

# ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ ГРАДИРЕНЬ

## ЗМІСТ

1. Загальні відомості. зведення градирень із металевих та залізобетонних конструкцій
2. Зведення градирень з монолітного залізобетону.

### **1 Загальні відомості. зведення градирень із металевих та залізобетонних конструкцій**

*Градирні* - це висотні просторові трубоподібні споруди, що складаються з фундаменту і стовбура (витяжної башти). Споруди градирень призначені для охолодження циркуляційної води оборотних систем енергетичних підприємств шляхом спрямованого потоку повітря. Градирні включають у себе такі основні конструктивні елементи:

- витяжну башту;
- водоохолоджувальний пристрій;
- водозбірний басейн.

За матеріалом, з якого зводяться витяжні башти, градирні бувають металевими, збірними та монолітними залізобетонними й дерев'яними.

За конструкцією градирні можуть бути еліптичної, циліндричної форми, у вигляді багатогранної призми та ін.

Роботи зі зведення градирень із металевих або збірних залізобетонних конструкцій здійснюють у такій технологічній послідовності:

- виконується комплекс підготовчих робіт, що включає облаштування будівельного майданчика елементами будівельного господарства, огороження території, забезпечення будівельного майданчика необхідними ресурсами і під'їзними шляхами, геодезична розбивка тощо;
- виконання земляних робіт при влаштуванні котловану;

- влаштування фундаментів і конструкцій басейну з монолітного залізобетону;
- монтаж конструкцій каркасу (можливий з одночасною обшивкою витяжної башти);
- влаштування елементів обшивки стовбура (витяжної башти) градирні та монтаж технологічного обладнання.



Рисунок 1 - Конструктивні варіанти градирень: а - монолітні залізобетонні; б - металеві; в - дерев'яна

Монтаж градирень з **металевих конструкцій** може здійснюватися з використанням різних вантажопідйомних механізмів залежно від конструктивних особливостей споруди. На низьких відмітках споруди застосовують самохідні стрілові крани, на більш високих використовуються баштові, приставні крани або комплекти з декількох механізмів. З метою зменшення вильоту стріли приставний кран може встановлюватися всередині градирні. При суттєвих розмірах градирень баштовий кран може встановлюватися на рейковому шляху, влаштованому по периметру споруди.

В даний час значну частину градирень будують з каркасно-обшивними вежами. Вежа такого типу представляє собою просторовий сталевий каркас, що складається із стійок ферм, горизонтальних ферм та діагональних розкосів. Горизонтальні ферми поділяють вежі на яруси.

Таке конструктивне виконання дозволяє монтувати вежу укрупненими блоками, рівними за висотою одному ярусу, а по ширині – грані вежі.

З внутрішнього боку каркаса влаштовують обшивку дерев'яними щитами, хвилястими алюмінієвими або азбестоцементними листами. На деяких ТЕЦ обшивка виконана з листів алюмінієво-магнієвого сплаву завтовшки 1,2 мм. Найбільш дешевою та досить довговічною (з терміном служби 20 ... 25 років) є обшивка з дерев'яних щитів.

Зазвичай каркасно-обшивні градирні з площею зрошення до 2100 м<sup>2</sup> мають висоту 50...60 м і форму багатогранної усіченої піраміди, а градирні більшої продуктивності при висоті 70...90 м і вище найчастіше виконують гіперболічну форму. Найбільші градирні каркаснообшивного типу побудовані з площею зрошення 4000...4200 м<sup>2</sup>.

Водоохолоджувальний пристрій виконують або одночасно зі спорудженням вежі або до початку її монтажу за допомогою гусеничних кранів типу ДЕК-251, що знаходяться всередині градирні.

Для монтажу градирень з металевим каркасом використовують баштові та стрілові крани. Монтаж укрупнених блоків каркасно-обшивної гіперболічної вежі градирень із площею зрошення 4200 м<sup>2</sup> виконують баштовим краном БК-1425В (рис. 2) або краном БК-1000 АМП (рис. 3а) або кранами БК-180 та ДЕК-50 (рис. 3б). Через недостатню висоту підйому крана БК-1000 АМП монтаж верхнього ярусу градирні може бути здійснено за допомогою спеціальної траверси з противагою.

Баштові крани пересуваються кільцевими підкрановими шляхами, прокладеними навколо градирні.

Елементи градирні попередньо збирають на укрупнювальному майданчику готові монтажні блоки, що включають обшивку. Укрупнені блоки монтують поярусно по всьому периметру. Встановлені площинні блоки закріплюють розчалкою та підкосами для замикання контуру та повного взаємне закріплення всіх блоків.

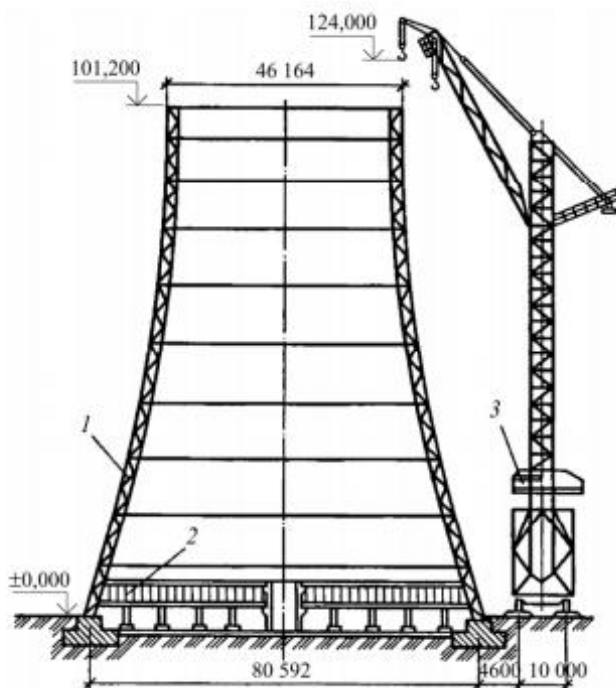


Рисунок 2 - Монтаж каркасно-обшивної градирні: 1 – вежа; 2 – водоохолоджувальний пристрій; 3 – кран БК-1425В

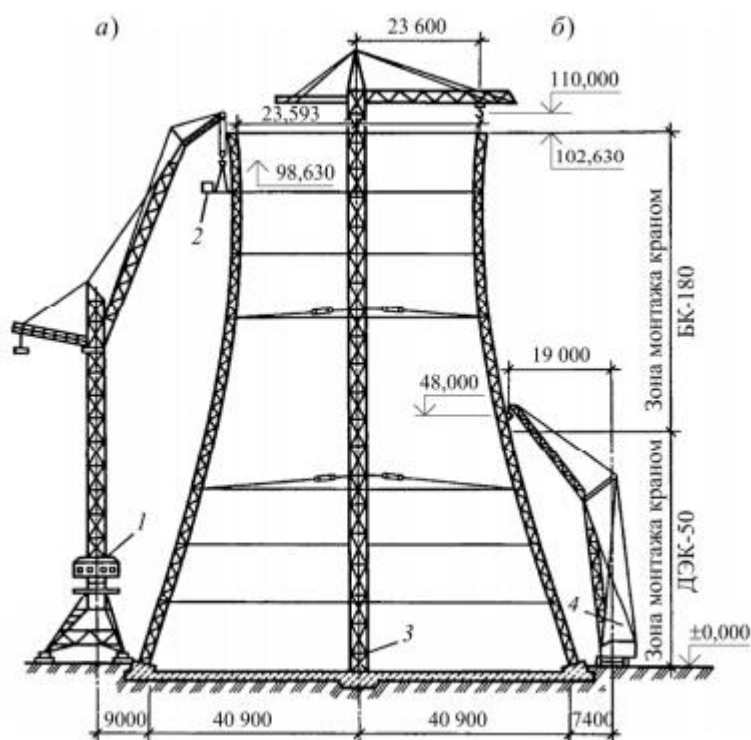


Рисунок 3 - Варіанти монтажу каркасно-обшивної башти градирні: а – модернізованим краном БК-1000 АМП; б - приставним баштовим краном БК-180; 1 – кран БК-1000 АМП; 2 – траверса з противагою; 3 – кран БК-180; 4 – кран ДЕК-50

Перший укрупнений монтажний блок кожного ярусу піднімають і встановлюють з однією тросовою розчалкою, що прикріплена до верхнього вузла середньої стійки блоку. До крайніх стояків посередині їх висоти прикріплюють два тимчасових підкосів, які при встановленні блоку кріплять нижніми кінцями до ферми жорсткості.

Кожен наступний блок кріплять однією стійкою до раніше поставленого блоку, а другу стійку кріплять тимчасовим підкосом. До ферми жорсткості кожного блоку каркаса перед його підйомом прикріплюють щити настилу риштування. Між стійками блоку на висоті 1,2 м закріплюють страховий трос діаметром 18 мм. Після встановлення всіх блоків кожного ярусу перевіряють геометричні розміри вежі та зварюють монтажні стики.

У практиці будівництва зводяться градирні висотою до 180 м. Для наочності на представлена градирні Харківської ТЕЦ-5. Висота башти - 81,06 м, діаметр біля основи - 71,76 м, діаметр у верхній частині - 40,94 м. Продуктивність градирні - 28 000-30000 м<sup>3</sup>/год при температурному перепаді 10-8°C. Площа зрошення 3200 м<sup>2</sup>.

Монтаж градирень *зі збірних залізобетонних* елементів має деякі особливості. Елементи витяжної башти виготовляють на заводах у вигляді ребристих плит-оболонки. Основою (фундаментом) оболонки є монолітне залізобетонне кільце. Для забезпечення установки плит-оболонки в проектне положення (похиле залежно від конфігурації споруди) використовують люльки-шаблони (кондуктори). Монтаж починають з встановлення металевих люльок-шаблонів по периметру градирні (рис. 4). Після цього збірні залізобетонні плити - оболонки встановлюють на люльки - шаблони (кондуктори) і зварюються закладні деталі між панелями. Для заповнення стиків панелей із зовнішнього боку витяжної башти встановлюють навісні люльки. Після завершення робіт на рівні ярусу кондуктори переставляють на наступний ярус, і процес повторюється.

При зведенні градирень слід створити *безпечні умови* виконання робіт.

При цьому необхідно дотримуватись вимог безпеки праці для робіт на висоті.

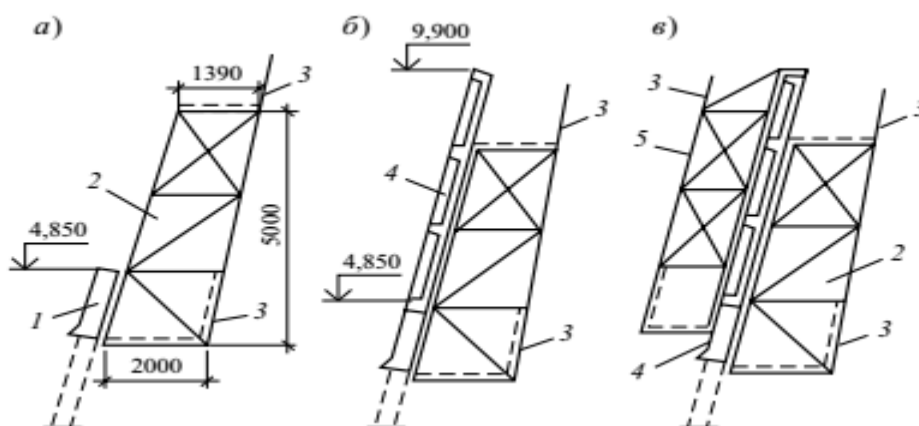


Рисунок 4 - Схема установлення люльок-шаблонів (кондукторів) і зовнішніх люльок для монтажу панелей витяжної башти градирні: а - розташування люльки-шаблону; б - установка панелі чи оболонки; в - установка зовнішньої люльки для заповнення стиків; 1 - монолітний залізобетонний пояс; 2 - люлька-шаблон (кондуктор); 3 – перила кошиків; 4- збірні залізобетонні плити-оболонки; 5- навісні люльки

Робітники повинні переміщатися по щитах настилу, влаштованих на рівні ярусів. Монтажні майданчики мають бути облаштовані перильними огорожами. Робітники повинні використовувати страхувальні пояси. Для підйому та спуску монтажників слід обладнати не менше двох шляхів евакуації.

**Контроль якості** робіт забезпечується дотриманням багатоступеневої перевірки конструкцій та будівельних процесів. Особлива увага приділяється вхідному контролю якості конструкцій та їх відповідності проекту. Ретельна перевірка якості конструкцій, які знаходяться на землі, дасть можливість уникнути нестиковок при монтажі на високих відмітках. При операційному контролі слід звертати особливу увагу на якість болтових чи гайкових кріплень. Враховуючи специфіку технології експлуатації градирень, що включає коливання температур, одним з найважливіших параметрів контролю є антикорозійне оброблення металоконструкцій. Відхилення просторових показників споруд, мають задовольняти вимогам чинних норм та проектної документації. Зведення конструкцій споруд без відповідно розробленого проекту виконання робіт не допускається.

## 2 Зведення градирень із монолітних залізобетонних конструкцій

За експлуатаційних вимог градирні можуть зводитись з *монолітного залізобетону*. Такі споруди зводяться за допомогою підйомно-переставної чи ковзної (рухомої) опалубки. Технологія зведення таких споруд аналогічна зведенню висотних споруд баштового типу. Однак зведення градирень вирізняється їх конструктивними особливостями, що відповідають технологічному призначенню споруд.

Підйомно-переставна опалубка влаштовується на спеціально встановленому підйомному агрегаті. Агрегат включає башту, що встановлюється посередині градирні. До верхньої секції агрегату кріпиться дві стріли. На кінцях стріл кріпляться щити зовнішньої і внутрішньої опалубки з люльками, в яких розташовуються риштування (підмости) для робітників (рис. 8.6).

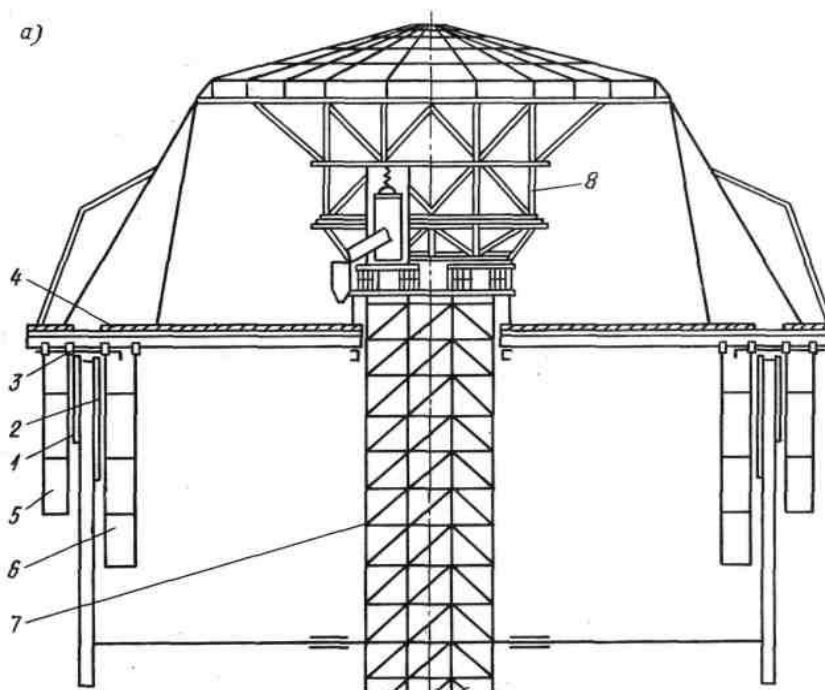


Рисунок 5 - Схема зведення витяжної башти градирні за допомогою підйомно-переставної опалубки: 1 – щити зовнішньої опалубки; 2.- внутрішня опалубка; 3 – механізм радіального переміщення; 4-робочий майданчик; 5,6 – підвісні риштування зовнішні та внутрішні; 7 – шахтний поромник; 8 – підйомна головка; 9 – головна радіальна балка;

У середині агрегату розташовані сходи для підйому робітників на монтажний горизонт і підйомники для подачі бетонної суміші. По нижньому поясу стріл влаштовані вантажні поліспасти для подачі арматури.

Роботи зі зведення градирні за допомогою підйомно-переставної опалубки виконуються в такій технологічній послідовності. Спочатку, виконують підготовчі заходи з облаштування будівельного майданчика елементами будівельного господарства відповідно до розробленого в складі ПВР будгенплану. Далі виконується розроблення ґрунту і влаштування фундаментів. Фундаментна плита є днищем басейну градирні. Далі влаштовується ґратчаста конструкція нижнього ярусу градирні та облаштовується агрегат для зведення стін витяжної башти. Після установки агрегату в межах опалубки з двох сторін стріл влаштовуються арматурні каркаси, укладається та ущільнюється бетонна суміш. Після отримання бетоном распалубочної міцності, поворотна платформа агрегату повертається на ширину щитів опалубки і виконуються роботи з бетонування наступної ділянки стіни витяжної башти. Після повороту платформи на  $180^\circ$  - ярус градирні влаштований. Далі агрегат піднімається на наступний ярус, тим самим переставляючи опалубку. Проводиться влаштування стін витяжної башти наступного ярусу.



Рисунок 6 - Зведення башти градирні за допомогою підйомно-переставної опалубки



Цей процес циклічно повторюють до повного зведення градирень. Після завершення робіт з влаштування витяжної башти агрегат опускається на нижні відмітки(на землю) і розбирається.

Зведення баштових споруд може виконуватися також за допомогою **ковзної опалубки**. Це повністю автоматизована рухома підйомно- переставна великогабаритна конструкція. Вона забезпечує максимальний рівень раціоналізації і мінімальне застосування ручної праці - після короткої фази навчання робітників можна домогтися виконання робіт на ділянці бетонування в одноденному ритмі. Конструкція опалубки забезпечує переміщення елементів без використання крана, спрощує очищення опалубки за рахунок дистанції зворотного ходу опалубки рівної 60см, надає можливість для коригування нахилу всіх риштувань. Завдяки інтегрованим у риштування фіксаторам арматури створено умови для швидкого і простого армування. Ділянки бетонування висотою до 1,5м виконуються при одноденному ритмі. Висока безпека і надійність робіт забезпечується навіть при підвищених швидкостях вітру на великих висотах, оскільки на всіх етапах роботи вона швидко з'єднується з конструкцією споруди. Опалубка під час переміщення являє собою замкнутий простір і тому має надійне робоче оточення.

Ковзна опалубка являє собою систему зовнішньої та внутрішньої опалубки з робочими настилами і механізмами підйому (рис. 7).

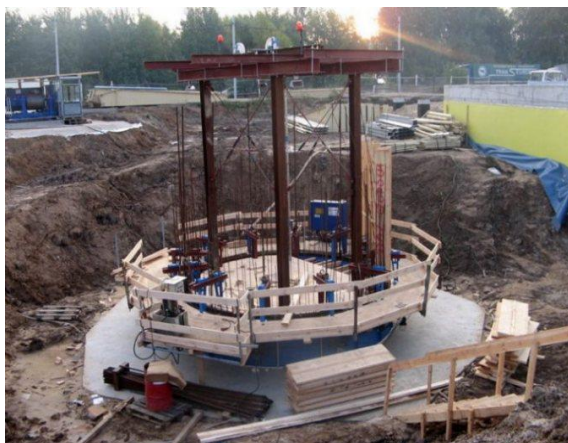


Рисунок 7 - Зведення споруд в ковзній опалубці:

Подача будівельних матеріалів до місця їх укладання здійснюється за допомогою приставного баштового крана. Кран встановлюється всередині витяжної башти градирні та кріпиться до неї (рис. 8.9). Після закінчення робіт з улаштування стін витяжної башти опалубку розбирають. Далі виконуються роботи по монтажу технологічного устаткування і потім розбираються крани.

Зведення зазначених споруд пов'язане з виконанням робіт на висоті. У зв'язку з цим до виконання робіт пред'являються підвищені **вимоги безпеки**. На всіх етапах виконання робіт ведеться виконавча будівельна