

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Інженерні споруди

Конспект лекцій

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр
освітньо-професійна програма Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн
галузь знань 19 Архітектура і будівництво
спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
денної форми навчання

Любешів 2024

УДК 624(07)
Ш 71

До друку

Голова методичної ради ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

_____ Герасимик-Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжуБібліотекар

_____ Н.М. Корець

Затверджено методичною радою ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ»

протокол № _____ від « _____ » _____ 2024 р.

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів будівельних дисциплін

протокол № _____ від « _____ » _____ 2024 р.

Голова циклової методичної комісії _____ Данилік С.М.

Укладач: _____ О.Ф. Шмаль, викладач

Рецензент: _____

Відповідальний за випуск: _____ Кузьмич Т.П., методист коледжу

Інженерні споруди [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія ОПП Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського ТФК Луцького НТУ», 2024. – 48 с.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Інженерні споруди » з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, містить розгорнуті питання до тем та перелік рекомендованої літератури.

©Шмаль О.Ф., 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Тема 1. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва.....	5
Тема 2. Циліндричні та прямокутні резервуари.....	8
Тема 3. Вежі водонапірні.....	13
Тема 4. Підземні інженерні споруди – підпірні стіни, канали і тунелі...	14
Тема 5. Радіотелевізійні та радіорелейні вежі.....	17
Тема 6. Димові труби.....	23
Тема 7. Опори ліній електропередач.....	29
Тема 8. Мости і автомобільні шляхи.....	33
Рекомендована література.....	45

Вступ

Інженерні споруди — це дисципліна, яка вивчає 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.

Метою навчальної дисципліни «Інженерні споруди» є загально – інженерна підготовка молодших бакалаврів за фахом «Будівництво та цивільна інженерія», які повинні вмiло поєднувати теоретичну підготовку з дисципліни та уміння виконувати розрахунки конструкцій при проектуванні інженерних споруд.

Завдання курсу полягають у набутті здобувачами необхідних інженерних знань в області сучасних будівельних матеріалів та конструкцій і практичних навиків їх використання; оволодінні основними принципами розрахунку та конструювання інженерних споруд; умінні вибрати най економічніші конструкції для проектованої споруди; оцінити стан будівельних конструкцій в експлуатованих спорудах і дати поради щодо підсилення або реконструкції цих конструкцій; використовувати при проектуванні програмні комплекси та сучасні методи будівельного проектування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Інженерні споруди» здобувач повинен знати:

- основні принципи розрахунку та конструювання інженерних споруд;
- матеріали та конструкції для їх зведення;
- способи зведення інженерних споруд;
- методи захисту конструкцій споруд від зовнішніх впливів;
- способи реконструкції та підсилення конструкцій споруд.

вміти:

- запроектувати об'ємно-планувальні і конструктивні рішення інженерних споруд;
- розраховувати та конструювати конструкції споруд;
- вибрати найекономічніші конструкції для проектованої споруди;
- оцінити стан будівельних конструкцій в експлуатованих спорудах і дати поради щодо підсилення або реконструкції цих конструкцій;
- використовувати при проектуванні споруд проектно-обчислювальні комплекси та сучасні методи будівельного проектування.

Методичне видання складене відповідно до діючої програми курсу «Інженерні споруди » з метою вивчення та засвоєння основних розділів дисципліни, а саме:

1. Вступ. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва.
2. Циліндричні та прямокутні резервуари.
3. Вежі водонапірні.
4. Підземні інженерні споруди – підпірні стіни, канали і тунелі.
5. Радіотелевізійні та радіорелейні вежі.
6. Димові труби.
7. Опори ліній електропередач.
8. Мости і автомобільні шляхи.

У конспекті також містяться розгорнуті питання до тем та перелік рекомендованої літератури.

Тема 1. Інженерні споруди промислових і цивільних комплексів будівництва.

1. *Інженерні споруди, призначення та класифікація.*
2. *Вимоги до інженерних споруд.*
3. *Проектування інженерних споруд.*
4. *Прив'язка розбивочних вісей до конструкцій споруд.*

1. *Інженерні споруди, призначення та класифікація.*

Курс „Інженерні споруди“ призначений довести до відома студента важливе місце предмета в організуванні професійних знань, умінь та навичок з питань проектування інженерних споруд. Інженерні споруди займають дуже важливе місце в такій системі, як екополіс (місто та його життєзабезпечення, екологію навколишнього середовища, тощо). Інженерні споруди також будуються на промислових площах (вежі, бункера, пішохідні та транспортні галереї, канали, тунелі, фундаменти під обладнання, естакади, підпорні стіни та інші).

Інженерні споруди — це об'ємні, площинні або лінійні наземні, надземні або підземні будівельні системи, що складаються з опорних 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 тощо.



Мал. 1. Залізничний тунель та віадук у Швейцарії

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

До інженерних споруд належать:

- *транспортні споруди* (залізниці, шосейні дороги, злітно-посадкові смуги, мости, естакади, греблі, канали та інші гідротехнічні споруди тощо);
- *трубопроводи, інженерні комунікації та лінії електропередачі;*

- *комплексні промислові споруди* (електростанції, збагачувальні фабрики тощо), що не мають характерних ознак будинків;

- *інші інженерні споруди* (спортивні та розважальні споруди, військові інженерні споруди тощо).

Інженерні споруди залежно від матеріалів, з яких вони зведені поділяються на:

- металеві,
- залізобетонні,
- бетонні,
- цегляні,
- дерев'яні,
- ґрунтові та ін.

Залежно від розташування відносно рівня поверхні землі або води на:

- надземні,
- підземні,
- надводні,
- підводні,
- періодично затоплювані.

Залежно від терміну служби інженерні споруди поділяються на:

- тимчасові,
- постійні.

Постійні споруди зводяться на тривалий термін експлуатації, наприклад, залізниці, заводи, фабрики, електростанції тощо.

Тимчасові споруди будуються на цілком певний невеликий період, це, наприклад, дамби обвалування і перемички котлованів споруджуваних гідротехнічних споруд, підсобні приміщення будівельних майданчиків та ін.

Залежно від геометричної форми в плані інженерні споруди бувають: лінійні і площинні.

До лінійних споруд належать дороги, лінії електропередач, трубопроводи, канали, лінії зв'язку.

До площинних належать вузли гідротехнічних споруд, комплекси промислових споруд і населених місць, аеропорти та ін.

На кожен інженерну споруду є Державні будівельні норми (ДБН), які використовуються при проектуванні та будівництві інженерних споруд.

2. Вимоги до інженерних споруд.

Інженерні споруди, які будуються повинні відповідати:

- призначенню,
- забезпечувати проектні умови експлуатації,
- бути довговічними,
- відповідати сучасним естетичним і архітектурним вимогам,
- споруджуватись у встановлені терміни при мінімумі затрат праці та матеріальних ресурсів.

3. *Проектування інженерних споруд.*

Створення різного роду інженерних споруд проходить три етапи: дослідження, проектування і будівництво.

Успішне проектування можливе лише на основі повноцінних матеріалів, зібраних у процесі спеціальних інженерних вишукувальних робіт: інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних, гідрологічних та ін.

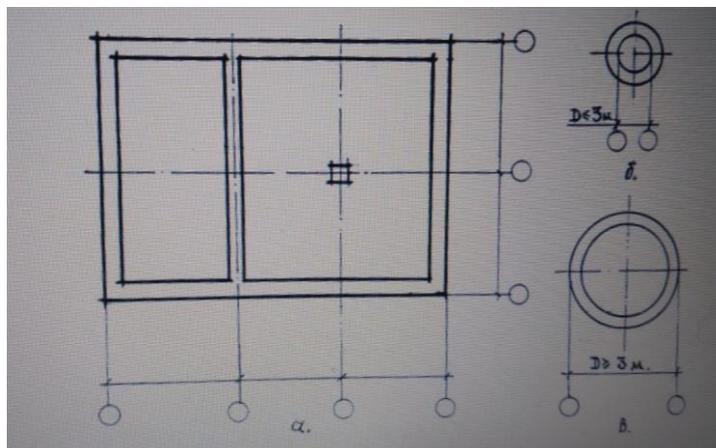
Кінцевим документом проектування є *технічний проєкт*, який є комплексом документів, що містять техніко-економічні обґрунтування, розрахунки, кресленики, пояснювальні записки, необхідні при будівництві або реконструкції підприємства, будівлі чи споруди.

Проектування проводиться поступово у напрямку досягнення остаточного рішення. Воно ведеться по етапах, які називають стадіями проектування. Існує три стадії: проєктне завдання, технічний проєкт, робоче проектування. На кожній стадії послідовно поглиблюються і уточнюються елементи проєкту, що в кінцевому підсумку, сприяє оптимізації всіх стадій проектування і отримання єдиного цілісного проєкту.

5. *Прив'язка розбивочних вісей до конструкцій споруд.*

У відкритих прямокутних спорудах розбивочні вісі повинні сполучатися для зовнішніх стін з верхнім зовнішнім ребром панелей, для внутрішніх стін і колон - з їх геометричними вісями (а); в закритих прив'язі розбивочних вісей зовнішніх стін призначають в залежності від прийнятого конструктивного рішення, виходячи з того, щоб було забезпечено надійне опирання конструкцій покриття на стіни.

В циліндричних спорудах розбивочну вісь, відповідно діаметру споруди, сполучають з внутрішньою гранню стін для споруд радіусом кривизни 3 м (б) і з зовнішньою для споруд з великим радіусом кривизни (в).



Мал.2. – Прив'язка розбивочних вісей до конструкцій споруд а – прямокутних; б, в – циліндричних відповідно $d \leq 3$ м і $d > 3$ м.

Тема 2. Циліндричні та прямокутні резервуари.

1. *Циліндричні споруди.*
2. *Прямокутні очисні споруди.*

1. *Циліндричні споруди.*

З ємкісних споруд найбільше розповсюдження в практиці проектування отримали резервуари для води, очистки в системах водопостачання і для очистки стічних вод.

Резервуари для збереження води, використовують в системах господарсько-питного, промислового і пожежного водопостачання, бувають надземні, напівпідземні й підземні. Їх виконують залізобетонними монолітними й збірно-монолітними. Стальні резервуари для збереження води дозволяється використовувати в окремих районах.

Очисні споруди в системах водопостачання і каналізації – фільтри, відстійники, освітлювачі та ін., в системах очистки стічних вод – аеротенки, біофільтри, нафтовідокремлювачі, нафтопастки, піскопастки, відстійники, змішувачі, фільтри-освітлювачі, флоратори та ін.

Розміри прямокутних, або діаметри круглих в плані ємкісних споруд кратні 3, за висотою – 0,6 м. При довжині боку або діаметра менше 9 м, а також для вбудованих в будинки споруд (незалежно від розмірів) їх розміри дозволяється приймати кратними для прямокутних споруд 1,5, для круглих 1 м.

Для циліндричних споруд у габаритних схемах вказують діаметр споруд D і його висоту H , для прямокутних – загальні розміри в плані A і B , висоту H і відстань між перегородками b в тих спорудах, де потрібні перегородки.

Для прямокутних резервуарів у габаритних схемах дано два варіанти сіток колон: 6×6 м (з ригелями) і 3×3 м (без ригелів, плити покриття шириною 3 м опираються безпосередньо на колони).

За конструктивним рішенням ємкості споруди діляться на монолітні циліндри, збірно-монолітні циліндричні й прямокутні (при цьому днище монолітне, стіни і покриття – збірне).

Кутові ділянки і перехрещення з перегородками проектують у вигляді монолітної вставки або збірних елементів.

Колони встановлюють у стакани конструкції монолітного днища або збірних фундаментів, монтованих на плоске днище.

Покриття в циліндричних спорудах монолітне або із спеціальних трапезвидних панелів, опертих на центральну колону і на стіни споруди. У прямокутних спорудах для покриття використовують збірні конструкції за номенклатурою виробів для промислових будинків.

Для ємкісних споруд довжиною до 50 м, розташованих в неопалювальних будинках або на відкритому повітрі, і до 7 м., розташованих в опалювальних будинках або повністю обвалованих ґрунтом, розрахунок на температурні дії не роблять. В випадках, коли за ґрунтовими умовами відмітка закладання фундаментів повинна бути нижче глибини промерзання ґрунтів, передбачають додаткові заходи, що запобігають від промерзання ґрунтів основ у зимовий час при спорощенні ємкості і під час будівництва.

Резервуари для води обладнують підвідними й відвідними трубопроводами (або об'єднаннями), переливним і вентиляційним пристроями, спускним трубопроводом, скобами і сходами, люками-лазами для проходу людей і транспортування обладнання, а також приладами для заміру рівня води, контролю тиску і вакууму.



Мал. 3. Резервуари для води

У резервуарах для зберігання питної води внутрішні поверхні конструкцій, які торкаються води, повинні відповідати вимогам щодо морозостійкості, водостійкості бетону в резервуарах та інших ємкісних спорудах. При цьому споруди з протикорозійним покриттям випробують до нанесення покриття.

Резервуари ємкістю 100 і 200 м³ призначені для зовнішнього пожежогасіння, їх використовують по всій країні, включаючи сейсмічні райони і території з високим рівнем ґрунтових вод. Всі конструкції монолітні.

Резервуари ємкістю 250, 500, 1000 і 2000 м³ призначені для зберігання води з температурою не більше 35°C в системах господарсько-питного, промислового водопостачання, а також як пожежні водоймища в районах з температурою зовнішнього повітря -20 і -40°C, в тому числі сейсмічних, на площах з відсутністю ґрунтових вод.

Всі конструкції резервуарів монолітні, за винятком колон (збірний залізобетон).

Залежно від технологічного процесу очисні споруди діляться на циліндричні й прямокутні.

Циліндричні споруди

Флотатор – для доочистки нафтовмісних стічних вод продуктивністю 300 м³.

Будівельні конструкції вирішують наступним чином: флотатор – відкрита циліндрична ємкість діаметром 9 м., занурена в ґрунт на глибину 3 м., днище – з монолітного залізобетону, стіни – із збірних панелей, що установлюються в щілинній паз днища, обтиснуті дротяною арматурою з наступним захистом торкрет – штукатуркою. Зовнішнє оздоблення і гідроізоляція такі, як і у резервуарах.



Мал. 4. Флотатор

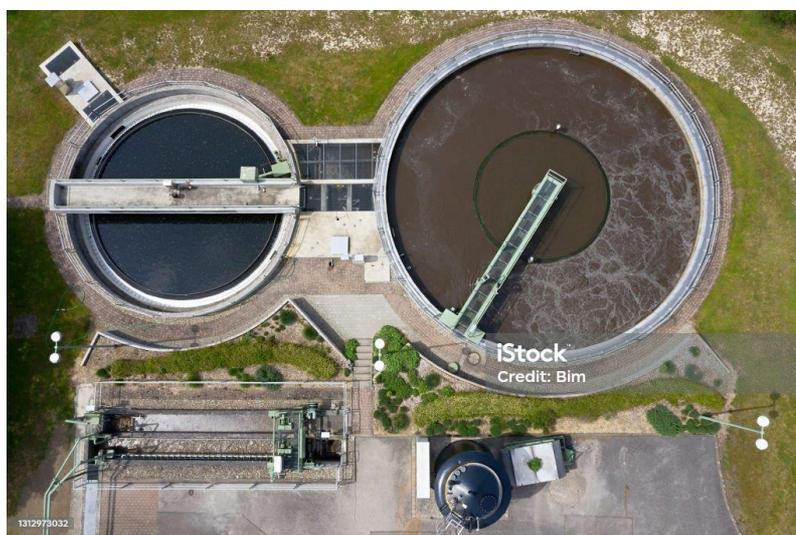
Пісколовки з коловим рухом стічних вод продуктивністю 1400...64000 м³ на добу призначаються для затримки піску з побутових і близьких до них за складом промислових, а також нафтовмісних стічних вод. Вони являють собою коловий резервуар з кінцевим днищем, всередині якого знаходиться кільцевий лоток з щілинним отвором внизу. Видалення піску виконується за допомогою гідроелеваторів.



Мал.5 Пісколовка

Освітлювачі-перегнивачі, призначені для механічної очистки стічних вод м'ясокомбінатів і зброження осаду, являють собою комбіновані споруди, складаються з освітлювачів з природною аерацією і кільцевої камери для зброження осаду – перегнивача. Всередині освітлювача розміщена камера флокуляції для укрупнення частин зважених речовин.

Днище освітлювача і перегнивача – з монолітного залізобетону, стіни – із збірних залізобетонних панелей; для стін перегнивача передбачена навивка попередньо напруженої арматури (можливий варіант вирішення стін і днища у монолітному залізобетоні). Камера флокуляції і перекриття перегнивача – з дерев'яних щитів, балки – збірні залізобетонні індивідуального виготовлення.



Мал. 6. Освітлювачі-перегнивачі

Відстійник каналізаційний радіальний, призначений для видалення із стічних вод нафтопереробних заводів нафтопродуктів і механічних домішок після спорудження основного нафтовловлювача, а також для очищення нафтовмісних стічних вод інших галузей промисловості. Відстійник розрахований на знаходження в ньому стічних вод 3... 6 г. Обладнання виготовлено у вибуховодозахисному виконанні, основа – монолітна з бетону класу В 3,5 (М50), днище - монолітне залізобетонне класу В 15 (М 200); стіни – зборні залізобетонні панелі; лотки – збірні залізобетонні індивідуальні; обслуговуюча площадка і драбина – металеві індивідуального виготовлення.



Мал. 7. Відстійник

2. Прямокутні очисні споруди.

Аеротенк – чотири коридорний із збірного залізобетону, призначений для біологічної очистки промислових стічних вод, що містять органічні забруднення, побутових стічних вод і їх суміші з промисловими. Продуктивність – 80000...260000 м³ на добу при періоді аерації 4...20 г. У проекті розроблені компоновки з 5... 9 секцій довжиною 84, 90, 96 і 102 м. Основа – монолітна бетонна, днище – монолітнезалізобетонне, стіни – збірні залізобетонні панелі; перегородки – збірні залізобетонні панелі; лотки – збірні залізобетонні; обслуговуючі площадки – збірні залізобетонні плити індивідуального виготовлення, огороження – металеве.



Мал. 8. Аеротенк

Усереднювачі – концентрації стічних вод барботажного типу, призначені для вирівнювання концентрацій забруднених промислових неагресивних вод, а також з рівним ступенем агресивності і прирізному характері агресивності по відношенні до будівельних конструкцій.

У проекті розроблені два блоки усереднювачів, складених з двох або трьох секцій з розмірами секцій 12x5,1x24 м. Корисний об'єм секцій 1400 м³, максимальна пропускна спроможність – 530 м³/год. Основа – монолітна бетонна,

днище – монолітне залізобетонне, стіни – збірні залізобетонні панелі індивідуального виготовлення, лотки – дерев'яні, мостики ходові – збірні залізобетонні плити індивідуального виготовлення, огороження – металеве.

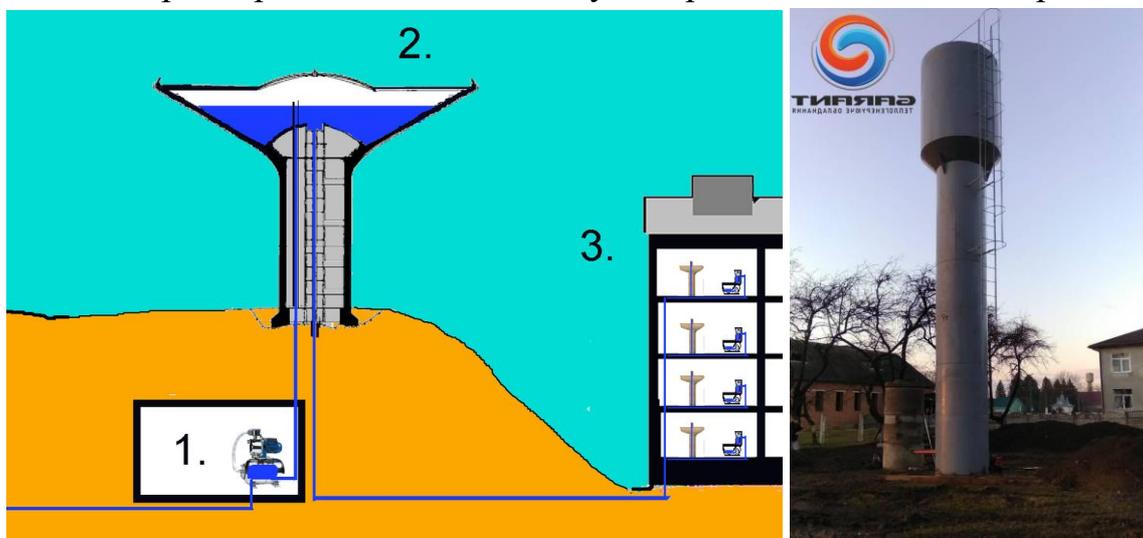
Контактні резервуари шириною 9 м використовують у складі очисних каналізаційних станцій, призначені для забезпечення розрахункового часу контакту очищення стічних вод з хлором або гіпохлоридом натрію. Ширина контактного резервуару – 9, довжина – 24, робоча глибина – 3,3 м. Додатково передбачена вставка довжиною 3 м, що дозволяє збільшити довжину резервуару до 48 м. Розрахункова ємкість резервуарів для рекомендованої довжини – 2100... 4200 м³. Розрахункова пропускна здатність споруди – 4200... 84000 м³/г при часі контакту 0,5 г. Основа – бетонна підготовка товщиною 100 мм з бетону класу В 3,5 (М50); днище монолітне залізобетонне з бетону В 15 (М200); стіни – збірні залізобетонні панелі.

Тема 3. Вежі водонапірні.

1. Призначення, будова.
2. Конструктивні рішення.

1. Призначення, будова.

Водонапірні вежі – споруди в системі водопостачання, призначені для регулювання витрати й тиску води у водопровідній мережі, утворення її запасу, вирівнювання графіку роботи насосних станцій. Їх використовують у системах виробничого, господарсько-питного і протипожежного водопостачання промислових об'єктів, сільськогосподарських комплексів і населених міст. Запас води визначається місткістю баку, інтенсивністю тиску – висотою вежі (відстанню по вертикалі від поверхні землі до низу баку або його циліндричної частини). Вказані два параметри покладені в основу габаритних схем водонапірних веж.



Мал.9. Водонапірна вежа

Водонапірні вежі обладнують:

- центральним підвідно-розвідним стояком діаметром 300... 400 мм, використовують для заповнення і спорожнення баку;

- переливним стояком діаметром 150... 200 мм, призначеним для передбачення переповнення баку;

- запірної арматури (ручні або електрифіковані засуви, тип яких визначається від призначення веж і тутешніх умов), вбудованої в утепленій підземній камері або спеціальній криниці);

- датчики рівня води в баку, що передають інформацію на диспетчерський пункт. В якості блископриймача використовують сталевий бак, відповідним чином заземлений.

Завдання на проектування водонапірних веж повинно містити: дані про призначення вежі; ємкість баку і висоту вежі; про кліматичні умови району будівництва; характеристику гідрогеологічних умов.

2. Конструктивні рішення.

Основні конструктивні елементи водонапірної вежі – бак, стовбур і фундамент.

БАКИ. Баки використовують металеві, зварні для веж масового будівництва, при малій ємкості баків – циліндричні з плоским днищем, в інших випадках – з конічним. Баки з плоским днищем встановлюють на суцільній основі з нахилом днища не менше 5% до відвідної або зливної труби.

СТОВБУРИ. Їх виготовляють з цегли, металу, монолітного або збірного залізобетону. Традиційна форма стовбура – вертикальна циліндрична оболонка. Типові проекти в основному передбачають влаштування цегляних стовбурів, надійних в експлуатації, не вимагаючих для зведення спеціальних монтажних механізмів і відносно дешевих.

Стальні стовбури водонапірних веж використовують для веж з баками невеликої ємкості. Вони являють собою зварну циліндричну оболонку, що також заповнюється водою.

Вежі з монолітними залізобетонним стовбурами являють собою вертикальну циліндричну оболонку.

Найбільш прогресивні й економічні за всіма показниками вежі із стовбурами із збірного залізобетону.

Стовбури водонапірних веж обладнують металевими драбинами.

ФУНДАМЕНТИ. Їх виготовляють з монолітного бетону або залізобетону, складаються вони з порожнистої циліндричної частини, в об'ємі якої розташовується камера із запорною арматурою, і коловою або кільцевою (для малих веж) фундаментною плитою.

Для веж з баками великої ємкості камеру для запірної арматури в окремих випадках розташовують у спеціальній криниці поряд з вежою.

Підземна камера не опалюється, але перекриття над нею проектують утепленим. У камері передбачають дві труби для вентиляції приточної та витяжної, із заслінками, що закриваються в зимовий час.

Тема 4. Підземні інженерні споруди – підпірні стіни, канали і тунелі.

1. Підпірні стіни, призначення, конструктивні рішення.

2. Канали, призначення, конструктивні рішення.

3. Тунелі, призначення, конструктивні рішення.

1. Підпірні стіни, призначення, конструктивні рішення.

Підпорні стіни використовують в промисловому, цивільному і сільськогосподарському будівництві для огороження:

- відкосів насипів та виїмок внутрішньоплощадочних і під'їзних залізнодорожних і автомобільних шляхів, при неможливості виконання відкосів з потрібними відкосами;

- терас, розташованих за генеральним планом в різних рівнях;

- окремих, піднятих або заглиблених за вимогами технології ділянок, розташованих, всередині й зовні будинків;

- спеціальних споруд – рамп, складів інертних та інших насипних матеріалів, бункерних естакад і рудних подвір металургійних заводів та ін.;

- котлованів у процесі будівництва, при неможливості їх виконання з потрібними відкосами.



Мал. 10. Підпорна стіна



Мал. 11. Похила підпорна стіна з габіонів уздовж залізничних колій (Хорватія)

Габаритні схеми підпорних стін характеризуються одним параметром – висотою підпору ґрунту h_1 , мінімальне значення якої 1200 мм.

За конструктивним рішенням підпорні стіни розподіляють на гравітаційні (жорсткі) й гнучкі. Гравітаційні стіни бувають масивні й тонкостінні.

Масивні підпорні стіни зводять з цегли, буту, бутобетону, монолітного бетону, збірних бетонних блоків.

Тонкостінні підпорні стіни використовують кутового типу, склад яких дві плити – фасадна і фундаментна, жорсткість пов'язані між собою. Їх виготовляють із збірного залізобетону.

Підвали – споруди, заглиблені нижче рівня підлоги або поверхні шару ґрунту і розташовані під будинками (вбудованими) або зовні (окремо стоячі).

Підвали використовують:

- для розташування і обслуговування обладнання, яке за технологічними вимогами повинно бути розташовано нижче рівня підлоги будинку або відмітки землі (наприклад, підвали машинних залів, електростанцій);

- для розташування і обслуговування ємкостей, в яких рідина повинна поступати самостійно (наприклад, масло емульсійне, підвали в прокатних цехах);

- для розташування насосних станцій і станцій перекачки стоків, вентиляційних камер і машинних залів кондиціонерів, складів, виробництв, що вимагають стабільного температурного й вологісного режиму, відсутності пилу та ін., електрообладнання і кабелів (кабельні підвали).

Підвали проектують одноповерховими. В однопрольотних підвалах довжина прольоту 6, дозволяється 7,5 м, якщо це обумовлене технологічними вимогами.

Багатопрольотні підвали проектують зі стінками колон 6х6, 6х9 м і висотою від підлоги до стелі, кратною 0,6, але не менше як 3 м. Висоту (в чистоті) проходів у підвалах треба призначати не менше як 2 м. Сходи проектують шириною не менше як 0,7 м з уклоном не більше 1:1; тамбури у сходів і сходи в підвалі огорожують неспалимими перегородками з межею вогнестійкості не менше 0,75 г.

За конструктивним рішенням підвали підрозділяються на каркасні (з повним і неповним каркасом) і безкаркасні.

За каркасною схемою влаштовують дво- і багатопрольотні підвали. При повному каркасі передбачають несучі колони по зовнішніх стінах і внутрішніх осях підвалу.

Схема з неповним каркасом передбачає влаштування по зовнішніх осях самонесучих стін, передаючих горизонтальний тиск на стрічкові фундаменти і на перекриття над підвалом, а по внутрішніх – колон.

Безкаркасну схему використовують головним чином для однопрольотних підвалів з самонесучими стінами, на які спираються конструкції перекриття. Самонесучі стіни можуть бути масивні або гнучкі.

Перекриття підвалів виконують зі збірних ребристих плит 1500 і 750 мм., використовуваних для перекриття промислових будинків або підсилених армуванням чи влаштуванням по верху полиці монолітної залізобетонної армованої плити, розташованої в товщі підлоги. Плити опираються на полиці збірних ригелів.

2. Канали, призначення, конструктивні рішення.

Канали – підземні закриті горизонтальні або наклонні протянуті непрохідні споруди, призначені для розташування комунікацій. У каналах прокладають зовнішні й внутрішньоцехові інженерні мережі, а також трубопроводи різного призначення, електрокабелі й електрошини; їх використовують також як повітропроводи, лотки для стоку рідин та ін. Висота каналів – не більше 1700 мм. В одному каналі пропонується прокладати мережі різного призначення, якщо це сполучення не суперечить нормам і правилам техніки безпеки.

3. Тунелі, призначення, конструктивні рішення.

Тунель – така ж споруда висотою 1800 мм. і більше, призначена для розташування комунікацій та обладнання з проходом для обслуговуючого персоналу, або для проходу людей, використовують також як повітроводи великого перерізу.

За призначенням тунелі розподіляють на:

- пішохідні – для проходів людей;
- конвеєрні – для транспортування матеріалів у тунелях транспортерами й конвеєрами;
- підштабельні – розташовані під складами матеріалів (руди) й призначені для транспортування цих матеріалів;
- комунікаційні – для прокладання трубопроводів різного призначення;
- кабельні – для прокладання електрокабелів і електрошин;
- комбіновані – для сполучення прокладки трубопроводів і електрокабелів, або транспортування з пересуванням людей.
- повітроводні.

Траси каналів, тунелів і колекторів повинні мати найменшу протяжність і мінімальне число поворотів і перехрещень з шляхами і іншими комунікаціями. Повороти трас, освітлення, а також перехрещення з шляхами і комунікаціями приймають під кутом 90° . За умовами генерального плану підприємства дозволяється в окремих випадках зменшити кути перехрещення із залізничними шляхами до 60° , автомобільними шляхами, тунелями, каналами і колекторами – до 45° , з кабельними естакадами і галереями – до 30° .

Тема 5. Радіотелевізійні та радіорелейні вежі.

1. Вежі. Технологія зведення.

2. Щогли. Технологія зведення.

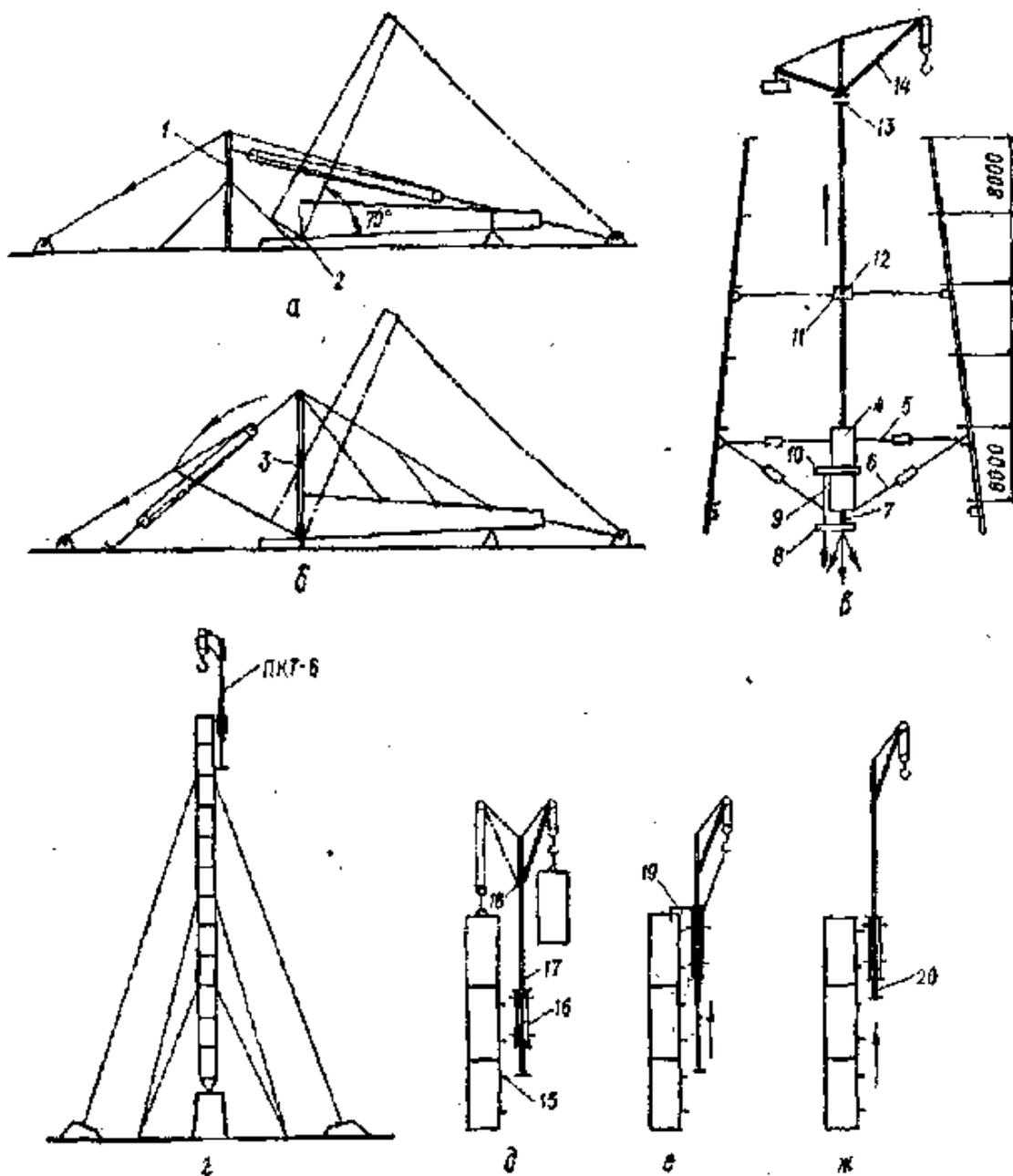
3. Вежі. Технологія зведення.

Вежами називають висотні споруди, стійкі без відтяжок. Розвиненою базою вони опираються на фундаменти, у яких у процесі зведення веж можуть виникнути негативні напруги. Тому вежі можна зводити тільки після повного облаштування фундаментів.

Збірні вежі зводять методами повороту стріли, що падає, нарощування й підрощування, монолітні - за допомогою ковзної або підйомно-переставної опалубки.

Металеві вежі висотою до 100 м доцільно піднімати в зібраному вигляді методом повороту (мал. 12,а). У цьому випадку вежу збирають на землі, розташовуючи її нижній кінець в опорному шарнірі, закріпленому на фундаменті.

Поруч із фундаментом у створі з віссю вежі, що монтується, встановлюють і розкріплюють розчалюваннями допоміжну щоглу висотою $1/3$ — $1/4$ висоти основної споруди. Вежу піднімають лебідкою, повертаючи вежу навколо опорного шарніру поліспастиним пристроєм, з'єднаним з допоміжною щоглою. Піднявши вежу на 70° до обрїю, тобто до положення хиткої рівноваги, включають гальмову лебідку й підйом далі ведуть зі страховкою від перекидання у зворотній бік. Розчалювання застосовують, якщо висота вежі близька до 100 м або ширина її основи менше $1/7$ її висоти.



Мал. 12. Спорудження веж та щогл: а – монтаж веж висотою до 100 м у зібраному вигляді

методом повороту; б – те саме, методом падаючої стріли; в – монтаж веж висотою 100 м і більше; г – монтаж щогл повзаючим краном ПКТ-6; д – встановлення секції щогли; е – перестановка обойми; ж – перестановка щогли крану; 1 – допоміжна щогла; 2 – шарнір; 3 – стріла, що подає; 4 – обойма; 5 – розчалка; 6 – підвіски; 7 – щогла крану; 8 – консоль щогли; 9 – поліспасти; 10 – консоль обойми; 11 – рамка; 12 – штир; 13 – поворотне коло; 14 – стріла; 15 – закладні деталі для кріплення крану; 16 – обойма для крану ПКТ-6; 17 – щогла; 18 – оголовок; 19 – відкидний гак; 20 – поліспасти для підйому щогли.

При підйомі веж висотою до 100 м методом падаючої стріли (мал. 12,б) нижній кінець зібраної на землі вежі також закріплюють в опорному шарнірі. Поряд із шарніром встановлюють під прямим кутом до осі споруди падаючу стрілу й зв'язують тугами її оголовок з вежею. Падаючу стрілу оснащують бічними розчалюваннями, розташованими у площині, перпендикулярній до площини підйому. Розчалювання кріплять до якорів, що знаходяться на одній лінії із шарніром обертання вежі. Із протилежної сторони фундаменту розташовують поліспасти систему з якорем і однією або двома лебідками. При підйомі вежі висотою до 100 м і масою до 50 т застосовують парні поліспасти, загальне зусилля яких досягає 1000 Кн.

Вежі висотою 100 м і більше зводять нарощуванням з окремих елементів за допомогою універсального крану (мал. 12,в).

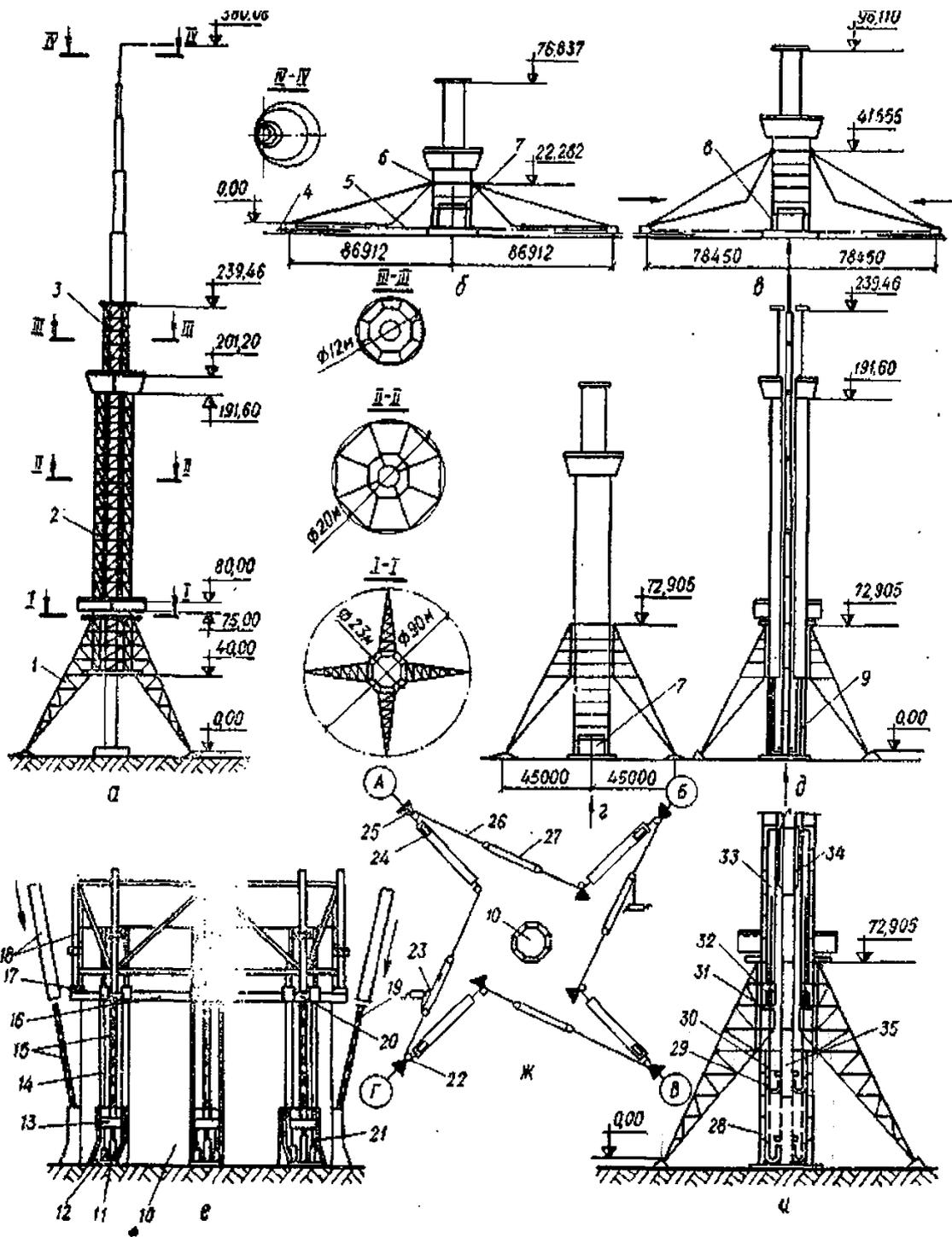
Універсальний підвісний кран складається з обойми, що прикріплюється до складених секцій вежі знизу підвісками й розчалюваннями, а вгорі - розчалюваннями, і щогли крана, закріпленої в обоймі і поєднаної з нею поліспасти, що працює між консолями обойми й щогли. Угорі щоглу кріплять до конструкцій вежі за допомогою рамки, підтримуваної розчалюваннями, і штирем, що проходить через рамку й щоглу. На поворотному колі вежі встановлюють стрілу з поліспасти для підйому вантажу. Троси для підйому крану й вантажу проходять по центру крана через порожні вежу та обойму униз до встановлених на землі лебідок.

По мірі монтажу секцій вежі кран нагору переставляють за допомогою обойми, переміщеної по щоглі крану вантажним гаком з перестановкою кріплень і наступним підйомом щогли поліспасти між консолями обойми й щогли.

Використання універсального підвісного крана дозволяє вести зведення вежі без розчалювань для її кріплення, забезпечує незалежність від місцевих умов забудови майданчика, легкість перестановки по висоті, безпеку роботи, можливість монтажу конструкцій з різних матеріалів, простоту й безпеку демонтажу, придатність для зведення веж різних розмірів у плані.

У зв'язку з інтенсивним розвитком радіо та телебачення виникла необхідність у створенні високих телевізійних веж з комплексом потужних антенних пристроїв і радіотехнічного устаткування.

Конструктивною особливістю сучасних збірних веж є їхнє розчленування на три основні частини, що взаємно слугують напрямними й такими, що розв'язують, при монтажі й експлуатації, а саме: базу, основний ствол і антенну частину із шахтою ліфтів (мал. 36,а).



Мал. 13. Спорудження телевізійної вежі підручанням:

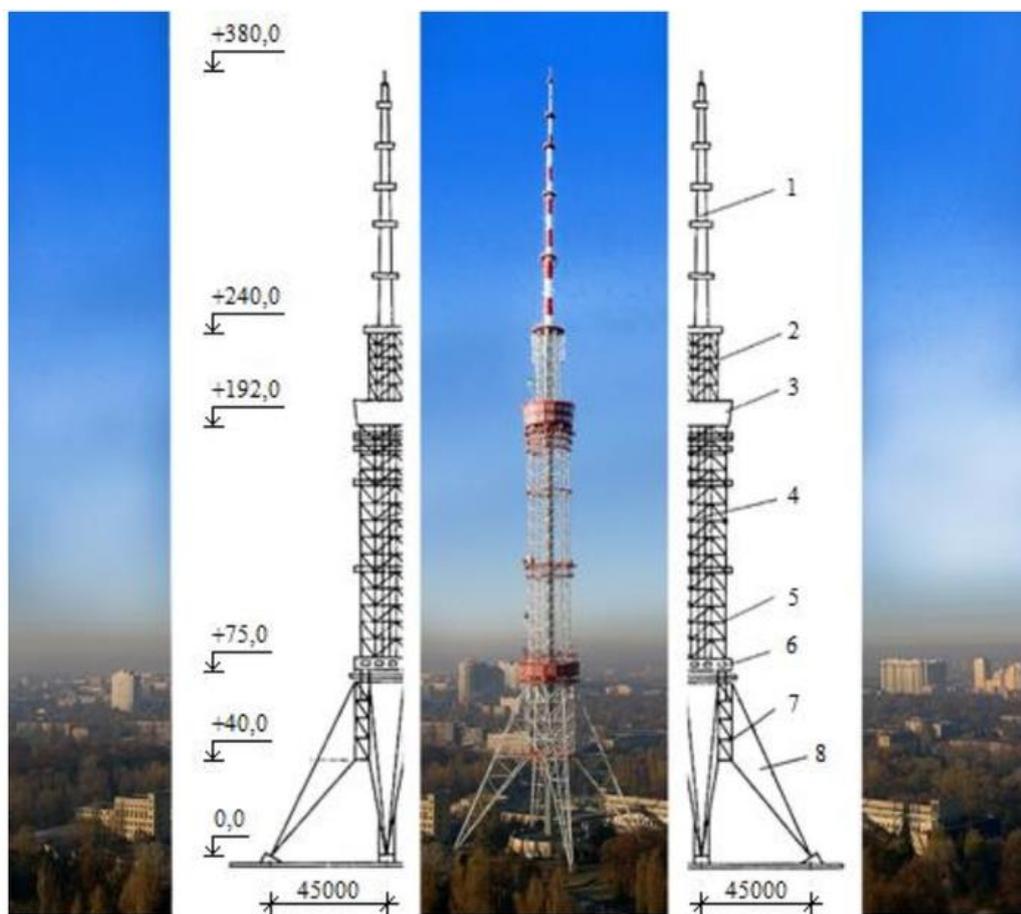
а – конструктивна схема вежі; б – підготовчий етап спорудження; в – спорудження бази парасолькою; г - висування ствола; д – висування антени та шахти ліфтів; е – схема та принцип роботи підіймно-збірного агрегату АПС-8; ж – синхронізує-натяжний пристрій СНУ-4; и – схема і принцип роботи шагового підіймного агрегату АПШ-3; 1- база; 2 – основний ствол; 3 – антенна частина з шахтою ліфтів; 4 – накаточний шлях; 5 - синхронізує-натяжний пристрій; 6 – технологічний шарнір з'єднання опори-ноги бази зі ством; 7 – підіймно-складальний агрегат АПС-8; 8 – підручаний ярус ствола; 9 – шаговий підіймний агрегат АПШ-3; 10 - опора-кондуктор; 11 – гідродократ; 12 – трубчастастійка; 13 – піддократна балка; 14 – напрямні рейки; 15 – шаговий штовхач; 16 – монтажна діафрагма; 17 – втулка-матриця штовхача; 18 – труби поясів ствола; 19 – верхній боковий упор штовхача; 20 – хомут с фаркопфами; 21 – запобіжний гвинт з гайкою; 22 – відвідний блок; 23 – поліспаєт; 24 – монтажний башмак; 25 – якір; 26 – основний

канат; 27 – вставка з двох канатів; 28 – опора-склянка; 29 – строповочна рама; 30 – строповочний упор; 31 – робочий майданчик; 32 – стрічковий гідропідйомник; 33 – направляючий короб; 34 – направляюча («лижа»); 35 – висувний блок антени та шахти ліфтів.

Розвиток нових конструктивних форм та особливості високих (300 м і більше) телевізійних веж обумовлювали пошуки нових методів їх зведення. У результаті був розроблений метод підрощування. Сутність його полягає у наступному. На допоміжному пристрої монтується частина ствола. На землі збирають опори-ноги бази й з'єднують їхніми шарнірами зі стволом. Підрощуючи ствол, встановлюють опори-ноги в проектне положення. Нижні їхні кінці закріплюють на фундаменті, а верхні поєднують ґратами, утворюючи обойму, через яку надалі висують ствол до проектної відмітки. Потім опори-ноги жорстко закріплюють на стволі, усередині якого продовжують висувати антенну шахту ліфтів. Використання методу підрощування дозволяє знизу виконувати збірно-зварювальні роботи на постійних робочих місцях у напівцевих умовах за принципом вертикального конвеєру, тобто, відмінюються верхолозні роботи, також можна використовувати частини вежі як взаємні напрямні при їхньому встановленні в проектне положення, а також з'єднувати зварюванням уніфіковані елементи частин вежі. У результаті вдається: скоротити витрати сталі до 20, працезатрати на виготовлення й монтаж - до 25, строк зведення - до 25%; забезпечити високу точність і якість складання й зварювання, зручність їх контролю, можливість застосування автоматичного зварювання стиків; впровадити попереднє складання й налагодження внизу технологічного устаткування; досягти загального економічного ефекту при зведенні великої телевізійної вежі.

При методі підрощування вежу розділяють на два блоки: нижній і верхній. Нижній блок зводять способом нарощування за допомогою баштових або самохідних кранів. Висота нижнього блоку визначається можливостями монтажних механізмів і рішеннями позатискання верхнього блоку при висуванні. Нижній блок у результаті стає частиною монтажного оснащення, сприймає монтажні впливи при висуванні верхнього блоку, на ньому закріплюють напрямні й інші монтажні пристосування. *Підрощуванням називають метод монтажу висотних споруд, при якому конструкції вище відмітки, доступної для встановлення елементів монтажним краном, збирають внизу, починаючи з верхньої секції споруди, і висують нагору на висоту чергової секції.* Верхній блок збирають частинами усередині нижнього блоку, висування блоку здійснюють за допомогою вантажних поліспастів або гідропідйомників. Після підйому чергової секції та з'єднання її з раніше зібраною частиною споруди, на рівні землі збирають і готують до підйому чергову секцію конструкції.

Послідовність монтажних робіт при зведенні веж підрозуванням. Після монтажу нижньої, пірамідальної частини споруди, на рейкових шляхах, у безпосередній близькості від вежі, що зводиться, збирають стенд, на якому здійснюють укрупнювальне складання блоків верхньої, призматичної частини вежі. Зібрані на стенді блоки подають під основу вежі за допомогою поліспасти й електролебідки. Далі блок піднімають за допомогою домкратів для сполучення з нижньою частиною раніше висунутих конструкцій вежі. Після вивірки й зварювання монтажних стиків усю призматичну частину вежі висувають по напрямних нагору на висоту нижнього блоку (висота блоків 10-12 м). Наступні операції повторюють в аналогічному порядку, поки nebude повністю змонтована й піднята на проектні відмітки призматична частина вежі.



Мал. 14. Київська телевізійна вежа

Вежа являє собою 380-метрову вільностоячу опору. Конструктивно може бути поділена на такі частини (рис.): антенна частина (1), стовбур антени «Алтай» (2), верхня технічна будівля (3), шахта ліфтів (4), основний стовбур (5), нижня технічна будівля (6) і база вежі, що складається з барабану (7) та ніг (8).

Цікаво, що вища на 60 м за Ейфелеву вежу, Київська телевізійна вежа є втричі легшою від неї: її загальна маса дорівнює 2 793 т проти 7 300 т вежі Ейфеля.

4. Щогли. Технологія зведення.

Щогли - це висотні інженерні споруди, стійкість яких забезпечується розчалюваннями в кілька ярусів. Вони спираються на фундамент в одній точці, мають по висоті постійний перетин.

Щогли висотою до 130 м піднімають у збірному вигляді поворотом за допомогою допоміжної щогли або падаючої стріли.

Більш високі щогли монтують повзучим краном. Радіощогли висотою 300 м і більше зводять із секцій трубчастого перетину діаметром 2,3 висотою 6 м і масою 5 т. Монтаж виконують повзучим краном ПКТ-6 вантажопідйомністю 6 т. Повзучий кран складається з обойми, щогли й стріли. Обойму кріплять на двох опорах, заздалегідь встановлених на секції радіощогли (мал. 35,д). Щогла крану проходить через обойму й знизу кріпиться до такої ж опори як і у верхньої частини обойми. Угорі на щоглі крану встановлені оголовок, поворотне коло та стріла поліспасти для підйому вантажу.

При перестановці крану його щоглу вгорі закріплюють відкидним гаком за верхню крайку змонтованої секції (мал. 35 е). Обойму захоплюють гаком крану й встановлюють на опори верхньої секції; звільняють кріплення щогли внизу та канатом через блоки, укріплені на нижній частині щогли й обойми, щоглу підтягують нагору й закріплюють у новому положенні (мал. 35, ж). По мірі монтажу радіощоглу зміцнюють тимчасовими розчалюваннями й постійними відтягненнями.

Тема 6. Димові труби.

- 1. Історичні відомості.**
- 2. Призначення димових труб.**
- 3. Конструктивні особливості димових труб. Димова тяга.**
- 4. Догляд за димовими трубами**

Димохід або **димоватруба**, **димар**, **кóмин** (пол. *komín* < лат. *camīnus*, пор. «камін») — труба для відведення димових газів, що відходять від паливоспалювальних агрегатів у довкілля. Словом *комин* може називатися як вся димова труба, так і нижня частина димоходу варистої печі, а також горішня частина димоходу над дахом якої-небудь будівлі.

1. Історичні відомості.

Димові труби з'явилися в Європі в XII столітті, а промислові димові труби з'явилися наприкінці XVIII століття.

Виникнення димових труб нерозривно пов'язане з опалювальними спорудами. Найпростіше з них — багаття, оточене каменями. Така опалювальна «конструкція» дозволяла в давнину погрітися біля вогню, приготувати нехитрі харчі, але не більше. Питанням як же застатися теплом про запас, люди стали задаватися набагато пізніше, коли почали кочувати все далі й далі на північ.

Приміром, в Уссурійському краї, за свідченнями В. К. Арсенєва, письменника-мандрівника, що досліджував ті краї, житла поселенців з Кореї обігрівалися вельми цікавими димохідними каналами, які були прокладені у підлозі будинку і проходили в житлових зонах, обігриваючи їх. Виходили продукти згоряння назовні через дуплисте дерево, замість зовнішньої частини димової труби.

На Русі колись опалення велось взагалі без використання димохідних труб — «по-чорному». До кінця XIII ст. димові труби були невідомі мешканцям України. Такий тип опалення житлового приміщення був небезпечний, оскільки в будинку могли накопичуватися шкідливі для людини чадні гази. Та й виглядало житло, опалювальне таким методом, не цілком презентабельно — стіни і печі весь час доводилося оновлювати. До речі, побілка печей ведеться дуже давно і спочатку вона була призначена не для забезпечення естетичної привабливості опалювальної конструкції, а для відстеження її робочого стану — на білій поверхні чітко проступають тріщини і щілини, так як на них осідає кіптява.

Вдосконалення способів опалення привело до появи вогнищ і печей, споряджених трубами.



Мал. 15. Блоки хатніх димарів у Ньюкасл-апон-Тайн, Англія.

Найранішим способом опалення в українських хатах був спосіб «по-чорному», який був основним до початку XIV ст. (у Карпатах та на Поліссі курні печі зустрічались і в XIX ст.). Потім поширилося опалення «по-сірому»: над припічком на висоті 50—65 см прибудовувався димовловлювач («бовдур», «кіш», «куш», «капа», «окап», «кобилка», «кобулка», «кох», «рура»), який відводив дим на горище або в сіни. Подальша еволюція системи димовідводу привела до появи справжніх димоходів, опалення «по-білому». У XIX — початку XX століття димоходи склалися з кількох елементів. Нижня частина димаря називалась *комин*, він був верхньою частиною печі в хаті. Від комина йшов бічний канал — *лежень* чи *лежак*, який вів у сіни, де на певній висоті



прикріплювався *бовдур*. Останній, являв собою прямокутний короб, трубу, найчастіше плетений з хмизу, очерету й обмазаний глиною, іноді траплявся дощатий, рідше глиняний і цегляний. Він міг доходити до половини висоти сіней (на горище), чи виходити назовні над дахом. У першому разі дим розходився по горищу і виходив через стріху чи через спеціальні отвори, зроблені під гребенем на причілкових схилах. Такий спосіб опалення в українських хатах тримався дуже довго: внаслідок думки, що прокурювання стріхи димом підвищує її міцність і запобігає гниттю. Найбільш міцно трималися традицій на Закарпатті, Ф. К. Вовк повідомляв, що коли поліція стала суворо вимагати ставити на хатах повноцінні димарі, селяни всіляко цього уникали: наприклад, у Золотарьові можна було побачити фальшиві комини на дахах. У сінях під бовдуром могли, також, влаштовувати маленьку пічку-кабицю^[3]. Окрім бовдура для печі, міг влаштовуватися так званий *світач*: бовдур з підвішеною під ним залізною решіткою чи встановленим чурбаком з ерепком, де запалювали скіпу для освітлення^[4].



Мал. 16. Світач у хаті із села Бехи.
Музей у Пирогові.



Мал. 17. Дерев'яний бовдур на стрісі хати.

2. Призначення димових труб.

Основним призначенням димових труб є відведення газів (продуктів згорання палива в топці). Разом з ними через трубу видаляються дим, сажа, попіл і кіптява, які, при неправильному формуванні внутрішньої поверхні димоходу, можуть осідати на його стінках, утруднюючи надалі проходження газів. Щоб цього не сталося, необхідно робити внутрішню поверхню димохідних труб якомога рівнішою і гладкою, без вибоїн, щілин і виступів, щоб сажі і кіптяві не було за що «зачепитися». Але неприпустимо вирівнювати внутрішню частину димової труби

глиною, тому що вона погано проводить тепло і може викликати появу конденсату та підвищеної вологості в трубі, що в підсумку може призвести до погіршення циркуляції повітря (тяги).

Ще одним призначенням димових труб є забезпечення нормальної тяги в печі, яка перебуває в прямому співвідношенні з товщиною і висотою димохідного каналу. Температура продуктів згоряння на виході з труби може перевищувати 373 К, що дозволяє створювати в опалювальній конструкції природну тягу — шляхом заміщення гарячих шарів повітря холодними. У зв'язку з цим товщина стінок димової труби повинна бути не менш ніж у півтори цеглини (ідеальне співвідношення для труб корінного типу), а висота — в 5 метрів і вище, рахуючи від колосникових зон.

Основні проблеми димових труб: їх є дві — відкладення зсередини, які скорочують перетин димоходу, і руйнування із Заводська середини та зовні самої труби під дією агресивних димових газів і димова труба вітрового навантаження.

3. Конструктивні особливості димових труб.

Щоб зменшити число отворів у даху, димоходи різних опалювальних приладів у будинку можуть поєднувати в один: робиться це за допомогою горизонтальних чи похилих елементів, що називаються *лежаками* чи *лежнями*. Лежні викладають з цегли на глині по перекриттях, а для термоізоляції відділяються від дерев'яних конструкцій шаром повсті.

Внаслідок обмеженої здатності цегли витримувати поперечні навантаження, труби в будинках часто будували «у стовп»: з камінами на кожному поверсі, що виходили на спільну трубу. Часто дві таких труби ставили з обох фасадів будинку. Зараз поширення центрального опалення звільняє від необхідності обов'язково мати димар, а використання газопроводів уможливорює розміщати джерела вогню в будь-якому місці.

Більшість сучасних опалювальних приладів димоходів не потребують. Їх поміщають зазвичай біля зовнішньої стіни, а їхні витяжні труби виходять назовні через незаймісті стінні втулки.

Відрізняються за конструкцією від хатніх промислові димові труби, розташовані на фабриках, заводах, центральних котельнях. Вони розташовані в близькості від топок котлів і з'єднані з ними димопроводами. Їх значна висота уможливорює розсіювати шкідливі викиди по більшій території.

Колись для фабричних димарів широко використовувалася цегла, зараз частіше застосовується залізобетон, але вогнетривку цеглу продовжують використовувати для внутрішнього облицювання, зокрема, у разі застосування палива, що утворює топкові гази з агресивними кислотами.

Сучасні промислові димові труби часто складаються із залізбетонного кожуха-основи, всередині якого проходять кілька вертикальних газоходів.



Мал. 18. Труба Екібастузької ГРЕС-1 330 м заввишки

300-метрова труба компанії Sasol Three складається з кожуха-основи 26 м у діаметрі й бетонних димопроводів 4,6 м у діаметрі, облицьованих зсередини вогнетривкою цеглою, покладеною на кільцеподібні консолі, розташовані з 10-метровим інтервалом.

Найчастіше димові труби робляться з цегли. Стандартна цегляна димова труба складається з таких елементів (опис ведеться зверху вниз):

- ковпака металевого;
- оголів'я;
- шийки;
- бетонного укусу;
- видри;
- місця проходження через покрівлю, обрешітку, крокви;
- стояка;
- розпушки (оброблення);
- ізоляційного шару біля перекриття і балок;
- димової засувки;
- шийки труби.

Все частіше на заміну димарів з цегли приходять збірні теплоізольовані металеві труби. Вони монтуються з типових елементів заводського виробництва, які необхідно кріпити через кожні 150 см до стін або інших споруд, оскільки вони не є самонесучими конструкціями. Переважно такі труби випускаються з алюмінію (зовнішня частина) і кислотостійкої нержавіючої сталі (внутрішня частина). Простір між ними заповнюється спеціальним теплоізоляційним матеріалом. Конструктивно теплоізольована сталева димова труба горищного типу складається з (опис ведеться зверху вниз):

- дефлектора;

- кінцевого елемента;
- проміжного елемента;
- проміжного елемента з очисним каналом;
- кріпильної рами (підстава димохідної труби, що починається з горищних перекриттів);
- перетину теплоізолюваної труби;
- проміжного елемента з підведеним патрубком;
- нижнього елемента з очисним каналом труби, що починається з рівня підлоги.

Промислове виробництво деяких країн також пропонує до реалізації висотні димові труби (висотою з поверх), що виробляються на основі легкого бетону. Конструктивно висотні димові труби з бетону складаються з:

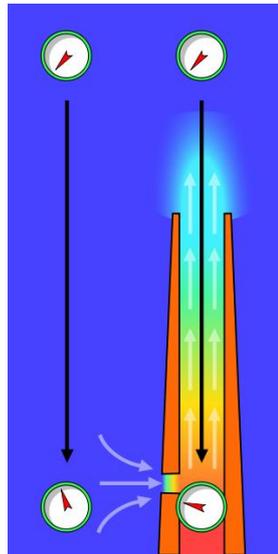
- обмурівки (120 мм);
- шва (10 мм);
- теплоізолюючого штукатурного шару (30 мм);
- лещадного каменю;
- різних елементів (приєднувального, проміжного, нижнього, верхнього);
- люка зольника.

Димова тяга

$$Q = C A \sqrt{2 g H \frac{T_i - T_e}{T_i}}$$

де:

- Q** = димова тяга / потік тяги, м³/сек
- A** = перетин димової труби, м² (мається на увазі, що воно не змінюється з висотою)
- C** = коефіцієнт витрати (зазвичай береться від 0.65 до 0.70)
- g** = прискорення вільного падіння, 9.807 м/сек²
- H** = висота труби, м
- T_i** = середня температура всередині труби, К
- T_e** = температура зовнішнього повітря, К



Ефект тяги в трубі: манометри показують абсолютний тиск повітря, потік показаний світлосіримми стрілками. Зростання тиску в манометрах — за годинниковою стрілкою.

4. Догляд за димовими трубами.

Димові труби потребують постійного догляду — без цього вони швидко втрачають робочу здатність, засмічуючись і забиваючись сажою і кіптявою. Чистку димохідних труб необхідно проводити до або після опалювального сезону, тобто в той час, коли вони не функціонують. Своєчасне обстеження труби дозволяє виявити виниклі дефекти і забезпечити нормальну циркуляцію повітря в опалювальному споруді. Догляд за димарем передбачає перевірку під'єднання (патрубка, гільзи) і того, чи немає яких-небудь виступів, що перешкоджають подачі кисню. При виявленні тріщин в трубі їх необхідно усувати, оскільки потрапляння в них вологи може привести до повного руйнування труб в холодний період, коли вода в них, замерзнувши, розширить шви. Розчин з швів замінюють кожні п'ять-десять років, що входить в капітальний ремонт димових труб. Профілактична чистка труб передбачає виведення з каналу попелу, сажі і кіптяви, які осіли на його стінах.

Тема 7. Опори ліній електропередач.

- 1. Класифікація та будова ЛЕП.***
- 2. Призначення ЛЕП в Україні.***

Опора є основним елементом повітряної лінії електропередач. Її призначення підтримувати проводи на певній висоті від землі, а також ізолятори та арматуру для кріплення.



Мал. 19. Опори ЛЕП

1. Класифікація та будова ЛЕП.

За призначенням

Опори за призначенням поділяють на анкерні, проміжні, перехідні й кінцеві.

- **Анкерні** опори забезпечують постійний натяг проводів ЛЕП. Поділяються на **кінцеві**, що встановлюють на початку та в кінці повітряної лінії та **анкерно-кутові**, що встановлюють у місцях повороту траси повітряної лінії.

- **Проміжні** опори забезпечують підтримання проводів між двома анкерними опорами.

- **Перехідні** опори використовуються для переходу траси ЛЕП через широкі річки, озера та інші перешкоди.

За будовою

Будова повітряних ліній електропередачі може мати різні форми залежно від типу лінії. Високовольтні лінії електропередач зазвичай виконуються наступними:

- Ґратчасті сталеві опори
- Циліндричні сталеві опори
- Бетонні опори
- Опори із пластику підвищеної міцності (їхнє застосування обмежене через високу вартість)

- Опори з дерева (застосовують у невеликих населених пунктах і сільській місцевості)

Відстань між опорами визначається розрахунком на механічну міцність залежно від перерізу, марки проводу, типу опор, швидкості вітру й наявності ожеледі. За способом встановлення опори поділяються на ті, які встановлюються безпосередньо в ґрунт та опори, які встановлюються на фундаменти (вибір відбувається за необхідним навантаженням, що має нести опора).

За напругою

В залежності від напруги опори відрізняються розмірами і вагою. Чим більша напруга, тим вище опори, довше її траверси і більше її вага. Збільшення розмірів опори викликано необхідністю отримання необхідних відстаней від проводу до тіла опори і до землі, що відповідають ПУЕ для різних класів напруг.

За кількістю кіл

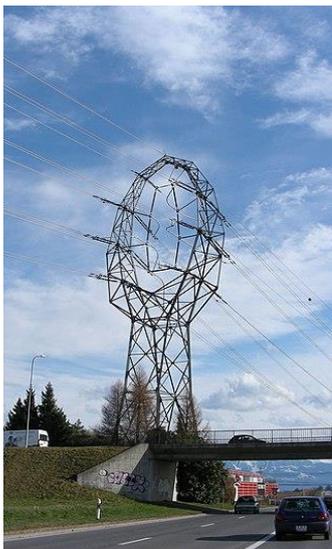
- Одноколові
- Двоколові
- Багатоколові



Мал.20. Двоколова опора ЛЕП



Мал. 21. Кінцева анкерна двоколова опора



Мал. 22. Незвичайна опора в кантоні Во, Швейцарія



Мал. 23. Перехідні опори над Ельбою

2. Призначення ЛЕП в Україні.

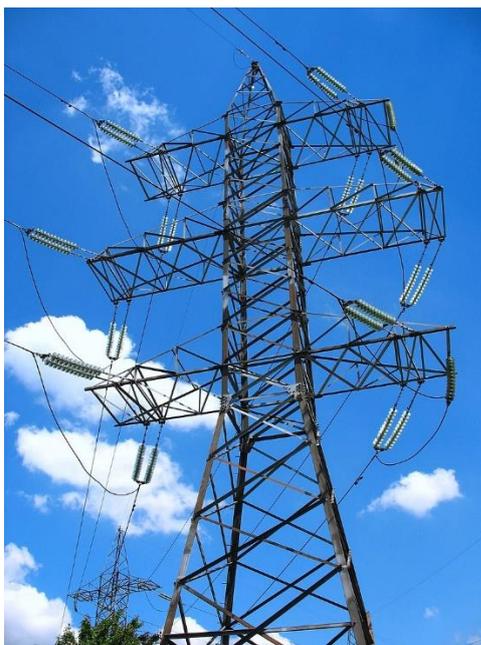
- Для ЛЕП 0,4 кВ використовуються невеличкі залізо-бетонні опори, інколи — дерев'яні.
- Для ЛЕП 6 кВ та 10 кВ використовуються трішки вищі залізо-бетонні опори (рідко використовуються дерев'яні, ще рідше — металеві).
- Для ЛЕП 35 кВ використовуються вдвічі вищі залізо-бетонні (проміжні) та металеві опори (анкерні, проміжні) опори. Анкерно-кутовими зазвичай можуть бути металеві, значно рідше — бетонні опори на тросах, які тримають опору.
- Для ЛЕП 110 та 150 кВ використовуються ще вищі опори, з грозозахисним тросом. Як правило, проміжні — залізо-бетонні, анкері — металеві.
- Для ЛЕП 220 та 330 кВ використовують великі П-подібні залізобетонні (проміжні), та металеві (анкерні, проміжні) опори з двома грозозахисними тросами. На ЛЕП 330 кВ кожна фаза має по два проводи, так зване «розщеплення». На ЛЕП 220кВ частіше використовують прості опори, а кутовими служать спеціальні металеві опори з одним грозозахисним тросом. Розщеплення застосовують щоб зменшити втрати електроенергії. Інколи, кутовими опорами для ЛЕП 220 кВ та 330 кВ може бути трьохстійкова бетонна опора (складається з трьох бетонних опор).
- Для ЛЕП 400 кВ, 500 кВ використовуються П-подібні металеві (проміжні) опори, а на поворотах П-подібні опори з п'ятьма «ніжками». ЛЕП 400 кВ має по два проводи на кожну фазу, ЛЕП 500 кВ — по три на кожну фазу.
- Для ЛЕП 750 кВ використовуються П-подібні та V-подібні металеві (проміжні) опори. На поворотах — величезні трьохстійкові анкерно-кутові металеві опори. Кожна фаза має по чотири (інколи по п'ять) проводів на кожну фазу.
- Для ЛЕП 1150 кВ використовуються V-подібні металеві опори, а на поворотах металеві трьохстійкові опори. ЛЕП 1150 кВ має по вісім проводів на кожній фазі та чотири грозозахисні троси (В Україні ЛЕП такої напруги не існує).



Мал. 24. Проміжна металева опора ЛЕП 35кВ



Мал.26. Трьохстійкова анкерно-кутова опора повітряної ЛЕП 750 кВ



Мал. 27. Анкерно-кутова опора ЛЕП 150кВ

Тема 8. Мости і транспортні естакади.

1. *Призначення та конструкція.*
2. *Історичні відомості.*
3. *Класифікація.*
4. *Автомобільні шляхи.*

1. Призначення та конструкція.

Міст (прасл. **mostь*, від **mesti*, **metati* — «кидати», «метати»)^[1] — споруда, призначена для руху через річку, яр та інші перешкоди, межами якої є початок і кінець пролітних споруд.^[2]

Міст, перекинутий через дорогу, називають шляхопроводом, міст через яр або ущелину — віадуком.

Міст є однією із найдавніших інженерних споруд людства.

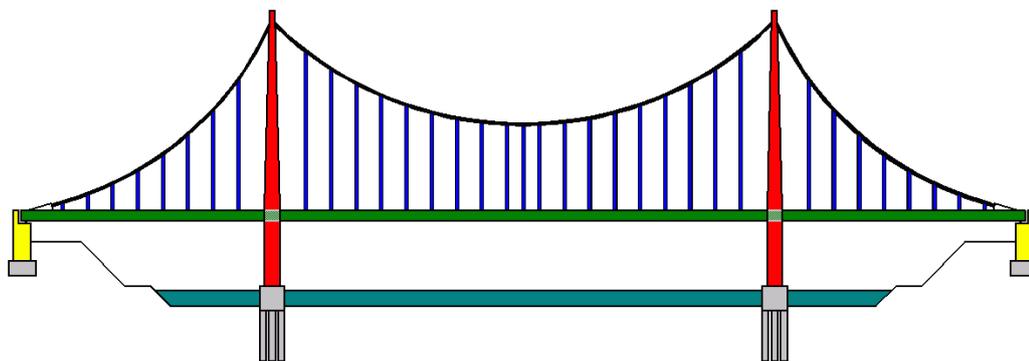
Конструкція

Як правило, мости складаються з прогонових конструкцій і опор. Прогонові конструкції служать для прийняття навантажень і передачі їх опорам, на них може розташовуватися проїжджа частина, пішохідний перехід, трубопровід тощо. Опори переносять навантаження з прогонових конструкцій на основу моста.

Прогонові конструкції складаються з тримальних конструкцій: балок, ферм, діафрагм (поперечних балок) і власне плити проїжджої частини. Статична схема прогонових конструкцій може бути арковою, балковою, рамною, вантовою або комбінованою; вона визначає тип моста за конструкцією. Зазвичай прогонові

конструкції прямолінійні, проте у разі необхідності (наприклад, при будівництві естакад і дорожніх розв'язок) їм надають складну форму: спіралеподібні, кільцеві тощо. Форми опор також можуть бути найрізноманітнішими. Проміжні опори називаються биками, берегові — стоянами. Останні служать для з'єднання моста з підхідними насипами.

Матеріалами для спорудження мостів слугують метал (сталь і алюмінієві сплави), залізобетон, бетон, природний камінь, дерево, мотузки.



Мал. 28. Схема конструкції підвісного моста

2.Історичні відомості.

Примітивні мости, що являли собою перекинуту через струмок колоду (такі мости називають кладками)^[3], існували в далекій давнині. Пізніше як матеріал почали використовувати камінь. Перші подібні мости почали будувати в епоху рабовласницького суспільства. Спочатку з каменю робили тільки опори моста, але потім і вся його конструкція стала кам'яною.

Великих успіхів у кам'яному мостобудуванні домоглися древні римляни, які застосовували склепінчасті конструкції як опори і використовували цемент, секрет якого був втрачений в Середньовіччі, але потім відкритий заново. Мости (точніше, акведуки) використовувалися для забезпечення міст водою. Римський історик Секст Юлій Фронтин писав про те, що акведуки — головні свідки величі Римської імперії^[4]. Деякі давньоримські мости слугують і донині.

У Середньовіччі розростання міст і бурхливий розвиток торгівлі викликали необхідність у великій кількості міцних мостів. Розвиток інженерної думки дозволив будувати мости з ширшими прогонами, пологими склепіннями і менш широкими опорами. Найбільші мости того часу сягають у прогоні більше 70 метрів.

Слов'яни замість каменя використовували переважно дерево. «Повість врем'яних літ» повідомляє про будівництво моста в Овручі в 10 столітті^[5]:

Пішов Ярополк на брата свого Олега у Деревську землю. І вийшов супроти нього Олег, і ополчилися обидві сторони. І в розпочатій битві переміг Ярополк Олега. Олег же зі своїми воїнами побіг до міста,

званого Овруч, а через рів до міських воріт перекинули міст, і люди, що тіснилися на ньому, зіштовхували один одного вниз.



Мал. 29. Середньовічний Міст Нотр-Дам в місті Манд, департамент Лозер, Франція



Мал. 30. Залізний міст — перший у світі арковий міст, виготовлений із заліза (чавуну), Велика Британія

У 12 столітті в Києві з'явився наплавний міст через Дніпро. У той час найпоширенішими на Русі були аркові дерев'яні мости^[6]. У той самий час у інків набувають поширення мотузкові мости, що являють собою найпростішу форму підвісних мостів.

У 16 і 17 століттях з'явилася необхідність в більших мостах, які могли б пропускати великі кораблі. У 18 столітті висота прогону мостів становить понад 100 м. Нереалізованим залишився проект дерев'яного одноаркового мосту через Неву довжиною 298 м, створений І. П. Кулібіним. З кінця 18 століття для будівництва застосовується метал. Перший металевий міст побудований у Колбрукдейлі, Велика Британія на Северні 1779 року. Висота його прогону становила близько 30 м, перекриття являли собою чавунні арки.

В 19 столітті поява залізниць спонукала до створення мостів, здатних витримувати значні навантаження, що стимулювало розвиток мостобудування. Поступово як основні матеріали затверджуються сталь і залізо. Густав Ейфель 1877 року побудував арковий міст з литого заліза через річку Дору в Португалії. Висота прогону цього моста склала 160 м. Найдовшим в Європі кінця 19 століття був міст через Волгу у Сизрані, побудований за проектом М. А. Белелюбського, його довжина становила 1443 м. 1900 року медалі на міжнародній виставці в Парижі удостоївся Залізничний міст через річку Єнісей у Красноярську (проект Л. Д. Проскуракова).

У 20 столітті мости почали будувати також із залізобетону. Цей матеріал вигідно відрізняється від сталі тим, що не вимагає регулярного фарбування. Залізобетон застосовувався для балкових прогонових конструкцій до 50 м,

арочних — до 250 м. Продовжує застосовуватися і метал, в 20 столітті побудовані великі металеві мости: балковий через річку Святого Лаврентія в Канаді (довжина прогону 549 м), через протоку Кілл-ван-Кілл в США (503,8 м), а також міст «Золоті ворота» у Сан-Франциско, США (довжина головного прогону — 1 280 м).

Найбільші мости сучасності, в тому числі найвищі у світі — Віадук Мійо (найвищий у світі транспортний міст) і Міст Акасі-Кайкьйо (довжина головного прогону 1991 м). Вони відносяться відповідно до вантових і підвісних мостів (підвісні прогонові конструкції дозволяють перекривати великі відстані).

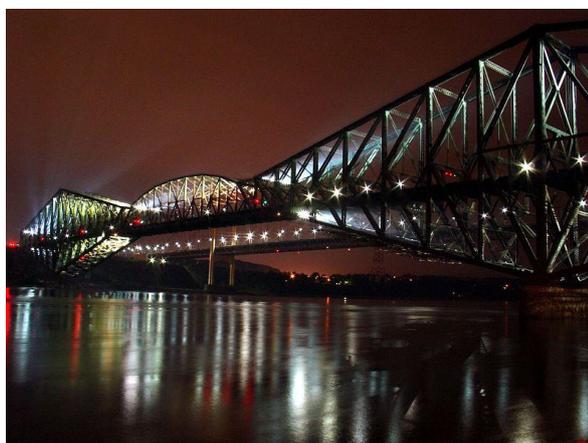
Етапи будівництва мостів

Першим (і найдорожчим — до 50 % витрат від загальної вартості будівництва) етапом у побудові моста є зведення опор. Опори споруджуються у відкритих котлованах або шляхом занурення в ґрунт палей, опускних колодязів, кесонів, збірних оболонок. Палі (в основному залізобетонні) використовуються, головним чином, під час будівництва малих і середніх мостів.

Вони занурюються в ґрунт за допомогою дизельних молотів і електричних віброзанурювачів. При зведенні великих мостів використовуються в основному збірні оболонки діаметром до 3 м.

Прогонні конструкції зазвичай встановлюють на опори монтажними кранами. При будівництві великих мостів прогонові конструкції нерідко збирають на березі і потім переміщують (насувають) по опорах з одного берега на інший. Навісний метод установки допускає нарощування конструкції від опори моста в його прогін. При цьому застосовується навісний монтаж за допомогою крана, що рухається вже побудованою частиною (для металевих прогонових конструкцій), або ж навісна збірка з виготовленням окремих елементів на заводі і подальшим транспортуванням їх до об'єкту (для залізобетонних).

Інакше відбувається будівництво навісних мостів: воно починається з установки пілонів, потім на них підвішуються тимчасові кабелі. З їх допомогою проводиться навівка основних кабелів моста, після чого монтують підвіски та балку жорсткості.



Мал. 31. Квебекський міст вночі

3.Класифікація

За призначенням:

Загалом за призначенням мости поділяються на:

- залізничні;
- автомобільні;
- метромости;
- пішохідні;
- водні шляхопроводи (мости для кораблів з низькою ватерлінією в Ірландії);
- комбіновані (наприклад, автомобільно-залізничні).

Окремо виділяють за призначенням акведуки (використовуються для транспортування води).

За конструкцією:

За матеріалом основних конструкцій — на кам'яні, залізобетонні, сталеві, сталезалізобетонні, дерев'яні.

За видом: мости, шляхопроводи, віадуки, естакади, розвідні мости, наплавні мості, мости-транспортери.

За довжиною: малі (до 25 м), середні (25—100 м), великі (понад 100 м).

За терміном служби: тимчасові (до 10 років) і постійні.

За статичною схемою мости поділяються на

- **Балкові системи** — найпростіший вид мостів. Призначені для перекриття невеликих прогонів. Прогонові будови — балки, що перекривають відстань між опорами. Основна відмінна риса балкової системи полягає в тому, що з прогонових будов на опори передаються тільки вертикальні навантаження, відсутні горизонтальні. Балкові мости поділяють на такі типи:

- **Розрізна система** — складається з ряду балок, причому одна балка перекриває один прогін. Система статично визначена і може застосовуватися за будь-яких типах ґрунтів. Недоліки: велика кількість деформаційних швів і обов'язкова наявність двох опорних частин на кожній проміжній опорі.

- **Нерозрізна система** — одна балка прогонової будови перекриває кілька прогонів або одразу все. Таким чином, прогонова будова нерозрізної системи розраховується як багатоопорна статично невизначена балка з використанням методу сил, методу переміщень або інших методів розрахунку статично невизначених систем, застосовуваних у будівельній механіці. Нерозрізна система відрізняється меншою, ніж у розрізної, кількістю деформаційних швів і меншою будівельною висотою. Недолік такої системи — чутливість до ґрунтів.

- **Консольна система** — складається з двох типів балок. Одні балки спираються на дві опори і мають консольні звиси. Інші балки називаються підвісними, оскільки

спираються на сусідні балки. З'єднання балок здійснюється за допомогою шарнірів. Перевагою консольної системи є її статична визначеність, а отже, легкість розрахунку і нечутливість до ґрунтів. До недоліків системи можна віднести велику кількість і складність деформаційних швів шарнірного типу, а також порушення комфортності проїзду в зоні шарнірів. В наш час^[коли?] мости такої системи споруджуються рідко.

- Температурно-нерозрізна система складається з двохопорних балок, об'єднаних в ланцюг за допомогою верхньої сполучної плити. Під дією вертикальних навантажень така система працює як розрізна, а під дією горизонтальної — як нерозрізна. Її перевагою є менша кількість деформаційних швів, а недоліком — обов'язкова наявність двох опорних частин на кожній проміжній опорі.

- **Розпірні системи** відрізняються від балкових тим, що навантаження, які передаються з прогонових конструкцій опорі, мають не тільки вертикальну, а й горизонтальну складову, звану в будівельній механіці розпором. Виділяють кілька різновидів розпірних систем, які досить сильно відрізняються один від одного:

- Рамний міст — складається з рам, стійки яких виконують роль опор, а ригелі — роль прогонових конструкцій. За формою рами можуть бути Т-подібними, П-подібними, а також мати дві похилі стійки та консольні звиси (спеціальної назви не мають). Перевагами рамної системи є невелика будівельна висота і збільшений в порівнянні з балковими системами підмостовий простір. Все це робить рамні конструкції зручними для шляхопроводів і естакад. Також дана система може застосовуватися в гірських умовах через те, що там в силу особливостей рельєфу не можна знизити рівень проїзду. Недоліками рамної системи є складність будівництва і чутливість до ґрунтів. Такі системи в наш час^[коли?] рідко застосовують через високу вартість і специфічність.

- Підвісний міст — міст, в якому основна тримальна конструкція виконана з гнучких елементів (канатів, ланцюгів тощо), що працюють на розтяг, а проїжджа частина підвішена. Підвісними є усі найбільші за довжиною і висотою прогони мостів світу.

- Вантовий міст — різновид висячих мостів: роль основної тримальної конструкції виконує вантова ферма, виконана з прямолінійних сталевих канатів. Ванти прикріплені до пілонів — високих стійок, що встановлюється безпосередньо на опорах. Пілони в основному розташовуються вертикально, але не виключене й похиле їх розташування. До вантів кріпиться балка жорсткості, на якій розташовується мостове полотно. Ванти розташовуються під кутом нахилу до горизонталі не менше 30 градусів, інакше в них виникають великі зусилля і жорсткість помітно зменшується. Балку жорсткості краще виконувати з коробчастого перетину, оскільки це поліпшує її роботу

на кручення від тимчасових навантажень і від дії вітру. Найчастіше вантова система застосовується при перекритті глибоких річок і в міських умовах.



Мал. 32. Ванти Південного моста у Києві



Мал. 33. Кріплення вант Південного моста у Києві

• Арковий міст. Основними тримальними конструкціями є арки або склепіння. Арка — криволінійний брус, у якого поперечний розмір менше висоти. Склепіння — криволінійний брус, у якого ширина перерізу значно більше висоти. Аркові мости можуть бути з їздою поверху, понизу та посередині. Опори аркових мостів завжди масивні, оскільки повинні бути розраховані і на сприйняття розпору. За великих прогонах, арки завжди економічніші балкових конструкцій, але тільки стосовно прогонових конструкцій. Через великий розвиток опор у поперечному перерізі міст аркової системи дешевший балкового тільки за висоти опор до 2 м. Аркові мости характерні для гірських умов, оскільки дозволяють перекрити більший прогін, ніж балки, а в умовах гірського рельєфу спорудження додаткових опор не виправдане. Також специфічна область застосування аркових мостів обумовлена тим, що вони вимагають великого підмостового простору, особливо з їздою поверху, що призводить до здорожчання й ускладнення будівництва насипних підходів, які можуть сягати висоти 20 м. Крім того зростає ймовірність зсуву на таких насипах у початковий період їх експлуатації. Часто аркові мости будують в міських умовах з міркувань краси.

- Понтонний міст або Наплавний міст — тимчасові мости на плавучих опорах.
- Іноді окремо виділяють також горбаті мости, які відрізняються своєю формою, — вони істотно вигнуті вгору.

Розвідні мости:

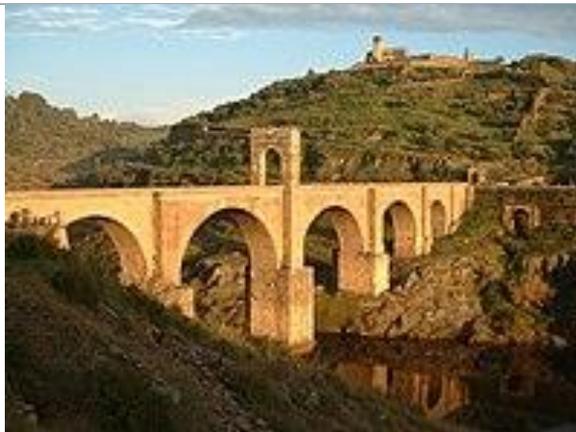


Мал. 34. Розвідний Тауерський міст, Лондон

Особливий тип мостів — розвідні мости. У розведеному стані міст не заважає проходу суден. Своїми розвідними мостами знаменитий Санкт-Петербург, де всі мости через Неву, крім Великого Обухівського мосту, — розвідні. Існують такі конструкції розвідних мостів:

- мости, що розводяться підняттям середньої частини:
- перший тип: прогін піднімається в горизонтальному положенні вгору (наприклад, залізничний міст в Ростові-на-Дону);
- другий тип: прогін або прогони підіймаються, повертаючись навколо одного з шарнірів (наприклад, Палацовий міст в Санкт-Петербурзі);
- Поворотні мости: у таких мостів середня частина шарнірно укріплена на опорі, що стоїть в середині водойми. Міст розводиться поворотом середньої частини на 90° , таким чином середня частина стає паралельною річищу річки. Прикладом такої конструкції служить Варварівський міст в Миколаєві, поворотний прогін якого має довжину 134 м, і міст в іспанській Валенсії, за яким прокладена траса для автоперегонів Формула-1.

Архітектура мостів



Мал. 35. Міст Алькантара в Іспанії

Багато мостів є видатними пам'ятниками архітектури та інженерного мистецтва. У деяких містах, таких як Санкт-Петербург або Прага, мости — невід'ємна частина міської архітектури. У класичному стилі виконано більшість давньоримських мостів: майже позбавлені декору, вони, тим не менше, за рахунок своєї масивності і виразної архітектоніки створюють відчуття міцності і надійності (міст Алькантара на річці Тахо, Іспанія).



Мал. 36. Міст Понте Веккіо в Італії

У Середні віки двома переважаючими типами стали мости з напівциркульними (або круговими) арками і мости зі стрілчастими арками. Перший тип ґрунтувався на римській традиції, другий запозичений зі східної архітектури і незабаром втратив популярність, оскільки невиправдано збільшував висоту мосту. Ще одним явищем в середньовічному мостобудуванні стали мости-вулиці, що з'явилися в усіх великих європейських містах (наприклад, Понте Веккіо у Флоренції). В Середні віки на мостах з'явився декор. Це відбулося наприкінці 14 століття, наприклад, оформлений в готичному стилі Карлів міст у Празі.



Мал. 37. Бруклінський міст у Нью-Йорку

Вдосконалення техніки мостобудування в добу Відродження дозволило значно збільшити співвідношення товщини склепіння до висоти прогону. Завдяки

цьому мости стали вищими, а їх конструкції легшими^[6]. Удосконалюється конструкція кам'яних мостів — з'являються круглі і коробові склепіння (Новий міст в Парижі). В цілому ж простежується тенденція до наслідування античної архітектури. Трохи пізніше з'явилося бароко, яке тяжіло до динамічних композицій і пишного декору. Широко відомий бароковий Міст Зітхань у Венеції.

У 18 столітті популярністю користувався класицизм. Мости, побудовані в цьому стилі, відрізняли чітка симетрія, уважне ставлення до пропорцій споруди, прогони великих розмірів. Класицизм був поширений у Франції (Міст Згоди в Парижі) і Росії (Хрестовий міст, місто Пушкін).

До середини 19 століття сформувалися основні форми металевих мостів. У цей період великого поширення набули ґратчасті балконні ферми. Значного розвитку набули конструкції аркових мостів (наприклад, віадук Гараба, побудований Густавом Ейфелем). Наприкінці 19 століття популярності набувають висячі мости: 1883 року в США побудований Бруклінський міст, трохи пізніше — Манхеттенський. Висячі мости зберегли свою популярність і в 20 столітті (міст «Золоті ворота»), та також на початку 21 століття.

Знамениті мости



Мал. 38. Міст «Золоті Ворота», Сан-Франциско



Мал. 39. Карлів міст з видом на Празький Град, Прага

• Міст «Золоті Ворота» в Сан-Франциско, США; перекинутий через однойменну протоку. Відкритий 1937 року. Належить до типу підвісних мостів, споруджений зі сталі. Висота основного прогону — 230, довжина основного прогону — 1280, загальна довжина — 1970 м. Близько тридцяти років «Золоті ворота» посідали перше місце в списку найбільших мостів світу. За більш ніж сімдесят років, що минули з моменту його відкриття, міст став одним із найбільш упізнаваних символів Сан-Франциско. Сумно відомий як «міст самогубців» — в середньому кожні два тижні хтось накладає на себе руки, зістрибнувши у воду з цього моста^[7].

• Тауерський міст — розвідний міст через Темзу в Лондоні, Велика Британія, відкритий 1894 року. Знаменитий завдяки двом баштам заввишки 65 м кожна, встановлених на стояках.

• Бруклінський міст — один з найстаріших у США підвісних мостів. З'єднує райони Бруклін і Мангеттен в Нью-Йорку, перетинаючи протоку Іст-Рівер. Відкритий 1883 року, на момент заснування був найбільшим підвісним мостом у світі. Бруклінський міст — перший у світі, в конструкції якого використані сталеві прутки.

• Міст Зітхань — арковий міст у стилі бароко. Перекинутий через Палацовий канал у Венеції, Італія. По'єднує Палац дожів (в якому розташовувався суд) і в'язницю. За легендою, яку популяризував лорд Байрон, назва моста походить від зітхань засуджених, які, проходячи по мосту, кидали свій останній погляд на Венецію, але це навряд чи відповідає дійсності^[8].

• Карлів міст — арковий готичний міст, прикрашений бароковою скульптурою, через річку Влтава в Празі, Чехія. Зберігся з Середніх віків, відомий завдяки башті на вході на міст. Його прикрашають тридцять скульптур.

• Акасі-Кайкьйо — найдовший підвісний міст у світі. Розташований в Японії, перетинає протоку Акасі і поєднує міста Кобе та Авадзі. Висота головного прогону — 297 м, загальна довжина мосту — 3911 м.

• Босфорський міст — перший висячий міст через Босфор, поєднує азійську і європейську частини Стамбула, Туреччина. Відкритий 1973 року до п'ятдесятиріччя Турецької Республіки. Прохід пішоходів заборонений у зв'язку з тим, що міст неодноразово намагалися використати для здійснення самогубств.

• Міст У Байн — найбільший у світі дерев'яний міст довжиною понад 2 км через озеро між містом Мандалай і попередньої столицею Анарапурой в Бірмі.

• Міст через затоку Ханчжоувань — найдовший (36 км) трансокеанський міст у світі, покликаний скоротити шлях з Шанхаю до промислової зони Нінбо з 400 до 80 км. Відкритий для проїзду 1 травня 2008 року.

4. Автомобільні шляхи.

Автомобільні шляхи загального користування в Україні — мережа доріг на території України, що об'єднує між собою населені пункти та окремі об'єкти та призначена для руху транспортних засобів, перевезення пасажирів та вантажів.

Державна політика у сфері дорожнього господарства та здійснення державного управління автомобільними дорогами загального користування реалізується Державним агентством автомобільних доріг України (Укравтодор)^[1].

Протяжність автомобільних державних доріг в Україні становить 169,5 тис. км. Мережа основних маршрутів поширена по всій країні і з'єднує всі великі міста України, а також надає транскордонні маршрути із сусідніми країнами, з них з твердим покриттям — 165,8 тис. км. За стан цих доріг відповідає Державне агентство автомобільних доріг України.

Ще є 250 тис. км вулиць міст, за стан яких відповідають місцеві органи влади. Також є відомчі і внутрішньогосподарські дороги.

Автомобільні дороги класифікують:

- за значенням;
- за покриттям;
- за категорією.

За значенням:

- автомобільні дороги загального користування державного та місцевого значення.

- вулиці і дороги міст та інших населених пунктів;

- відомчі (технологічні) автомобільні дороги. До них належать внутрішньогосподарські технологічні дороги, що знаходяться у власності юридичних або фізичних осіб.

- автомобільні дороги на приватних територіях. До них належать автомобільні дороги, що розташовані на територіях, власниками яких є юридичні (недержавні) або фізичні особи.

Вулиці і дороги міст та інших населених пунктів:

Вулиці і дороги міст та інших населених пунктів поділяються на:

- магістральні дороги (безперервного руху та регульованого руху),
- магістральні вулиці загальноміського значення (безперервного руху та регульованого руху),
- магістральні вулиці районного значення, а також вулиці і дороги місцевого значення.

Складовими вулиць і доріг міст та інших населених пунктів є: проїзна частина вулиць і доріг, трамвайне полотно, дорожнє покриття, штучні споруди, споруди дорожнього водовідводу, технічні засоби організації дорожнього руху,

зупинки міського транспорту, тротуари, пішохідні та велосипедні доріжки, зелені насадження, наземні та підземні мережі.

Дороги спеціального призначення:

Автомобільні шляхи спеціального призначення — це під'їзди до військових та інших режимних об'єктів, великих залізничних вузлів, станцій, переправ, морських та річкових портів, а також автомобільні дороги оборонного значення.

За покриттям:

За покриттям розрізняють:

- **з твердим покриттям** — автомобільні дороги з одношаровим чи багатошаровим дорожнім покриттям, яке складається з різних видів ущільнених дорожніх сумішей або кам'яних матеріалів (щебінь, гравій, шлак), оброблених або не оброблених в'язучими речовинами.

Поділяються на:

- цементнобетонні;
- асфальтобетонні;
- чорні шосе;
- білі щебеневі, гравійні шосе;
- бруківка.

- **грунтові** — дороги, проїзна частина яких поліпшена введенням каркасних добавок (гравію, шлаку та ін.). Це нижчий тип покриття, який потребує постійного вирівнювання для запобігання виникненню колій.

81 % державних доріг мають асфальтобетонне покриття, 8,7 % — цементобетонне і 10,2 % — чорне.

Місцеві автомобільні дороги в переважній більшості (45,1 %) — це чорні шосе. Асфальтобетонними є 51,1 % територіальних доріг і 23,8 % районних. Сільські дороги на 42,4 % складаються з чорних шосе, на 26,6 % — з білих щебеневих, гравійних, на 19,8 % — з асфальтобетонних.

За категоріями

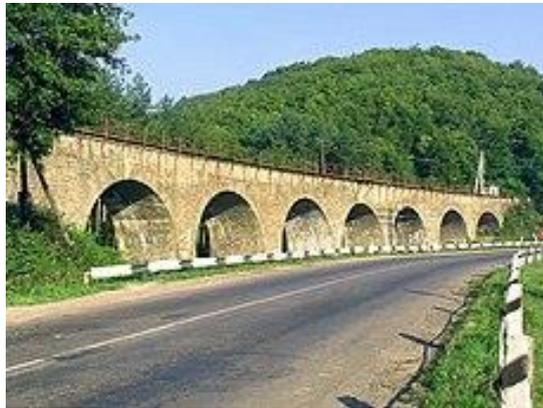
Залежно від пропускної здатності, кількості смуг руху, ширини смуг, ширини проїзної частини, ширини земляного полотна, ширини смуги відводу, поздовжнього похилу дороги та радіусу закруглень дороги, автомобільні дороги поділяють на 5 категорій.

Естакада — інженерна споруда для руху транспортних засобів та (або) пішоходів, поїздів, підняття однієї дороги над іншою у місці їх перетину, а також для створення дороги на певній висоті, яка не має з'їздів на іншу дорогу.



Мал. 40. Естакада

Віадук, віадукт, в'ядук (від лат. *via* — *шлях* та лат. *duco* — *веду*) — транспортна споруда мостового типу на високих опорах, споруджена з каменю, залізобетону або металу через глибокий яр або ущелину.



Мал.41. Віадук в селі Кровинка біля Тербовлі

Екодук — міст або тунель, що дозволяє тваринам безпечно перетинати автомобільні дороги. До ширшого поняття «*Wildlife crossing*» належать: підземні переходи (тунелі), віадукі, шляхопроводи (в основному для великих або стадових тварин); тунелі для земноводних; рибопідймачі; водопропускні труби (для невеликих ссавців, таких як видра, їжак і борсук); зелені дахи (для метеликів і птахів).



Мал.42. Екодук в Мосте, Словенія

Шляхопровід — міст, що над іншими дорогами в місцях їх перетину, забезпечує на різних рівнях рух по ньому із різних транспортних магістралей та надає можливість з'їзду на іншу дорогу.



Мал. 43. Шляхопровід у Тайбеї, Тайвань



Мал. 44. Шляхопровід у Луцьку, Україна

Рекомендована література

1. Сукач М.К. Будівельні машини і обладнання: підручник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2020. – 458 с.
2. М.О.Шульга, І.Л. Деркач, О.О.Алексахін. Інженерне обладнання населених місць: Підручник. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 259 с.

Інженерні споруди [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр галузь знань 19 Архітектура і будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія ОПП Опорядження будівель і споруд та будівельний дизайн денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : ВСП «Любешівського ТФК Луцького НТУ», 2024. – 48 с.

Комп'ютерний набір і верстка : О.Ф. Шмаль
Редактор: О.Ф. Шмаль

Підп. до друку _____ 2024 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн. Таймс. Умов. друк. арк. 3,5
Обл. вид. арк. 3,4. Тираж 15 прим.