50	65
2	—	12	18	30	40	60	75	90
3	—	18	25	40	55	70	90	—
5	—	27	35	55	65	85	—	—
7	—	34	43	65	70	92	—	—
14	35	50	60	80	96	100	—	—
28	45	65	80	100	—	—	—	—

Таблиця 9

НАРОСТАННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ МАРКИ М500 НА
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТІ МАРКИ 600 (% від R_{28}).

Вік бетону, днів	Середня температура тужавіння бетону, °С					
	0	5	10	20	30	40
1	8	13	21	32	45	59
2	17	25	36	52	65	75
3	23	35	46	62	74	83
7	42	57	68	83	90	98
14	58	73	82	94	100	—
28	71	83	92	100	—	—

ЛІТЕРАТУРА

1. Конспект лекцій з курсу “Технологія будівельних процесів”. Харків, 1993.
2. К.М.Кораблев. Справочник молодого машиниста бетоно-растворосмесителей и бетоно-растворонасосных установок. М.: “Высшая школа”. 1988.
3. Д.В.Коробеев. Справочник мастера-строителя. М.: Стройиздат, 1989.
4. В.Н.Байков, Э.Е.Сигалов. Железобетонные конструкции. Общий курс. М.: Стройиздат. 1991.
5. С.С.Атаев. Технология строительного производства. М.: Стройиздат. 1984.
6. Н.А.Смирнов. Технология строительного производства. Л.: Стойиздат. 1978.
7. Ю.П.Кузнецов. Проектирование железобетонных работ. Киев-Донецк.: “Вища школа”. 1986.
8. Г.Н.Крикунов, П.Т.Резниченко. Охрана труда в строительстве. Киев.: “Вища школа”. 1987.
9. С.А.Мионов, Е.Н.Малинский. Основы технологии бетона в условиях сухого жаркого климата. М.: Стройиздат. 1985.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Навчальне видання

**Михайло Федорович Друкований
Тетяна Володимирівна Прилипко, Наталя Володимирівна Смоляк**

**ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ МОНОЛІТНОГО БЕТОНУ
ТА ЗАЛІЗОБЕТОНУ**

Навчальний посібник

**Редактор В.О.Дружиніна
Коректор З.В.Поліщук**

Тир. 50 прим. Зам. №

ВДТУ, 21021. м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95