

# Способи укладання бетонної суміші в опалубку

Процес зведення конструкцій включає:

- установлення опалубки та арматури
- укладання бетонної суміші у опалубку
- ущільнення та догляд за бетонною сумішшю в опалубці
- зняття чи демонтаж опалубки (за виключенням конструктивної опалубки та опалубки облицювання)

Доставлену на майданчик бетонну суміш укладають в опалубку. Укладання здійснюється безпосередньо у конструкцію з:

- автобетоновоза з використанням пересувного моста (при бетонуванні масивних фундаментів, гребель)
- переносними бункерами
- баддями, що піднімаються краном
- стрічковим конвеєром
- бетононасосами
- пневмотранспортними засобами через приймальний бункер і бетононасос.

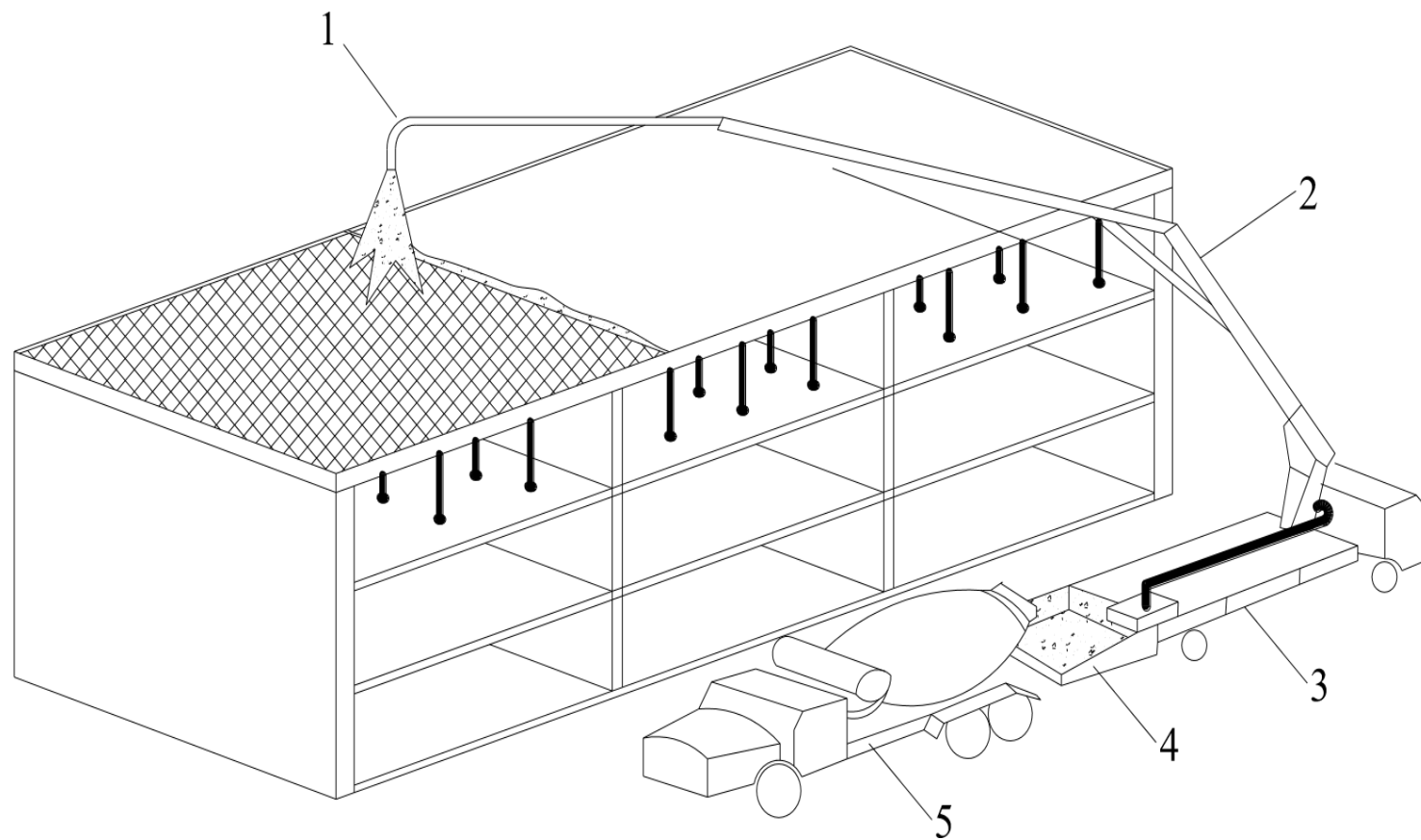


Схема бетонування за допомогою автобетононасосу з розподільчою стрілкою:  
1 – кінцевий рукав автобетононасосу; 2 – трьохсекційна розподільча стріла;  
3 – автобетононасос; 4 – приймальний бункер; 5 – автобетоновіз

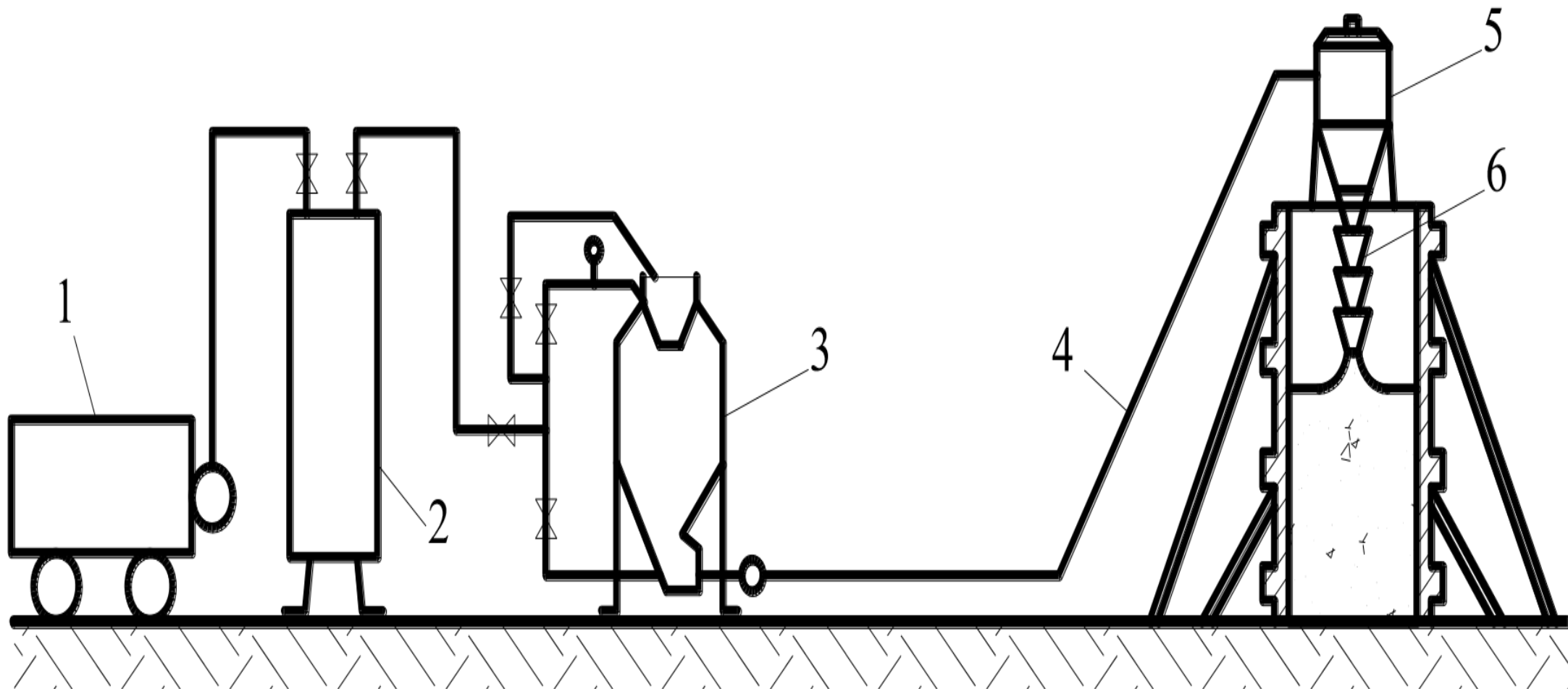


Схема бетонування за допомогою пневмонагнітання:  
1 – компресор; 2 – ресивер; 3 – пневмонагнітач; 4 –  
бетонопровід; 5 – гаситель; 6 – хобот

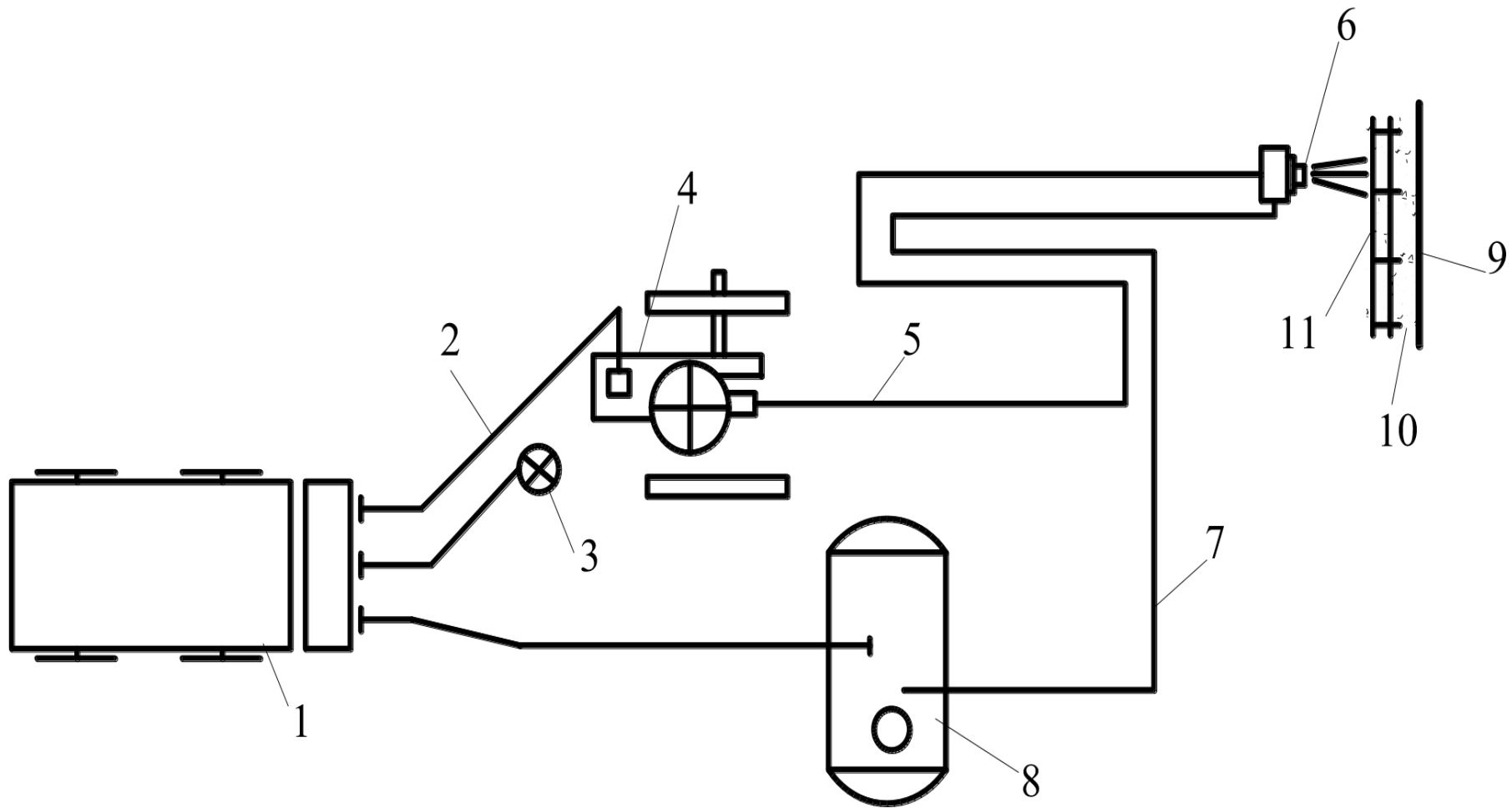


Схема торкретування бетонної суміші:

- 1 – компресор; 2 – повітряні шланги; 3 – повітряно-масловідділювач;  
 4 – цемент-пушка; 5 – матеріальний шланг; 6 – форсунка; 7 – шланг подавання  
 8 – водяний банк; 9 – опалубка; 10 – бетон; 11 – арматура

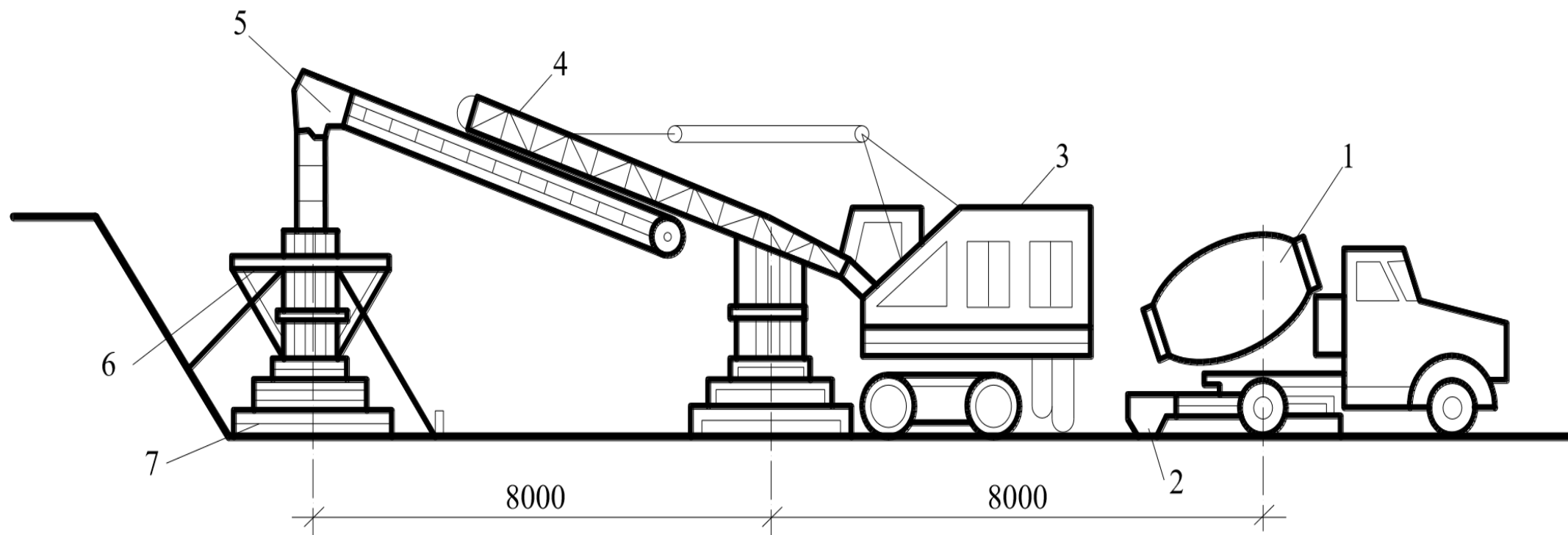


Схема укладання бетонного розчину стрічковим контейнером: 1 – автобетоновіз; 2 – приймальний бункер; 3 – бетоноукладач; 4 – транспортер; 5 – хобот; 6 – підмости; 7 – опалубка





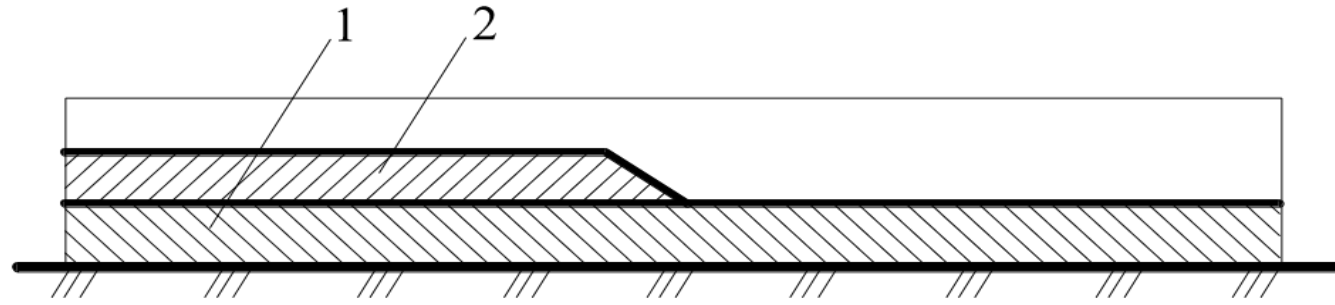
# Способи укладання бетонної суміші

**У масивні конструкції** бетонну суміш укладають в одному напрямі по заздалегідь розбитим блокам шарами товщиною 300 мм. Вони можуть бути:

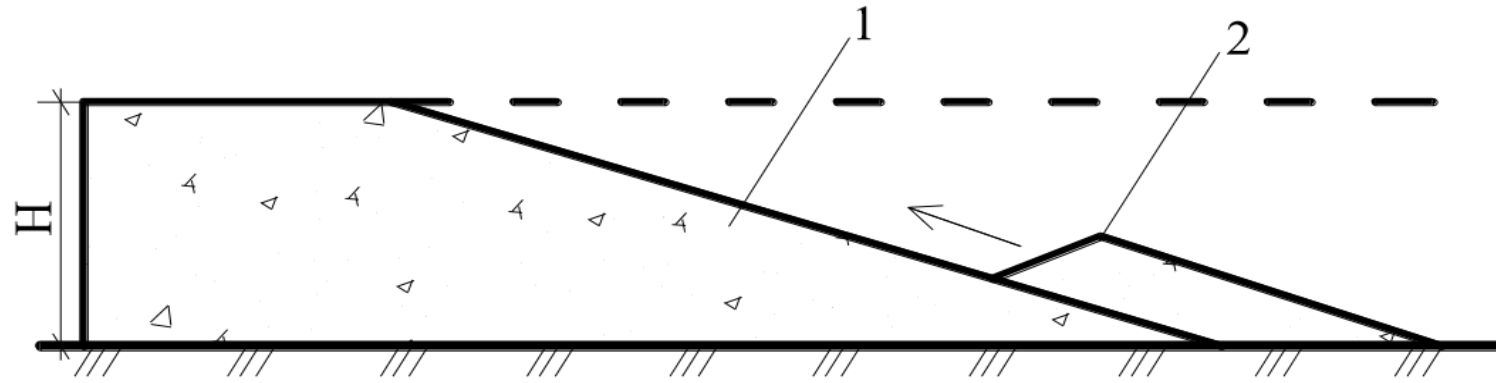
- горизонтальними
- похилими
- сходинкоподібними

Час укладення шару визначається часом початку схоплювання цементу. Наступний шар укладають до початку цього процесу у попередньому. Укладання суміші бажано вести безперервно. Якщо це можливо, то заздалегідь визначають місця стиків.

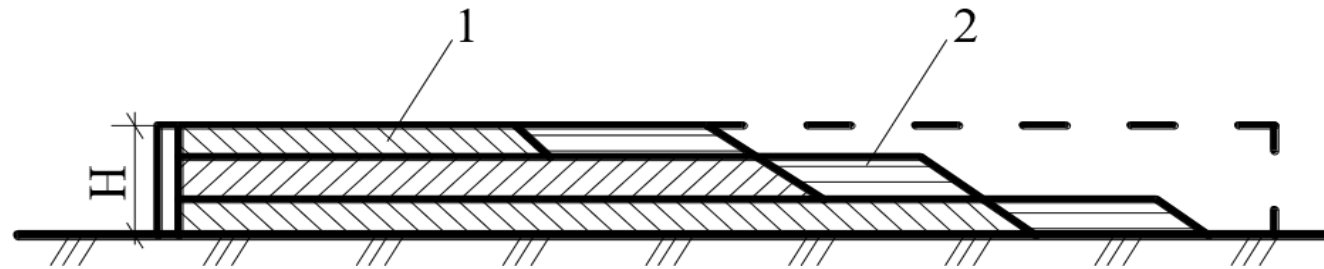
а)



б)



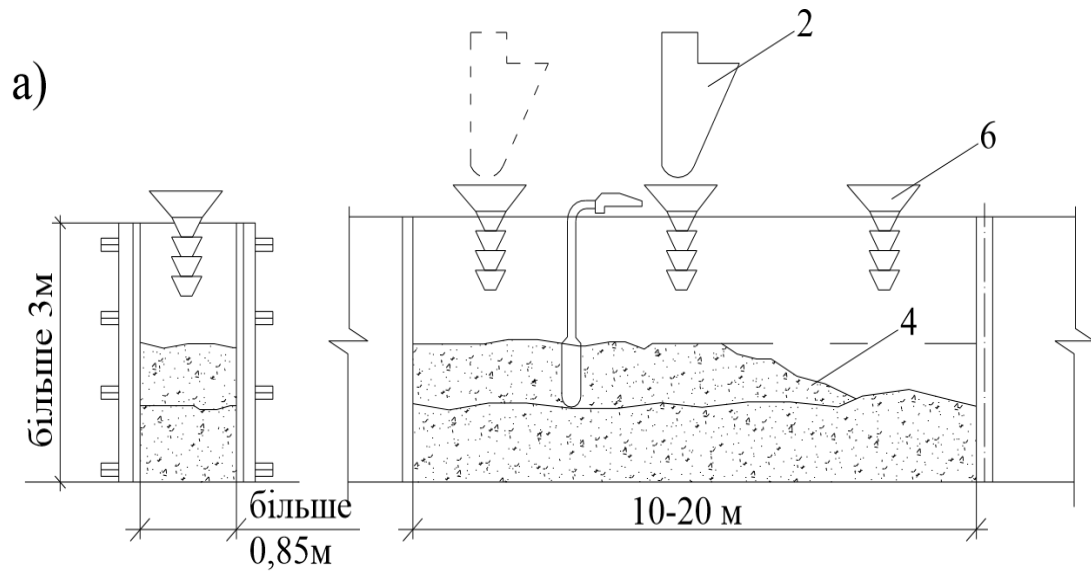
в)



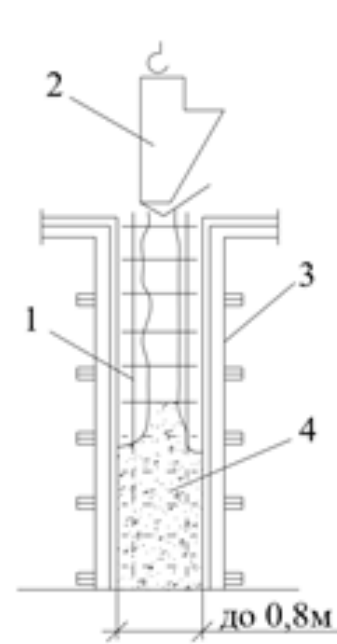
Способи укладання бетонної суміші:

а – горизонтальними шарами; б – похилими шарами; в – ступенями; 1 – укладений бетон; 2 – новий шар бетону

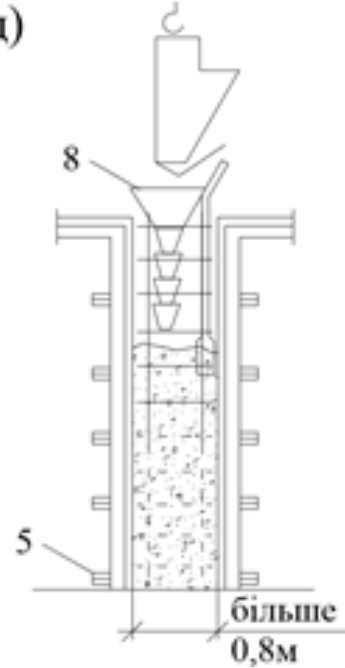
**Стіни і перегородки** бетонують без перерви ярусами висотою до 3 м. Для запобігання розшаруванню бетонної суміші її подають віброхоботом або віброжолобом



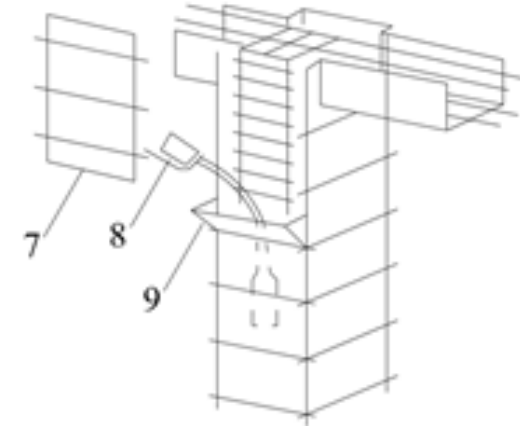
г)



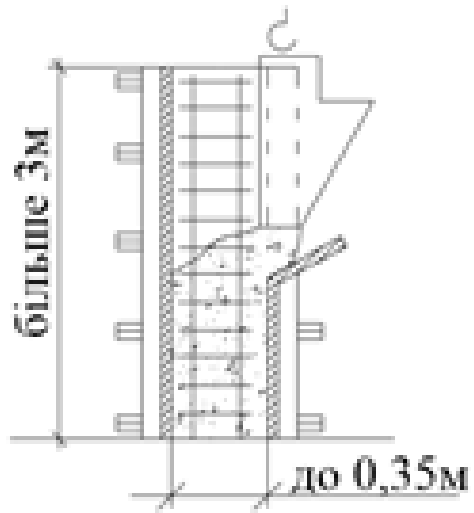
д)



е)



б)



в)

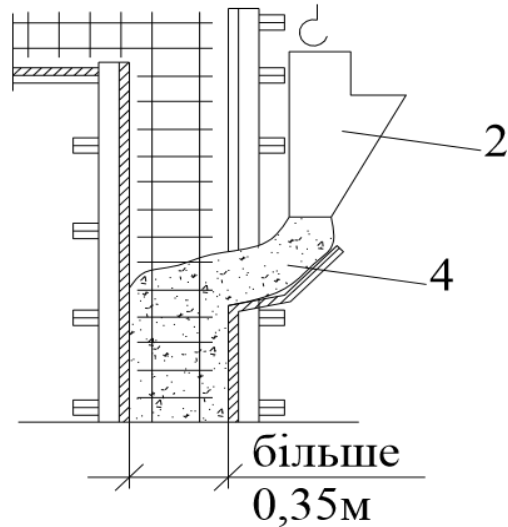


Схема бетонування:

а – пошарове товстих стін; б – високих і густо армованих із нарощуванням опалубки; в – те ж, через «карман»; г – негусто армованих колон висотою до 5 м; д – те ж, висотою більше 5 м; е – густоармований;  
 1 – арматура; 2 – цебро; 3 – опалубка; 4 – бетон; 5 – хомут; 6 – хобот; 7 – щит опалубки; 8 – вібратор; 9 – «карман»; 10 – арматура ригелю

**Балки та плити перекриттів, якщо вони монолітно зв'язані з колонами, бетонують через 1 - 2 години після укладення бетонної суміші у вертикальні конструкції використовуючи, для забезпечення стійкості опалубки, додаткові опори.**

Балки висотою більше 80 мм можна бетонувати незалежно від плит, що примикають до них. Якщо балка має висоту більше 500 мм, то бетонують шарами 300,400 мм. Ущільнення ведуть внутрішніми вібраторами з гнучким валом.

**Плиту перекриття** бетонують одразу на всю ширину і ущільнюють площадковими вібраторами.

Плити великих розмірів бетонують поперечними стрічками шириною 2 - 2,5 м. При цьому стрічки повинні бути направленими від одної несучої стіни до іншої.

**Склепіння і арки** прогоном до 15 м бетонують за один прийом без перерви одночасно з двох сторін – від п'ят до замка. Прогін більше 15 м бетонують окремими ділянками, розташованими симетрично відносно середини. Спочатку бетонну суміш одночасно укладають на трьох ділянках біля замка та у п'ят.



**Торкретування** – це нанесення на поверхню, що бетонується за допомогою торкрет-установки під дією стисненого повітря, одного або декількох шарів цементно-піщаної суміші (торкрети), або жорстокої (щільної) бетонної суміші (набрезк бетонної суміші), практично без водовиділення. Товщина шару, що наноситься за один раз – 50...80 мм, а перерва між нанесенням шарів складає 4...24 години (щоб шар, що наноситься, не руйнував той, що наносився попередньо). Цей метод використовується під час зведення тонкостінних залізобетонних конструкцій (резервуарів, склепінь, оболонок) з односторонньою опалубкою, для безопалубочного закріплення тунельних виробіток, утворення водонепроникного шару у підземних спорудах, резервуарах, а також під час ремонту бетонних поверхонь.

**Бетонування литими сумішами** дозволяє відмовитись від ущільнення бетонної суміші, підвищити її кінцеву міцність, знизити витрати цементу, а також трудомісткість процесу бетонування. Литу суміш отримують внаслідок добавлення у неї перед укладанням пластифікуючих добавок, кількістю 0,5...0,7% від маси цементу. Через 5 хв. після добавки пластифікатора суміш готова до використання. Перед укладанням необхідно ретельно ліквідувати щілини у опалубці.

**Підводне бетонування** використовується під час будівництва підпорів мостів, днищ опускних колодязів та інших конструкцій, що зводяться під водою.

Існує чотири методи підводного бетонування:

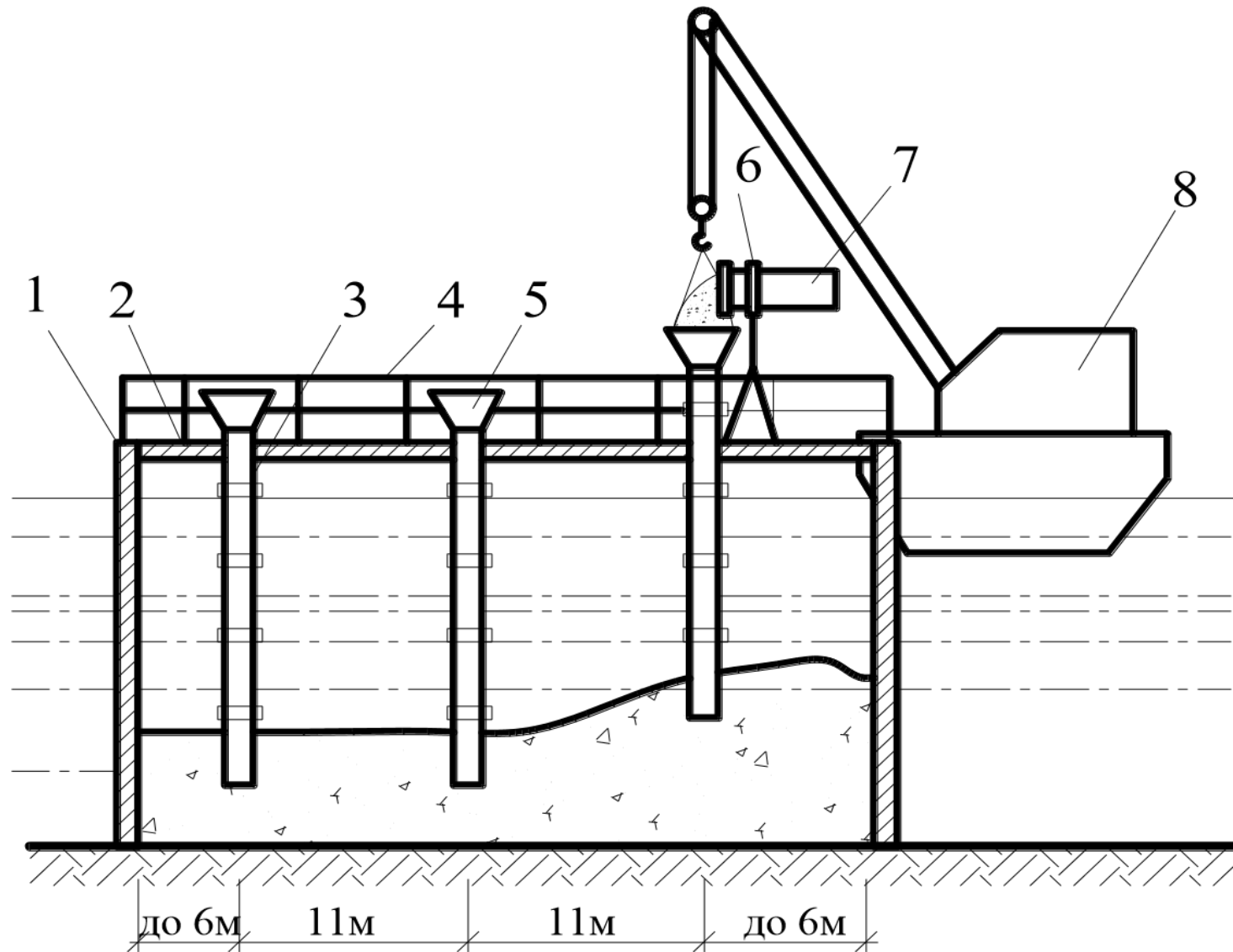
- вертикального переміщення труби (ВПТ);
- підймання суміші;
- утримання бетонної суміші у попередньо вкладену;
- укладання суміші у мішках.

**Метод вертикального переміщення труби (ВПТ)** полягає у тому, що бетонну суміш подають в опущені до основи споруди, що зводиться, труби діаметром 200 мм через вирву або бункер

У міру підвищення рівня бетонування труба за допомогою поліспасти 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 глибини бетонування до 10, 20 і більше 20 м.

Для захисту від вимивання цементу та піску з бетонної суміші місце бетонування огорожують шунтом або опалубкою



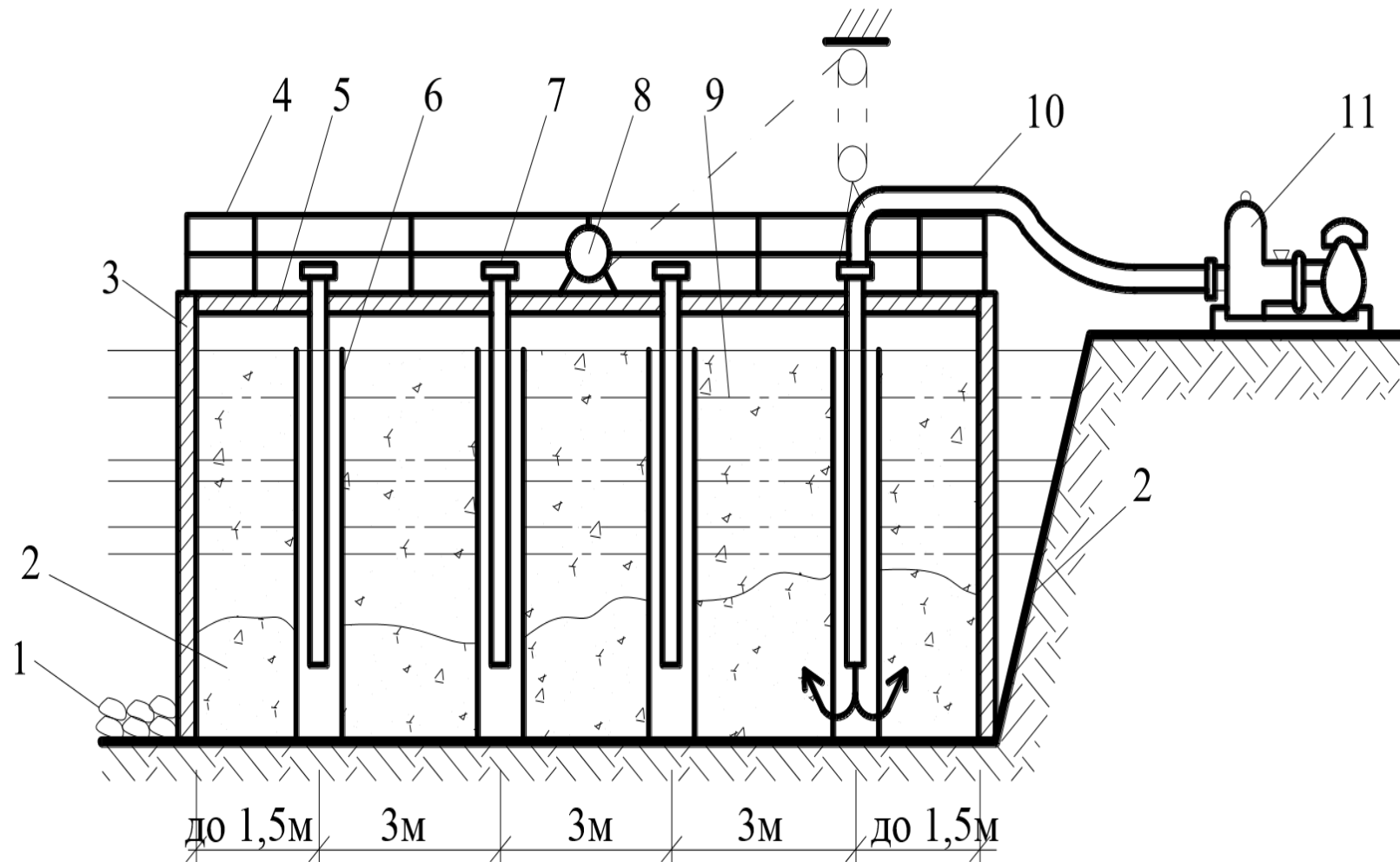
Підводне бетонування методом вертикального підйому труб:

1 – опалубка; 2 – робоча підлога; 3 – ланка труб; 4 – огорожа, 5 – завантажуюча вирва; 6 – стояк; 7 – бетонопровід; 8 – плавучий кран

**Метод підймання суміші** полягає у тому, що через металеві труби діаметром 37...100 мм, установлені в захисних шахтах, із швелерів у кам'яну накидку подають суміш, яка, заповнюючи в ній порожнини, утворює моноліт.

Труби можна безпосередньо встановлювати у каміння, але потім їх важко виймати.

Якщо висота бетонування більше 10 м, то суміш подають насосами.

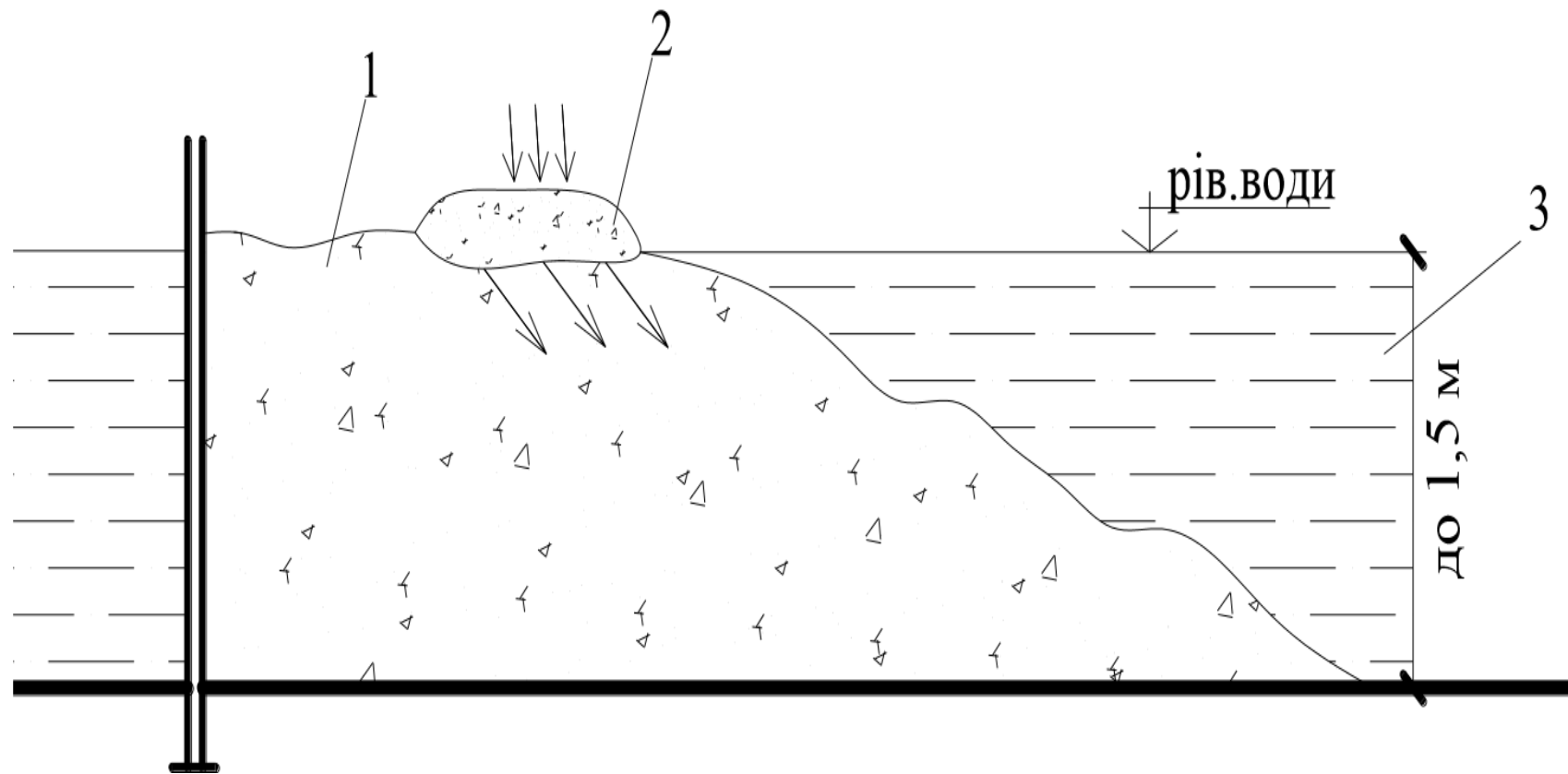


Підводне бетонування методом підймання суміші:

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

**Метод утрамбування бетонної суміші** полягає у тому, що під водою створюють піонерний острівець із свіжовкладеної бетонної суміші. Цей спосіб можна використовувати для глибини блоку бетонування до 1,5 м





Бетонування методом утрамбування бетонної суміші: 1 – укладання бетонної суміші; 2 – порція бетонної суміші, що ущільнюється; 3 – вода

Ущільнення бетонної суміші

Для отримання високоякісного бетону із заданими властивостями виконують **ущільнення** бетонної суміші, при якому використовують **вібратори** або **вакуум-агрегати**.

Під час використання вібраторів їх коливальні рухи передаються частками бетонної суміші, внаслідок чого ослабляється зв'язок між частками суміші, і вона стає рухливою і заповнює порожнечу.

Щодо способу дії на бетонну суміш вібратори бувають:

- **внутрішні** (глибинні), які занурюють у бетону суміш
- **поверхневі**, які встановлюють на бетонну поверхню
- **зовнішні**, які закріплюються до опалубки

## **До внутрішніх вібраторів належать:**

- вібробулава
- віброштик
- вібратор із гнучким валом

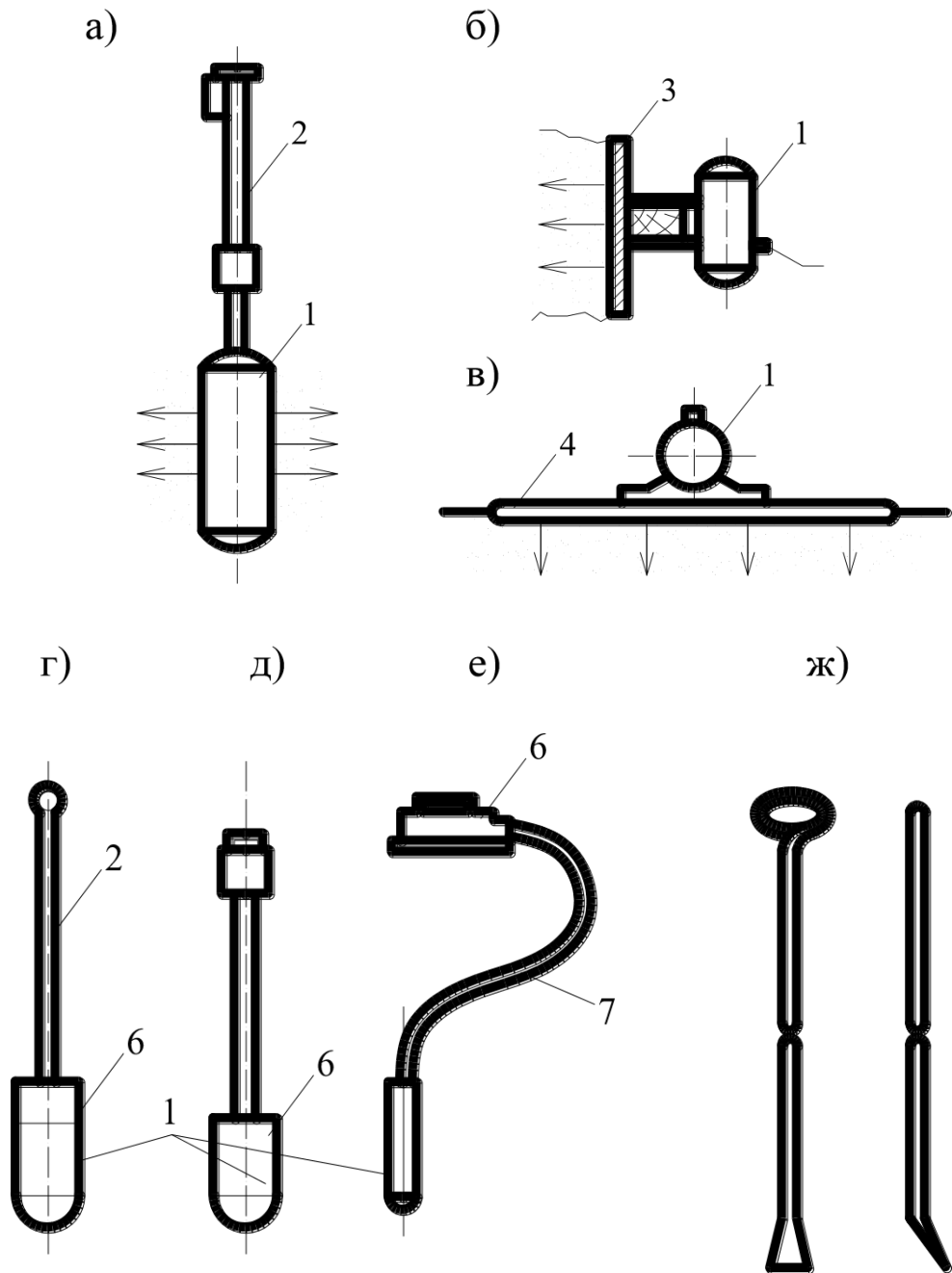
Вібробулава використовується для ущільнення бетонної суміші у масивних конструкціях, віброхобіт і віброштик – у тонкостінних та густоармованих конструкціях.

Товщина укладеного шару бетонної суміші не повинна перевищувати 1,25 довжини робочої частини вібратора.

Для забезпечення надійного зчеплення шарів бетонної суміші вібратор під час ущільнення повинен на 50...80 мм зануритись у лежачий нижче шар бетонної суміші.

Тривалість ущільнення складає до 20...40 с на одному місці. Візуально закінчення ущільнення визначається закінченням осідання бетонної суміші та появою на її поверхні цементного молока.

Відстань між місцями занурення вібратора не більше 1,5 радіуса його дії.



Вібратори та інструмент для виконання робіт по ущільненню бетонної суміші:

а – вібратор внутрішній; б – те ж, зовнішній; в – те ж, поверхневий; г – те ж, внутрішній із двигуном у ручці; є – те ж, з гнучким валом; ж – шурівка; 1 – корпус вібратора; 2 – штанга; 3 – опалубка; 4 – майданчик; 5 – штанга з жорстким валом; 6 – двигун; 7 – гнучкий вал

**Поверхневі вібратори** – це віброрейка і віброплощадка. Вони використовуються для бетонування слабо армованих перекриттів, склепінь та підлог товщиною не більше 250 мм, а з подвійною арматурою – не більше 120 мм. Тривалість вібрування 30...60 с.



**Зовнішні вібратори** закріплюються до опалубки і використовують для ущільнення бетонної суміші у тонкостінних густоармованих конструкціях. Глибина ущільнення до 150 мм, тривалість – до 50...90 с. Недолік цих вібраторів – розхитування опалубки. Вони широко використовуються на бункерах, баддях, жолобах, хоботах для збудження руху бетонної суміші в них

Використання **вакуум-агрегатів** – високоефективний спосіб ущільнення бетонної суміші у тонкостінних конструкціях (оболонках, перекриттях, перегородках, підлогах) товщиною до 250...300 мм.

Сутність методу полягає у тому, що над поверхнею укладеної бетонної суміші створюють вакуум, під дією якого з останньої виводяться надлишкові повітря і вода, а до поверхні підтягується цементне молоко.

Вакуумування здійснюється за допомогою комплексу вакуум-щитів, підключених до вакуум-агрегату. Один вакуум-агрегат обслуговує 20...40 вакуум-щитів розміром 3000×4000 мм і обробляє за зміну до 200 м<sup>2</sup> бетонної поверхні.

Тривалість вакуумування при товщині шару бетонної суміші 100...200 мм понад 1 хвилину/см.