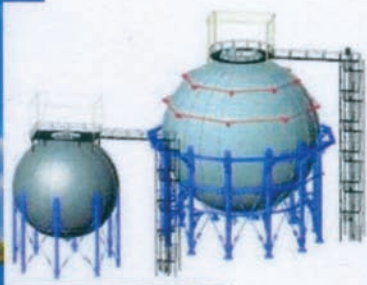


О. М. Лівінський, Т. Е. Потапова, В. Л. Гарнага

МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Частина II



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. М. Лівінський, Т. Е. Потапова, В. Л. Гарнага

МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ СПОРУДИ

Частина II

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2016

УДК 69.034.2, 69.035.4

ББК 65.9(2)

Л55

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (протокол № 6 від 31.01.2013 р.)

Рецензенти:

А. С. Моргун, доктор технічних наук, професор

М. Ф. Друкований, доктор технічних наук, професор

Ю. М. Гніп, кандидат технічних наук, академік УТА

Лівінський, О. М.

Л55 Міські інженерні споруди. Частина II : навчальний посібник / Лівінський О. М., Потапова Т. Е., Гарнага В. Л. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 89 с.

В посібнику викладено основні відомості про міські інженерні споруди (мости, естакади, міські тунелі), матеріали з яких їх виготовляють, їх види, історію виникнення.

УДК 69.034.2, 69.035.4

ББК 65.9(2)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 СПОРУДИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ	6
1.1 Бункери	6
1.2 Сталеві бункери.....	7
1.2.1 Пірамідально-призматичні бункери	7
1.2.2 Лотково-призматичні бункери	7
1.2.3 Гнучкі бункери	7
1.2.4 Гнучкі бункери з жорсткими розвантажувальними воронками	8
1.2.5 Конусно-циліндричні бункери	8
1.3 Змішана конструкція бункера	8
1.4 Силоси	9
2 НАГЛЯД ЗА ШТУЧНИМИ СПОРУДАМИ І НАБЕРЕЖНИМИ	16
2.1 Організація постійного нагляду	16
2.2 Поточні і періодичні огляди	17
2.2.1 Організація оглядів	17
2.2.2 Проведення оглядів	17
2.3 Спеціальні огляди	19
2.3.1 Організація обстежень і випробувань	19
2.3.2 Проведення спеціальних оглядів	22
2.4 Огляд підмостової зони і підходів до моста	24
2.5 Огляд мостового полотна.....	25
2.6 Огляд несучих конструкцій залізобетонних прогонових будов, бетонних і кам'яних мостів.....	27
2.7 Огляд несучих конструкцій металевих і залізобетонних прогонових будов.....	30
2.8 Огляд бетонних, кам'яних і залізобетонних опор	32
2.9 Огляд опорних частин	34
2.10 Огляд набережних.....	34
2.11 Контроль якості матеріалів	37
2.12 Оцінювання технічного стану споруд за даними обстежень і випробувань	41
3 ВИСОТНІ СПОРУДИ.....	44
3.1 Монтаж радіо- і телевізійних веж	44
3.2 Монтаж витяжних труб	48
4 РЕЗЕРВУАРИ	50
4.1 Резервуари в системі водопостачання	50
4.2 Обладнання резервуарів	52
4.3 Металеві резервуари	52
4.4 Монтаж залізобетонних резервуарів.....	54
4.5 Монтаж прямокутних резервуарів	56
4.6 Монтаж циліндричних резервуарів.....	61

5 ГРАДИРНІ.....	65
5.1 Зведення градирень з монолітного залізобетону	67
5.2 Зведення за допомогою двоконсольного агрегату	67
5.3 Зведення за допомогою двоконсольного крана	69
5.4 Зведення за допомогою декількох кранів в переставній опалубці	69
5.5 Зведення за допомогою двоконсольного баштового агрегату в переставній опалубці	71
5.6 Монтаж баштових градирень зі збірною залізобетону	73
5.7 Монтаж типових вентиляторних градирень	75
5.8 Градирні з металевим каркасом з каркасно-обшивною баштою	78
6 ГАЗГОЛЬДЕРИ	81
6.1 Газгольдер постійного об'єму	81
6.1.1 Кульовий газгольдер	81
6.1.2 Циліндричний газгольдер	82
6.2 Газгольдер змінного об'єму	82
6.2.1 Мокрі газгольдері із зовнішніми вертикальними напрямними ...	82
6.2.2 Сухі газгольдері	83
ГЛОСАРІЙ	87
ЛІТЕРАТУРА.....	88

ВСТУП

Спецкурс «Міські інженерні споруди» призначений довести до відома студента важливу роль предмета в організації професійних знань, умінь та навичок з питань сучасних методів проектування, будівництва та експлуатації інженерних споруд. Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі вивчення дисципліни, є теоретична та практична підготовка студентів з таких питань:

- основні види інженерних споруд;
- способи проектування інженерних споруд;
- обладнання та умови експлуатації інженерних споруд;
- технологія ремонтних робіт при відновленні інженерних споруд;
- нормативна література;
- оцінювання стану споруд і окремих елементів в процесі експлуатації;
- організація виконання ремонтних робіт.

Інженерні споруди займають дуже важливе місце в такій системі, як екополіс (місто та його життєзабезпечення, екологія навколишнього середовища тощо).

Інженерні споруди – це об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні або підземні будівельні системи, що складаються з несучих та, в окремих випадках, огорожувальних конструкцій і призначені для виконання виробничих процесів різних видів, розміщення устаткування, матеріалів та виробів, для тимчасового перебування і пересування людей, транспортних засобів, вантажів, переміщення рідких та газоподібних продуктів та інше.

Вони класифікуються в основному за інженерним задумом, що визначається цільовим призначенням об'єкта.

Інженерні споруди існують і експлуатуються людиною протягом не лише багатьох століть, але й тисячоліть.

Нові інженерні споруди будуються поряд з уже існуючими будівлями. Це потребує від проектувальників та будівельників додаткових знань та умінь. Проблеми можуть виникнути як при оцінюванні властивостей ґрунтів, розрахунках взаємних впливів фундаментів, так і в процесі технології і зведення.

До найбільш відомих інженерних споруд відносять: транспортні споруди (залізниці, шосейні дороги, злітно-посадкові смуги, мости, естакади тощо), трубопроводи та комунікації, дамби, комплексні промислові споруди, спортивні і розважальні споруди та інше.

Вивчення кожної теми, наведеної в навчальному посібнику, потрібно завершувати самоперевіркою за списком контрольних питань, запропонованих нижче.

1 СПОРУДИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1 Бункери

Призначені для зберігання сипучих матеріалів чи слугують універсальним пристроєм для перевалки матеріалів при їх транспортуванні. В практиці проектування зустрічаються зовнішні бункери, а також бункери, які розташовані в будинку чи в споруді. Як правило бункери проектують залізобетонними, сталевими, а також використовується змішана конструкція бункерів.

Зведення бункерів проводиться через розташовані в нижній частині спеціальні випускні отвори. Для покращення умов витікання матеріалу, бункери закінчуються звуженою частиною, яка називається воронкою.

Ємність бункера залежить від необхідних запасів матеріалів в бункері. При визначенні ємності бункерів враховується також, що об'єм бункера не може бути повністю використаний. Коефіцієнт заповнення залежить від конфігурації бункера і розташування стрічкових конвеєрів. Кут нахилу стінок бункера для сирого вугілля, сланцю, пилу приймається не менше 60° , для торфу – не менше 65° . В розвантажувальних пристроях для приймальних бункерів вугілля кут нахилу – не менше 55° , для торфу – не менше 60° .

На рис. 1 подана конструкція бункера.

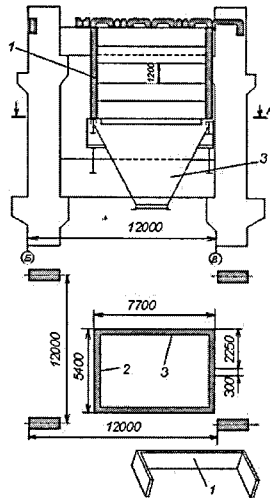


Рисунок 1 – Конструкція бункера: 1 – залізобетонна панель коритного перерізу; 2 – петльовий стик; 3 – металева воронка

1.2 Сталеві бункери

Сталеві бункери відрізняються великою кількістю об'ємно-планувальних та конструктивних рішень. За умовами формоутворення вони поділяються на: пірамідально-призматичні, лотково-призматичні, гнучкі, гнучкі з жорсткими розвантажувальними воронками, конусоциліндричні.

Конструювання сталевих бункерів виконується зварюванням зі з'єднанням елементів в стик. З'єднання внакладку допускаються лише як монтажне при неможливості надійної підгонки примикальних елементів. Застосовувати з'єднання зі стиковими накладками не рекомендується.

Внутрішня поверхня обшивки бункерів не повинна мати деталей, які виступають (полок, ребер, скоб).

1.2.1 Пірамідально-призматичні бункери. Пірамідально-призматичний бункер складається з верхньої призматичної частини, яка має форму усіченої піраміди чи обеліску. Вертикальні стінки бункера утворюються, як правило, бункерними несучими балками і мають горизонтальні та вертикальні ребра жорсткості. Обшивка воронки укріплюється зазвичай тільки горизонтальними ребрами жорсткості.

Пірамідально-призматичні бункери, залежно від розташування випуклих отворів, можуть бути симетричними і несиметричними, можуть мати одну та декілька точок і бути одночарунковими та багаточарунковими. Опирання бункерів на колони будинку чи на окремо стоячі стояки здійснюється через бункерні балки. Основними несучими елементами бункера є трикутні жорсткі рами, які складають каркас його нижньої пірамідальної частини.

1.2.2 Лотково-призматичні бункери. Лотково-призматичний бункер є великої протяжності лоток призматичної форми, який має на дні ряд отворів, які призначені для випуску сипучої маси. Бокові стінки бункерів можуть бути вертикальними чи похилими.

Бункери цього виду, також як і пірамідально-призматичні, належать до числа жорстких, які зберігають постійну форму в процесі завантаження і розвантаження. Це дозволяє виконувати їх несиметричними з довільним розташуванням випускних отворів. Поперечна жорсткість бункера забезпечується спеціальними сідловими рамами з розпірками, які розташовані між воронками.

1.2.3 Гнучкі бункери. Гнучкий бункер є циліндричною не замкнутою оболонкою з горизонтальною віссю, яка підвішана до двох поздовжніх несучих балок, які опираються на колони будинку чи на окремо стоячі стояки. На торцях бункерів встановлюються жорсткі вертикальні стінки, які з'єднані з оболонкою довгими тягами. Точки гнучких бункерів мають,

як правило, циліндричну форму і розташовуються в нижній його частині по осі симетрії.

Завдяки відсутності ребер жорсткості і роботі стінок в основному на розтяг гнучкі бункери належать до числа найбільш економічних за витратами сталі ємкостей для зберігання сипучих матеріалів.

1.2.4 Гнучкі бункери з жорсткими розвантажувальними воронками. Бункери цього типу рекомендуються для зберігання плоских сипучих руд. Вони можуть бути отримані з гнучких, заміною нижньої їх частини жорсткими розвантажувальними воронками. Таке конструктивне рішення бункерів при відносно невеликих збільшеннях витрат сталі дозволяє покращити умови витікання матеріалу. Бункер цього типу порівню з гнучкими менш деформаційний і тому більш зручний в експлуатації. Незмінність контурів бункера у плані в місці примикання розвантажувальних воронок забезпечується горизонтальними бункерними балками з розпірками.

1.2.5 Конусно-циліндричні бункери. Конусно-циліндричні бункери складаються з верхньої циліндричної і нижньої конічної гладких оболонок, які опираються на колони, що з'єднані системою вертикальних зв'язків. Ці ємності також достатньо економічні, однак як великі сховища для сипучих матеріалів не отримали широкого розповсюдження, оскільки більш трудомісткі у виконанні.

1.3 Змішана конструкція бункера

Найбільш досконала змішана конструкція бункера, при якій бункер складається з двох частин – верхньої призматичної та нижньої пірамідальної. Призматична частина виконується зі збірного залізобетону, пірамідальна – з металу.

Призматична частина може бути виконана з залізобетонних плит товщиною 200 мм та шириною 1200 мм. Плити з'єднуються між собою в горизонтальній площині в кутах бункера за допомогою випусків арматури, після чого кути бетонуються. В торцях панелей запроєктовані петлі, за допомогою яких проводиться з'єднання плит з подальшим замоноличуванням стику без зварювання. В бункері такої конфігурації стінки працюють в горизонтальному напрямку як окремі замкнуті рами. Плити за висотою бункера з'єднують тільки конструктивно для отримання міцного шва.

Стінки пірамідальної частини бункера (воронки) виконуються з сталевих листів, який підсилений ребрами з кутикової сталі. Воронку підвішують до металевих ростверка, який опирається на ригелі рами бункерної етажерки (рис. 2).

На ростверк опираються також і залізобетонні стінки призматичної частини бункера. Таким чином, ростверк сприймає все навантаження від конструкції бункера і від ваги речовини, яка знаходиться в ньому. Металева воронка монтується просторовим блоком, маса якого сягає 20 т. Полегшення металевого ростверка може досягатися при внесенні в сумісну роботу з ростверком самої металевої воронки бункера.

При порівнянні варіантів конструкцій бункерів змішаної конфігурації (стілки залізобетонні, воронки металеві) та суцільних металевих було зроблено висновок, що доцільне виконання бункерів сирого вугілля змішаної конфігурації з вертикальними стінками із залізобетону та металевою воронкою. Бункери пилу доцільно виконувати повністю металевими.

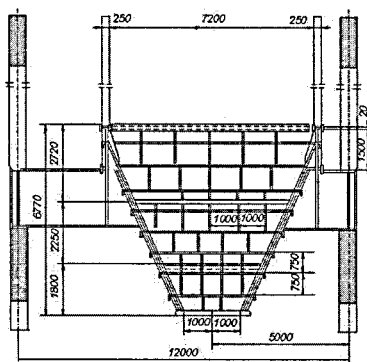


Рисунок 2 – Металева воронка залізобетонного бункера сирого вугілля

В розвантажувальних пристроях вагоноперекидні металеві бункери виконують підвішеними до масивних залізобетонних обв'язувальних балок. Враховуючи велику інтенсивність роботи бункерів та стиранисть стінок, товщину стінки приймають із запасом на стиранисть. З метою запобігання примерзання палива до стінок бункерів передбачений підігрів гарячою водою з температурою 130 °С. Система підігрівальних труб захищена теплоізоляцією.

1.4 Силоси

Силосами називають ємності для зберігання сипучих матеріалів. Силоси окремі чи об'єднані в корпуси входять до складу промислових об'єктів: промислових (силоси для цементу, вугілля, соди) чи сільськогосподарських (елеватори для зерна).

Зверху силосного корпусу передбачається галерея для завантажувального обладнання, знизу – підсилосне приміщення для завантаження вмісту в транспортні механізми.

За формою силоси можуть бути циліндричними чи призматичними з чотирма, шістьма, вісьмома гранями. За витратою матеріалів і вартістю зведення для циліндричних силосів оптимальний розмір діаметра – 6 м, для квадратних в плані – оптимальний розмір сторони 3–4 м. Ці розміри і приймають в практиці. При особливих вимогах до зберігання вмісту силоси можуть бути і більших розмірів в плані; в цьому випадку їх роблять зазвичай круглими (діаметром 12 м чи більше).

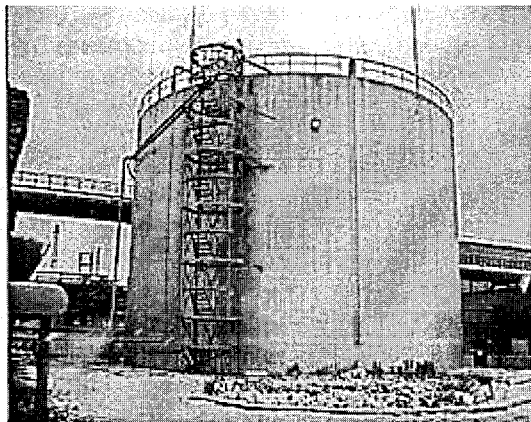


Рисунок 3 – Силос

Об'ємно-планувальні рішення силосних корпусів елеваторів уніфіковані. Розроблені конструкції силосів поодиноких та групових, однорядних чи другорядних, діаметром 6 м, повної висоти корпусу 15–25,8 м, ємністю 250–3000 м³, а також силосів діаметром 12 м, висотою 24,6–42,6 м, ємністю 1700–12000 м³.

Для зернових елеваторів рекомендовані до застосування силоси трьох типів з розмірами в плані 36×24, 36×18, 24×18. Довжина корпусу може бути і більшою, але вона не може перевищувати 48 м для круглих та 42 м для квадратних силосів. Це обмеження диктується необхідністю влаштування температурно-усадочних швів. Типова висота силосів прийнята 30 м, на ґрунтах високої міцності (скельні) вона може бути збільшена до 42 м, а в деяких випадках і більше.

В корпусях, які складаються з циліндричних чи восьмигранних силосів, простір між циліндрами чи восьмигранниками також використовують для зберігання сипучих матеріалів.

Силоси зводять монолітними та збірними. Монолітні силосні корпуси можуть бути круглими чи квадратними. Об'єднання суміжних круглих силосів в єдиний блок виконують на ділянці довжиною 1,5–2 м. Мінімальна товщина стін монолітних силосів встановлена за умовою недопущення розривів в бетоні при переміщенні ковзної опалубки, в якій вони зводяться.

Подібне компонування зберігають і в збірних силосних корпусах. Їх комплектують із елементів трьох типорозмірів: просторового блоку у вигляді замкнутої рами, Г-подібного та плоского. Номінальний розмір висоти збірного ярусу – 1,2 м. Збірні елементи можуть бути гладкими з товщиною стінки 100 мм чи ребристими з товщиною стінки 60 мм. З'єднують окремі силоси в силосний корпус за допомогою оцинкованих болтів.

Збірні циліндричні силоси малого діаметра можна монтувати із суцільних кілець, однак такі силоси застосовують рідко. Збірні силоси з номінальним діаметром 6 м компонують так: кожний ярус складається з чотирьох елементів, які з'єднуються болтами. Збірні елементи можуть бути гладкими (з товщиною стінок 100 мм) та ребристими (з товщиною стінок 60 мм та висотою ребер 150 мм).

Застосовують збірні восьмигранні силоси з просторового блоку у вигляді замкнутої рами з плоских ребристих плит. З'єднання збірних елементів передбачено на болтах. Ця конструкція не отримала широкого застосування.

Розроблена конструкція збірних круглих силосів великого діаметра (12 м) із панелей-оболонок канелюрованого типу з номінальною шириною 1,54 м та висотою 3 м. Панелі мають торцеві ребра, в зовнішніх пазах яких розміщують попередньо напружену кільцеву арматуру силосу. Натяг цієї арматури виконують при укрупненій збірці окремих поярусних шарів на особливому стенді, в якому внутрішній розпір створюється стиснутим повітрям. Після натягу арматуру захищають цементним розчином, який наноситься способом торкретування.

Стіни круглих монолітних силосів зазвичай доводять до фундаментної плити. В підсилосній частині стіни підсилюють пілястрами, на які зверху опираються воронки. Встановлюють також плоске дно на своїх колонах із забудовою поверху. Збірні круглі силоси разом з воронками (які також можуть бути збірними) опираються в підсилосному приміщенні на П-подібні рами. Опирання квадратних силосів здійснюється аналогічно.

Для силосу застосовують бетон класу не нижче В15. Стіни монолітних силосних корпусів зводять зазвичай в ковзній опалубці, яка утримується на домкратних рамах. Тому армують стіни в горизонтальному напрямку окремими стержнями порівняно невеликої довжини з кроком дротів 100–200 мм; товщина захисного шару повинна бути не менше 20 мм. Стики стержнів роблять врозбіг з перепуском кінців на $60d+100$ мм. В силосах малого діаметра попереднє напруження арматури стін не

виконують; для армування застосовують арматуру класу А-III (періодичного профілю).

Стіни круглих силосів діаметром до 6 м достатньо армувати поодинокую горизонтальною арматурою, однак в зовнішніх стінах силосів на 2/3 висоти від дна необхідне подвійне армування для сприйняття згинальних моментів, які утворюються при шахматному заповненні силосів корпусу.

Вертикальні стержні приймають діаметром 10 мм з кроком 300–350 мм для зовнішніх стін силосів та 400–500 мм для внутрішніх. Загальний переріз вертикальних стержнів назначають не менше 0,4% перерізу бетону. Частина вертикальних стержнів встановлюють у вигляді в'язаних каркасів через 1–1,5 м, що забезпечує проектне положення горизонтальної арматури при бетонуванні. Стики вертикальних стержнів роблять в розбіг з перепуском кінців на 35d.

Вертикальні і горизонтальні стержні в усіх місцях перерізів зв'язують в'язальною проволокою; при подвійному армуванні обидві сітки з'єднують поперечними хомутами діаметром не менше 3 мм.

В місцях спрягання з'єднаних силосів кути армують додатковими стержнями, їх діаметр і крок приймають такими ж, як і в основній кільцевій арматурі.

В стінах квадратних монолітних силосів встановлюють подвійну арматуру, враховуючи, що тиск на проміжні стіни можливий з обох сторін, і що горизонтальна арматура повинна сприймати моменти в кутах вдвічі більше, ніж в прогоні.

В збірних силосах принципи армування зберігаються. Виготовлення збірних елементів на заводах дозволяє армувати їх високоміцною дротяною арматурою і тим знизити витрати сталі.

Контрольні запитання

1. Назвіть споруди для зберігання сипучих матеріалів.
2. Які існують види бункерів?
3. Що таке силос?
4. Назвіть основні конструктивні елементи силосів та бункерів.

2 НАГЛЯД ЗА ШТУЧНИМИ СПОРУДАМИ І НАБЕРЕЖНИМИ

2.1 Організація постійного нагляду

Постійним наглядом називається регулярний, не рідше одного разу на місяць, огляд споруд, спрямований на виявлення ушкоджень, забезпечення правильності роботи водовідвідною пристроїв і деформаційних швів, встановлення режиму руху, склад справного протипожежного інвентарю, навігаційних і дорожніх знаків, освітлення і т. д.

Постійний нагляд здійснюється бруківником (дорожнім майстром) або особою, призначеною відповідальною за експлуатацію штучної споруди.

Мостовий майстер зобов'язаний регулярно (після кожного огляду) заповнювати технічну документацію, яка ведеться на штучні споруди, за постійним наглядом.

Основною задачею постійного нагляду є своєчасне виявлення ушкоджень споруд з метою якнайшвидшого усунення.

При виявленні дефектів, що належать до IV категорії, а також інших дефектів, які безпосередньо впливають на безпеку руху транспорту і пішоходів, міри потрібно приймати негайно.

В таких випадках, до усунення дефектів, необхідно призначити безпечний режим руху: погодити з ДАІ та встановити попереджувальні знаки, знаки на об'їзди і заборонності; виставити бар'єри, конуси і щити для обмеження руху транспорту і пішоходів; робити регулювання руху; призначити й упорядкувати об'їзди.

В разі потреби рух повинен бути цілком зупинений.

У зимовий час (при температурі повітря нижче -20°C) при здійсненні постійного нагляду необхідний додатковий щоденний контроль сталевих мостів зі зварними з'єднаннями й елементами. Режим експлуатації таких споруд встановлюється на місці залежно від конкретних умов.

Особливу увагу при здійсненні постійного нагляду потрібно приділяти недопущенню проїзду по мосту перевантаженого транспорту без оформленого належним чином дозволу.

При виявленні випадків самовільного проїзду мостовий майстер повинен негайно інформувати керівництво вищого рівня з метою організації огляду споруди і виявлення можливих ушкоджень.

Провезення ненормованого вантажу, погодженого у встановленому порядку, повинне здійснюватися в присутності інженерно-технічного працівника або майстра експлуатаційної організації, який повинен перевірити відповідність вантажу, який перевозиться, погодженій документації і здійснювати контроль за виконанням умов перевезення.

2.2 Поточні і періодичні огляди

2.2.1 Організація оглядів. Поточні і періодичні огляди штучних споруд і набережних здійснюються інженерно-технічним персоналом експлуатаційної організації.

Метою поточних і періодичних оглядів є: спостереження за загальним станом штучних споруд і виявлення дефектів, які потребують усунення; визначення обсягів робіт зі складу і ремонту; встановлення порядку подальшого нагляду за спорудою.

При поточних і періодичних оглядах, на відміну від постійного нагляду, здійснюється детальний огляд елементів конструкцій, визначаються категорії дефектів.

Поточні огляди штучних споруд і набережних проводяться в таких термінах: дерев'яні мости й укисні ґрунтові набережні – не рідше одного разу в квартал; металеві, залізобетонні, бетонні і кам'яні споруди – не рідше одного разу в півріччя; суцільнозварні, клепанозварні, а також посилені зварюванням сталеві і сталезалізобетонні прогонові будови, особливо зі сталей, схильних до холодоламокості, при негативних температурах повітря – не рідше одного разу на місяць, а при температурі повітря нижче -20°C – щодня.

Штучні споруди і набережні з дефектами, які належать до III категорії, необхідно оглядати частіше, ніж зазначено вище.

Поточні огляди необхідно також проводити після проходу паводкових вод і льодоходу, і восени – перед початком льодоставу. Малі споруди, крім того, оглядаються після сильних зливових дощів, коли спостерігається підняття рівня води.

Періодичність поточних оглядів залежно від конкретних умов визначається за наказом експлуатаційної організації.

Періодичні огляди проводять начальник (зам. начальника) або головний інженер експлуатаційної організації разом з майстром. При необхідності огляд здійснюється комплексно із залученням фахівців. Періодичні огляди проводять не рідше двох разів на рік, в тому числі навесні, після пропускання паводкових вод, і восени після виконання ремонтних робіт. В процесі періодичних оглядів, при необхідності, проводяться інструментальні вимірювання.

Всі виконані при огляді роботи виконують з обов'язковим і повним дотриманням діючих правил і норм охорони праці, а також техніки безпеки за відповідними видами робіт.

2.2.2 Проведення оглядів. При поточних оглядах детально оглядаються всі елементи мостового переходу, охоплюючи конструкцію проїжджої частини і тротуарів, деформаційні шви і сполучення моста з насипом, прогонові будови, опорні частини й опори, русло і конуси насипу та підходи до моста.

На шляхопроводах, крім того, перевіряється: підмостовий габарит, а на водопропускних трубах визначається стан русла і лотків, оголовків і ланок труб, зміцнення укосів насипу і стан проїжджої частини над трубою. Крім того, в зимовий період при низьких температурах ретельно оглядаються сталеві конструкції зварних і клепаано-зварних прогонових будов, особливо з киплячої сталі, і перевіряється положення ковзанок опорних частин на цих спорудах.

Огляд набережних здійснюється окремо, якщо вони не входять в комплекс інших споруд, або при огляді мостового переходу. Майстер при огляді елементів мостів і труб зобов'язаний виявляти і виділяти дефекти, що потребують негайного усунення, фіксувати їх в натурі, а також в технічній документації, в разі потреби організовувати і вести спостереження за зміною дефектів в часі.

Зміну дефектів в часі виявляють шляхом зіставлення й аналізу даних за двома і більше оглядами.

Якщо на споруді виявлені дефекти, що належать до III категорії, або виявлений прогресуючий ріст якого-небудь дефекту або групи однорідних дефектів, майстер повинен негайно сповістити про це рапортом головного інженера або начальника експлуатаційної організації.

При періодичному огляді потрібно перевіряти загальний стан споруди, проводячи, в разі потреби, інструментальні вимірювання, виявляти дефекти, які потребують усунення, встановлювати можливі причини їх виникнення і намічати способи та почерговість їх усунення, складати перелік необхідних ремонтних робіт, виявляти якість здійснюваного нагляду і складу, намічати порядок нагляду на наступний період, а після ремонту споруди перевіряти якість виконаних робіт і ефективність вжитих заходів. При періодичних оглядах набережних, крім робіт, які виконуються при поточних оглядах, визначається: рівень ґрунтових вод і зсув набережних в плані і профілі.

При виявленні нахилів, осідань або зсувів, втрати будівельного підйому або появи прогину балок, а також у випадку їхнього зміщення встановлюється тривалий геодезичний контроль за розвитком зазначених дефектів.

Через складність зазначених робіт і високих вимог до їх точності, вони, як правило, повинні проводитися на договірних засадах організаціями та установами, які мають в силу специфіки своєї діяльності можливість проведення таких робіт зі спеціально складеної програми.

Прості роботи, пов'язані з проведенням тривалих спостережень, що не потребують спеціального устаткування і складної організації (контроль за розвитком тріщин, спостереження за креном невисоких опор за допомогою рівнів або схилів і т. д.), можуть виконуватися силами експлуатаційної організації.

За результатами періодичного огляду необхідно дати оцінку стану споруди і скласти акт періодичного огляду.

Результати поточних і періодичних оглядів щодо кожної споруди повинні бути відображені в книзі або журналі штучної споруди або набережної. В них повинні бути зазначені час проведення огляду, виявлені дефекти, намічуваний обсяг ремонту і перераховані посади і прізвища осіб, які виконали огляд. Головний інженер експлуатаційної організації здійснює контроль за правильністю ведення технічної документації.

При виявленні під час періодичного огляду дефектів, які належать до IV категорії, необхідно скласти висновок або акт, який направляється керівництву вищого рівня для узгодження прийнятих рішень.

2.3 Спеціальні огляди

2.3.1 Організація обстежень і випробувань. Усі штучні споруди і набережні повинні періодично піддаватися спеціальним оглядам (обстеженням і випробуванням) із залученням мостовипробних організацій. Оплата спеціальних оглядів повинна здійснюватися за рахунок засобів на капітальний ремонт або поточне утримання.

Обстеження й випробування штучних споруд здійснюється як при прийманні заново побудованих, реконструйованих і відремонтованих споруд (приймання, обстеження й випробування), так і на різних стадіях експлуатації. Ці роботи складаються, в загальному випадку, з обстеження, статичних і динамічних випробувань. При необхідності можуть встановлюватися тривалі спостереження за спорудами.

При прийманні в експлуатацію всі закінчені будівництвом мости і труби повинні бути обстежені, а мости повинні бути додатково випробувані. Крім того, деякі штучні споруди можуть піддаватися, в разі потреби, обкатуванню.

Приймальним випробуванням піддаються: мости з дослідними і вперше застосовуваними конструкціями; великі мости з нетиповими конструкціями прогонових будов; мости з повторюваністю основних несучих конструкцій (головних балок, арок) понад 100.

В обґрунтованих випадках, за рішенням приймальних комісій, замовника або проектної організації можуть проводитися приймальні випробування й інших споруд.

Приймальні випробування й обкатування труб, як правило, не проводяться.

Обстеження штучних споруд і набережних, які знаходяться в експлуатації, проводиться в плановому порядку з такою періодичністю виконання робіт: дерев'яні мости – 1 раз у 4–6 років; мости з інших матеріалів (в тому числі з клеєної деревини) і набережні – 1 раз у 10–12 років; всі малі мости і водопропускні труби – не рідше 1 разу в 10 років.

Крім того, обстеження експлуатаційних споруд здійснюється: після капітального ремонту або реконструкції; при організації пропуску наднормативних навантажень і після їхнього проходу; при прийманні

(передаванні) споруди від іншої організації (у разі потреби); в позачерговому порядку в аварійних випадках.

Обстеження споруд, за якими встановлене спеціальне спостереження, а також обстеження нових конструкцій, які проходять дослідну перевірку, проводиться в терміни, передбачені програмами встановлених за ними спостережень.

Якщо при поточному або періодичному огляді на споруді виявлені дефекти, які належать до III категорії, то така споруда повинна бути піддана обстеженню в першу чергу, незалежно від планового терміну її обстеження.

Випробування штучних споруд і набережних, які знаходяться в експлуатації, здійснюються у випадках: виявлення дефектів, які знижують несучу здатність елементів конструкцій і вплив яких важко розрахувати; після капітального ремонту або посилення елементів, коли є необхідність перевірки ефективності цих заходів; при необхідності уточнення характеру роботи елементів конструкцій; при визначенні вантажопідйомності споруд або можливості пропускання по них конкретних великовагових навантажень, коли вирішення цих питань шляхом розрахунку ускладнене.

Дренажні споруди набережних випробовуються при виявленні дефектів.

Основною задачею приймальних обстежень є встановлення відповідності побудованої споруди затвердженій проектом і правилами виконання робіт.

Крім того, повинен бути зафіксований первісний технічний стан споруди.

Основною задачею приймальних випробувань мостів є виявлення відповідності дійсної роботи конструкцій під впливом тимчасових навантажень прийнятим в проекті розрахунковим передумовам, вимогам, нормам.

Оформлені належним чином матеріали обстежень і випробувань є в сукупності з іншими документами підставою для вирішення питання про здавання (приймання) споруди в експлуатацію і про відкриття на ній руху транспорту і пішоходів, розробки заходів щодо складу і нагляду, визначення фактичної вантажопідйомності, перевірки можливості пропускання конкретного великовагового транспортного засобу, введення або скасування раніше встановленого обмеження за пропуском навантажень.

Задачею обстежень експлуатаційних споруд є встановлення зміни їхнього технічного стану за визначений період експлуатації. Крім того, при обстеженні повинні бути отримані дані, необхідні для розрахункового оцінювання вантажопідйомності споруди з врахуванням її фактичного стану.

Основною задачею випробувань експлуатаційних споруд є виявлення характеру фактичної роботи елементів споруди під впливом тимчасових навантажень.

Роботи з обстежень і випробувань споруд повинні виконуватися спеціалізованими мостовипробними організаціями.

Для вирішення окремих питань, які можуть виникнути в процесі обстежень, до спільної роботи потрібно залучати відповідні спеціалізовані організації (водолазні станції, бурові організації, лабораторії і т. д.).

При обстеженнях і випробуваннях споруд мета, основні задачі, а також перелік і зміст робіт повинні бути відображені в програмі, яка погоджується із замовником. Склад і обсяг робіт, які вносяться в програму, залежать від наявності і повноти технічної документації; при її відсутності потрібно передбачити виконання робіт в обсязі, який забезпечує одержання необхідних даних.

Програма випробувань складається на підставі попередніх теоретичних розрахунків, які обґрунтовують величину (масу) навантаження, порядок завантаження, місця установаження вимірювальних приладів, кількість заїздів і т. д., а також оснащеність оглядовими пристосуваннями.

Якщо обстеження або випробування здійснюється в зв'язку з передбачуваним капремонтном або реконструкцією, то програма складається проектною організацією, яка розробляє проект.

Навантаження при статичних випробуваннях повинне задовольняти умову:

$$K_q - S_h(1+x) < S_n < K_t - S_h(1+x),$$

де S_n – зусилля або згинальний момент (а для елементів, які працюють на спільну дію згинального моменту і подовжньої сили – найбільші за абсолютною величиною сумарні напруги) у випробовуваному елементі або перерізі від випробного навантаження;

S_h – те ж від нормативного тимчасового навантаження, прийнятого в проекті, або від максимального вірогідно встановленого обстеженням;

K_t – коефіцієнт, прийнятий рівним 0,8 для конструкції із залізобетону, в якій поява тріщин з розрахунку не допускається;

K_q – коефіцієнт, прийнятий рівним 0,7 при довжині завантаження лінії впливу або її ділянки 24 м і більше, і рівним 0,5 при довжині завантаження менше 2–5 м. Для набережних потрібно приймати $x=0$; $K_q=0,5$.

Всі відступи від програми обстеження або випробування повинні бути погоджені з особами, які погодили і затвердили програму.

Виконання підготовчих робіт (очищення конструкцій, влаштування риштування і т. д.), які забезпечують виконання обстежень і випробувань, покладається на замовника. Склад і обсяг підготовчих робіт визначає організація, яка виконує обстеження й випробування.

Всі роботи з обстеження й випробування споруди повинні виконуватися з обов'язковим і повним дотриманням чинних правил і норм охорони праці та техніки безпеки щодо відповідних видів робіт.

Для одержання повної і достовірної інформації про споруду і з метою дотримання техніки безпеки спеціальні огляди повинні проводитися при додатних температурах повітря.

2.3.2 Проведення спеціальних оглядів. Спеціальні огляди (обстеження) охоплюють: ознайомлення з технічною документацією на споруду; визначення основних розмірів споруди та її елементів; виявлення розташування споруди і її елементів в плані та профілі; перевірку відповідності параметрів конструктивних елементів вимогам норм; польовий контроль якості матеріалу; проміри русла в створі моста, в опорах і набережних; оцінювання технічного стану і виявлення дефектів; визначення вантажопідйомності і призначення режиму експлуатації споруди; складання звітної документації (акта або звіту) з пропозиціями з усунення дефектів.

Необхідність випробування споруди, підводного обстеження опор, лабораторної перевірки якості матеріалів та інших спеціальних робіт, визначається за результатами аналізу комплексу робіт.

В результаті ознайомлення з технічною документацією і зіставленням отриманих даних з натурними встановлюють: відповідність натурних параметрів проектним; відступ від затвердженого проекту при будівництві; відповідність якості застосовуваних будівельних матеріалів вимогам проекту; зміна в стані споруди за минулий період експлуатації; дефекти, наслідки аварій, результати спостережень і обсяги ремонтних робіт, виявлені попередніми оглядами, а також які мали місце в період експлуатації між обстеженнями; наявність і правильність ведення техдокументації з наглядю.

При ознайомленні з документацією з нагляду (картки, книги і журнали штурхних споруд, журнали спостережень) потрібно перевіряти повноту інформації про споруду. Якщо в цих документах відсутні необхідні відомості або наведені відомості не відповідають дійсності, потрібно внести в них корективи разом із представником експлуатаційної організації.

При розгляді технічних звітів щодо обстеження або актів оглядів необхідно перевіряти виконання зазначених в цих документах заходів щодо усунення дефектів, спостереження за ними, а також рекомендацій з утримання й експлуатації споруди.

При відсутності технічної документації, а також при першому огляді споруди необхідно перевіряти всі його основні розміри, доступні без виконання спеціальних робіт – довжину на проїжджій частині, відстань від низу прогонової будови до рівня нижніх вод (на шляхопроводах – до проїжджої частини або головки рейки), габарит проїжджої частини і тротуару, висоту огорожень, товщину елементів проїжджої частини, повну розрахункову довжину кожної прогонової будови, розміри перерізів елементів, стиків і кріплень, а також відстань між елементами.

Положення споруди до його основних елементів в плані і профілі, при необхідності, перевіряється при кожному черговому спеціальному огляді споруди. При цих роботах потрібно знімати подовжній і поперечний профілі проїжджої частини і підходів та визначати положення опор – оцінки верхніх граней ригелів або підфермових майданчиків опор.

Положення головних балок і ферм сталевих, сталезалізобетонних і залізобетонних прогонових будов в плані і профілі необхідно визначати у випадку візуального виявлення їх провисання, втрати будівельного підйому або деформації в плані, розтріскуванні сталевій стінки, появи тріщин в бетоні або металі, а також у випадках проведення тривалого спостереження за загальними деформаціями прогонових будов. На залізобетонних прогонових будовах, армованих ненапруженою арматурою, такі роботи потрібно проводити при розкритті вертикальних тріщин в розтягнутій зоні балок більше 0,3 мм.

При візуальному виявленні нахилу опор необхідно визначати його величину у вертикальній площині як вздовж, так і поперек моста. Якщо в пальових або рамних опорах при нормальному положенні опори в цілому, окремі палі або стояки мають нахил до вертикалі або конструкцією передбачене похиле положення опори, то спеціальних вимірювань для визначення положення опори не потрібно.

Результати вимірювань повинні бути подані у вигляді графіків, на які наносяться також результати попередніх вимірювань. На цих графіках вказуються температура й умови вимірювань. Всі зміни положення споруди і її елементів в плані і профілі визначаються шляхом зіставлення раніше проведених оглядів.

Товщину покриття необхідно виміряти в тих випадках, коли в період до чергового спеціального огляду був виконаний ремонт покриття з вкладанням нового шару без зняття старого. Зовнішніми ознаками надмірного стовщення можуть бути: зменшення висоти бордюру, перекриття асфальтобетоном отворів для скидання води в бордюрі.

Товщину покриття потрібно вимірювати, як правило, біля водовідвідних трубок в двох-трьох місцях на споруді. Результати вимірювань порівнюються з даними проекту.

Положення і стан опорних частин необхідно перевіряти при кожному спеціальному огляді.

При кожному огляді потрібно визначати профіль дна в створі моста з метою виявлення розмивів ґрунту біля опор і характеру зміни профілю дна русла.

Огляд необхідно супроводжувати, як правило, фотозйомкою, контрольними вимірюваннями, а також перевіркою якості матеріалів конструкцій, які виробляються та, які не руйнуються методами контролю (ультразвуковими, склерометричними і т. д.). При необхідності виконується розкриття елементів і вилучення з конструкції із наступним проведенням лабораторних досліджень.

Всі тріщини, виявлені в металевих елементах, а також тріщини в залізобетонних і бетонних елементах, коли їх розкриття перевищує величини, які допускаються нормами на проектування, повинні бути відзначені на конструкції: довжина, розмір розкриття і дата обстеження.

При обстеженні необхідно вести журнал для відображення в ньому стану елементів і споруди в цілому, а також дефектів (на словах, у вигляді графіків і схем). Такий журнал розглядається як польовий матеріал і складається в довільній формі, зручній для наступного його використання при обробленні матеріалів і складанні звіту.

Всі роботи, пов'язані з оцінюванням якості матеріалів конструкцій, розкриттям, бураленням елементів, вирізанням і випилюванням зразків, потрібно проводити так, щоб не знижувати несучу здатність споруди. При цьому повинні бути передбачені заходи для своєчасного усунення факторів, які можуть знизити довговічність споруди.

В результаті огляду споруди потрібно дати оцінку її технічному стану відповідно до зазначеного, рекомендувати методи усунення ушкоджень і режим експлуатації.

2.4 Огляд підмостової зони і підходів до моста

В результаті ознайомлення з технічною документацією й огляду виявляються зміни, які мали місце з моменту будівництва або попереднього обстеження в умовах судноплавства, в режимі ріки, в стані русла, берегів і заплави ріки на ділянці мостового переходу.

Режим ріки і мостового переходу (напрямок і швидкість течії, рівні води ріки в паводки і між ними, інтенсивність льодоходу, наявність підпору та ін.) встановлюються за даними водомірних постів, занесеними в книгу або журнал штучної споруди, а також за спостереженнями і вимірюваннями в період оглядів.

Для одержання інформації про найбільш високий рівень води або інтенсивності льодоходу дозволяється користуватися відомостями старожиливі. Для вірогідності одержаних даних необхідно користуватися свідченнями декількох осіб.

При огляді потрібно звертати особливу увагу на підмивання берегів і наноси в руслі, утворення нових проток, зміну положення основного русла під мостом, наявність звуження і стиснення русла рослинністю і сторонніми предметами, підмивання опор, насипів та їх конусів, руйнування берегоукріплювальних пристроїв.

Характер і глибину зміни профілю дна русла необхідно встановлювати за допомогою вимірювання глибин в створі моста під крайньою верхньою балкою. У випадку виникнення небезпеки підмивання опор необхідно також зробити замірювання навколо опор в межах місцевого розмивання.

Отримані дані оформляються графічно у вигляді профілів із вказанням оцінок рівнів і дна, низу прогонових будов, закладення фундаментів опор,

а також глибини, положення осей опор і зрізу води. Тут же наносяться дані попередніх оглядів. Дані щодо місцевого розмивання оформляються у вигляді плану в горизонталях (ізобатах).

При зіставленні даних, отриманих в різний час, виявляються характер і розміри розмивання русла під мостом, в тому числі і біля опор. Отримані дані використовуються також для якісного і кількісного оцінювання.

Профіль потрібно знімати за точками, які дають чітке уявлення про зміну конфігурації дна русла. Зазвичай призначаються точки через 2–10 м і біля опор з обох сторін.

При огляді берегів потрібно виявляти місця підмивів, фільтрації води через насип, а також руйнування берегів і укосів насипів, конусів, берм, рисберм, виїмок та ін.

При оглядах підходів до моста і регуляційних споруд встановлюють основні параметри підходів: ширину проїжджої частини, повну ширину земляного полотна, закладення укосів підходів, протяжність підходів в межах розрахункового рівня високих вод; стан покриття проїжджої частини; чистоту проїжджої частини та узбіч; наявність на підходах (відповідно до проекту) і стану зміцнення бетонних лотків і водоприймальних колодязів на підходах із затяжними поздовжніми ухилами; наявність перед спорудою габаритних воріт там, де це необхідно; наявність сходів, оформлених з'їздів і т. д.

2.5 Огляд мостового полотна

При огляді мостового полотна визначаються стан настилу або покриття, з'єднання місця з підходами і прогоновими будовами між собою, водовідводу і гідроізоляції, тротуарів, поруччя, огорожень, приладів сигналізації, дорожніх знаків і розмітки ліній освітлення й інших комунікацій, пропущених через міст.

В асфальтобетонному і цементобетонному покриттях потрібно виявляти: тріщини і нерівності, місця скупчення води на проїжджій частині, руйнування покриття з оголенням захисного шару і його арматурної сітки, порушення подовжнього і поперечного ухилів на проїжджій частині, стовщення покриття у випадку, коли його нові шари покладені без зняття старих та ін.

При утворенні в з'єднанні моста з насипом осідань необхідно виявляти їх розмір і визначати причини появи. Дефект може бути виявлений як зовнішнім оглядом з'єднання, так і розкриттям насипу або лабораторною перевіркою характеристик ґрунтів.

Осідання можуть з'явитися через відсутність перехідних плит, їх зсуву або руйнування, а також внаслідок перезволоження або розмивання ґрунту насипу, наявності в насипі недренувального або слабоущільненого ґрунту.

В зоні деформаційних швів необхідно виявляти характер і причини руйнування покриття на краях прогонових будов.

При огляді тротуарів, поруччя, які огорожують пристрої, потрібно звертати увагу на стан тротуарних плит, блоків і вузлів прикріплення поруччя огорожувальних конструкцій до плити проїжджої частини. В місцях закладання поручневих стояків і огорожувальних конструкцій, а також в тротуарних плитах необхідно виявляти відколи, тріщини і руйнування бетону, а також пробоїни в самій плиті. Крім того, потрібно перевіряти вертикальність поруччя, його безперервність і повноту заповнення ґратів, а також забезпеченість відводу води з покриття тротуарів і з тротуарних коробів.

В огорожувальних конструкціях необхідно перевіряти прямолінійність огорожень, виявляти місця відривання горизонтальних елементів від стояків, ушкодження огорожень в результаті механічних впливів.

Велику увагу потрібно приділяти стану і функціонуванню системи водовідводу: виявляти місця скупчення води на покритті і ділянки з ухилами покриття, які не забезпечують стік води та її скидання, місця засмічення або руйнування водовідвідних пристроїв, а також загальне забруднення покриття проїжджої частини. При цьому необхідно визначити достатність довжини трубки для відводу і скидання води за межі конструкції.

Стан гідроізоляції встановлюється за зовнішніми ознаками на плиті проїжджої частини і, при необхідності, шляхом її розкриттів у вибіркових місцях.

На нижній поверхні плити проїжджої частини виявляються ознаки фільтрації води через тріщини, щілини і «вікна» омонолічування в плиті, які найбільш легко можуть бути виявлені в період тривалих або інтенсивних дощів.

В суху погоду порушення гідроізоляції можна встановити за утворенням на плиті слідів окислення цементу у вигляді плям або сталактитів білого або жовтуватого кольору. При цьому потрібно враховувати, що подібні плями можуть утворитися також в період будівництва моста до укладання гідроізоляції, якщо перерив в роботах був значний.

Характерні місця порушення гідроізоляції знаходяться, як правило, у водовідвідних трубках, під тротуарами, біля бордюрів і деформаційних швів, і об'єднання збірних елементів плити та деформаційних швів дорожніх знаків і огорожень.

При виявленні ушкодження гідроізоляції проїжджої частини мостів і шляхопроводів з розташованої у верхній частині плити попередньо напруженою арматурою для усунення дефектів повинні бути прийняті негайні міри, аж до закриття руху.

В деформаційних швах, якщо їх конструкція доступна для обстеження, потрібно перевіряти загальний стан, забезпеченість вільного переміщення кінців прогонових будов при зміні температури і впливу тимчасових

навантажень, плавність з'єднання деформаційних швів з покриттям проїжджої частини, роботу системи водовідводу в межах шва.

У швах закритого типу необхідно перевіряти герметичність шва (вода з проїжджої частини не повинна попадати на опори через шов), стан мастики і компенсатора, а також забруднення зазора, тріщини в покритті над швом або розтріскування асфальтобетону свідчить про недеформативність заповнення або забруднення зазорів шва.

Якщо шов влаштований з розривом асфальтобетону над ним, потрібно перевіряти також стан країв шва і ділянок покриття, які прилягають, облямівок і гумових вкладишів.

У швах відкритого типу потрібно перевіряти: цілісність конструкції шва, якість кріплення інших елементів, стан металу ковзних листів, огорож, водовідвідних пристроїв, правильність з'єднання горизонтальних листів шва з покриттям проїжджої частини. При огляді швів необхідно виявляти такі дефекти, як обриви ковзного листа, корозію сталевих елементів, забруднення лотків, руйнування сталевих огорож, порушення водовідводу.

В шарнірному з'єднанні температурно-нерозрізних прогонових будов потрібно перевіряти герметичність і стан конструкції проїжджої частини над опорою, ознакою порушення нормальної роботи цієї зони є тріщини або розтріскування покриття проїжджої частини, а ознакою порушення герметизації – зволоження нижньої поверхні плити проїжджої частини.

В мостах з дерев'яним настилом проїжджої частини потрібно визначати ступінь зносу дощок, виявляти нерівності і злами, нещільності в місцях опирання на елементи, що знаходяться нижче, стан нижнього настилу і поперечок, а також наявність механічних ушкоджень і розщеплень бордюрних брусів, загнивання деревини в місцях з'єднання настилу з поперечками та інші дефекти.

При наявності на мосту комунікацій або освітлення необхідно перевіряти стан цих систем і надійність їх кріплення до елементів моста, виявляти можливі фактори негативного впливу комунікацій на умови експлуатації моста. При виявленні таких факторів або яких-небудь інших дефектів комунікацій перед власниками комунікацій повинно ставитися питання про негайне їх усунення. При огляді потрібно перевіряти стан протипожежного устаткування на мосту, елементів заземлення, огорожень контактної мережі, майданчиків-притулків.

2.6 Огляд несучих конструкцій залізобетонних прогонових будов, бетонних і кам'яних мостів

При огляді прогонових будов залізобетонних, бетонних і кам'яних мостів потрібно перевіряти стан несучих конструкцій, правильність з'єднання збірних елементів і опирання прогонових будов на опорні частини, виявляти місця забруднення і зволоження несучих елементів,

ушкодження бетону й арматури, а також видимі незброєним оком загальні деформації – провисання головних балок, зсуви і вигини.

В елементах конструкцій потрібно виявляти місця фільтрації води і окиснення бетону, плями іржі на бетонній поверхні, тріщини, раковини і відколи в бетоні і кладці, руйнування окремих ділянок масиву і стиків, оголення і корозію арматури закладних деталей, дефекти з'єднань збірних елементів, відшарування захисного шару і зовнішніх покривних шарів (штукатурки, торкретбетону, лещаток розчину), залишки дерев'яної опалубки і руйнування, викликані ударами рухомого транспорту та іншими механічними впливами.

В усіх випадках необхідно звертати увагу на ділянки бетонної поверхні з плямами іржі, яка вказує на порушення водонепроникності бетону або на недостатність захисного шару арматури.

Особливу увагу потрібно звертати на появу нових тріщин в бетоні і кладці, щодо виявлення яких необхідно з'ясувати причину їх утворення і характер розвитку.

Досліджуючи тріщини, необхідно враховувати, що усадочні і температурно-усадочні тріщини впливають, в основному, на довговічність конструкції, а силові як на довговічність, так і на вантажопідйомність.

При обстеженні тріщин потрібно визначати величину їх розкриття, зі збільшенням якого зростає небезпека корозії арматури. В конструкціях зі звичайною стрижневою арматурою безпечними від корозії можна вважати тріщини розкриттям до 0,3 мм в звичайних умовах і до 0,2 мм при агресивному навколишньому середовищі.

Оцінюючи небезпеку тріщин, потрібно враховувати їх розташування, інтенсивність розвитку і загальний стан конструкції. Зовнішніми ознаками, які характеризують небезпечний розвиток тріщин, слугують потьоки іржі на поверхні бетону або білі потьоки окиснення розчину у тріщинах, а також відколи бетону біля тріщин і надмірні деформації конструкцій. Необхідно звертати особливу увагу на поведінку тріщин під навантаженням.

Інтенсивність розвитку тріщин потрібно визначати за даними тривалих спостережень.

Для перевірки якості бетону конструкції потрібно визначати його міцність, використовуючи для цього: еталонні молотки, склерометри, ультразвукові пристрої та інше.

Приховані дефекти поблизу поверхні, такі як порожнечі, відшарування бетону або дуже слабкий бетон можуть бути виявлені шляхом обстукування поверхні бетону. Щільний бетон видає дзвінкий звук, а з зазначеними дефектами – глухий.

При необхідності визначення стану арматури або її розташувань окремі ділянки бетону розкривають. Така необхідність, як правило, виникає у випадку, якщо встановлюється фізична вантажопідйомність споруди, на яку відсутня проектна документація, або визначається характер

ушкодження арматури, її корозії або розриву, надмірні деформації елементів (при тріщинах більше 0,5 мм, потьоках іржі та ін.).

Необхідно оглядати всі місця з'єднань, ділянки з монолітними конструкціями, звертаючи особливу увагу на місця з допущеними при будівництві відхиленнями від проекту. При цьому в сполученнях і об'єднаннях потрібно виявляти наявність таких дефектів, як слабкий або неущільнений бетон омонолічування, тріщини і відколи, неспіввісне об'єднання елементів, відсутність закладних деталей або зварних накладок в об'єднаннях на зварних накладках, неякісне виконання монтажних зварних швів (непроварення, пористість або переривчастість шва, «прихватка» та ін.).

При огляді несучих конструкцій балкових прогонових будов необхідно перевіряти стан плити проїжджої частини (головним чином нижньої її поверхні), головних балок, діафрагм або поперечних балок.

В цих елементах потрібно, насамперед, виявляти наявність тріщин в бетоні: поперечних в розтягнутій зоні, подовжніх і косих в стиснутій зоні, похилих в приопорних ділянках, подовжніх вздовж напруженої арматури, в місцях її анкерування, опорних вузлах, діафрагмах, стиках складених конструкцій.

В головних балках особливу увагу потрібно звертати на появу тріщин в зоні розтягнутої арматури з розкриттям більше 0,3 мм і косих наскрізних тріщин в балках і діафрагмах, що свідчить про порушення нормальної роботи елемента в терміновій необхідності його ремонту або посилення. Часті поперечні тріщини в розтягнутій зоні елементів, які згинаються, зі звичайного залізобетону при розкритті більше 0,5 мм слугують ознакою серйозного ушкодження елемента.

При наявності таких дефектів необхідно визначити можливість подальшої експлуатації елемента.

В збірних балкових прогонах будови потрібно перевіряти стан стиків балок на діафрагмі або на плиті проїжджої частини (при бездіафрагмових будовах), тому що порушення співвісності напівдіафрагми, погана якість ущільнення бетону омонолічування, відсутність зварних з'єднань напівдіафрагм або неякісне їх виконання ведуть до порушення проектної схеми роботи прогонової будови в цілому, тобто до зміни розподілу зусиль між балками.

Ознаками порушення розрахункової схеми роботи головних балок прогонової будови слугують наскрізні тріщини по всій висоті діафрагм, розриви зварних з'єднань або відсутність об'єднання балок, а в бездіафрагмових прогонових будовах – подовжні тріщини за довжиною стиків на плиті між сусідніми балками. Роботу таких прогонових будов необхідно перевіряти при випробуванні.

При огляді несучих конструкцій прогонових будов з попередньо напруженого залізобетону необхідно враховувати підвищену небезпеку для зведення корозії високомічної арматури і схильність

конструкції до розвитку загальних деформацій за рахунок повзучості бетону. В таких конструкціях необхідно виявляти подовжні тріщини в зоні розташування дротової високоміцної арматури і поперечні тріщини в розтягнутій зоні, які свідчать про повну або часткову втрату попередньої напруги в арматурі. При виявленні в розтягнутій зоні поперечних тріщин з розкриттям 0,1 мм і більше необхідно перевірити значення прогину або вигину елемента, виявити причини утворення дефекту і визначити можливість та умови подальшої експлуатації конструкції.

В попередньо напружених балках необхідно також перевіряти наявність тріщин в опорних вузлах, в місцях анкерування напруженої арматури і в зоні стиків збірних блоків, що найбільш характерно для сухих стиків. Такі тріщини свідчать про місцеві перенапруги бетону.

В мостах з підвісними прогоновими будовами потрібно виявляти крім всього іншого наявність тріщин і сколів бетону в місцях опирання підвісних прогонових будов, а в нерозрізній і консольній прогоновій будові косих і поперечних тріщин в надопорних ділянках. Аналогічні тріщини потрібно виявляти в цих конструкціях при заклишованні рухливих опорних частин або нерівномірному осіданню опор.

При огляді масивних кам'яних, бетонних, залізобетонних арок і зводів необхідно, насамперед, перевіряти ділянки, де можуть бути тріщини.

В плитних прогонових будовах варто перевіряти стан плит і швів між плитами, а також наявність води і льоду в порожнечках.

Оглядаючи прогонові будови, потрібно звертати увагу на порушення опирання їх на опорні частини й опори, тому що неправильна установка балок призводить до відколів ригеля на балках і торців балок, а також до порушення нормальної роботи прогонових будов від температурних впливів при відсутності зазора між балками.

2.7 Огляд несучих конструкцій металевих і залізобетонних прогонових будов

При огляді несучих конструкцій металевих і залізобетонних прогонових будов потрібно перевіряти стан елементів конструкцій, захисного покриття (фарбування) і металу елементів, прикріплень і стиків, а також стан зварних швів і пришовної зони, заклепувальних і болтових з'єднань.

Необхідно звертати увагу на місця, де найбільш ймовірно скупчення бруду і води та можливе ураження металу корозією: П- і Н-подібні елементи, де відсутні дренажні отвори або вони розташовані на великій відстані один від одного; опорні ділянки конструкцій, де можливе скупчення бруду і води в результаті незадовільної роботи деформаційних швів; місця, де вода через шви між залізобетонними плитами проїжджої частини; «вікна» омоноличування плит, тріщини в плиті.

В металі і зварних швах потрібно виявляти тріщини, які утворюються в результаті перенапруги металу, його холодноламкості і старіння. Такі тріщини можуть бути виявлені переважно в місцях з різкою зміною перерізу (наприклад, місця обриву листів, кінці швів і накладок, біля заклепувальних отворів), в місцях примикання ребер жорсткості, діафрагм, фасонки, в зоні зварних швів з дефектами біля швів, а також підрізів металу від механічних впливів.

Тріщини необхідно виявляти ретельним оглядом металу через лупу, а найбільш великі неозброєним оком.

Зовнішніми ознаками виниклих тріщин можуть бути потьоки іржі і відшарування фарби.

При виявленні тріщини необхідно встановити за нею спостереження, тобто періодично вимірювати її параметри – ширину, довжину і положення. Залежно від характеру тріщини й інтенсивності її розвитку необхідно визначати умови подальшої експлуатації елемента, в якому вона виявлена.

При оглядах зварних з'єднань необхідно перевіряти стан заводських і монтажних швів. Особливу увагу потрібно звертати на шви розтягнутих і стиснено-розтягнутих елементів.

В цих елементах необхідно оглядати стикові і з'єднувальні шви, наприклад, які з'єднують пояси і стінку елемента. Основними дефектами зварних швів є тріщини, непровар, підрізи, жужільні включення, пори, напливи шва, невиведені і незабиті кратери та ін.

Якість заклепок перевіряється зовнішнім оглядом і простукуванням головок молотком масою 20 т. Слабкі заклепки при ударі видають глухий деренчливий звук.

Ознаками слабких заклепок можуть бути також потьоки іржі з-під головок зазорів між з'єднаннями елементів.

В з'єднаннях на високоміцних болтах потрібно перевіряти щільність пакетів, які стягуються, стан болтів, гайок і шайб. Щільність пакетів, які стягуються, необхідно визначати щупом товщиною 0,3 мм. При нормальному положенні щуп не повинен входити між частинами пакета на краях елементів і деталей.

При зовнішньому огляді потрібно виявляти відрив головок болтів, зріз гайок, тріщин в гайках і болтах, змінання шайб і головки болта, недостатність довжини різьблення болта.

Болт повинен виступати з гайки не менше, ніж на один виток.

В прогонових будовах з наскрізними ґратами необхідно перевіряти прямолінійність елементів, стан сполучних ґрат, планок та їх кріплень, виявляти скривлення більше 1/500 довжини стиснутих елементів, зв'язків між фермами і балками, а також скривлення більше 1/300 довжини розтягнутих елементів в результаті їх механічних ушкоджень або перегріву металу.

При візуальному огляді необхідно виявляти і вимірювати також короблення елементів, пробоїни, вм'ятини, інші дефекти.

При зовнішньому огляді поверхні конструкцій необхідно встановлювати стан фарбування металу.

Нормальним станом фарбування потрібно вважати покриття, яке утворює рівну плівку без пропусків і потьоків, через яку не просвічує метал, ґрунтовка або нижній шар.

В залізобетонній плиті проїжджої частини сталезалізобетонних прогонових будов потрібно приділяти увагу стану – об'єднання плити з головними або поперечними балками (в мостах з фермами при проїзді знизу).

2.8 Огляд бетонних, кам'яних і залізобетонних опор

При огляді опор необхідно встановити стан підферменників, надводних частин фундаментів і тіла опор, перевірити положення опор у вертикальній площині та їхні висотні оцінки (в необхідних випадках), якість робіт з утримання і ремонту. Якщо є підстави припускати незадовільний стан підвідних або підземних частин, організуються спеціальні роботи з їх обстеження, зокрема, розкриття підземної частини опор або підводне обстеження.

У видимих частинах опор та їх фундаментів насамперед потрібно звертати увагу на щільність і міцність бетону або кладки масиву, наявність великих тріщин в масивних частинах, тріщин і якість бетону на швах омоноличування блоків та тріщини в залізобетонних елементах. Крім того, необхідно перевіряти стан поверхні опори, виявляючи її ушкодження від вивітрювання або механічних впливів – раковини, відколи, каверни, стирання, окиснення бетону.

В руслових опорах при виявленні ушкоджень в ростверку (поява сколів і каверн, а також розм'якшення бетону в поверхневих шарах на бокових гранях, а при високому пальовому ростверку – і на нижній поверхні плити ростверка) необхідно перевіряти воду ріки на агресивність стосовно бетону. Воду потрібно брати безпосередньо в опорі з виявленими дефектами, тому що агресивність води може бути не однаковою біля різних берегів.

Знайти дефекти підводної частини ростверка при низькій воді можна візуально. Зазвичай ці ушкодження помітні на рівні поверхні води. При великій глибині води необхідно залучати для цих робіт спеціалізовані водолазні станції або ділянки підводно-технічних робіт, які можуть усунути виявлені дефекти.

Роботи з підводного огляду опор охоплюють візуальний огляд, контрольні вимірювання та, в разі потреби, перевірку якості матеріалу.

При огляді підфермової частини опори необхідно виявляти місця застою води на ній і тріщини, перевіряти забезпеченість відводу води з

горизонтальних поверхонь. Появу тріщин потрібно розглядати як надзвичайно небезпечний дефект.

В масивних опорах необхідно визначати наявність силових тріщин в тілі опори. Також потрібно виявляти усадочні або температурно-усадочні тріщини і дефекти від механічних пошкоджень, горизонтальні тріщини у швах або місцях, де переривалося при будівництві бетонування монолітної опори.

При огляді кам'яних опор потрібно звертати увагу на якість розшивки швів, наявність процесів вивітрювання, розлад підфермових і лицевальних каменів, окиснення цементного розчину, виявляти місця руйнування кладки: тріщини і щілини у швах, випадання окремих каменів або цілих блоків, нерівномірне осідання кладки і розчленування тріщини, оцінюючи при цьому їх небезпеку. При необхідності визначення якості матеріалу кладки, залежно від глибини поширення дефекту, можуть виконуватися такі операції: локальне розбирання кладки, шурфування або, при великій товщині, буровлення тіла опори.

В облицьованих опорах потрібно визначати, які тріщини проходять в облицювання, а які проникають в середину тіла опори (іноді наскрізь). Для визначення глибини тріщин використовують щупи, роблять нагнітання підфарбованої рідини або розкривають облицювання.

В опорах зі збірних бетонних і залізобетонних елементів, а також в стовпових опорах на палях-оболонках із заповненням потрібно звертати увагу на стан швів, а також блоків контурних елементів і оболонки, де можливе утворення тріщин через різне температурне розширення оболонки і її заповнення.

При огляді залізобетонної насадки (ригеля) крім силових тріщин і відшарувань захисного шару необхідно також перевірити стан з'єднання насадки з колонами і стояками, де можуть виникнути тріщини та відколи бетону за контуром об'єднання.

В стояках (палях) опори потрібно виявляти поздовжні тріщини, злами паль, руйнування бетону в зоні перемінного зволоження і льодоходу. В металевих палях необхідно визначати ступінь ураження металу корозією.

При огляді підвалин потрібно звертати увагу на стан з'єднання моста з насипом і стан конусів. При цьому необхідно виявляти руйнування укосів конусів, їх зміцнень і виявлення їх причин (наприклад, стан дренажу).

В підвалинах із внутрішніми стінками потрібно звертати увагу на ділянки з'єднання передньої і бокової стінки, де можуть бути тріщини, які виникають в результаті промерзання ґрунту при засипанні, впливу рухомого навантаження і під впливом інших факторів, а також на цілісність шва між шафовою стінкою й опорою.

2.9 Огляд опорних частин

При обстеженні сталевих (в тому числі з залізобетонними валками) опорних частин потрібно перевірити: відповідність їх конструкцій проекту; правильність положення рухомих елементів з урахуванням температурних переміщень прогонових будов (як лінійних, так і кутових); стан матеріалу елементів опорних частин; рівномірність опирання нижніх балансирів (подушок) на відповідні елементи опор, рухомих елементів на нижні балансири, верхніх балансирів (подушок) на рухомі елементи і прогонові будови на верхні балансири; надійність кріплення балансирів (подушок) до відповідних елементів опор і прогонових будов; стан опорних і протиугінних елементів, а також захисних кожухів; наявність прихованих дефектів (наприклад, зріз штирів).

При обстеженні гумових опорних частин необхідно встановити: марку гуми і термін служби опорних частин (за технічною документацією); відповідність площі опирання і висоти опорних частин вимогам проекту; наявність можливих дефектів: тріщин в гумі, деформацій, які свідчать про порушення кріплення гуми до сталевих армованих листів (видавлювання гуми за всією площиною торцевої поверхні і видавлювання Е-подібних окремих, безсистемно розташованих валиків або міхурів); відсутність зазорів між опорною частиною та опорними майданчиками балок і підферменників, а також відсутність часткового закладання опорних частин в бетон підферменників; правильність положення опорних частин (кутів зрушення) з урахуванням температури і забезпеченість розрахункових температурних переміщень прогонових будов.

При огляді скляних і комбінованих опорних частин з полімерних матеріалів потрібно перевірити паралельність нижньої і верхньої плит, правильність орієнтації рухомих елементів щодо напрямку переміщень, якість фарбування зовнішніх поверхонь і стан захисних чохлах та кожухів. Потрібно враховувати, що при перевантаженнях і перекосах фторопласт опорних частин «тече», що в кінцевому рахунку призводить до обмеження рухомості і збільшення горизонтальної сили на опору.

При обстеженні опорних частин будь-яких типів необхідно звертати увагу на стан конструкцій опор, які прилягають, і прогонових будов з погляду наявності в них дефектів, пов'язаних з дефектами або неправильною установкою опорних частин (сколи бетону і тріщини в ньому, відсутність зазора для температурних переміщень та ін.).

2.10 Огляд набережних

Під набережними розуміють берегоукріплювальні, струмененапрямні водозахисні і регулювальні споруди, розташовані вздовж берегових ліній, які слугують для утримання ґрунту, захисту берегів і насипів від

розмивання, запобігання повеней, регулювання рівнів води і зміни напрямку течії води та ін.

За умовами експлуатації набережні поділяються на причальні і не причальні.

Спостереження за рівнем ґрунтових вод складаються у визначенні гідростатичного напору (різниця між оцінкою рівня ґрунтової води в акваторії), який виникає при відсутності або несправності дренажних пристроїв, вимірювання гідростатичного напору повинне здійснюватися п'єзометрами з точністю до 0,1 м конструкції.

П'єзометри потрібно розташовувати вздовж кордонної лінії на віддаленні не більше 5 м від набережної. Відстань між пристроями не повинна перевищувати 200 м.

Загальна кількість пристроїв на ділянках малої довжини повинна бути не менше 2. Віддалення пристроїв від кінців набережної повинне бути не менше 10 м.

Результати спостережень за гідростатичним напором оформляються у вигляді графіків зміни величини напору в часі.

Спостереження за агресивністю навколишнього середовища складаються у визначенні рівня агресивності води в акваторії, ґрунтової води і ґрунту засипання.

Проби ґрунтової води витягаються зі шпарин, призначених для проведення спостережень за гідростатичним напором.

Проби води в акваторії беруться в отворах відповідних шпарин. Для взяття проб використовуються водоноси ГРП-19 або ГРП-20.

Хімічний аналіз витягнутих проб води повинен здійснюватися лабораторіями спеціалізованих організацій. В результаті проведених аналізів повинна бути встановлена агресивність середовища відповідно до СНиП 2.03.11-85 стосовно матеріалу набережної.

Рівень агресивності ґрунту засипання визначається в отворах місць спостереження.

Спостереження за зміною щільності ґрунту засипання складаються у визначенні його відносної щільності для обліку при призначенні режиму експлуатації і визначенні необхідності розуцільнення. Проби ґрунту засипання беруться по всій довжині набережної, в отворах, які знаходяться один від одного на відстані 50–100 м.

Витяг проб ґрунту і визначення його відносної щільності повинні виконуватися геотехнічними лабораторіями з дотриманням вимог, запропонованих для даних видів робіт.

Результати спостережень за зміною щільності ґрунту оформляються графічно.

Перевірка наявності в прикордонній смугі «блукаючих» струмів і струмів витоку визначається з метою визначення інтенсивності електрохімічної корозії елементів конструкцій і для призначення

необхідних мір захисту. Роботи виконуються на договірних засадах проектними або іншими організаціями, які мають відповідні можливості.

Спостереження за технічним станом набережних: заміри глибин в прикордонній смузі; контроль положення набережних в плані і профілі; контроль вертикальності набережних; контроль стану матеріалів конструктивних елементів.

Візуальний огляд конструкцій полягає в огляді надводних частин набережних із зняттям, в окремих випадках, розмірів конструкцій, яке супроводжується виявленням і оцінюванням дефектів. Результати оглядів докладно викладаються в журналі набережних.

При виявленні деформацій набережних, їх зміщення, розмивання дна в прикордонній смузі, виникненні наскрізних тріщин, осідань засипання за стінками з метою виявлення або уточнення причин виникнення дефектів здійснюється водолазне обстеження.

Результати водолазних обстежень, крім записів в журналі, оформляються актом.

Заміри глибин виконуються в смузі, ширина якої призначається залежно від вільної висоти набережної. При вільній висоті стінок до 10 м ширина смуги повинна бути не менше 20 м, при більшій висоті – не менше 25 м.

Результати вимірювань відображаються на плані дна в горизонталях, доданому до журналу набережної.

Планове положення набережних визначається з пунктів спеціально прокладеної вздовж набережної місцевої полігонометрії другого розряду.

Висотний зсув визначається від реперів, які закладаються поблизу набережних.

Для спостереження за положенням набережних в плані і за висотою в них закладаються візирні точки.

Пункти полігонометрії і репера повинні розташовуватися за межами зони осадку і зсувів засипання.

Крен стін набережних визначається на кожній секції поблизу від її середини за допомогою креномірів, рівнів і схилів.

За результатами спостережень будуються графіки змін планового висотного положення, а також нахилу набережних.

Стан матеріалів визначається візуальним, інструментальним і лабораторним методами.

При візуальному огляді встановлюється стан бетонних, залізобетонних, металевих і дерев'яних конструкцій, наявність, ступінь розвитку дефектів та їх причини, які викликали ступінь зносу елементів і т. д.

Інструментальними методами визначається міцність бетону і ступінь корозії металу. Лабораторним шляхом визначають фізико-механічні і хімічні характеристики матеріалів.

Для визначення стану конструкцій і ступеня корозії металу (анкерних тяг та їх кріплень) необхідно також робити в певних випадках уривки

шурфів. Оглядати необхідно не менше 2-х шпунтин і 1-ї тяги на кожній секції.

При найнижчих рівнях води потрібно робити додаткові вимірювання в зонах, які зазвичай знаходяться під водою.

Величина повних зусиль в анкерних тягах визначається шляхом вилучення їх з роботи із передаванням зусиль на компенсатори відомого перерізу, що приварюються до них, в яких вимірюються напруги.

Якщо вертикальні панелі закріплені двома анкерними тягами кожна, то вимірювання повних напруг в обох тягах з використанням компенсаторів не допускається.

Після закінчення робіт анкерні тяги в зоні приварки компенсаторів необхідно покрити антикорозійною ізоляцією.

Визначення геотехнічних характеристик ґрунтів визначається відповідно до вимог запропонованих для виробництва інженерно-геологічних вишукувань.

Пробне завантаження верхньої будови безрозпірних набережних потрібно робити за схемами, що створюють: найбільші зусилля в палях або опорних елементах; найбільші згинальні моменти в подовжніх і поперечних балках верхньої будівлі.

Безрозпірними є набережні, які не випробовують бокового тиску ґрунту. Гранична величина пробного навантаження призначається за результатами попередніх розрахунків і контролюється за даними вимірювань, виконаних в процесі завантаження.

Ділянка набережних витримується під навантаженням до згасання деформацій і напруг, але не менше одного місяця.

Пробні навантаження необхідно робити при додатній температурі ґрунту засипання.

При відхиленнях від нормальної роботи внаслідок виникнення дефектів, а також для контролю їх розвитку за набережними можуть бути організовані тривалі спостереження.

2.11 Контроль якості матеріалів

Характеристики матеріалів конструкцій визначаються при обстеженні у випадку відсутності офіційних документальних зведень про них (сертифікатів, результатів контрольних випробувань та ін.) або якщо при обстеженні виявлена явна невідповідність якості матеріалів конструкції офіційним документальним зведенням.

Характеристики ґрунтів основ і засипання опор мостів, неметалевих водопропускних труб, основ, і насипів підходів, а також характеристики ґрунтової і річкової води при обстеженні зазначених конструкцій визначаються в разі потреби (при наявності загальних деформацій конструкцій, ушкоджень, пов'язаних з можливою агресивністю води і т. д.).

При приймальних обстеженнях металевих гофрованих труб визначення характеристик ґрунтів і води здійснюється в усіх випадках.

Для визначення механічних характеристик сталі і дерева потрібно робити випробування стандартних зразків, виконаних із заготівок, вилучених із другорядних і менш напружених конструкцій без шкоди для її міцності.

Визначення характеристик бетону здійснюється, як правило, неруйнівними методами: ультразвуковими, радіоізотопними і склерометричними. Найпоширенішим є визначення характеристик бетону за допомогою еталонних молотків.

В разі потреби можуть висвердловатися зразки з подальшим їх випробуванням.

Добір зразків і проб для випробувань (хімічний аналіз і проведення випробувань) повинні виконуватися відповідно до нормативних документів.

Вимірювання геометричних параметрів штучних споруд і набережних необхідно робити:

а) при періодичних оглядах для визначення величини осідань насипів підходів, обсягів ушкоджень берегоукріплювальних споруд, розмивань дна ріки та її заплав, перебування місць застою води на проїжджій частині і т. д. з метою визначення обсягів робіт з поточного ремонту;

б) при спеціальних оглядах для мети, обумовленої задачею обстеження, відповідно до програми виконуються такі вимірювання: нівелювання проїжджої частини на мосту і підходах до нього зі складанням подовжнього і поперечного профілів; нівелювання і складання профілю лотка водопропускної сурми; складання ситуаційної схеми мостового переходу; нівелювання головних балок (ферм, арок) прогонових будов зі складанням їх подовжніх профілів; зйомка і складання плану розташування ланок водопропускної труби; визначення планового і висотного положення опор; зйомка і складання плану пересічних перешкод; нівелювання і складання профілів підшови насипів підходів і поверхні ґрунту від конусів насипів до зрізу води; приклади глибин і складання плану дна в горизонталях в межах місцевих розмивань і опор; нівелювання і складання подовжніх профілів залізобетонних балок у випадку візуального виявлення тріщин або провисання балок в попередньо напружених балках, і тріщин розкриттям більше 0,3 мм в балках із звичайного залізобетону; зйомка і складання плану поясів балок і ферм при їх візуально помітному скривленні;

в) при виявленні нахилів, осідань або зсувів опор, втрати будівельного підйому або появи залишкового прогину балок для контролю за поведінкою конструкцій протягом тривалого часу, можливості своєчасного вживання необхідних заходів і запобігання аварій.

При проведенні вимірювань потрібно керуватися вимогами ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 «Система забезпечення точності геометричних параметрів в будівництві», ГОСТ 21779-82 «Технологічні допуски», ГОСТ 21780-76 «Загальні правила розрахунку точності»; ГОСТ 23616-79 «Загальні правила контролю точності», «Інструкцією з топографо-геодезичних робіт при інженерних вишукуваннях для промислового, сільськогосподарського, міського і селищного будівництва» (СНІП 1.02.07-87.), а також даною інструкцією.

Для вимірювання застосовуються інструменти і прилади, які пройшли метрологічний контроль, дослідження і польові перевірки.

Вимірювання повної довжини споруд, довжини прогонів, відстаней між осями опор здійснюється від довільного базису, за який, як правило, приймається початок моста. При цьому обов'язково фіксується рівень або перерізи споруди, в яких здійснюються вимірювання, а також величини зазорів в деформаційних швах.

Оцінювання головних балок (ферм) здійснюється по їх поясах в опорних перерізах, середині прогону, а також в перерізах по осях вузлів, поперечних балок, зв'язків і діафрагм. Точки нівелювання фіксуються фарбою на конструкції, результати нівелювання заносяться в журнал встановленої форми.

При наявності на конструкції відзначених точок попередніх нівелювань, нівелювання здійснюється і на цих точках, якщо є можливість.

Ферми з проїздом зверху і балки суцільного перерізу нівелюються на нижньому поясі, а ферми з проїздом знизу – на верхньому і нижньому поясах.

Зйомку плану поясів головних балок (ферм) потрібно робити теодолітом за допомогою поясів, які приставляються до країв, горизонтально розташованих нівелірних рейок.

Нівелювання осі проїжджої частини при довжині прогонів до 15 м здійснюється по осях опор і в серединах прогонів, а при довжині прогонів 15 м і більше – в чвертях прогонів, крім того, нівелюються всі точки перелому профілю покриття проїжджої частини. Поперечники нівелюються по осях опор і в характерних перерізах, які мають значні відхилення профілю прилеглих ділянок.

Нівелювання осі проїжджої частини підходів виконується по точках перелому профілю в межах насипів підходів не більше 200 м.

Поперечники нівелюються за характерними точками, але не менше, ніж на п'яти точках (на осі проїзду, в бордюрах і на тротуарах). При наявності на влаштуванні трамвайних шляхів необхідно визначати оцінку головок рейок.

Планове положення опор щодо осі моста і довільного базису визначається вимірюванням відстаней від базису до подовжніх осей опор і відстаней від осі моста до їх поперечних осей. Висотне положення опор

визначається нівелюванням верху підфермових майданчиків. Положення опори у вертикальній площині визначається теодолітом.

Визначення оцінок споруд здійснюється в місцевій системі висот. При переході від місцевої системи висот до будь-якої іншої системи необхідно використовувати точки елементів конструкцій, оцінки яких в місцевій системі висот відомі.

Всі зміни в положенні споруди та її елементів визначають зіставленням у відповідній графі книги споруди, а також відображають в накопичувальних відомостях або графіках.

В результаті вимірювань повинні бути отримані: загальний вигляд споруди (з верхньої сторони) з нанесенням профілю дна ріки в масштабі 1:100, 1:500; ситуаційна схема мостового переходу в зразковому масштабі 1:500, 1:1000; поздовжній профіль споруди по осі проїзду в масштабі 1:100, 1:1000; профіль лотка водопропускної труби в масштабі 1:25, 1:200; профіль кордонного бруса набережних (або конструкції, виконуючи аналогічну функцію) в масштабі 1:200–1:1000; профілі поперечників в масштабі 1:100–1:500; профілі поясів головних балок і ферм в масштабі 1:50–1:200; план поясів головних балок і ферм в масштабі 1:50–1:200; план розташування ланок труби в масштабі 1:25–1:200; план і профілі пересічних перешкод в масштабі 1:50–1:200; план дна в горизонталях в масштабі 1:100–1:500 (в межах місцевих розмивань); конструктивні креслення в обсязі, обумовленому програмою обстеження.

У випадку виявлення в результатах проведених змін або за непрямыми ознаками нахилів, осідань, зсувів опор, провисання балок або інших деформацій розвиток яких надалі не виключено, потрібно організувати тривалі спостереження за цими конструкціями.

При виконанні тривалих спостережень відповідно до СНиП 3.01.03-84 повинні виконуватися такі вимоги:

а) спостереження за вертикальними переміщеннями опор повинні здійснюватися методами геометричного нівелювання, при цьому середньоквадратична похибка вимірювання не повинна перевищувати ± 1 мм;

б) вимірювання горизонтальних зсувів опор повинні виконуватися методами створних спостережень, окремих напрямків, триангуляції, трилатерації, фотограмметрії і комбінованим; при визначенні величин зрушень допускається максимальна середньоквадратична помилка вимірювання ± 1 мм; вимірювання зсувів повинні здійснюватися в двох точках, розташованих на протилежних гранях опори;

в) вимірювання крену опор здійснюється оптичними або механічними способами, середньоквадратична помилка вимірювань не повинна перевищувати ± 2 мм.

Періодичність і тривалість спостереження, а також граничні величини зсувів повинні призначатися спеціалізованими мостовипробувальними або проектними організаціями.

2.12 Оцінювання технічного стану споруд за даними обстежень і випробувань

Оцінювання мостових конструкцій за даними обстежень і випробувань проводиться на підставі сукупності отриманих даних за всіма видами виконаних робіт шляхом всебічного їх аналізу.

Виявлені дефекти конструкцій повинні бути оцінені відносно їх виявлення на зниження: несучої здатності з урахуванням характеру можливих руйнувань (крихкого, громіздкого, зношеного, пов'язаного з втратою стійкості та ін.); довговічності (тобто небезпеки зниження несучої здатності в процесі експлуатації, внаслідок несприятливого впливу середовища); експлуатаційних якостей споруди та безпеки руху транспорту і пішоходів.

Оцінювання дійсної вантажопідйомності споруди за даними оглядів проводиться на основі норм проектування з урахуванням виявлених ушкоджень і дефектів, тріщин, корозійних ушкоджень сталі і залізобетону, гнилі деревини, розтріскування елементів та ін.

Залежно від характеру і значення виявлених недоліків і дефектів, а також результатів оцінювання дійсної несучої здатності можуть бути рекомендовані різні заходи для забезпечення безпечної експлуатації моста: обмеження величини навантаження, зниження швидкості її руху, проведення ремонту або посилення та ін.

При аналізі виявлених при обстеженні найбільш серйозних, з погляду їхнього впливу на несучу здатність і довговічність конструкції, дефектів, необхідно пам'ятати таке:

а) в сталевих конструкціях: тріщини в зварених елементах повинні розглядатися як потенційна небезпека крихкого руйнування всього перерізу конструкції, яка особливо зростає при мінусових температурах повітря; тріщини в клепаних конструкціях знижують загальну площу перерізу конструкції на величину площі перерізу елемента, в якому вона розташована; корозія металу розцінюється як ослаблення перерізу, а також, як концентратор напруг, які впливають на нівелювання значних викривлень інтенсивно стиснутих елементів, які працюють; місцеві викривлення стінок в зоні дії зосереджених сил є ознакою втрати стійкості елементів і частин конструкцій; лінії Людерса на поверхні металевих елементів розцінюються як ознака інтенсивності розвитку пластичних деформацій, пов'язаних з перенапругою конструкції;

б) в залізобетонних конструкціях: подовжні тріщини в стиснутій зоні бетону з одночасним значним розкриттям поперечних тріщин в розтягнутій зоні (для елементів, які згинаються) можуть вказувати на вичерпання несучої здатності елементів в бетоні; утворення тріщин в швах попередньо напружених поперечно розділених конструкцій, що немає зчеплення арматури з бетоном, повинно розглядатися як настання граничного стану по несучій здатності; наявність групи «волосяних»

тріщин, розташованих поперек арматури; в конструкціях, де з розрахунку поява тріщин не допускається, повинна розглядатися ознака недостатнього обтиснення бетону напруженою арматурою і потребує встановлення спостереження за конструкцією, наявність поодиноких «волосяних» тріщин в таких конструкціях через специфіку розрахунків на тріщиностійкість не потрібно розглядати як дефект; тріщини, розташовані поперек робочої арматури в конструкціях; в розрахунку допускається поява тріщин з обмеженою величиною розкриття, які мають величину розкриття більше 0,5 мм при арматурі періодичного профілю і більше 0,7 мм при гладкій арматурі, можуть вказувати на розвиток текучості в арматурі або на втрату зчеплення арматури з бетоном; невелике (0,05–0,1 мм) перевищення розкриття поодиноких тріщин гранично допустимих значень в таких конструкціях через специфіку розрахунків на тріщиностійкість не потрібно розглядати як дефект; з точки зору довговічності споруди, наявність будь-яких тріщин (незалежно від категорії тріщиностійкості елемента) з величиною розкриття більше 0,15 мм при напруженій арматурі і більше 0,30 мм при ненапруженій арматурі, повинне розглядатися як джерело можливого розвитку корозійних ушкоджень, які згодом можуть призвести до зниження несучої здатності, при наявності таких тріщин, як правило, повинні прийматися міри щодо їх герметизації; наявність незатверділого клею на клейових стиках складених конструкцій, які згинаються, може призвести до зниження несучої здатності по поперечній силі; будь-які відхилення від правильного ведення технологічного процесу при підвідному бетонуванні можуть призвести до повної втрати фундаментами опор несучої здатності;

в) в дерев'яних конструкціях: загнивання деревини розглядається як ослаблення перерізу; значне загнивання, місцеве змінання, відколи (особливо в зрубах і шпонках), а також наявність значних за площею не проклеєних ділянок в прогонових будовах з клеєної деревини можуть призвести до зниження несучої здатності конструкцій, а в деяких випадках і до повної її втрати.

Основним критерієм оцінювання споруди за результатами статичних випробувань є відношення величин вимірюваних при випробуванні факторів (напруг, прогинів, зусиль, переміщень і т. д.) до величин тих же факторів, теоретично обчислених від впливу випробного навантаження методами, прийнятими в проекті.

Контрольні запитання

1. Як організувати постійний нагляд за штучними спорудами?
2. Які існують види оглядів за штучними спорудами?
3. Організація обстежень і випробувань.
4. Як проводять огляд підмостової зони і підходів до моста?

5. Як проводять огляд мостового полотна?
6. Як проводять огляд несучих конструкцій залізобетонних прогонових будов бетонних та кам'яних мостів?
7. Як проводять огляд несучих конструкцій металевих і залізобетонних прогонових будов?
8. Як проводять огляд бетонних, кам'яних і залізобетонних опор?
9. Як проводять огляд опорних частин?
10. Як проводять огляд набережних?
11. Контроль якості матеріалів.

3 ВИСОТНІ СПОРУДИ

3.1 Монтаж радіо- і телевізійних веж

Монтаж радіо- і телевізійних веж виконують переважно методом нарощування за допомогою монтажною щоглою, універсального підвісного або самопіднімального крана, гелікоптера. Монтаж веж невеликої висоти (приблизно до 100 м, масою до 50 т) іноді здійснюють методом повороту. В окремих випадках вежі монтують методом нарощування.

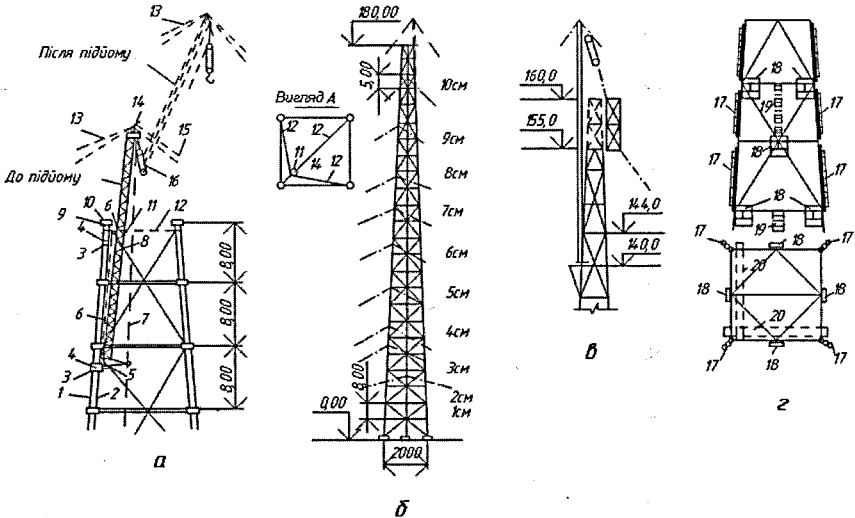


Рисунок 7 – Монтаж телевізійної вежі за допомогою щогли

Монтаж телевізійної вежі монтажною щоглою показаний на рис. 7, 8. Щоглу висотою 29 м нижньою опорою встановлюють на хомут, який опирається на планку і закріплюється на одній зі стоек раніше встановленої секції вежі. На фланець верхньої секції щогли встановлюють піднімальний башмак з поліпастом 6, призначеним для піднімання щогли за допомогою гака, на якому підвішена опора. На головку щогли підвішений вантажний поліпаст 16, нитка 7 якого спрямована на електрорелебідку зі стислячим зусиллям 5 т. Стійкість щогли забезпечується рамкою, скріпленою зі стояками (під верхньою розпіркою секції вежі), а також передніми і задніми розчалюваннями. Шляхом змощування розчалювань барабан лебідки регулюється і фіксує положення оголовка щогли під час піднімання елементів вежі. Щоглу піднімають (рис. 7, а) разом з опорним хомутом, розмір якого зменшується в міру

зменшення діаметра стояка. Після піднімання щогли на чергову стоянку знімають рамку і башмак з поліспастом, знову встановлюють їх після того, як щогла, змонтувавши наступну секцію, буде приведена у вихідне положення. Перші три секції монтують щоглою, встановленою в центрі підставки вежі (рис. 7, б). Потім до відмітки 140 м (8-ма стоянка) щоглу переміщують в середині вежі по одній з її стояків. При переході на 9-ту стоянку щоглу переставляють назовні вежі (рис. 7, в). Починаючи з цієї стоянки і до останньої, вежу монтують цілими призматичними секціями з використанням відтягнень для того, щоб секція, яка знову піднімається, не зачіплялася за раніше змонтовані конструкції вежі.

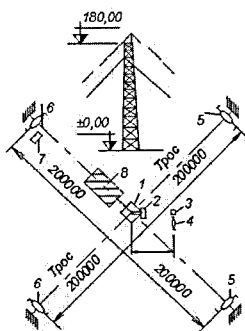


Рисунок 8 – Будгенплан зведення телевізійної вежі висотою 180 м монтажною щоглою

Підмостям (рис. 7, г) при монтажі вежі слугують: кутові сходи 17, призначені для переміщення вздовж стояків і з'єднання фланцевих стиків (ці сходи заздалегідь – на землі – прикріплюють до елементів стояків; в міру перестановки щогли за висотою вежі сходи знімають і повертають вниз для кріплення до наступних елементів стояків); люльки, з яких виконуються стикування розкосів і натяг фаркопфів; сходи 19, необхідні для роботи з приєднання гнучких розкосів до розпірок вежі; перехідні містки і щити.

Монтаж зв'язків стояків вежі і натяг розкосів в процесі монтажу виконуються в такий спосіб. Розкіс і тягу піднімають разом з розпіркою 3, зв'язуючи кінці дротом; розкоси – разом з елементом стояка. Далі встановлюють розпірки 6 і горизонтальні зв'язки в площині розпірок, навішують сходи 19 з колискою (рис. 7, г). З цієї коліски закріплюють розкоси до розпірки 3 і встановлюють горизонтальні зв'язки в площині розпірок 3. Розкоси, які утворюють повний хрест, натягають за допомогою фаркопфів одночасно в двох суміжних панелях (в межах поділок 32–104 м). Обертаючи фаркопфи і натягаючи розкоси, надають конструкції незмінюваність і вивіряють монтувальну ділянку. Потім для

одержання розрахункового зусилля в розкосах натяг продовжують за допомогою спеціального ключа з індикатором, попередньо від тарованого на зусилля 16,3, 12,5 і 9 т для розкосів, які мають діаметр відповідно 48, 42 і 36 мм. Цими зусиллями створюють попередній натяг 900 кгс/см^2 .

Для тарування ключа заздалегідь (на землі) в горизонтальному положенні збирають одну з граней секції вежі з розкосами і прикріплюють до них тензометр на протилежному від фаркопфа кінці. Після натягу розкосів роблять вивірку зібраної частини вежі теодолітом, а після закінчення монтажу – контрольну геодезичну зйомку вежі.

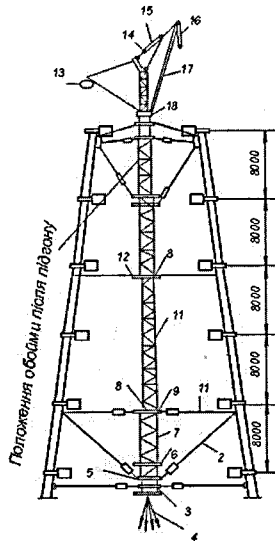


Рисунок 9 – Підвісний кран для монтажу телевізійної вежі

При монтажі телевізійної вежі підвісним краном (рис. 9) останній розташовують і переміщують по осі вежі. Обойму крана підвішують до ніг встановленої секції за допомогою підвісок і розчалоють розтяжками, закріпленими до хомутів на обоймі і до скоб на ногах. Між консолю 6 обойми і консолю 3 на нижньому кінці щогли розташовують поліспаст 5, за допомогою якого щоглу переміщують нагору. Щогла, яка складається з п'яти секцій, проходить всередині рамки, що переміщується по щоглі. Рамка в робочому положенні закріплюється штирем і розчалоється тросами до ніг щогли.

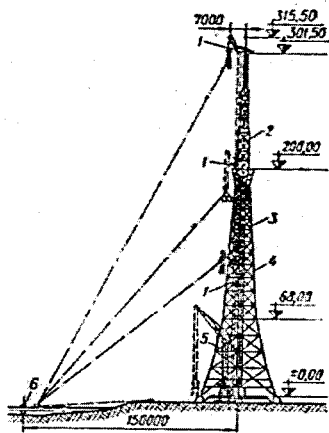


Рисунок 10 – Схема монтажу телевізійної вежі

Сталеві конструкції телевізійної вежі висотою 315 м Ленінградського телецентру (115) монтували нарощуванням в проектному положенні за допомогою спеціального самопіднімального крана вантажопідйомністю 15 т, що піднімається по шахті ліфтів і антени. Конструкції антени, особливо її верхньої частини, не могли сприймати монтажні навантаження від самопіднімального крана. В зв'язку з цим був створений кран з довгою щоглою, щоб при монтажі антени навантаження від крана передавалося на шахту і стовбур вежі. Кран складався з поворотного оголовка зі стрілою довжиною 17 м і консоллю противаги. В ньому були використані основні вузли крана БК-300 і граччаста чотиригранна щогла перерізом $1,47 \times 1,47$ м, довжиною 123 м. Кран встановлювали на відстані 4 м від центра вежі, що дозволяло пропустити щоглу крана між конструкціями нижньої призми антени і вузькою частиною стовбура вежі на відмітці 187 м і висунути щоглу до відмітки 305 м для монтажу верхньої частини антени. Кран кріпили до конструкцій шахти та антени горизонтальними рамками, які сприймають горизонтальні навантаження і забезпечують стійкість крана. Вертикальні навантаження сприймалися тільки опорами на шахті. Піднімали кран на наступну стоянку двома спареними поліспадами вантажопідйомністю по 60 т. Керування краном здійснювали з землі, а зв'язок з монтажною бригадою крановик підтримував радіотелефоном. Нижню частину вежі до відмітки 68 м і шахту до -72 м монтували баштовим краном БК-300В з подовженою вежею і стрілою. Цим краном був змонтований також самопіднімальний кран.

3.2 Монтаж витяжних труб

Витяжні труби монтують методами: нарощування панелей або блоків конструкцій; комбінованим: нижню частину — укрупненим блоком, встановленим самохідним краном, верхню — нарощуванням; в цілому вигляді: щоглами або вижиманням.

Монтаж методом нарощування здійснюють секціями за допомогою спеціального порталу або повзучого крана. При цьому методі великі обсяги робіт з оформлення вузлів і перестановки крана виконують на висоті, яка потребує влаштування спеціальних пристосувань: колісок, сходів, риштування. Монтаж ведуть в небезпечних, стиснутих умовах, при уповільненому темпі. Все це знижує продуктивність праці монтажників і збільшує тривалість робіт. Останнім часом витяжні труби монтують методом нарощування з використанням приставних баштових кранів вантажопідйомністю 25 т.

Для прискорення і спрощення робіт нижні секції каркаса труби на висоту 20–50 м монтують гусеничними кранами. Монтаж інших секцій виконують повзучим повноповоротним краном, порталним підйомником або за допомогою спеціальної траверси, встановленої на верхній секції витяжної труби. В останньому випадку в змонтованому каркасі встановлюють верхню частину труби довжиною 35 м, на оголовку якої закріплюють траверси (рис. 11) з двома вантажними візками. Трубу підсилюють ребрами жорсткості і опирають на поворотний стіл. Візки вантажопідйомністю 15 т пересувають по траверсі двома ручними лебідками вантажопідйомністю 0,5 т. Для підйому монтувальних конструкцій каркаса застосовують електричні лебідки вантажопідйомністю 10 т.

Каркас монтують площинними панелями масою до 15 т, які збирають на стенді і подають гусеничним краном в зону монтажу. Після монтажу кожного ярусу панелей каркаса трубу піднімають за допомогою двох поліспаств і двох електричних лебідок і підрощують секцію труби довжиною 10 м. Потім монтують наступний ярус каркаса, піднімають трубу, підрощують її і так до повного завершення монтажу труби. Більш ефективний монтаж витяжних труб в цілому вигляді, однак при цьому необхідно застосовувати важкий такелаж, щогли великої вантажопідйомності, влаштовувати потужні якорі і підсилювати конструкції каркаса, що зазвичай не розраховані на зусилля, які виникають при підніманні труби в цілому вигляді. Вентиляційна труба (вежа) висотою 80 м змонтована в цілому вигляді щоглами на будівництві Волгоградського алюмінієвого заводу. Вентиляційна вежа є вільним гратчастим каркасом з кутикового профілю з підвішеною всередині трубою. На 44 м від верху каркас має переріз 5×5 м; далі до низу, він розширюється до розмірів 16×16 м.

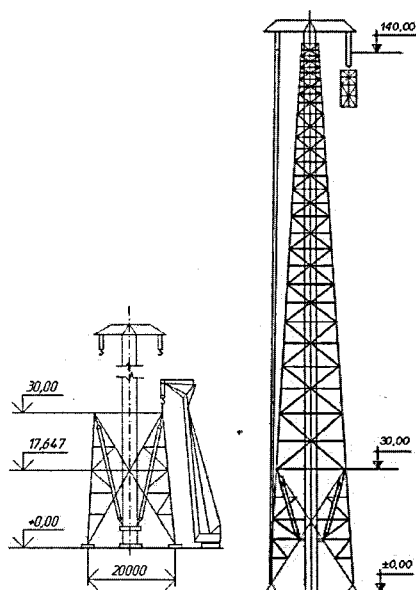


Рисунок 11 – Схема монтажу труби

Внизу каркас має опорні фланці, якими вся споруда кріпиться до фундаменту. Труба діаметром 3 м зі стінками товщиною 4–5 мм закріплюється в каркасі за допомогою твердих діафрагм, які одночасно слугують майданчиками обслуговування світлоогордження.

Каркас разом з трубою збирають на монтажному майданчику за допомогою крана СКГ-30. При складанні підсилюють деякі елементи ґрат каркаса і місця стропування, тому що при підніманні вежі суцільною елементи її каркаса випробовують додаткові напруги, які перевищують експлуатаційні. Загальна маса каркаса, труби і підсилення становить приблизно 140 т.

Контрольні запитання

1. Що таке висотні споруди?
2. Які існують висотні споруди?
3. Як проводять монтаж радіо- і телевізійних веж?
4. Як проводять монтаж витяжних труб?

4 РЕЗЕРВУАРИ

Резервуари – це інженерні споруди, які призначенні для зберігання рідини різної консистенції. Резервуари використовуються в різних галузях промисловості: в хімічній промисловості – для зберігання різних хімічних речовин; на теплових електростанціях – для зберігання води чи мазуту; в системі водопостачання – для зберігання питної води. Резервуари розташовуються на території промислових об'єктів, де вони використовуються.

Вони можуть бути таких видів:

- сталеві наземні, виготовлені методом рулонування. Діаметр, висоту та довжину таких резервуарів, як правило, приймають кратними довжині і ширині прокатної листової сталі;
- залізобетонні підземні. Такі резервуари зазвичай проектують вертикальними циліндричними. Вони можуть мати такі модульні розміри: діаметр резервуарів смістю 500 м^3 та більше – кратний 3 метрам; відстань між колонами прямокутних резервуарів – кратна 3 м.

4.1 Резервуари в системі водопостачання

Резервуари, які використовуються в системі водопостачання, розрізняють за призначенням, за формою в плані (круглі чи прямокутні), за висотою розташування (напірні і безнапірні), за ступенем занурення (підземні і надземні), за матеріалом (залізобетонні, сталеві, бетонні, бутобетонні та ін.). За призначенням резервуари бувають: запасні, регульовальні, запасно-регульовальні, протипожежні, резервуари, які працюють як водонапірні башти чи баки пневматичних пристроїв. Запасні резервуари забезпечують надійність роботи систем водопостачання, регульовальні резервуари – більш рівномірну роботу насосних станцій.

Протипожежні резервуари, зазвичай, встановлюються на промислових об'єктах, призначені для зберігання необхідного протипожежного запасу води.

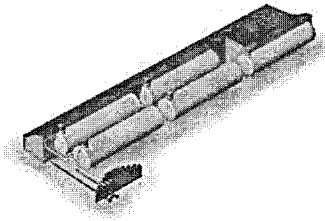


Рисунок 12 – Протипожежні резервуари

В сучасних системах водопостачання найбільш широко застосування отримали залізобетонні круглі резервуари, які будуються монолітними чи збірними, круглі залізобетонні резервуари порівняно з прямокутними більш економічні, тріщиностійкі, менше підлягають температурним та сейсмічним впливам та нерівномірним опадам. Круглі резервуари з монолітного залізобетону зводять об'ємом 50–2000 м³, діаметром 4,7–25,4 м та висотою 3,4–4,5 м. Круглі резервуари зі збірного залізобетону влаштовують об'ємом 50–3000 м³, прямокутні – 50–20000 м³. Резервуари можуть мати габаритні розміри: круглі – діаметр 6–30 м та висоту 1,8–4,8 м, прямокутні – 3×6×3,6–66×6×4,8 м.

Для доволі невеликих об'єктів водопостачання широке використання отримали залізобетонні резервуари циліндричної форми з купольними перекриттями об'ємом до 600 м³. В умовах помірного клімату резервуари цього типу розташовують в ґрунті до половини висоти циліндричної частини і обсіпають ґрунтом товщиною приблизно 1 м з метою теплоізоляції верхньої частини та перекриття. Дно резервуара влаштовують з нахилом 0,01 до приямку. Для резервуарів об'ємом більше 600 м³ передбачається плоске перекриття з нахилом 0,01 для забезпечення стоку атмосферних вод.

Останнім часом стало більш ефективним влаштування плоского, безбалкового перекриття, циліндричних резервуарів всіх розмірів. При об'ємі резервуара більше 50 м³ перекриття підтримується колонами. При об'ємі більше 3000 м³ доцільно як за витратами матеріалу, так і за площею забудови влаштовувати резервуари прямокутної в плані форми з плоскими, балковими чи безбалковими перекриттями.

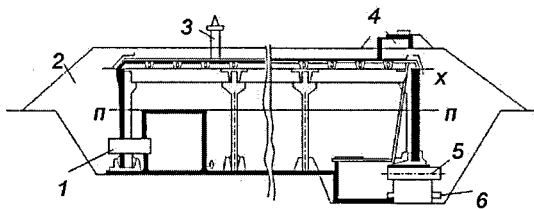


Рисунок 13 – Резервуар чистої води:

- 1 – відвід води на питні потреби та на промивання фільтрів; 2 – земляна обсіпка; 3 – вентиляційна труба; 4 – люк; 5 – відвід пожежних витрат води; 6 – видалення опадів

В будівництві резервуарів широко застосовують збірний залізобетон. Як готові збірні деталі використовуються колони, балки, плити, а також панелі різних конструкцій, які становлять стінки резервуарів.

Внутрішня поверхня резервуарів, які призначені для зберігання води питної якості, повинна бути поштукатурена і покрита спеціальними

полімерними пастами. В резервуарах систем питного призначення повинні бути забезпечені циркуляція води і обмін всієї води протягом не менше 5 діб. Крім того, вони повинні бути оснащені вентиляційними колонами, сітками чи спеціальними фільтрами.

4.2 Обладнання резервуарів

Обв'язка резервуарів і їх обладнання трубами та арматурою залежить від функціонального призначення резервуарів і їх розташування в системі водопостачання. Для надійності роботи системи водопостачання зазвичай влаштовують не менше двох резервуарів, хоча це і ускладнює систему комунікацій. Резервуари повинні бути обладнані підходящими, відвідними, переливними та спускними трубами і захищені від замерзання води в них. Для обмеження постачання води в резервуар рекомендують встановлювати автоматичні пристрої чи поплавкові запірні клапани на подавальному водопроводі. Спускні та переливні труби резервуарів питного призначення дозволяється приєднувати через гідравлічний затвор до водостічної мережі чи до відкритої канави з розривом потоку, розмішуючи на кінці труби хлопушки та решітки. Всі трубопроводи обв'язки резервуара крім спускного потрібно обладнати воронками.

Резервуари повинні бути обладнані люками і скобами (чи драбинами) для можливості проведення їх огляду, чищення та ремонту. Розміри люків призначають, виходячи з умов транспортування через них необхідного обладнання. При використанні резервуарів як напірно-регульовальної ємності їх обладнують трубами і арматурою.

4.3 Металеві резервуари

Циліндричні сталеві резервуари виготовляються у вигляді листів, які згортаються в рулони і в такому вигляді доставляються до місця будівництва. Маса кожного листа – до 55 т, товщина листів дна – 5–6 мм, корпусу – 6–14 мм. При виготовленні листів корпусу всі заводські з'єднання виконуються в стик; монтажні вертикальні стики накладаються чи виконуються в стик. Сферичний купол, який покриває резервуар, складається для резервуарів ємністю 10000 і 20000 м³, відповідно з 32 і 72 секторних елементів, одного центрального щита і кільця твердості, який встановлюється на корпус резервуара; кільце твердості складається відповідно з 16 і 24 монтажних елементів. Зовнішні сходи резервуара використовуються при згортанні і транспортуванні одного полотна корпусу чи дна резервуара як каркаса.

Резервуар ємністю 20 000 м³ є сталевим циліндричним вертикальним ємністю висотою 11,92 м; внутрішній діаметр корпусу 45,6 м, товщина стінки від 13 до 10 мм; сферичне покриття масою 99,3 т опирається на

центральный щит і опорне кільце, приварене по периметру корпусу на висоті 11,8 м.

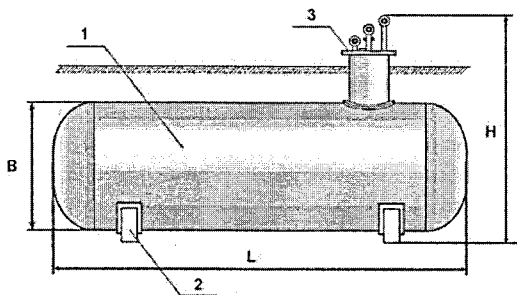


Рисунок 14 – Металевий резервуар: 1 – резервуар, 2 – опора, 3 – кришка люка

Підставкою під резервуар слугують ретельно утрамбовані ґрунтова і піщана подушки, поверх яких вкладається шар ізоляції товщиною 100 мм. Для рівномірного розподілення навантаження від покриття і корпусу під останнім передбачається бетонне кільце з бетону марки 100 висотою 20 см і шириною 1 м з легким армуванням. Залізобетонне кільце може бути виконане зі збірних елементів.

Перед монтажем дна резервуара проводиться нівелювання і приймання основи. Допускаються такі відхилення: різниця позначок точок, розташованих по периметру через 6 м, – не більше 2 см, різниця позначок діаметрально протилежних точок – не більше 5 см. Після приймання проводиться розмітка основи: наноситься окружність, яка обмежує розташування периферійних листів дна, і розмічаються осі монтажних стиків.

Рулон дна резервуара двома тракторами по пандусу накручується на основу і розгортається. Після складання і зварювання елементів центральної частини дно перевіряється на міцність. Потім вкладаються і зварюються між собою периферійні елементи дна і прихвачується до центральної частини. Після установа корпусу резервуара і приварювання корпусу до периферійних листів шви між периферійною і центральною частинами дна зрубуються і дно резервуара знову приварюється суцільним швом до корпусу, потім ці шви перевіряються на герметичність.

Розгортання рулонів корпусу може проводитись одночасно з влаштуванням елементів кільця твердості і щитів покриття. Для монтажу покриття в центрі резервуара встановлюється тимчасовий стоек висотою 14,9 м. Висота стаяка приймається з урахуванням проектного підйому основи і будівельного підйому покриття. Стояк зазвичай виготовляється з котушки, на яку намотаний рулон дна, з надбудовою. До надбудови

приєднується за допомогою монтажного фланця центральний щит, який закріплюється чотирма розкосами. На стояку закріплюються сходи, розтяжка та звіси. Зібраний стояк встановлюється краном у вертикальне положення, вивіряється по вертикалі і закріплюється розтяжками, що забезпечує незмінне положення центрального щита в центрі резервуара.

Накочування і піднімання рулонів корпусу проводиться трьома або чотирма тракторами за допомогою поліспаств і спадної стріли. Листи корпусу розгортаються тяговим трактором через скобу по обмежувальних куточках.

Для монтажу елементів кільця твердості використовуються кран Э-1254 чи інші крани. Елементи кільця твердості зварюються між собою після перевірки вертикальності корпусу, зварювання проводиться зі спеціальної люльки, яка переміщається по кільцю.

Монтаж покриття проводиться секторами з попередньо зібраних трапецеподібних чи трикутних щитів. Укрупнене складання щитів попередньо проводиться на спеціальному стенді-кондукторі, який забезпечує збільшення вигину на 150 мм. Вигин щита компенсує розпірні осьові зусилля. В міру укладання щитів проводиться зварювання монтажних швів покриття.

Корпус резервуара монтується з двох рулонів для резервуарів ємністю 10000 м³ і з трьох для резервуарів ємністю 20 000 м³, отже, замикання по вертикалі проводиться також двома чи трьома вертикальними стиками, як правило, які з'єднуються внахлост. Після розгортання другого чи третього рулону на 7–8 м проводиться поставка країв листа.

4.4 Монтаж залізобетонних резервуарів

Підготовка під дно резервуара виконується з бетону марки 75 товщиною 100 мм з двохшаровою обмазувальною гідроізоляцією, дно – з монолітного залізобетону, стінка – зі збірних залізобетонних елементів, після замонолічування вертикальних стиків стінка піддається напруженню шляхом навивання на неї дроту.

Збірні залізобетонні колони встановлюють в опорні стакани, на колони опираються збірні залізобетонні балки з попередньо напруженою арматурою, а на них вкладається покриття зі збірних залізобетонних панелей трапецеїдальної форми.

Розроблення котловану під резервуар проводиться екскаватором та бульдозером, переміщуючи ґрунт у відвал на відстань до 50 м. Механізоване розроблення котловану проводиться до відмітки дна резервуару, зачистка дна, виїмка траншеї під фундамент стін та заглиблень під фундаменти колон виконується вручну, потім виконуються планування та інструментальна перевірка відповідності фактичних позначок дна котловану проектним.

На спланованій поверхні дна котловану вкладається бетонна підготовка. Після вкладання підготовки по периметру дна встановлюється опалубка і арматура фундаменту стін, а потім проводиться вкладання монолітного бетону. Арматура дна встановлюється з вкладанням бетону та переміщенням крана зі стоянки на стоянку. Переміщення крана дозволяється тільки настилом із залізобетонних плит, які вкладаються на шар піску. До місця вкладання бетону бадді подаються краном. Ущільнення бетону проводиться вібраторами. Після закінчення бетонування дно на період тужавлення заливають водою.

Монтаж збірних залізобетонних елементів проводиться краном в такій послідовності: колони, стінові панелі, балки та панелі покриття. Замикальні панелі стін та покриття встановлюються після виведення крана з резервуара. Розвантаження та встановлення панелей проводиться за допомогою траверси. Перед влаштуванням панелей проводиться інструментальна перевірка позначки опорної поверхні основи і розбивання положення панелей з нанесенням осьових ліній. Для забезпечення необхідної стійкості монтованої стінки резервуара перші шість-сім панелей тимчасово розкріплюють жорсткими підкосами до паль, які забиті в укiс котловану. Всі панелі скріплюються між собою струбцинами. Після влаштування всіх панелей проводиться перевірка правильності їх влаштування.

Монтаж покриття здійснюється після виконання вертикальних стиків стінових панелей резервуара. Для забезпечення міцного та герметичного з'єднання стінових панелей стики замонолічуються та торкретизуються. Після досягнення торкретом в вертикальних стиках стін 70% міцності виконується навівання на стіни резервуара арматури. Навівання арматури проводиться до заливання резервуара водою.

Навівання здійснюється арматурно-навивальною машиною з використанням високоміцної проволочки діаметром 5 мм. Контроль за напруженням проволочки здійснюється тензометром. Монтаж і демонтаж навивальної машини здійснюється краном.

Після закінчення навівання напруженої арматури приступають до омонолічування стиків стінових панелей з фундаментом нанесенням розчину ін'єкційним розчинонасосом.

До нанесення торкрету стіни резервуара обробляють піскоструминним апаратом та промиваються водою. Торкретування проводиться шарами по 8–10 мм. Нанесення кожного наступного шару проводиться після завершення схоплювання попереднього.

Після торкретування здійснюється гідроізоляція поверхні резервуара двома шарами бітуму.

Засипання резервуара проводиться раніше вийнятим ґрунтом, ущільнення якого виконується катком, засипання покриття – екскаватором із стрілою довжиною 20 м, ущільнення ґрунту покриття – ручним катком.

Армування залізобетонних резервуарів напруженою кільцевою арматурою дозволяє з мінімальними витратами металу забезпечити їх міцність та тріщиностійкість. Процес армування складається з неперервного навівання на зовнішню поверхню резервуара попередньо натягнутої високоміцної проволочки. Проволока вкладається на поверхню резервуара гвинтовою смужкою з різним кроком на різних ділянках, що забезпечує необхідний обтиск бетонної стінки, який відповідає різним розтягувальним зусиллям, які виникають при заповненні резервуара.

Для швидкого та ефективного виконання навівання використовуються спеціальні арматурно-навивальні машини, призначені для зведення резервуарів діаметром від 10 до 42 м і висотою від 4 до 10 м (діаметр від 2 до 5 мм), максимальний натяг дроту 2500 кг, швидкість навівання – від 20 до 60 м/хв, продуктивність за машинним часом – до 3600 м/год, крок навівання – від 2 до 300 мм, встановлена потужність 7 кВт, маса машини 4000 кг.

4.5 Монтаж прямокутних резервуарів

Методи і послідовність монтажу прямокутних резервуарів частіше всього застосовуються в комплексах водоочисних станцій для збереження чистої питної води, багато в чому залежать від типу і габаритів збірних конструкцій і особливо від типу стінових панелей. При монтажі резервуарів з Т-подібних панелей з опорною п'ятою влаштовують бетонну підготовку, монтують стінові панелі, розкладають арматуру дна і стикують її з арматурними випусками п'ят панелей, бетонують дно, монтують підколонники (фундаменти), колони і циркуляційні перегородки плит покриття, зашпаровують стики, виконують гідроізоляцію покриття, бетонують обв'язувальні балки, зовнішню гідроізоляцію стін, зворотне засипання (обвалування) резервуара.

При монтажі резервуарів з типових плоских панелей, встановлюваних в паз монолітного дна, послідовність робіт інша: влаштовують бетонну підготовку, армують і бетонують дно з влаштуванням пазів для установлення стінових панелей, монтують колони, ригелі і плити покриття, стінові панелі, бетонують обв'язувальні балки, зашпаровують стики, виконують гідроізоляцію й обвалування резервуара.

Для монтажу прямокутних резервуарів різної ємності застосовуються практично однотипні збірні елементи при загальній невеликій кількості їх типорозмірів (стінові панелі, перегородки, підколонники, колони чи балки, ригелі і плити покриття), бетонують обв'язувальні балки, зовнішню гідроізоляцію, а кількість прогонів знаходиться в прямій залежності від ємності резервуара, тобто від його розмірів в плані. Все це дозволяє виробити однотипну технологію і схеми монтажу прямокутних резервуарів, практично незалежно від їх ємності.

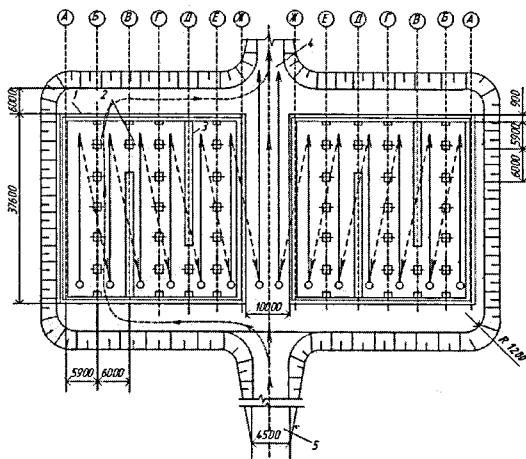


Рисунок 15 – Схема руху монтажних кранів при зведенні великих резервуарів

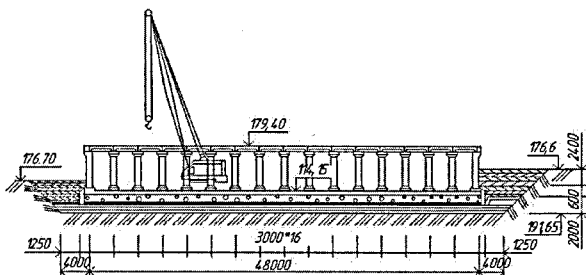


Рисунок 16 – Схема монтажу прямокутного резервуара з типових плоских панелей комплексним методом

При необхідності прискорення монтажних робіт і при наявності їх достатніх обсягів можна використовувати два і більше кранів, розподіляючи роботи між ними відповідно до їх вантажопідйомності, причому так, щоб обсяги і трудомісткості робіт на ділянках були приблизно рівні.

Послідовність монтажу конструкцій в межах резервуара, як показали дослідження, доцільно виконувати на прогонах, які прийняті як монтажні ділянки. Причому роботи на кожній ділянці можна виконувати такими трьома спеціалізованими потоками: перший потік – установлення стінових панелей і фундаментів під колони (підколонників); другий – монтаж колон і циркуляційних перегородок, з одночасним замоноличуванням стиків;

третій – укладання балок (ригелів) і плит покриття. Однак при цьому може бути й інше розподілення робіт між потоками.

Необхідно також до складу одного з потоків відносити роботи з влаштування містків і тимчасових проїздів на дні резервуара з деревометалевих щитів чи збірних залізобетонних дорожніх плит. Якщо ж ці підготовчі процеси виконуються окремим частковим потоком, то необхідно переносити їх у вільні від основних монтажних робіт зміни.

Оскільки монтаж великих прямокутних резервуарів, враховуючи їх значні розміри в плані, проводять в основному з пересуванням крана всередині монтованого резервуара по бетонній підготовці, то панелі влаштовують п'ятою на бетонну підготовку, а потім вже армують і бетонують дно.

Встановлювати збірні елементи резервуарів можна комплексним, роздільним чи комбінованим методами.

При комплексному методі монтажу резервуара після влаштування частини стінових панелей одночасно монтують колони, циркуляційні перегородки і плити покриття. І так на кожній стоянці крана, завершуючи при виході з котловану монтаж резервуара. Колони квадратного перерізу встановлюють в підколонники. Для тимчасового їх закріплення застосовують клини з гвинтами. Для будівництва прямокутних резервуарів «Донбасканалстроем» запропоновані круглі колони, з'єднані з підколонниками, монтаж яких значно простіше виконується практично за один прийом безпосередньо на дно. Для їх вивірки і тимчасового закріплення застосовують інвентарний металевий кондуктор.

Вертикальні стики між стіновими панелями і горизонтальні між ними і дном замоноличують паралельно з монтажем конструкцій. Завершивши монтаж усіх збірних елементів резервуара, бетонують обв'язувальну балку. На цьому монтаж збірного резервуара завершується, після чого роблять його гідравлічні випробовування, а потім влаштовують гідроізоляцію і виконують зворотне засипання.

Стінові панелі, колони, циркуляційні перегородки і плити покриття монтують гусеничним краном Э-1254, який пересувається дном резервуара. Здійснюючи 32 стоянки, кран монтує всі близькорозташовані збірні елементи і до кінця свого шляху завершує монтаж резервуара.

Особливості монтажу резервуарів та інших емісних споруд з типових плоских стінових панелей полягають в такому. При влаштуванні основи під резервуар і бетонної підготовки необхідно особливо точно дотримання проектних позначок. Після влаштування бетонної підготовки в першу чергу виконують роботи з влаштування залізобетонних башмаків (фундаментів з пазами для установаження стінових панелей). При розбиванні і бетонуванні цієї товстої частини дна з пазом потрібна особлива старанність виконання робіт.

Бетонування опорної частини дна з пазом зручно робити в два етапи: спочатку бетонують горизонтальну ділянку до позначки дна паза, а потім

встановлюють інвентарну опалубку при ретельному дотриманні проектних позначок і бетонують іншу частину башмака. При цьому необхідно забезпечити точне дотримання проектних позначок дна паза і правильність осьової прив'язки башмаків. Бетон після укладання ущільнюють глибинними вібраторами. Для з'єднання арматури башмаків з арматурою дна резервуара при бетонуванні залишають випуски.

Плоскі стінові панелі монтують в основному за допомогою самохідних стрілових (гусеничних чи пневмоколісних) кранів необхідної вантажопідйомності. Після встановлення і вивірки стінових панелей роблять їх розклинку чотирма металевими клинами і зварюють вгорі їх закладні деталі з деталями раніше встановлених панелей. Панелі кріплять також інвентарними металевими клинами на гвинтах чи підкосами з натяжними муфтами. Підкоси і струбцини знімають тільки після встановлення всіх панелей і зварювання їх арматурних випусків та закладних деталей. Встановлені на крайніх панелях в місці утворення монтажного прорізу підкоси залишаємо до кінця монтажу і замонолічування стиків між усіма панелями.

Комплексний метод монтажу резервуара з пересуванням крана всередині нього має і ряд недоліків. Так, оскільки вантажопідйомність монтажного крана при цьому підбирають виходячи з маси найбільш важких елементів, тобто стінових панелей, а краном, в ході його руху, монтують і більш легкі елементи (наприклад, колони, балки, ригелі, плити), то за своєю вантажопідйомністю він використовується недостатньо. Крім того, робота крана в стиснутих умовах котловану, при необхідності завезення туди і складування всіх збірних елементів, значно ускладнює організацію робіт і сповільнює темпи зведення резервуарів. Тому в ряді випадків більш ефективним виявляється комбінований метод їх монтажу, при якому основні збірні елементи встановлюють в три етапи. На першому – гусеничним краном, який пересувається по готовому дну чи бетонній підготовці, монтують роздільно Т-подібні панелі стін, за винятком монтажного прорізу, який залишається для в'їзду крана і панелевозів. На другому – пневмоколісним краном, який пересувається по готовому дну, встановлюють комплексно колони, циркуляційні перегородки і плити покриття. На третьому етапі гусеничним краном встановлюють збірні елементи в місці монтажного прорізу. Цей етап робіт виконують після закінчення всіх будівельно-монтажних робіт всередині резервуара, в тому числі оздоблювальних, гідроізоляційних, монтажу трубопроводів і устаткування.

Монтаж панелей зазвичай виконують в такий спосіб. Спочатку панель краном розвантажують і укладають на дерев'яні бруси, після чого очищають торці, які стикуються, і виправляють арматурні випуски. Потім стропують панель за верхні петлі, піднімають її і встановлюють в проектне положення, попередньо розстеливши на місці встановлення шар

цементного розчину. Після вивірки панелі її кріплять електрозварюванням до закладних деталей раніше встановлених панелей.

Поряд із зазначеним роздільно-комбінованим методом досить ефективним є так званий кільцевий метод монтажу резервуарів з використанням двох кранів, які працюють паралельно. Кільцевий метод є також свого роду комбінованим методом монтажу, при якому один кран (більшої вантажопідйомності) пересувається навколо монтованого резервуара по бермі котловану і встановлює стінові панелі, а також балки і плити крайнього прогону покриття, а другий (більш легкий) кран в'їжджає на дно резервуара і, рухаючись паралельно першому, монтує колони, балки і плити покриття другого прогону. Після закінчення монтажу панелей, колон, балок і плит покриття крайнього прогону резервуара бригада переходить до монтажу конструкцій центральної частини резервуара (друга черга будівництва).

Монтаж чотирьох прогонів центральної частини роблять комплексним методом. Останнім етапом монтажу є заповнення монтажного прорізу стіновими панелями після виходу крана з резервуара. При кільцевому методі монтажу резервуара двома рівнобіжними потоками краще використовуються крани за вантажопідйомністю, поглиблюється спеціалізація роботи кранів і монтажників, скорочуються терміни зведення резервуара.

Монтаж покриття прямокутних резервуарів можна вести одночасно по декількох прогонах. Так, наприклад, перекриття дев'ятипрогонового резервуара можна монтувати одночасно по трьох-п'яти прогонах. При одночасному монтажі трьох прогонів один з них залишають для пересування крана, а в інші розкладають збірні елементи, при монтажі п'яти прогонів під розкладку елементів може бути зайнято чотири прогони.

При такій організації робіт до початку монтажу на дно резервуара наносять осі колон і точні місця встановлення підколонників. Елементи покриття монтують комплексним чи комбінованим методом. При комплексному методі з однієї стоянки крана встановлюють послідовно підколонники, колони, балки і плити, а при комбінованому – спочатку всі підколонники, а потім (під час другої проходки крана) колони, балки і плити покриття. Попередній монтаж підколонників дозволяє заздалегідь визначити позначки дна стаканів і в разі потреби вирівняти їх укладанням невеликої кількості цементного розчину чи бетону. При комплексному методі позначки стаканів підколонників визначають в процесі монтажу. Підколонники встановлюють на шар цементного розчину, а колони після монтажу тимчасово кріплять в стаканах підколонників кондукторами чи клинами з наступним закладанням стиків бетоном. Завершивши вивірку колон і зварювання їх з'єднань з балками і плитами, роблять замонолічування швів, схему руху крана при цьому вибирають таку, щоб до кінця монтажу кран міг вийти з резервуара через залишений проріз.

Після встановлення стінових панелей в місці прорізу плити покриття, які залишилися, монтують, встановивши кран поза резервуаром. Для цього біля в'їзду в котлован повинен бути влаштований горизонтальний майданчик.

4.6 Монтаж циліндричних резервуарів

В циліндричних резервуарах, які також застосовуються в комплексах водоочисних станцій для прийому чистої води, монтажні ділянки вибирають залежно від загальних габаритів резервуарів і їх ємності. Так, у відносно невеликих резервуарах (до 1000 м^3) монтажні ділянки приймають між концентричними осями колон і стінових панелей, а в резервуарах великої ємності (більше 1000 м^3) монтажні ділянки розташовують по секторах, які обмежені кутами в 90 та 120 градусів. При цьому кільцеві ділянки не відрізняються однаковими об'ємами і трудомісткістю робіт, а секторні рівні як за об'ємами робіт, так і за трудомісткістю.

Кільцеві ділянки, крім того, рекомендується вибирати тоді, коли дно достатньо міцне і може без шкоди для його якості витримати навантаження від монтажного крана і транспортних засобів. Ділянки у вигляді секторів потрібно вибирати в тих випадках, коли дно не має достатньої міцності. При цьому частину дна по осі сектора, достатню для розміщення крана, залишають незабетонованою і вистилають залізобетонними (дорожніми) плитами, на які заїжджає кран. З цієї стоянки краном комплексним методом монтують конструкції в центральній частині резервуара, а потім його переміщують в сторону на відстань, яка достатня для монтажу наступного ряду конструкцій сектора. З іншої стоянки крана спочатку перекладають дорожні плити, а потім баддями подають бетон для бетонування звільненої ділянки дна і в кінці монтують конструкції резервуара в межах сектора.

Приблизно в такій же послідовності процеси повторюються в інших секторах. Матеріали і конструкції в робочу зону подають автотранспортом, який під'їжджає по тимчасових дорогах до крана. Надалі, з віддаленням крана від центра резервуара, автомашини не виїжджають на дно, а зупиняються за його межами.

Можуть бути прийняті й інші схеми монтажу циліндричних резервуарів. Також як і прямокутні, циліндричні резервуари можна зводити практично за чотирма схемами. При цьому невеликі резервуари (діаметром до 15 м) можна монтувати з пересуванням крана і транспортних засобів по бермі котловану, а більш великі резервуари — із заїздом крана і транспортних засобів на дно котловану чи дно споруди. Можлива також і комбінована схема, при якій більш важкі елементи — стінові панелі — монтують краном, який пересувається разом з транспортними засобами по бермі котловану, а більш легкі конструкції

покриття резервуара – із заїздом другого більш легкого крана на дно споруди.

Монтаж резервуара починають з його центра, із заїздом крана на дно. При цьому кран і транспортні засоби в процесі монтажу колон, ригелів і плит рухаються по кільцевих напрямках. Закінчивши, кран виїжджає на берму котловану і, рухаючись по ній навколо споруди, монтує стінові панелі і плити покриття останнього ряду. При цьому транспорт, який доставляє конструкції, також рухається по бермі котловану.

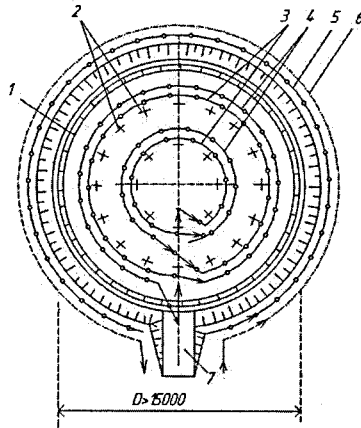


Рисунок 17 – Схема монтажу великого циліндричного резервуара:
1 – стінові панелі; 2 – місце встановлення крана; 3 – вісь руху крана при монтажі колони; 4 – те ж при укладанні ригелів і плит покриття; 5 – те ж стінових панелей і плит покриття останнього ряду; 6 – вісь руху транспортних засобів; 7 – в'їзд і виїзд із котловану

При монтажі стінових панелей із заїздом крана безпосередньо на дно резервуара стінові панелі розкладають плинком на підкладки з обох сторін від монтованої стінки: зовні на ґрунт дна котловану, а всередині – на дно резервуара. При цьому міцність бетону повинна бути, як і для прямокутних споруд, не нижче проектної. При розрахунку дна на міцність необхідно враховувати навантаження від машин, які рухаються, а в період виробництва монтажних робіт захищати дно від ушкодження залізобетонними плитами чи дерев'яними щитами. Якщо дно нерівне, тобто неплоске, його попередньо вирівнюють шаром піску (до 10 см), який після закінчення монтажних робіт забирають. Для того, щоб укласти панелі з зовнішньої сторони резервуара, котлован розширюють на 3–4 м. Панелі розкладають більшою стороною паралельно стіні і монтажним петлям в одну сторону для того, щоб петлі двох суміжних панелей,

розташованих з обох сторін стінки, знаходилися приблизно на однаковій відстані від монтажного крана.

При монтажі конструкції кран в'їжджає на дно і, рухаючись по підкладних щитах чи дорожніх плитах вздовж панелей, покладених плиском, встановлює їх в паз дна. Після монтажу стінових панелей, їх вивірки й остаточного закріплення, стики між ними зашпаровують бетоном і в паз заливають бітум та зашпаровують його азбестоцементною сумішшю. Після досягнення бетоном в стиках між панелями і торкретним шаром 70% проектної міцності бетон в стінах резервуара попередньо напружують навиванням на зовнішню його поверхню високоміцного дроту чи арматури за допомогою спеціальної навивальної машини.

Після навивання арматури резервуар випробовують на витікання води, а потім на зовнішню поверхню стін наносять торкретний шар цементно-піщаної штукатурки, яка призначена для захисту навитої арматури від корозії. Торкретування рекомендується робити при наповненому водою резервуарі, коли стіни отримують максимальні розтягувальні напруження. При опорожнюванні резервуара стінки від впливу попереднього напруження кільцевої арматури будуть стискатися, що буде сприяти підвищенню щільності шару торкрету.

Однак метод монтажу стін циліндричних резервуарів з розкладанням стінових панелей плиском на дно і по зовнішньому периметру резервуара потребує збільшення розмірів котловану, що, в свою чергу, призведе до збільшення обсягів габаритів. Тому більш доцільним є застосування для складання завезених на дно панелей спеціальних касет, де панелі встановлюються у вертикальному положенні. При цьому на дно зазвичай влаштовують дві-три касети, в яких поміщають стінові панелі в кількості, яка необхідна для монтажу одного резервуара, за винятком 3–5 панелей, які встановлюють в касету, яка розташована між резервуарами. Панелі з цієї касети використовують для встановлення їх в прорізи, залишені в резервуарах для виїзду монтажного крана.

Контрольні запитання

1. Що таке резервуар?
2. Які існують види резервуарів?
3. Які резервуари застосовують в системі водопостачання?
4. Для чого застосовують металеві резервуари?
5. Монтаж залізобетонних резервуарів.
6. Монтаж прямокутних резервуарів.
7. Монтаж циліндричних резервуарів.

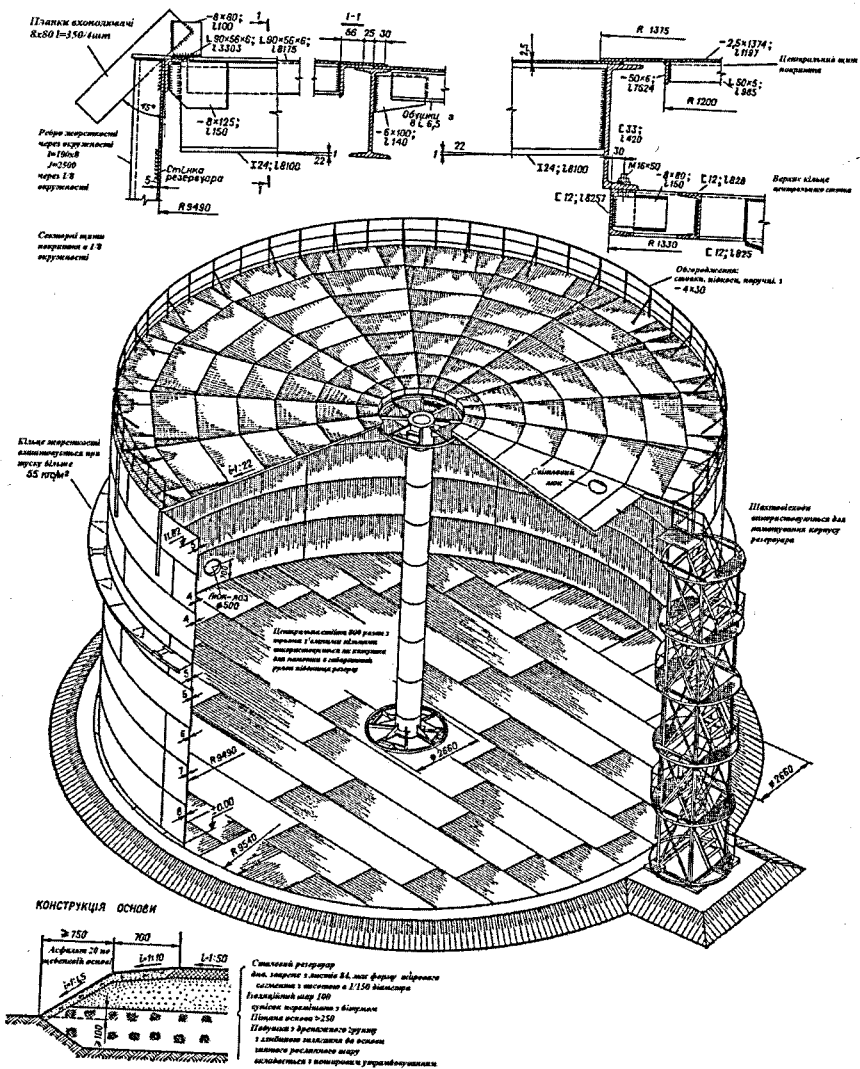


Рисунок 18 – Стальной резервуар

5 ГРАДИРНІ

Для охолодження циркуляційної води при оборотній системі водопостачання застосовують градирні різних конструкцій. Для цього часто застосовують градирні баштового типу, в яких створюється тяга повітря знизу доверху назустріч охолодженій воді. Такі градирні мають високу охолоджувальну здатність, яка дозволяє збільшити гідравлічне навантаження, яке значно підвищує їх продуктивність. Залежно від розрахункової температури, башти градирень виконуються із залізобетону чи з металевим каркасом і обшивкою з дерев'яних щитів, азбестоцементних листів і алюмінієвих панелей.

Градирні, які будуються в системах промислового водопостачання, можуть бути циліндричні, гіперболічні чи близької до них форми. Найкращі експлуатаційні якості і максимальну стійкість мають гіперболічні градирні. Основними конструктивними елементами таких градирень є: оболонка витяжної башти, водозбірний басейн, верхнє кільце жорсткості, огороження, ходова драбина, повітроспямувальний козирок, зимові захисні щити. Розміри градирень залежать від необхідної площі зрошування, яка визначається розрахунком. Сьогодні будуються, наприклад, градирні гіперболічного обрису з площею зрошування 1600, 2100, 2600, 3200, 4000, 6000 та 9200 м².

На рис. 19 в прикладі наведена конструкція гіперболічної залізобетонної градирні площею зрошування 1520 м². Градирня призначена для обслуговування конденсаційних турбін потужністю до 50 тис. кВт. Витяжна башта градирні виконана з монолітного залізобетону і має форму гіперболоїда. Башта складається з кільцевого фундаменту, системи розкисних стоек з опорним кільцем над ними, оболонки змінної товщини від 350 до 140 мм і верхнього кільця жорсткості.

Конструкція градирні і особливо стінки кільцевого фундаменту та башти працюють у важких волого-температурних умовах, так як по внутрішній стороні стінок стікає конденсат, а зовнішня сторона, зволожена конденсатом, піддається при змінненні зовнішньої температури поперемінному замерзанню і відтаванню. Тому стінки кільцевого фундаменту і похилі стояки колонади зрошувача, а також стінки самої башти виконують із гідротехнічного особливо щільного бетону марки не нижче 300.

Плита дна і кільцевого фундаменту та водороздільна стінка зводяться з гідротехнічного бетону марки 200. Внутрішня поверхня дна і стінок басейну, а також водороздільна стінка покриваються гідроізоляційним шаром з холодної асфальтової мастики. На дні влаштовується захисна цементна стяжка, яка захищає гідроізоляцію від пошкодження, внутрішня поверхня башти і стояки колонади обробляються розчином флюатів

магнію, цинку чи алюмінію. Після висихання ці поверхні покриваються фарбами на основі епоксидних смол чи холодильними бітумними фарбами.

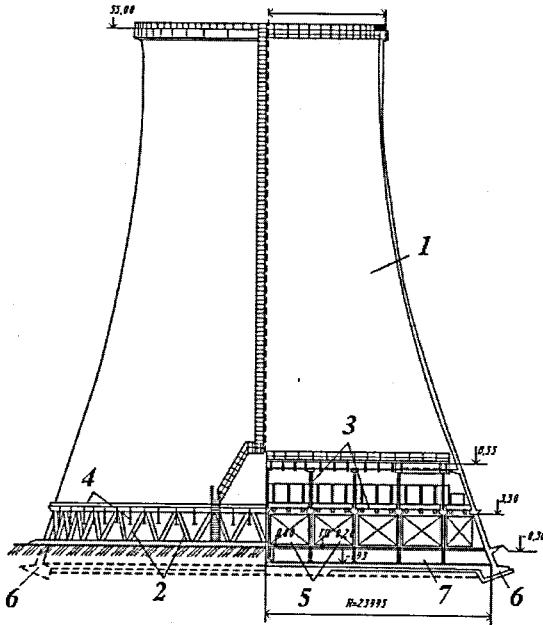


Рисунок 19 – гіперболічна залізобетонна градирня:

- 1 – витяжна башта; 2 – водозбірний басейн; 3 – залізобетонний каркас зрошувального пристрою; 4 – зрошувальний пристрій для боротьби з обмерзанням; 5 – вітряна перегородка; 6 – кільцевий фундамент; 7 – розкільсний стояк

Каркас зрошувального пристрою зводиться з уніфікованих збірних залізобетонних елементів. В місцях стикування елементів каркаса арматура зварюється з наступним замонолічуванням стиків, закладні частини повинні покриватися антикорозійним захистом. Щити зрошувача виготовляються з антисептованого дерева чи азбестоцементних листів розміром $2500 \times 1470 \times 6$ мм в один чи два шари, які встановлюються із зазорами 30–800 мм. Водорозподільні лотки можуть зводитися з антисептованого дерева, збірного залізобетону, металевих і азбестоцементних труб.

В районах з помірним кліматом в основному зводяться градирні з баштами із монолітного залізобетону, в північних районах перевагу надають градирням з баштами зі сталюого каркаса, який обшивається азбестоцементними, дерев'яними чи алюмінієвими щитами. Застосування

такої конструкції пояснюється труднощами, які виникають при утворенні оболонок з монолітного залізобетону, які здатні працювати в суворих зимових умовах.

5.1 Зведення градирень з монолітного залізобетону

Застосування башт з монолітного залізобетону виправдано досвідом експлуатації градирень як в нашій країні, так і за кордоном, але їх застосування потребує покращення методів виконання робіт для забезпечення високої якості будівництва залізобетонних оболонок, збільшення терміну використання до 50 років і скорочення терміну будівництва.

Оболонки градирень армуються подвійною сіткою арматури у вигляді просторових арматурних блоків. За умовами бетонування мінімальну товщину оболонки приймають 120–150 мм. Оболонка башти опирається на залізобетонні похилі колони діаметром 500–1000 мм, які утворюють опорну колонаду.

Проектні марки бетону для похилої колонади – не менше М400 за міцністю, F300 за морозостійкістю та В8 за водонепроникністю. А для оболонки башти – відповідно М300, F300 та В8.

Однією з основних умов довготривалості залізобетонних оболонок градирень є якість бетону та його влаштування. Для приготування бетону потрібно використовувати сульфатостійкий портландцемент з 8–10% вмістом активних мінеральних добрив. Бетонна суміш повинна бути однорідна.

Рекомендується фіксувати товщину захисного бетонного шару для робочої арматури спеціальним приладом для попередження порушення монолітності оболонок, виникнення раковин і оголення арматури.

Бетонна суміш повинна вкладатись за допомогою легких хоботів, завдяки чому вдається уникати розшарування, потрібно щоб товщина шару, який вкладався, не перевищувала 0,3–0,35 м; ущільнення потрібно проводити глибинними вібраторами з гнучким валом, бетон потрібно вкладати в теплому пору року; при укладанні в зимовий час потрібно дотримуватись режиму теплової обробки бетону.

Для підвищення довговічності залізобетонної оболонки з внутрішнього боку влаштовують ізоляцію з торкретбетону, епоксидно-каменевугільної смоли чи другої стійкої та надійної гідроізоляції.

5.2 Зведення за допомогою двоконсольного агрегату

Оболонки залізобетонних градирень можуть зводитись за допомогою різних механізмів та пристосувань. На практиці часто використовують спеціальний агрегат (рис. 20), який складається з центральної щогли та

підйимального мосту з телескопічним приладом, який дозволяє змінювати його довжину залежно від розмірів башти.

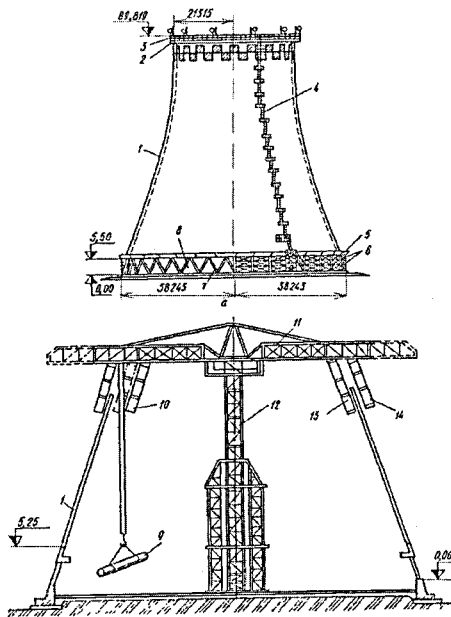


Рисунок 20 – Схема зведення градирні: 1 – оболонка градирні; 2 – верхнє кільце жорсткості; 3 – огороження; 4 – ходова драбина; 5 – повітроспрямувальний козирок; 6 – зимові захисні щити; 7 – похилі стояки; 8 – стінка водозбірного басейну; 9 – пучок арматури; 10 – положення внутрішньої коліски при подаванні арматури; 11 – стріла крана; 12 – башта крана; 13, 14 – відповідно внутрішня і зовнішня коліски

Щоглу встановлюють всередині градирні яка зводиться, і через кожні 12 м розкріплюють розтяжками. Для піднімання бетону і арматури всередину щогли є підйомник; тут ще розташована драбина для піднімання людей. Міст з телескопічним пристроєм слугує стрілою цього агрегату. В кінці моста з двох сторін розташовуються підмостки-коліски шарнірної конструкції довжиною 8 м. За зведенням оболонки коліскам надають положення, яке відповідає нахилу стін. Башту агрегату перед бетонуванням наступного ярусу оболонки градирні нарощують встановлюванням вставки на висоту 1,2 м. Використання вказаного агрегату замість трубчастих риштувань дозволяє знизити трудомісткість робіт на 30%.

5.3 Зведення за допомогою двоконсольного крана

Крім цього, при зведенні оболонки градирень застосовують також телескопічний кран, в якого щогла складається з нерухомої і рухомої башти. Нерухому башту встановлюють в центрі градирні і нарощують за зведенням оболонки ланками висотою по 6 м. Розміри висувної частини башти дещо менші, ніж нерухомої. Двоконсольну стрілу підв'язують до висувної башти і у міру бетонування піднімають за допомогою спеціальних механізмів на висоту 1,2 м, яка дорівнює висоті бетонування одного ярусу. Для піднімання матеріалів на кінцях двоконсольної стріли встановлюють по одному дерик-крану.

5.4 Зведення за допомогою декількох кранів в переставній опалубці

Нижнє опорне кільце бетонується за допомогою спеціальної опалубки, подавання суміші здійснюється в вібробаддях кранами. Зведення залізобетонної оболонки витяжної башти здійснюється в підйомно-переставній опалубці з самопідйомними підмостями.

Підйомно-переставна опалубка складається з 50 напрямних кондукторів, які кріпляться за зведенням башти до затверділого бетону оболонки, телескопічних підмостків. Щити опалубки виготовлені з фанери товщиною 20 мм і облицьовані з двох сторін склопластиком. Зовнішні та внутрішні щити скріплюються за допомогою стержнів, фіксаторів та полімерних трубок. При розпалубці щитів знімаються стержні та фіксатори, які використовуються при влаштуванні щитів наступного ярусу. Після розпалубки в тілі оболонки залишаються полімерні трубки, які зароблюються з внутрішньої сторони градирні конусними гумовими пробками. Підйомно-переставна опалубка піднімається напрямними кондукторами за допомогою гідродомкратів.

До позначки 46,5 м бетонування оболонки градирні проводиться двома кранами КБК-250, вище до позначки 150 м – кранами КГ-160.4. Бетонна суміш доставляється автосамоскидами в роздавальний бункер ємністю $1,6 \text{ м}^3$, а потім перевантажується в вібробадді ємністю $0,75 \text{ м}^3$, які подаються до крана автозавантажувачами.

Вкладання бетонної суміші здійснюється горизонтальними шарами товщиною 0,4 м. Ущільнення здійснюється глибинними вібраторами. Арматура на підмостя подається краном в пучках і розкладається рівномірно на робочих підмостях по периметру оболонки витяжної башти градирні.

Роботи щодо монтажу драбин, світлофорних майданчиків, блискавозахисту та світломаркувальне фарбування проводяться одночасно з бетонуванням оболонки витяжної башти.

Для забезпечення будівництва бетонною сумішшю на об'єкті встановлені два бетонних вузла, один з яких резервний. Кожен бетонний

вузол обладнаний бетонозмішувачем та чотирисилосними ємностями, з яких дві використовуються для цементу і по одній – для піску і крупного заповнювача.

На рис. 21 наведена схема проведення робіт щодо зведення витяжної башти в переставній опалубці.

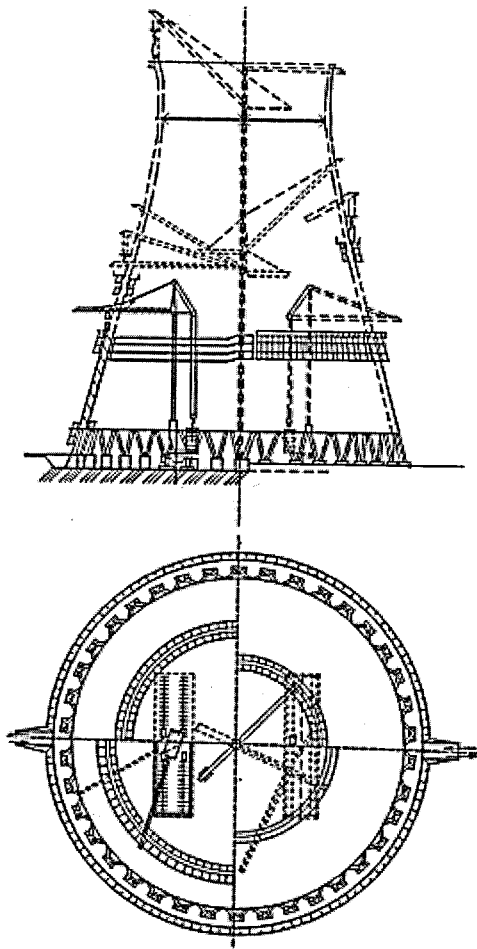


Рисунок 21 – Схема виконання робіт щодо зведення оболонки башти градирні за допомогою переставної опалубки та самопідйомних риштувань із застосуванням баштових кранів

5.5 Зведення за допомогою двоконсольного баштового агрегату в переставній опалубці

Оболонки витяжних башт градирень бетонуються окремими ярусами висотою 1250 мм в підйомно-переставній опалубці із застосуванням двоконсольного баштового агрегату на двох протилежних захватках (рис. 22).

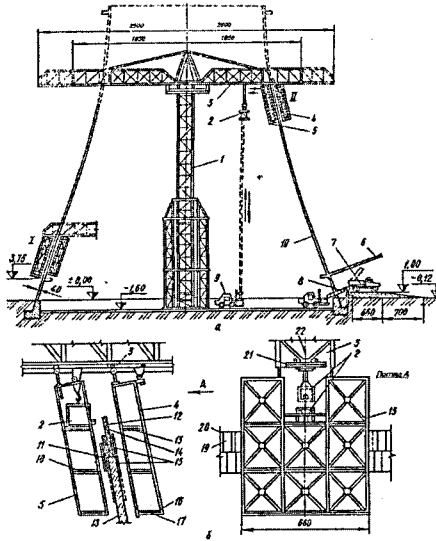


Рисунок 22 – Схема бетонування оболонки градирині із застосуванням двоконсольного крана: а – загальна схема організації робіт; б – підвісні коліски для двоконсольного крана; 1 – башта крана; 2 – вібробаддя ємністю $0,75 \text{ м}^3$; 3 – стріла; 4,5 – зовнішня і внутрішня коліски; 6 – захисний навіс; 7 – автосамоскиди; 8 – вібробункер; 9 – автозавантажувач; 10 – середній настил; 11 – спрямувальна штанга; 12 – лоток; 13 – верхній настил; 14 – армокаркас; 15 – щити опалубки; 16 – нижній настил; 17 – прогони настилу; 18 – оболонка градирині; 19 – бетонований ярус в підйомно-переставній опалубці; 20 – верх щитів опалубки; 21 – вантажна каретка; 22 – вісь стріли крана

Після укладання першого шару бетонної суміші по всьому периметру оболонки товщиною 250 ммкладають другий, а потім третій шар такої ж товщини.

Бетонна суміш для зведення градирині доставляється з центрального бетонного заводу автосамоскидами в роздавальний бункер ємністю $1,6 \text{ м}^3$, а потім перевантажується в вібробадді ємністю $0,75 \text{ м}^3$, які встановлені на

автозавантажувачі. Далі бадді автозавантажувачами доставляються до вантажної лебідки одної зі стріл двоконсольного крана. Симетрично розташовані стріли такого крана також оснащені механізмами для піднімання та переміщення вантажів і підвісними підмостями-колісками для виконання робіт на висоті.

При бетонуванні 1-го та 2-го ярусів оболонки стріли крана встановлюють на такій висоті, щоб верхній робочий настил внутрішньої коліски знаходився на позначці 3,75 м. Потім при такому ж положенні колісок армують 3-й ярус (із середнього та нижнього настилів колісок), знімають опалубку 1-го ярусу і встановлюють її на 3-й. Для бетонування 3-го ярусу башту крана піднімають на 1 м, після чого верхній настил внутрішньої коліски досягає позначки 4,85 м. Після закінчення бетонування 3-го ярусу встановлюють арматуру на 4-му, знімають опалубку з 2-го ярусу і переставляють її на 4-й. Піднімають башту крана на 1 м, бетонують 4-й ярус і всі наступні яруси оболонки в тому ж порядку, що й 3-й та 4-й.

Кожен ярус оболонки градірні бетонують горизонтальними шарами товщиною 25 см захватками довжиною, яка дорівнює довжині коліски (7–8 м). Кожен шар перекривають до початку тужавлення бетону в нижньому шарі, тобто через 1–1,5 год (час бетонування одного шару).

При бетонуванні градірні бетон з бадді вивантажують в 3–4 точках приблизно через 1 м один біля одного. Бетонування кожного ярусу проводиться зі зміщенням стріли крана на $4^{\circ}24'$ від утвореного робочого вертикального шва в нижче розташованому ярусі. При такій технології вдається уникнути розміщення вертикальних робочих швів в одній площині. Бетонування ярусів оболонки доцільно виконувати в перші робочі зміни і частково в другі. В третій зміні, після закінчення бетонування ярусу, виконують арматурні і опалубні роботи.

Для нормального тверднення, отримання найбільшої міцності та захищення від значної усадки бетон оболонки градірні захищають від швидкого висихання протягом не менше 14 діб. З цією метою в теплу пору року не пізніше ніж через 5–6 год після зняття опалубки відкриті поверхні бетону поливають водою через кожні 3 год вдень і не рідше одного разу вночі протягом перших 7 діб, а потім не рідше трьох разів на добу.

Для поливання відкритих поверхонь бетону градірень висотою 90 м використовують спеціальні насосні установки В5С-1500, які подають воду в гумові перфоровані шланги, які закріплені на щитах опалубки.

Після закінчення бетонування оболонки градірні, її тверднення, а також після монтажу ходової драбини, струмовідводів, влаштування денного маркування та демонтажу зовнішньої коліски торкретують внутрішню поверхню оболонки градірні знизу доверху полосами висотою 2 м з використанням внутрішньої коліски, причому торкретні роботи спочатку проводять з верхнього, а потім з середнього робочого майданчика. При цьому торкрет на кожному поясі наносять по всьому

периметру градирні з поступовим поворотом стріли (при використанні бетонувального агрегату) чи з постійним переміщенням баштового крана по підкрановому шляху всередині градирні.

Поверхню оболонки підготовляють гідропіскоструминним апаратом з вакуумним пістолетом, за допомогою якого видаляють з поверхні цементну плівку і всі забруднення. Крупні випуклості та напливи бетону видаляють за допомогою тубільних молотків.

Торкрет на поверхню оболонки наносять двома-трьома шарами при загальній їх товщині до 30 мм. Кожен наступний шар наносять після закінчення тужавлення попереднього. Відстань між соплом і торкретованою поверхнею при роботі цемент-гармати типу С-320 необхідно витримувати 0,7–0,9 м. Сопло повинно бути направлено перпендикулярно до торкретованої поверхні.

Як основний матеріал для виготовлення сухої торкретної суміші використовують портландцемент марок М400 і М500 та пісок із зернами розміром 0,8–1 мм. При торкретуванні необхідно враховувати, що готова цементна суміш придатна до використання протягом 2–3 год.

5.6 Монтаж баштових градирень зі збірною залізобетону

Градирня зі збірних елементів становить збірну залізобетонну башту поставної конфігурації (конус, циліндр), водозбірний басейн, напірний водопідвідний та відвідний залізобетонні канали і зрошувальний пристрій з водорозподільною мережею жолобів.

Монтаж розкісних стояків (80 шт.) проводиться з їх збільшенням в збірні залізобетонні трикутники (40 шт.). На монтажі цих нижніх конструкцій градирні, а також вище розташованих збірних елементів (ребристих плит) її оболонки використовується баштовий кран БКСМ-3-5/10, який пересувається по рейках, які встановлені із зовнішньої сторони градирні. Кожен монтований трикутник кріпиться після встановлення в таких двох точках: знизу повалену вершину кріплять до закладних частин кільцевого фундаменту, а один верхній кут – до раніше встановленого трикутника. Після такого закріплення монтований трикутний елемент знімають з гака крана. Всі закладні частини зварюють після встановлення трикутників в проектне положення.

При монтажі збірних залізобетонних оболонок градирень різних обрисів на практиці використовують такі два способи організації робіт: монтаж за допомогою пересувної опалубки і густої мережі суцільних інвентарних металевих трубчастих риштувань з використанням підйомників для подавання матеріалів; монтаж з використанням підйомальної опалубки без риштувань за допомогою центральної щогли з обертовим горизонтальним підйомальним двоплечовим мостом.

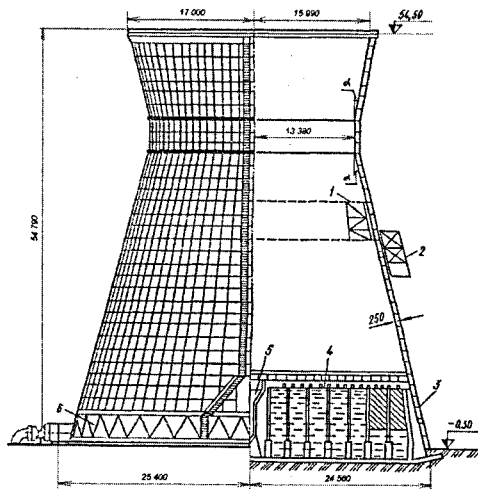


Рисунок 23 – Монтаж збірної залізобетонної градирні:
 1 – шаблон-коліска; 2 – зовнішня коліска; 3 – монолітний пояс; 4 – зрощувач; 5 – розподільний резервуар; 6 – розкідні стояки

Збірна оболонка градирні з трапецевидних панелей, яка побудована в Києві, монтувалась за допомогою інвентарного внутрішнього кільця жорсткості, який складається з однотипних шаблонів-колісок. Кільце жорсткості для монтажу першого ярусу плит складено з 40 шаблонів-колісок, в тому числі 28 основних і 12 вставних. Вставні шаблони-коліски в сумі створюють довжину, яка дорівнює різниці периметрів першого і сьомого ярусів.

Шаблони-коліски першого ярусу монтуються в такій послідовності: через кожні 4–5 шт. основних ставляться дві вставні. Ширина кожної вставної шаблон-коліски (понизу 4,1 м) прийнята з умови, що при вилученні двох вставних колісок діаметр зменшиться до величини наступного ярусу панелей. Основні 28 шаблонів-колісок використовувалися в монтажі всіх ярусів і їх ширина дорівнює 1/28 периметра сьомого ярусу (понизу 3,53 м). Висота колісок 5 м визначена з вертикальної проекції ребристої стінової панелі градирні. Розмір панелі прийнятий з умови зручності їх транспортування і вантажопідйомності встановленого крана. За висотою градирні всього було змонтовано 10 ярусів панелей, причому в кожному ярусі по 40 панелей.

Оболонка градирні змонтована з восьми типорозмірів панелей (від П-1 до П-8), з'єднаних між собою за допомогою зварювання заставних металевих деталей з наступним замонолічуванням стиків торкретуванням. Заміна монолітної оболонки градирні збірної дозволила заощадити 27,2% бетону при одночасному підвищенні її міцності і стійкості.

Водозбірний басейн градирні виконаний у вигляді монолітного кінцевого фундаменту і при монтажі слугував опорою для монтажу ребристих панелей оболонки. Застосовувані для їхнього влаштування шаблони-колиски з ярусу на ярус переставляються баштовим краном ланками по 3–4 штуки. Кожна встановлювана за допомогою баштового крана панель верхньою своєю частиною опирається на шаблон-колиску і приварюється в чотирьох точках до встановлених раніше панелей, після чого знімається з гаків крана. Зварювання закладних деталей панелей зсередини виконується одночасно з монтажем, а зварювання і торкретування панелей зовні – після встановлення 15 панелей, причому навішення колісок зовні здійснюється з третьої панелі від краю. Остаточне закладання стиків зсередини здійснюється за допомогою навісних драбин, а зовні – з навісних колісок. Встановлення карнизних блоків здійснюється за допомогою кільця твердості, встановленого для монтажу десятого ярусу панелей. На весь цикл встановлення однієї ребристої панелі необхідно 35–40 хвилин.

Стропування панелей здійснюється за допомогою скоби, яка кріпиться до панелі зверху по осі симетрії за верхнє ребро наскрізним болтом діаметром 24 мм. Болт вставляється в трубку діаметром 25 мм, яка закладена в панель і призначена надалі для кріплення кутикових кронштейнів, на які навішуються шаблони-колиски. В міру їх піднімання отвори трубок заробляються цементним розчином.

Монтаж одного ярусу градирні з торкретуванням (охоплюючи монтаж і демонтаж кільця твердості) виконувався бригадою за 7–8 змін, а вся оболонка градирні була змонтована за 60 змін, в той час як для зведення такої градирні з монолітного бетону треба було б не менше 200 змін. Досвід монтажу даної градирні показав, що при використанні більш ефективних кранів, наприклад БТК-5/8, довжину панелей можна збільшити до 7–8,5 м, і тоді всю оболонку градирні можна змонтувати з 240–280 панелей зі скороченням трудовитрат на 25–30% і терміну зведення до 40 змін.

5.7 Монтаж типових вентиляторних градирень

В останні роки для охолодження води на промислових підприємствах стали широко застосовувати вентиляторні градирні, які дозволяють порівняно з баштовими в 5–7 разів збільшувати тягу, більш компактно розміщувати блоки охолоджувальних установок і знижувати вартість будівництва.

Уніфіковані конструкції вентиляторних градирень зі збірним залізобетонним каркасом розроблені з урахуванням можливості їх секціонування, тобто монтажу з однакових секцій розмірами в плані 4×4, 8×8 м (для вентиляторів ВГ-25, ВГ-50) і 12×12, 12×16 м (для вентиляторів

ВГ-70). Сітка колон для всіх типорозмірів секцій прийнята єдиною і рівною 4×4 м.

Принцип секційності дає можливість забезпечити гнучку й економічну експлуатацію градирень, а також компактне розташування їх на промислових майданчиках. Прийнята прямокутна форма градирень замість циліндричної, не погіршуючи в цілому аеродинамічних характеристик, дозволила застосувати найбільш просте конструктивне рішення каркаса, що особливо важливо для градирень з каркасом зі збірного залізобетону. Крім того, прийнята секційна конструкція прямокутних в плані збірних каркасних градирень значно полегшує процес їх будівництва, дозволяє здійснювати їх монтаж передовими індустріальними методами.

Найбільше поширення в промисловому будівництві зараз одержують типові вентиляторні градирні з вентиляторами типу ВГ-70. Градирня складається з заглибленого в землю водозбірного басейну і надземного просторового збірного залізобетонного каркаса з установленими на ньому вентиляторами. Зовнішнє обшивання градирень виконується з морозостійких азбестоцементних хвилястих листів посиленого профілю, шви яких з метою підвищення тяги повинні бути ретельно загерметизовані. Для зовнішнього обшивання застосовуються також листові вироби з пластмаси.

Будівництво типових збірних градирень з вентиляторами ВГ-70 виконують в такій послідовності. На щебеневій підготовці основи, просоченої бітумом, влаштовують бетонну підготовку, а потім гідроізоляцію і стяжку, після чого приступають до армування дна водозбірного басейну. В процесі розкладання арматури на дно одночасно влаштовують випуски арматури для наступного бетонування колон під каркас градирні. При бетонуванні в дно влаштовують два заглиблених приямки із сальниками для відповідного і грязьового трубопроводів, а по периметру – паз для влаштування стінових панелей басейну.

При будівництві градирень під вентилятори ВГ-70 з розмірами секцій 12×12 м зазвичай для водозбірних басейнів застосовують збірні панелі розміром 2×4 м. Монтаж їх ведуть стріловим краном з берми котловану або з дна. Після влаштування панелей в проектне положення їх розкріплюють клинами, підкосами, а також тимчасовими зв'язками на зварюванні. Остаточні стики між збірними панелями зашпаровують одночасно з бетонуванням монолітних колон в нижньому ярусі. Монтаж каркаса градирні зі збірних колон і ригелів починають після досягнення монолітними ділянками колон проектної міцності. Колони і ригелі в проектне положення в більшості випадків встановлюють краном (найчастіше баштовим вантажопідйомністю 5 т), після чого їх закріплюють зварюванням закладних деталей.

Зазвичай каркаси типових збірних залізобетонних градирень монтують за допомогою баштових кранів (типу КБ-100), розташованих з однієї сторони монтованого каркаса при забезпеченні монтажу елементів самого

крайнього, тобто найбільш віддаленого від осі крана ряду конструкцій градирні. При цьому можливі два способи монтажу каркасів – знизу – доверху і зверху – вниз.

При монтажі каркаса градирні способом знизу – догори на монолітні колони водозбірного басейну встановлюють поперечні і подовжні ригелі 1-го ярусу каркаса (позначка 3,15 м), після чого їх вивіряють і закріплюють в проектному положенні. Далі в склянки, утворені ригелями, опускають збірні колони каркаса з привареними опорними деталями під ригелі 2-го ярусу на позначці 5,30 м, після чого їх тимчасово закріплюють. Потім на них монтують ригелі 2-го ярусу. До них приварюють опорні деталі 3-го ярусу і монтують колони цього ярусу і т. д.

При монтажі каркаса градирні способом зверху – вниз на монолітні колони водозбірного басейну монтують поперечні і подовжні ригелі 1-го ярусу і після вивірки кріплять їх між собою і до колон на зварюванні закладних деталей. Потім на ригелі 1-го ярусу послідовно укладають поперечні і подовжні ригелі 2-го, 3-го і 4-го ярусів. В утворені ригелями склянки на колони басейну встановлюють колони каркаса з привареними опорними деталями під ригелі верхнього 5-го ярусу. Виставлені на всю висоту каркаса колони розчалюють і тимчасово розкріплюють. Після цього до ригелів 5-го ярусу на тимчасових хомутих підвішують ригелі 4-го ярусу, а до колон приварюють опорні деталі цього ярусу, після чого на них опускають підвішені ригелі, вивіряють і тимчасово закріплюють. Встановлення ригелів 3-го і 2-го ярусів роблять в такій же послідовності.

При монтажі каркаса способом зверху – вниз необхідно мати комплект хомутів для тимчасового підвішування ригелів. Хомути навішують і знімають на висоті за допомогою приставних сходів з майданчиком. При монтажі способом знизу – вгору натягати ригелі на колони складніше, ніж піднімати їх знизу по колонах як по напрямних. Тимчасове закріплення колон в склянці, утвореній ригелями 1-го ярусу, виконують за допомогою дерев'яних клинів, які необхідно обов'язково витягати перед закінченням замоноличування стояка.

Закінчивши монтаж збірних елементів каркаса, встановлюють водовловлювальні ґрати і заповнюють каркас дерев'яною тирсою, попередньо обробленою в антраценовій олії чи інших антисептиках. Після цих робіт градирні зовні обшивають азбестоцементними листами і кути споруди облицьовують оцинкованою сталлю. На внутрішні поверхні стін басейну наносять шар торкрет-штукатурки.

Оскільки градирні експлуатуються в несприятливих умовах (цілорічно на відкритому повітрі при інтенсивному зволоженні конструкцій і частій зміні температури повітря й охолоджуваної води), при їх монтажі повинна бути забезпечена висока якість бетонних, зварювальних, монтажних та інших робіт. Особливу увагу при будівництві градирень треба звертати на старанність обробки стикових елементів і деталей збірних конструкцій. Торці конструкцій, які підлягають стикуванню, потрібно обробляти

піскоструминними апаратами, застосування для цього відбійних молотків не допускається.

5.8 Градирні з металевим каркасом з каркасно-обшивною баштою

Застосування башт з металевим каркасом пояснюється тим, що вони найбільш освоєні у виготовленні та монтажі. Башти мають велику металоемність: так, на каркасно-обшивну башту градирень площею зрошування 1610 м² необхідно 240–250 т металу, а на монолітну оболонку градирні площею зрошування 1520 м² – 99 т. Але трудовитрати на зведення каркасно-обшивних башт на даний час в 1,7–2 рази менші, ніж на зведення монолітних оболонок, строки будівництва менші в 2–3 рази і вартість нижча на 18–20%.

Як матеріал для обшивок використовують хвилястий склопластик на поліефірних смолах, висока вартість обшивок з пластмас та недостатній досвід експлуатації не дають можливості широко їх застосовувати.

Монтаж каркасно-обшивних башт починається після зведення та прийняття фундаменту градирні, зведення якого виконується тими ж способами, що і для градирень із залізобетонними баштами. Каркасно-обшивні башти монтують плоскими укрупненими блоками разом з обшивкою.

Монтаж металевого каркаса башти градирні виконується спеціальним баштовим краном.

В перші 4 яруси градирні до позначки 50 м каркас башти монтують гусеничним краном СКГ-100. Перед монтажем каркаса проводять укрупнене складання. Укрупнення проводять двома кранами вантажопідйомністю 0,75 т та двома кранами вантажопідйомністю 14 т. До початку монтажу башти повинні бути зібрані 24 укрупнені марки 1 ярусу. Укрупнена марка після піднімання та встановлення в проектне положення кріпиться на монтажних болтах і підтримується тросами від падіння всередину градирні. Підтримувальний трос з талрепом натягують в дві нитки через блок. У верхній частині трос пропускають через оголовок шпренгель-стояка, а нижні кінці кріплять внизу змонтованого нижнього ярусу. Трос натягують талрепами.

З внутрішньої сторони укрупнена марка кріпиться 4-ма монтажними болтами і 2-ма тросовими розтяжками. Монтаж укрупнених марок з позначки 50 м проводять спеціальним баштовим краном, який встановлюється посередині градирні.

Укрупнені металеві марки, зібрані на стендах навколо градирні, підвозять по рельсових шляхах всередину градирні і баштовим краном встановлюють в проектне положення. Закріплення укрупнених марок проводять за допомогою шпренгель-стояків, тросів та талрепів. Можливе кріплення і за допомогою монтажних ферм.

Каркас зрошувача градирень з каркасно-обшивною баштою монтують або основним монтажним краном, або пересувним стрілковим краном, який заходить всередину градирні.

Каркасно-обшивна багатогранна башта градирні розбивається на просторові блоки за кількістю граней башти. Ці блоки, в свою чергу, розбиваються на монтажні карти. Монтаж елементів башти градирень проводиться по всьому периметру поярусно. Розташований вище ярус дозволяють монтувати після вивірки і остаточного закріплення розташованого нижче ярусу.

Монтаж ярусу починають з блока, на який будуть встановлюватись сходи градирні. Роботи щодо монтажу обшивки в місцях з'єднання блоків проводять з люльки, яка закріплена на металокожуху башти. За довжиною блока на час виконання робіт приварюють із зовнішньої сторони комплект перил, а на виступі кільця жорсткості настилять поміст з інвентарних щитів. Встановлені монтажні карти кожного ярусу закріплюють розчалками, які не знімають до повного замикання всіх панелей ярусу верхнім кільцем жорсткості. Кожна карта кріпиться на час монтажу трьома розчалками – дві всередині і одна ззовні градирні. Зовнішні розчалки кріплять до якорів, внутрішні – до фундаменту градирні.

Для проведення зварювання на карту перед підніманням навішують складні монтажні драбини. Настил та перила встановлюють після встановлення карти в проектне положення. Блоки, металокожуху та азбестоцементні листи перед монтажем покривають антикорозійною фарбою. Пофарбовані азбестоцементні листи розкладають на укрупненому блоку внахлост і кріплять до каркасу та між собою сталевими оцинкованими клямрами і болтами з азбокартонними чи гумовими прокладками. Вертикальні і горизонтальні стики азбестоцементних листів заливають холодною бітумною мастикою і після цього фарбують з двох сторін.

Використані азбестоцементні хвилясті листи підсиленого профілю при великих перепадах температур зовнішньої і внутрішньої поверхні руйнуються в зв'язку з водонасиченням азбестоцементних листів. Для підвищення довговічності обшивки листи просочують кам'яновугільним піском чи петролатумом.

Контрольні запитання

1. Що таке градирня?
2. Як зводять градирні з монолітного залізобетону?
3. Як зводять баштові градирні зі збірного залізобетону?
4. Як зводять вентиляторні градирні?
5. Як зводять градирні з металевим каркасом з каркасно-обшивною баштою?

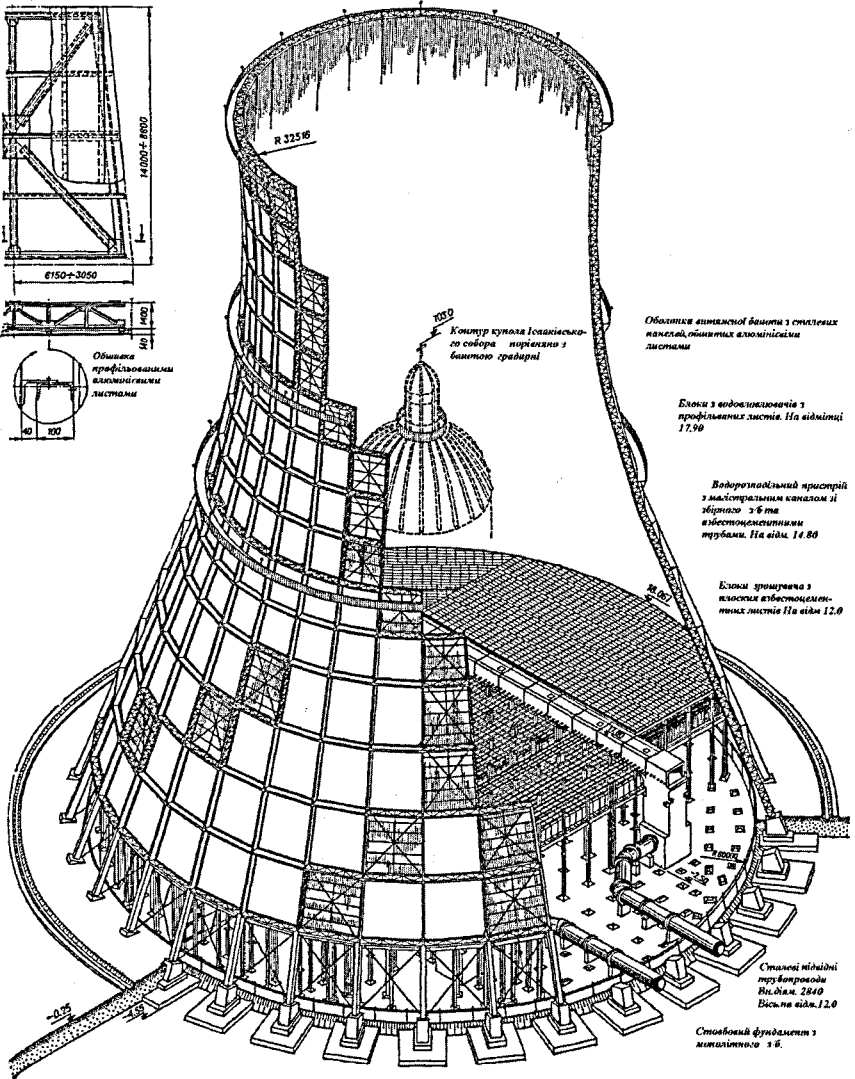
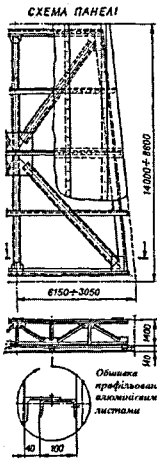


Рисунок 24 – Градирня с башней из сталевого каркаса

6 ГАЗГОЛЬДЕРИ

Газгольдери призначені для зберігання та регулювання тиску в приєднаних до них газових мережах. Ці споруди поділяються на два класи: постійного і змінного об'єму.

При проектуванні сталевих газгольдерів високого тиску потрібно приймати різні типи опор: шатрові – стояки чи суцільні (циліндричні, конічні); горизонтальні циліндричні – сідлові чи стоякові; вертикальні циліндричні – суцільні чи стоякові.

6.1 Газгольдери постійного об'єму

Газгольдер постійного об'єму (підвищеного тиску) є геометричною посудиною, в якій збільшення кількості газу, що зберігається, проходить завдяки збільшенню тиску при незмінному об'ємі посудини.

Форма дна циліндричних газгольдерів може бути сферичною та еліптичною.

Газгольдери постійного об'єму зазвичай призначені для експлуатації при тиску, який перевищує 0,07 МПа.

Широке використання отримують габаритні газгольдери, розміри яких відповідають габаритам залізничного транспорту при максимально можливому об'ємі газгольдера. Ці газгольдери є циліндричними посудинами з круглим дном, які встановлюють вертикально чи горизонтально.

В зв'язку з будівництвом газопроводів значних діаметрів, тисків і протяжності застосування споруд газгольдерних станцій для комунального господарства втратило свою ефективність. Зведення окремих невеликих батарей газгольдерів постійного об'єму проводиться тільки на промислових підприємствах і в невеликій кількості.

Найбільш застосовувані газгольдери постійного об'єму: кульові, циліндричні вертикальні та циліндричні горизонтальні. Теоретично найбільш вигідною формою газгольдера постійного об'єму є куля, яка має мінімальну поверхню при даному об'ємі.

Матеріал для виготовлення газгольдерів повинен застосовуватись відповідно до «Правил влаштування і безпечної експлуатації посудин, які працюють під тиском». Для елементів газгольдерів, які працюють під тиском можуть застосовуватись низьколеговані конструкційні сталі.

6.1.1 Кульовий газгольдер. Номінальна товщина оболонки кульового газгольдера визначається за внутрішнім тиском і повинна бути розрахована на гідростатичний тиск при випробуванні газгольдера наливанням води.

Досконалий метод монтажу і зварювання кульових газгольдерів полягає в тому, що спочатку оболонка газгольдера збирається на прихватках, причому її складання проводиться на спеціальному приладі, який називається маніпулятором. Оболонка опирається на ролики маніпулятора, які приводяться в рух мотором. Завдяки обертанню роликів оболонка газгольдера може обертатись в будь-якому напрямленні. Для зварювання оболонки один зварювальник розташовується зовні, на верху оболонки, інший – знизу, так вони можуть при обертанні оболонки зварювати шви, не сходячи з місця. Щоб розмістити маніпулятор під оболонкою, опорні стояки газгольдера прийняті вертикальними. Маніпулятор після зварювання оболонки розбирають і видаляють для повторного використання.

Для утворення оболонки з окремих листів застосовують два найбільш часто використовувані способи розкрою: по меридіанах і паралелях та «футбольний».

В зв'язку з великим навантаженням, яке передається на опору від припливу води при випробуванні, кількість стояків в опорі зазвичай приймають більше необхідних трьох, при цьому осі стояків направлені по дотичній до оболонки.

6.1.2 Циліндричний газгольдер. Циліндричний газгольдер складається з циліндричної частини і двох днищ, які найчастіше виконуються у вигляді напівсфер, хоча можливі днища інших форм.

Горизонтальний циліндричний газгольдер має дві опори, які розташовані на деякій відстані від краю за схемою двоконсольної балки.

6.2 Газгольдері змінного об'єму

Газгольдері змінного об'єму поділяються на газгольдері з водяним басейном (мокрі газгольдері) та газгольдері циліндричні поршневі (сухі газгольдері). Зміна об'єму мокрого газгольдера, який наповнюється газом, здійснюється телескопічним висуванням ланок посудини і засуванням їх назад у міру використання газу. Нижня нерухома частина газгольдера з дном утворює резервуар. Тиск в газгольдері підтримується (4–5 кПа) привантаженням і вагою висувних ланок оболонки. Необхідна герметичність з'єднання ланок газгольдера досягається влаштуванням спеціальних водяних затворів між ними. Ємність сухих газгольдерів змінюється за допомогою поршня, який пересувається в газгольдері.

6.2.1 Мокрі газгольдері із зовнішніми вертикальними напрямними. Мокрий газгольдер складається з водяного басейну (резервуара), висувного купола, який має геометрично щільну кришку та стінки, телескопу – одного чи декількох рухомих циліндрів без дна, які висувуються з резервуара після повного піднімання купола, напрямних, які слугують для переміщення (на роликах) рухомих частин газгольдера,

драбин і майданчиків. Залежно від кількості рухомих ланок, охоплюючи купол, газгольдер називають одноланковим, дволанковим і так далі.

Особливістю мокрого газгольдера є ролики, які передають горизонтальні зусилля і зусилля від ексцентрично розташованого тимчасового навантаження з однієї частини газгольдера на іншу.

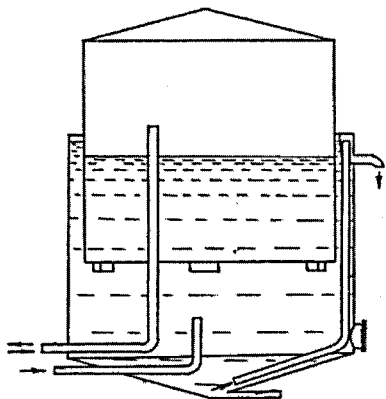


Рисунок 25 – Мокрий газгольдер

Верхній вузол купола утворюється перетином листів покрівлі і стінки та підсилюється кутиком. Покрівля складається з тонколистової оболонки та крокв, які підтримують її. Найбільш часто використовується «дихаюча» покрівля, при якій оболонка не скріплюється з кроквами, а приварюється тільки до кутика по опорному кільцю. Внаслідок цього зусилля від внутрішнього тиску сприймається оболонкою як мембраною, не передаючись кроквам.

Крокви сприймають зусилля від власної маси покрівлі та снігу і можуть бути прийняті таких типів:

- системою радіально розташованих ферм, які підтримують покрівлю;
- системою радіальних арок, які працюють на згин у вертикальній площині та сполучені кільцевими елементами і діагоналями (ребристо-кільцевий купол).

Крім системи з «дихаючою» покрівлею інколи використовується покрівля у вигляді ребристої оболонки, радіальні і кільцеві ребра якої приварені до оболонки.

Висота стінки телескопа приймається рівною висоті купола від його упорної площини до обушка упорного кутника. Товщина стінки телескопа 4 мм.

6.2.2 Сухі газгольдери. Сухі (поршневі) газгольдери змінного об'єму є циліндричними чи призматичними посудинами, що мають поршень, від

положення якого залежить об'єм газу в газгольдері. Сухі газгольдери можуть застосовуватися для об'ємів 10–600 тис. м³.

Корпус сухого газгольдера складається зі стінки, дна та покрівлі. Стінка має каркас із вертикальних стояків, які вбудовані в кільцевий фундамент, та горизонтальних кілець прокатного профілю. Крім того для збільшення жорсткості на деякій відстані за висотою влаштовуються горизонтальні майданчики. В більшості сухих газгольдерів з'єднання виконані на заклепках з потайними головками. Останнім часом з'єднання виконують зварними. Можлива конструкція стінки зі штампованих листів з відігнутими краями, які герметично з'єднуються і слугують одночасно горизонтальними елементами жорсткості.

Дах газгольдера складається з листової обшивки товщиною 3–4 мм і з радіальних кроквяних ферм, які опираються на вертикальні стінки стояків.

Поршень (шайба) сухого газгольдера є просторовою системою з радіальних ферм-кронштейнів, які мають по два ролики, які ковзають по вертикальних стояках стінки, і обшивки з листів товщиною 3–4 мм. Для збільшення ваги поршень несе привантаження бетонними плитами.

Важлива деталь конструкції сухих газгольдерів – затвор, який закриває отвір між шайбою і корпусом, від надійності затвора залежить втрата газу і забезпечення безпеки праці для обслуговувального персоналу. Внутрішня поверхня отвору і стінок газгольдера змащується консистентним мастилом, яке не замерзає при температурі до –40 °С.

Для обслуговування поршня крім драбини звичайного стаціонарного типу між зовнішніми майданчиками є внутрішня драбина для з'єднання поршня з кришкою газгольдера. Внутрішня драбина робиться ланцюговою, яка змінює свою довжину у міру руху шайби, що натягується контрвантажем, який підвішаний ззовні корпусу.

Для попередження переповнення газгольдера газом і можливої аварії на кришці газгольдера встановлюється автоматичний клапан, який при досягненні найвищого положення поршня відкривається і випускає надлишковий газ через свічку в атмосферу.

Контрольні запитання

1. Що таке газгольдер?
2. Назвіть основні види газгольдерів.
3. Що таке газгольдер постійного об'єму?
4. Що таке кульовий газгольдер?
5. Які бувають газгольдери змінного об'єму?

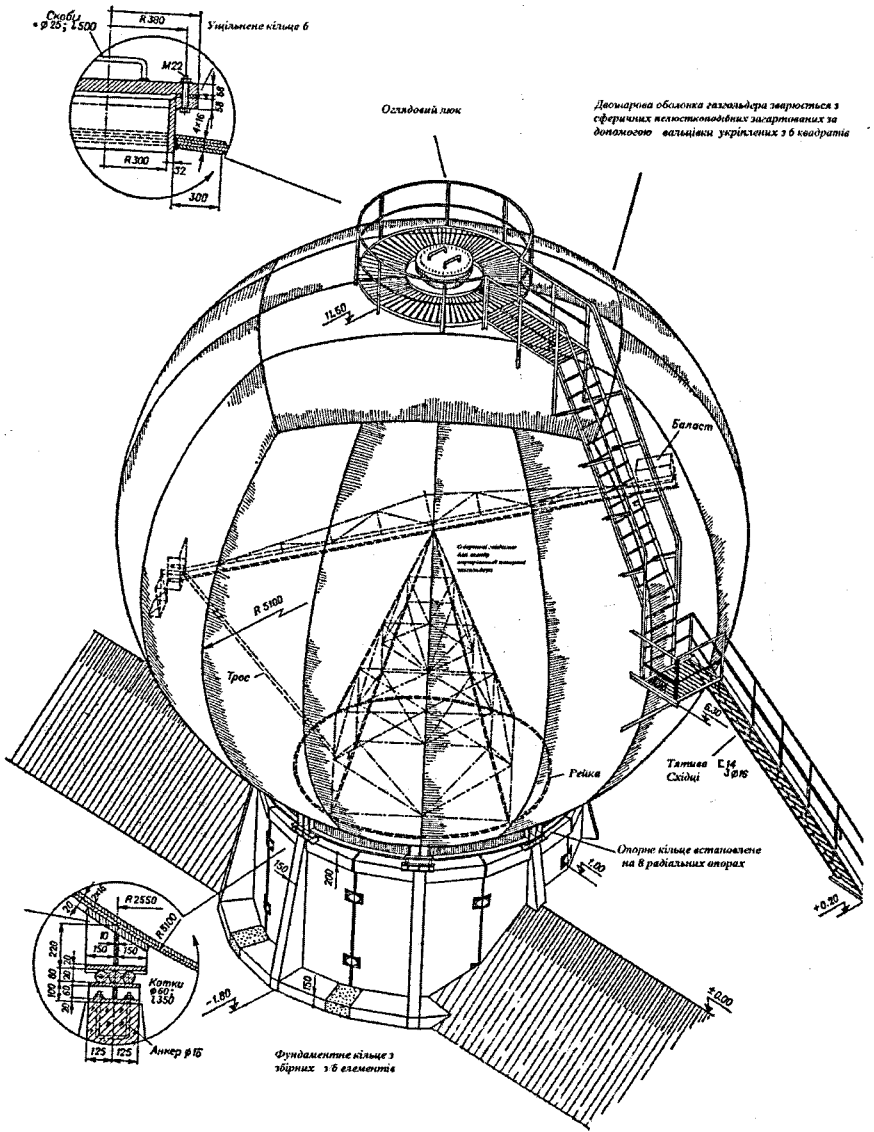


Рисунок 27 – Кульвий газгольдер

ГЛОСАРІЙ

Бункер – резервуар, ємність для короткочасного зберігання і подальшого відвантаження рідких і сипучих матеріалів. Розрізняють бункери залізобетонні (монолітні, збірні, змішаного типу), металеві, комбіновані.

Вежа, башта – висока вузька споруда, що має спеціальне призначення, висота якої значно перевищує розміри основи.

Газгольдер – стаціонарне газосховище – металевий резервуар для накопичення і зберігання газу.

Градирня – споруда у вигляді башти для охолодження води атмосферним повітрям. Застосовується головним чином в системах оборотного водопостачання промислових підприємств (зокрема на шахтах, у хімічній, атомній та іншій промисловості) та кондиціонування повітря.

Радіовежа – висока структура, призначена для підтримки антен для телекомунікації та трансляції радіосигналу, в тому числі телебачення.

Резервуар – споруда або інше природне чи штучне вмістилище для зберігання рідин і газів.

Резервуари горизонтальні – транспортні і стаціонарні ємності для перевезення або зберігання рідини (нафти) і газів, які розміщені горизонтально.

Резервуари кульові – ємності сферичної форми для зберігання при підвищеному тиску (понад 0,25 МПа) скраплених вуглеводневих газів та нафтопродуктів.

Резервуар нафтовий – ємність, призначена для накопичення, короткотривалого зберігання й облікування «сирої» і товарної нафти.

Силос – інженерна споруда для зберігання сипучих матеріалів.

Цистерна – резервуар для рідин, у першу чергу води, нафтопродуктів, розчинів хімічних речовин тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Леденев В. В. Расчет и конструирование специальных инженерных сооружений / Леденев В. В., Однолько В. Г., Худяков А. В. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. Ун-та, 2007. – 128 с.
2. Мости та труби. Обстеження і випробування : ДБН В.2.3-6-2002. – [Чинний від 2003-01-01]. – К. : Державні будівельні норми України, 2003. – 172 с.
3. Пономаренко В. С. Градирни промышленных и энергетических предприятий / В. С. Пономаренко, Ю. И. Арефьев. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 376 с.
4. Специальные конструкции и сооружения / [Горев В. В., Уваров Б. Ю., Филиппов В. В. и др.]. – М. : Высшая школа, 2002. – 352 с.
5. Справочник проектировщика инженерных сооружений / [Величкин А. П., Козлов В. Ш., Альшиц В. Д. и др.]. – К. : Будивельник, 1973. – 552 с.
6. Справочник проектировщика инженерных сооружений / [Козлов В. Ш., Альшиц В. Д., Аптекман А. И. и др.]. – К. : Будивельник, 1988. – 352 с.

Навчальне видання

Лівінський Олександр Михайлович
Потапова Тетяна Едуардівна
Гарнага Вікторія Леонідівна

Міські інженерні споруди
Частина II
Навчальний посібник

Редактор О. Кондратьєва
Оригінал-макет підготовлено В. Л. Гарнагою

Підписано до друку 15.11.2016 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 5,6.
Наклад 50 пр. Зам. № 2016-205.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
publish.vntu.edu.ua; email: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.