

Загальні свідомості про штучні споруди

Тема №1: Основні поняття про штучні споруди

Питання:

- 1 Предмет та зміст курсу.
- 2 Зв'язок з іншими дисциплінами.
- 3 Коротка історична довідка розвитку містобудівництва. Роль вітчизняних і зарубіжних вчених в містобудівництві.
- 4 Види штучних споруд на автомобільних дорогах.
- 5 Елементи мостового переходу і моста.
- 6 Класифікація мостів і споруд.
- 7 Сучасний стан і перспективи розвитку містобудівництва.
- 8 Основні вимоги до мостів.

1 Предмет та зміст курсу

«Штучні споруди» - є однією з спеціальних дисциплін, яку вивчають студенти спеціальності «Автомобільні дороги і аеродроми». Знання курсу необхідні для плідної творчості діяльності сучасного спеціаліста – будівника автомобільних доріг.

В курсі розглядається теоретичні і практичні питання проектування, будівництва і експлуатації мостів і інших штучних споруд на автомобільних дорогах.

Курс складається з наступних розділів:

- дерев'яні мости;
- залізобетонні мости;
- металеві мости;
- транспортні споруди на схрещенні автомобільних доріг в містах;
- труби, наплавні мости і порошні переправи;
- експлуатація, посилення і реконструкція мостів;
- тунелі і споруди на гірських дорогах

Курс «штучні споруди» дозволяє дати майбутньому спеціалісту – дорожнику знання про проектування, будівництву і експлуатації мостових споруд.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- знати:

1. основні поняття о конструкціях елементів мостових споруд;
2. положення про розрахунок елементів конструкції;
3. методи будівництва, експлуатації і реконструкції мостів.

- вміти:

1. раціонально приймати типові проекти проектування будівництва і експлуатації мостових споруд;
2. користуватись нормативною і довідковою літературою;
3. застосовувати сучасні методи розрахунку споруд при їх проектування, будівництві і реконструкції.

2 Зв'язок з іншими дисциплінами

Сучасне дорожнє будівництво неможливе без мостових споруд.

Вивчення курсу і виконання курсових проектів забезпечують дисципліни;

- 1 будівельне креслення;
- 2 вища математика;
- 3 гідравліка;
- 4 будівельні матеріали;
- 5 опір матеріалів;
- 6 будівельна механіка;
- 7 механіка ґрунтів, геологія;
- 8 геодезія;
- 9 основи і фундаменти;
- 10 будівельні конструкції;

3 Короткий історичний нарис розвитку містобудівництва. Роль вітчизняних і зарубіжних вчених в містобудівництві .

Переважна більшість споруд возводиться в відносно сприятливих умовах. Мости ж возводяться там, де зустрічаються природні або штучні перешкоди: яри, ріки, дороги. Особливі умови потребують відповідних конструкцій і способів їх возведення. Крім того, мости несуть рухоме навантаження-пішоходів, автомобілів, метро, поїздів. Тому вони проектується як конструкції з великими відстанями між опорами.

Історія містобудівництва – це в значній ступені історія боротьби за перекриття як можна більшого прольоту. Зараз це прольоти в 2000м. Значними мостами є міст «Акаші-Кайке» (Японія) з прольотом 1991м, міст в Сан-Франціско (США) «Золоті ворота» з прольотом 1280м. , на Україні «Московський міст » в Києві прольот 300м.

Багато це чи ні, Для зіставлення можна представити , що Останкінська телебачення має висоту 533м. Слід врахувати що в висотних спорудах вирішується більш простота інженерна задача-передача навантаження зверху вниз, коли вісь споруди співпадає з напрямком сили ваги. В мостах рухоме навантаження діє на конструкцію далеко від місця її опираєння на землю. Тому прольоти мостів в декілька тисяч метрів – велике досягнення інженерів і сучасної техніки.

Будівництво моста через ріку є двоєдиною задачею. С одного боку - це необхідність перегородити ріку, щоб проложити шлях, а з другого-її небажано переморожувати, щоб здійснювати вільну течу води.

Для вільного протікання ріки необхідні великі прольоти, а чим більший прольот, тим більший його тиск на опори, а значить необхідні масивні опори, в результаті це може привести до підмиву опор і розшиву берегів .

Більша частина мостів Древнього Риму, які були які були складені з каменю, розрушений річками, цю участь постигли і мости середньовіччя. З цією проблеми виникла ціла галузь науки – мостова гідравліка.

В 104 – 105 р. н.е. знаменитий будівельник Аполлодор з Дамаску побудував міст через Дунай з 21 прольотом по 50 м. Біки його, квадратного перерізу 18×18м мали висоту 40 м та були складені з каменю. Загальний об'єм кладки каменю склав 300 тис. м³, а вага 750 тис. т. Щоб обробити таку кількість матеріалу потрібно було не тільки багато робочих рук, а й добре організувати саму роботу. Тому вже в рабовласницьку епоху проектування і будівництво мостів вимагало спеціальних знань і навиків.

На русі спеціалізація мостовиків виникла ще при Ярославі Мудрому. В склад військових будівельників входили «мостовики» - будівельники мостів. Інженерами руських спеціалістів стали звати тільки при Петрі I.

Перші мости на Русі були дерев'яними опори з дерев'яних зрубів, які заповнювали камінням.

К епоху Возродження в західній Європі почали будівництво мостів. У Франції в XII в. був створений духовний орден «мостових братів», які будували «на глазок», за інтуїцією.

В період перших капіталістичних підприємств виникла необхідність в скороченні строків будівництва мостів і їх здешевлення.

Спочатку конструкція мостів кам'яних буда в виді склепінь, потім ідея склепіння була перенесена в дерев'яні мости в виді балок з підкосами, арок з брусами.

Руський винахідник-самоучка У.П.Кулібін представив на конкурс проект арочного дерев'яного моста через Неваду з прольотом 300м. Він зробив модель моста в 1/10 величини і випробував її в присутності комісії во главе з Ейлером.

В XVII – XIX в. дерево конкурувало в містобудівництві з камінням та металом, але потім уступило металу.

Перший металевий міст – висячі ланцюгові.

Інтенсивний розвиток містобудівництва в Росії почався з будівництва залізобетонних доріг. Руський інженер Мельников П.П. і Волков М.С. здійснили поїздку за рубіж для ознайомлення з опитом будівництва

залізобетонних доріг і мостів, що дозволило в подальшому не допустити помилок, які були у західних інженерів. Проектування більшості мостів на Петербург-Московський залізничній дорозі здійснював випускник Петербурзького інституту шляхів сполучення Д.І. Журавського, який і якості основного виду прольотних будов обрав ґратчасті ферми інженера Гау, але їх удосконалив. Проектування було поставлено на наукову основу і супроводжилось дослідженнями матеріалів. Розміри деталей мостів підбирались за величиною воспрінімаємих зусиль. Журавський створив теорію визначення зусиль в елементах ферм. Теоретичні висновки підкріплювались опитами на моделях. Журавський розробив теорію згину двотаврових балок, яку ми використовуємо до сіх пір.

Принципи організації проектної роботи, які забезпечували об'єднання теоретичних і конструктивних розробок з опитами в подальшому стали основополагаючими для вітчизняної школи мостобудівництва. Цим пояснюється те, що російська школа мостовиків запобігала механістичних і різного роду кон'юктуриних уклонів, які були у західноєвропейських і американських мостовиків. Такий підхід забезпечив високу надійність вітчизняних мостів. Росія не знала таких катастроф з людськими жертвами, як руйнування Тейського моста в Англії, або висячого моста в Німеччині (1825р.), коли загинуло 240 чоловік.

Крім Журавського Д.І., Кербедза С.В., відомими є Белелююський М.А., Ясинецький Ф.С., Проскуряков А.Д. та інші.

К початку ХХ ст.. були сформульовані основні конструктивні особливості мостів, розроблена теорія розрахунку, освоєні іфективні методи провадження робіт.

В мостобудівництві інтенсивно впроваджується залізобетон. Широко використовується конструкції збірного залізобетону.

В конструкціях металевих мостів замість заклепкових з'єднань почали застосовувати з'єднання на високоміцних болтах. Широко використовується зварювання. Широко відомо ім'я академіка Є.О. Патона. Мостовик по освіті,

він став піонером використання зварювання в мостобудівництві. Патон Є.О. ті його ученики розробили удосконалену технологію автоматичного зварювання, яка зараз широко використовується в світі для виготовлення металоконструкцій. В 1953р. в Києві зведен суцільно зварювальний міст через Дніпр, він носить назву ім'я Є.О. Патона.

Традиції вітчизняної інженерної школи збережені і зміцнені відомими інженерами-мостобудівниками Передерий Г.В., Щусев П.В., М.С. і М.М. Стрелецькі, Євграфов Г.К., Колоколов М.М., Богданов М.М., Геосилевський Л.І., Петропавловський О.О., Ливенець Я.Д. та інші.

4 Види штучних споруд на автомобільних дорогах

Автомобільна дорога яка проходить по місцевості, пересікає різні перешкоди: стручки, яри, ріки, суходоли, горні хребти та інше. Всі штучні споруди поділяються на:

1 труби – їх укладають в тіло земляного полотна дороги. Вони служать для пропускання під дорогою невеликих струмків, транспортних засобів і тому інше. В місцях розташування труби земляне полотно не переривається.

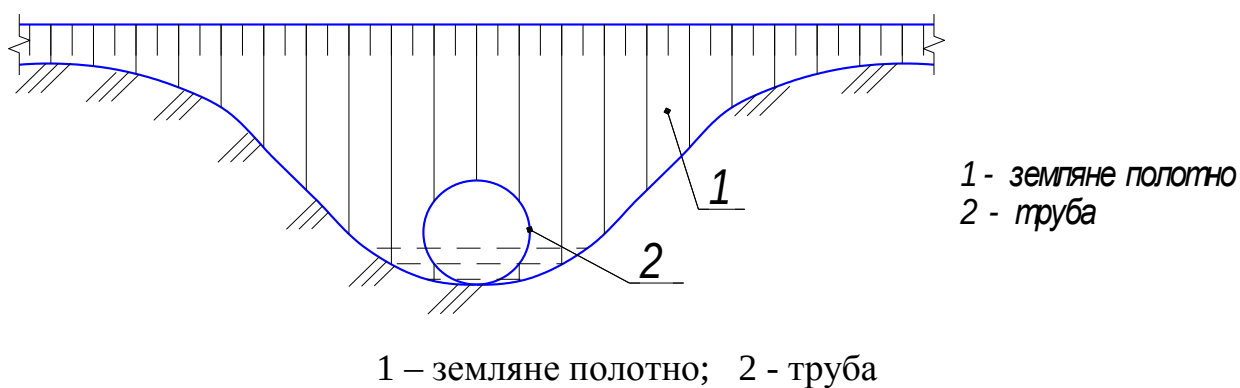
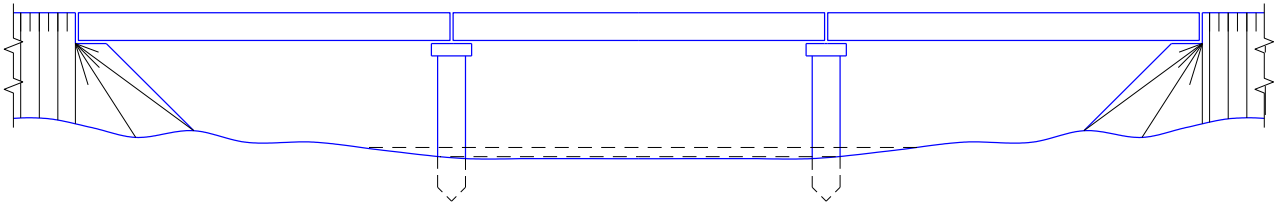


Рисунок 1 – Труба

2 мостові споруди – будують для пропуску дороги над ричками, дорогами. Вони перекривають земляне полотно дороги своїми консолями. Різновидності мостових споруд:

а) міст – споруда для пропуску дороги над водною перешкодою (рис. 2)



Рисонок 2 – Міст

б) шляхопровід – споруда для пропуску однієї транспортної магістралі над іншою і разих рівнях (рис. 3)

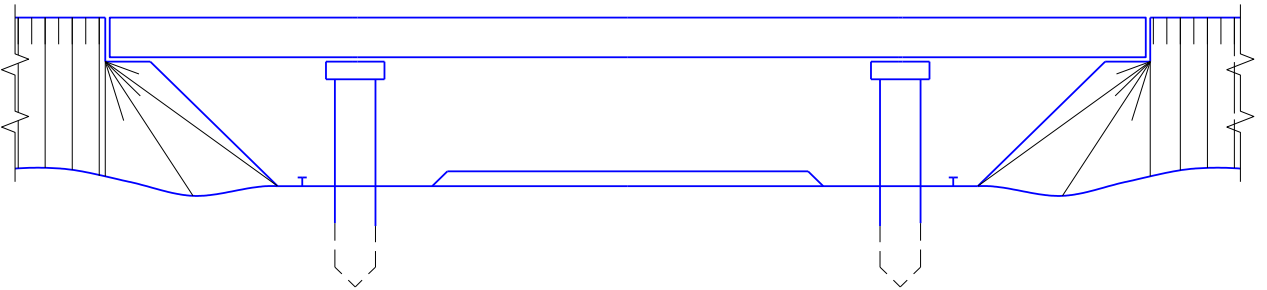


Рисунок 3 – Шляхопровід

в) віадук – мостова споруда для пропуску дороги над глибоким яром, міжгір'я з великою висотою (іншими словами міст з великою висотою) (рис. 4)

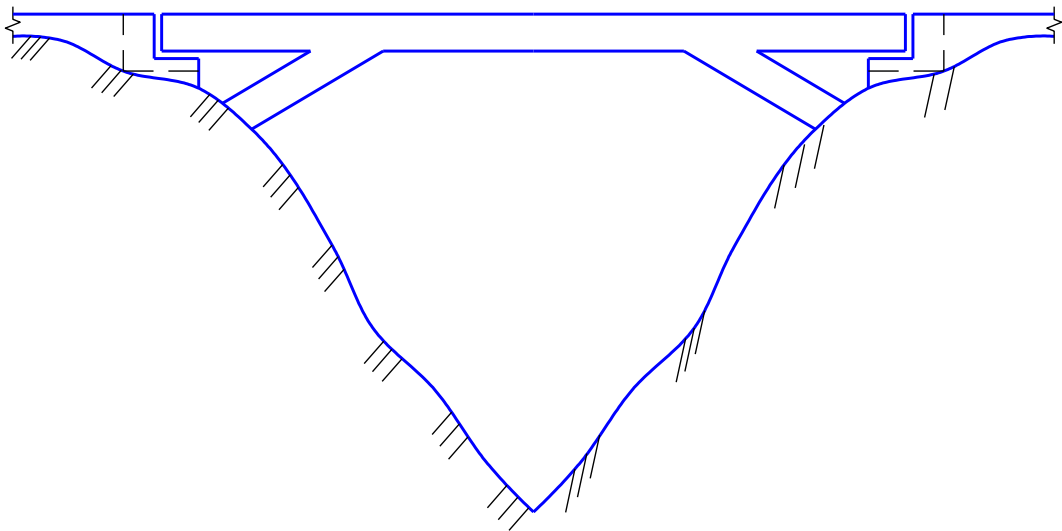


Рисунок 4 – Віадук

г) естакада – зводиться замість високого насипу для пропуску дороги на більшій довжини (рис. 5)

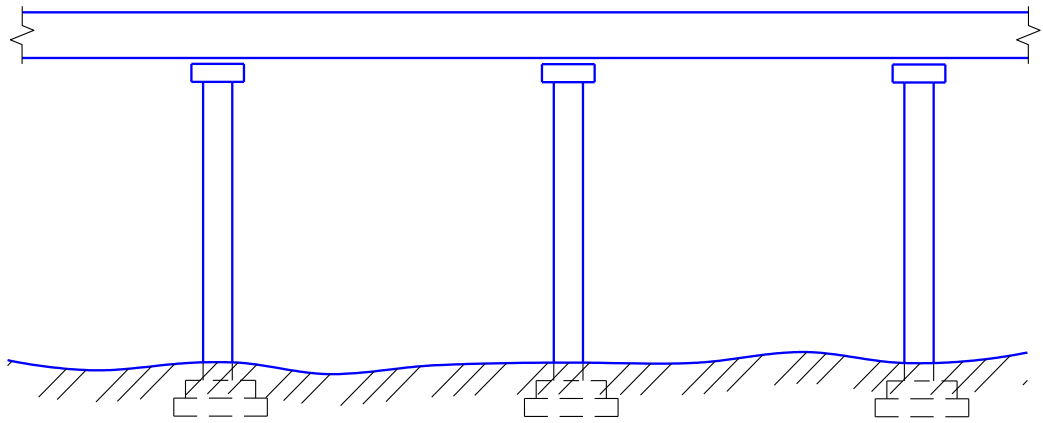


Рисунок 5 – Естакада

д) тунель – приймають для пропуску дороги крізь товщину гірського масиву або під крутими ріками, озерами. В містах для пропуску під землею (рис.6) автомобілів і переходів.

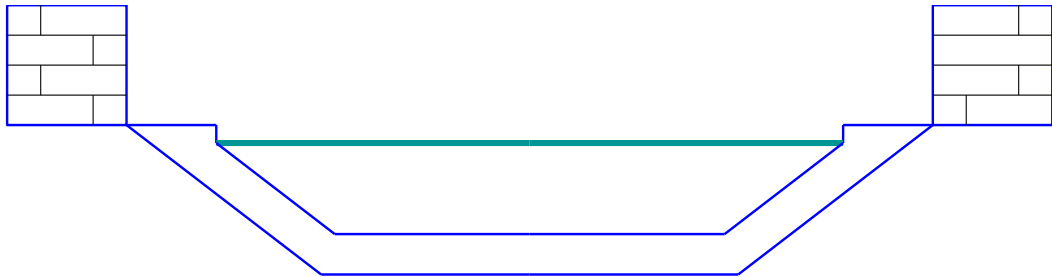


Рисунок 6 – Тунель

е) галереї – для захисту дороги від снігових лавин, камніпаду (рис. 7)

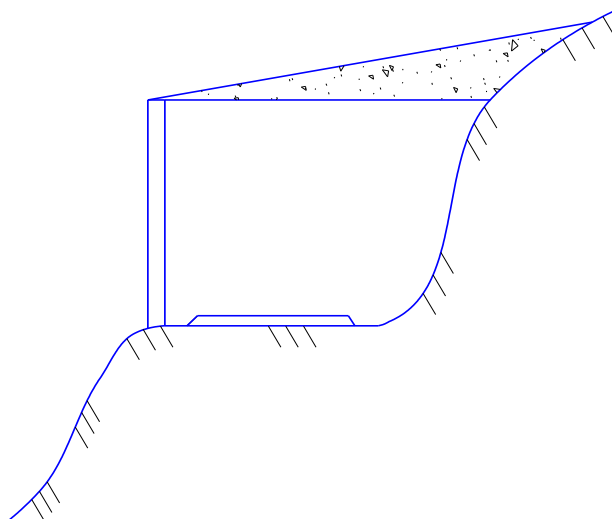


Рисунок – 7 Галерея

ж) балкони – для забезпечення необхідної ширини дороги (рис. 8)

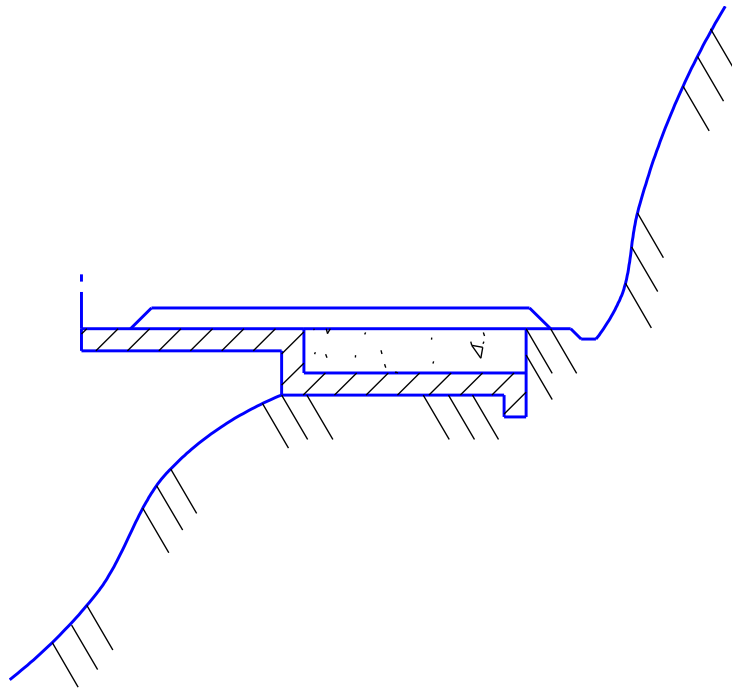


Рисунок 8 – Балкон

з) підпирні стінки – для затримання ґрунта, який знаходиться за стінкою, від обрушення (рис. 9)

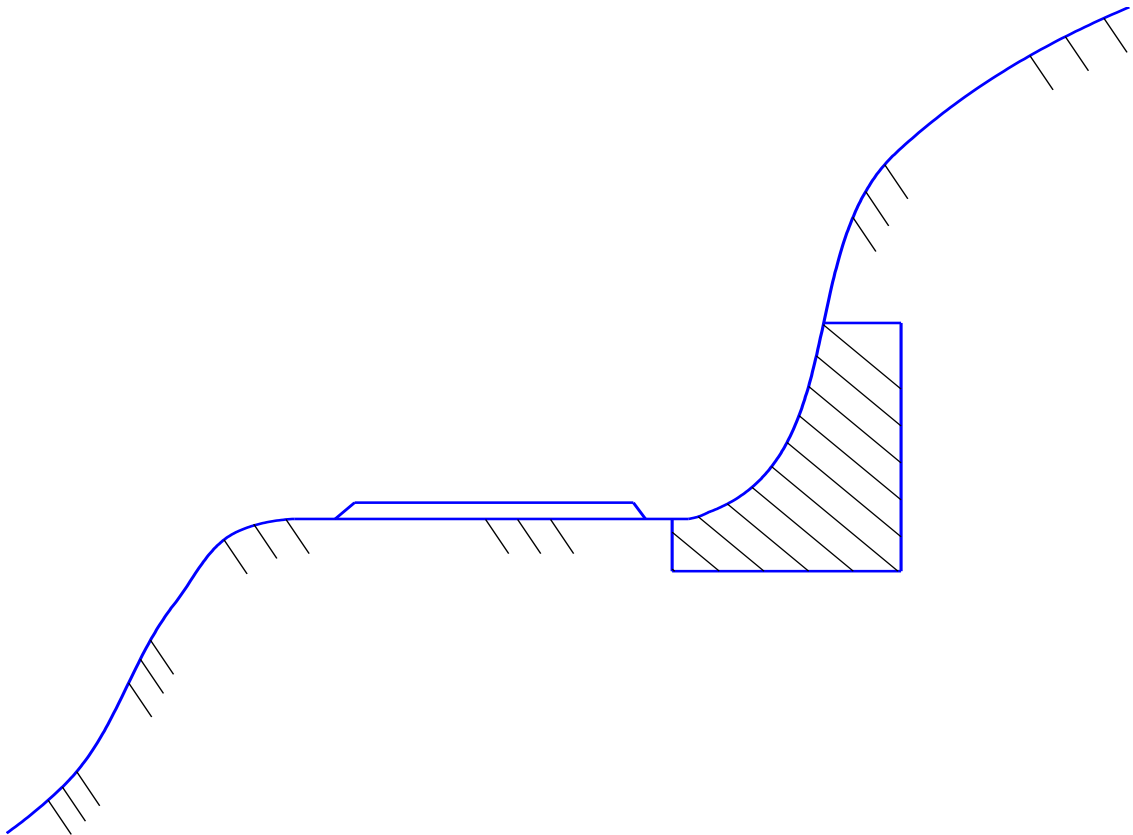
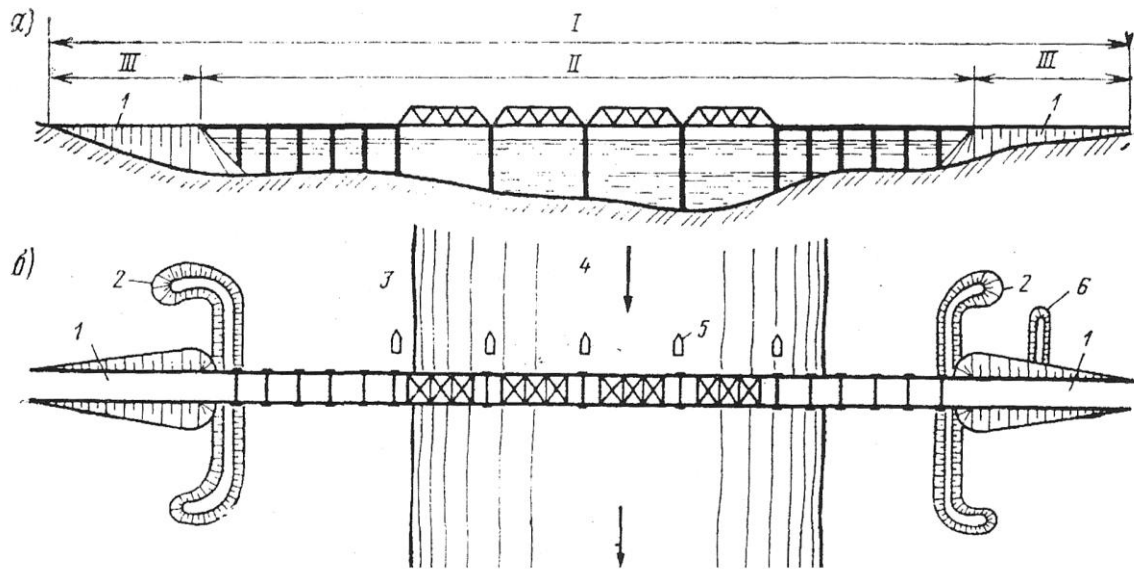


Рисунок 9 – Підпирна стінка

5 Елементи мостового переходу та моста

Мостовий перехід – це комплекс споруд, які возводяться при пересіченні дорогою ріки (рис. 10)

До його складу входять: міст, підходи, льодорізи, регуляційні і берегоукріпні споруди.



I – мостовий перехід;

II – міст;

III – підходи до мосту.

1 – насип підходу; 2 – дамба, яка направляє струмінь; 3 – заплавина ріки; 4 – русло ріки; 5 – льодоріз; 6 – траверса.

Рисунок 10 – Схема мостового переходу

Міст – своїми конструкціями перекриває русло ріки або русло ріки і частину заплави ріки.

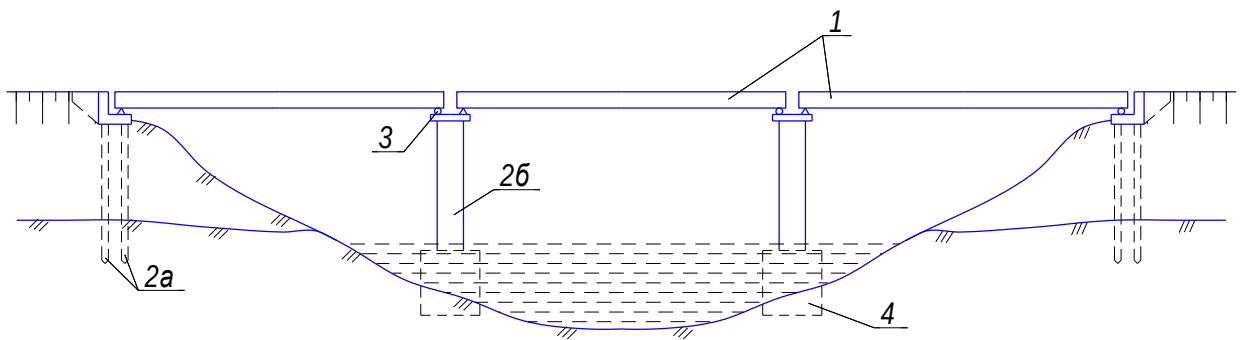
Підходи до мосту – забезпечують сполучення дороги з мостом. Їх улаштовують в вигляді насипів або естакад.

Льодорізи – споруди для захисту проміжних опор моста від льодоходу (їх зводять з верхової сторони ріки, де можливі льодоходи).

Регуляційні споруди: дамба, яка направляє струмінь – її будують у берегових опор, надає їй в плані обрис, який сприяє плавному протікання в отвір моста водного потоку.

Берегоукріпні споруди: траверса – улаштовують з верхової сторони мостового переходу в вигляді коротких дамб, які виступають в ріку перпендикулярно або під кутом до берегу або насипу підходу. Траверса перешкоджає течії води вздовж берегу або насипу, охороняє їх від розливу і сприяє напрямку водного потоку в отвір моста.

Міст складається з прольотних будов та опор (рис. 11).



1 – прольотні будови;

2а – берегові опори (устої);

2б – проміжні опори

3 – опори частини;

4 – фундамент опори.

Рисунок 11 – Схема моста

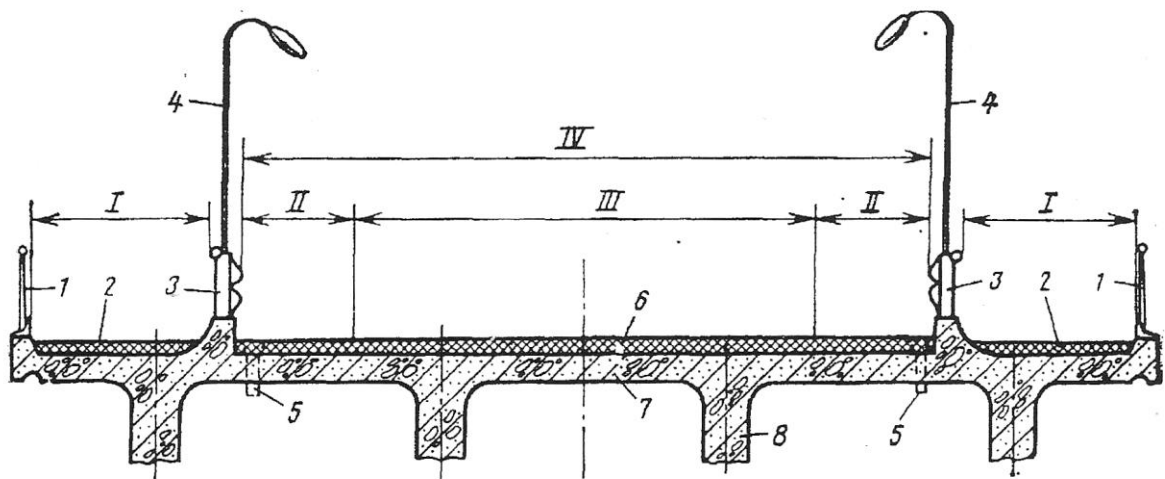
Прольотна будова – це конструкція моста, яка перекриває простір між опорами і підтримує всі навантаження, які знаходяться на мосту і передає їх вагу та свою власну на опори.

В прольотних будовах виділяють:

- проїжджу частину;
- несучу частину;
- систему зв'язків;
- опорні частини.

Проїжджа частина (в основному смислі) – це сукупність конструктивних елементів, які сприймають дію рухомих навантажень і передають їх на несучу частину. В проїжджу частину в цьому смислі включають її несучі елементи і мостове полотно. (рис. 12).

Мостове полотно розташовано над несучими елементами проїжджої частини по всій ширині між перильними огорожами і призначено для забезпечення безпечного пропуску транспортних засобів і пішоходів, а також для відводу води з проїзної частини. Воно вмістить наступні конструктивні елементи: одяг їздового полотна і тротуарів, перильне і захисні огорожі, улаштування для освітлення, пристрій для водовідводу, деформаційні шви і елементи сполучення моста з насипом.



I – тротуар;

II – полоса безпеки;

III – проїзна частина;

IV – їздове полотно.

1 – перильне огородження; 2 – одяг тротуарів; 3 – бар'єрне огородження; 4 – щогла (мачта) для освітлення; 5 – водовідвідний пристрій; 6 – одяг їздового полотна; 7 – несучі елементи проїжджої частини; 8 – несучі елементи прольотної будови.

Рисунок 12 – Елементи мостового полотна

На смузі, яку займає мостове полотно, розташовані тротуари і їздове полотно, до якого включають полоси безпеки і проїзну (проїжджу) частину (в вузькому сенсі цього терміну) – смуга на їздовому полотні, яка призначена для руху транспортних засобів. До цієї смуги примикають запобіжні смуги (смуги безпеки), які призначені для забезпечення руху на мосту з встановленими швидкостями руху. Вони знижують психологічне діяння на водія високої огорожі у тротуарів. Вони також забезпечують можливість з'їзду транспортних засобів з проїзної частини при виникненні небезпечних для руху ситуацій. Проїзна частина в вузькому сенсі цього терміну разом з запобіжними смугами складають габарит проїзду (смугу їздового полотна).

Несучі елементи проїжджої частини сприймають навантаження від транспортних засобів з їздового полотна, від пішоходів з тротуарів і передають їх на основні несучі конструкції прольотної будови. Застосовують три види несучих елементів проїжджої частини:

- балочна клітка як сукупність поздовжніх і поперечних дерев'яних або металевих балок;
- плоска або ребриста залізобетонна плита;
- ортотропна плита – зварна металева конструкція, яка складається з листа, підкріпленого ребрами.

Несуча частина прольотної будови сприймає дію від власної ваги прольотної будови і тимчасовою навантаження і передає його на опори. В якості цих елементів при невеликих прольотах можуть бути дерев'яні або металеві балки, залізобетонні плити, при середніх і великих прольотах – балки, ферми, рами, арки, а також кабелі висячих і вант вантових мостів.

Система в'язів між несучими елементами прольотних будов призначені для об'єднання прольотної будови в просторово жорстку конструкцію, яка здібна сприймати всіма елементами як вертикальні, так і горизонтальні навантаження. В повній системі в'язів розділяють поздовжні (верхні і нижні) і поперечні (опорні і проміжні) в'язи.

Опорні частини – це спеціальні елементи, за допомогою яких опорні реакції від несучих конструкцій передаються на опори в заданому місці. Крім того, опорні частини забезпечують поворот, повздовжнє і поперечне зміщення головних ферм (або балок), які виникають під діями рухомих навантажень і температурних деформацій прольотної будови в цілому.

Опори моста сприймають навантаження від прольотних будов через опорні частини і передають їх на ґрунт через фундамент або на воду (в наплавних мостах)

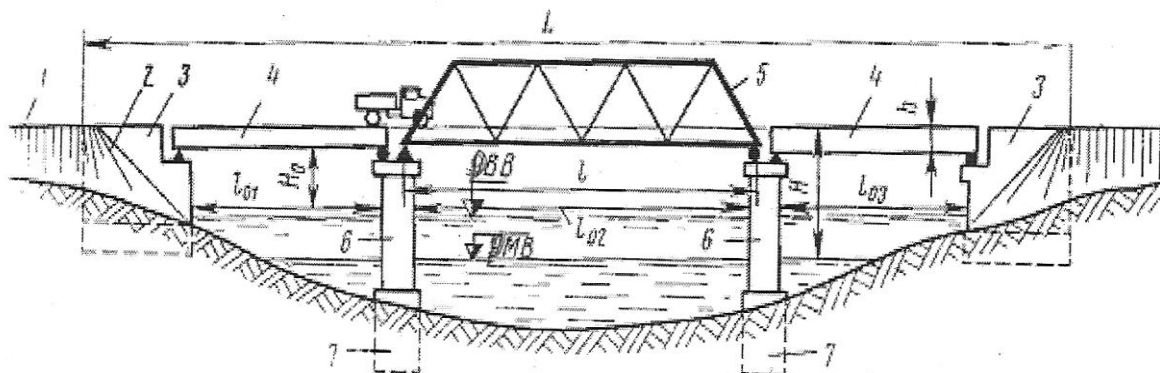
Опори бувають:

- берегові (устої)
- проміжні.

Проміжні опори сприймають навантаження від ваги прольотних будов, рухомих навантажень, навала судів, діяння льодоходу, вітру.

Берегові опори, крім того, можуть робити як підпірні стінки, які сприймають тиск ґрунту насипу підходів.

Суттєве значення при проектуванні моста мають наступні рівні води в різці (рис. 13).



1 – насип підходу; 2 – конус насипу; 3 – устої; 4 – прольотна будова з їздою поверху; 5 – прольотна будова з їздою понизу; 6 – проміжна опора; 7 – фундамент.

Рисунок 13 – До характеристик моста і рівням води в різці.

Рівень високих вод (РВВ) – найбільший рівень води в річці;

Рівень меженних вод (РМВ) – середній рівень води в період між паводками.

Розрахунковий судноплавний рівень в річці в судноплавний період.

$$PCP = PVB - 0,5 \text{ м}$$

В мостах використовують наступні основні поняття і позначення:

Довжина моста (L) – відстань по вісі моста між лініями, які з'єднують зовнішні кінці устоїв, які примикають до насипів підходів.

Отвір моста (L_0) – горизонтальний розмір між внутрішніми гранями устоїв або конусами насипу, який вимірян по РВВ за виключенням товщини проміжних опор:

$$L_0 = l_{01} + l_{02} + l_{03}$$

Висота моста (H) – відстань від поверхні проїзної частини до РМВ.

Вільна висота під мостом (H_0) – відстань між низом прольотної будови і РВВ або РСР (якщо є судноплавство).

Висота опори ($H_{оп}$) – відстань від верха опори до ґрунта.

Будівельна висота прольотної будови (h) – відстань від проїжджої частини до самих нижчих частин прольотної будови.

Розрахунковий прольот (l_p) – відстань між вісями обпирання прольотної будови на опори.

Ширина моста (B) – відстань між перилами в світу.

Ширина прольотної будови (B_0) – відстань між вісями крайних головних балок.

Ширина проїзної частини (b_0) – відстань між внутрішніми гранями смуг безпеки.

Ширина їздового полотна (Γ) – відстань між огорожами.

6 Класифікація мостів

Мости класифікують за наступними признаками:

1 за призначенням:

- а) автодорожні – для усіх видів транспорту який пропускається по автомобільним дорогам і пішоходів;
- б) залізничні – для залізничних поїздів;
- в) міські – для усіх видів міського транспорту (автомобілів, тролейбусів, трамваїв, метро) і пішоходів;
- г) пішохідні – тільки для пішоходів;
- д) суміщені – для автомобілів і залізничних поїздів;
- е) спеціальні – для пропуску трубопроводів, кабелів, і т.і..

2 за типом приймаємих опор моста:

- а) на жорстких опорах – передають навантаження від прольотних будов через фундаменти ґрунту (відсутність значних осідань);
- б) на плавучих опорах – передають навантаження води (наплавні мости), мають значні осідання).

3 за типом прольотних будов:

- а) нерухомі в яких прольотна будова завжди займає по відношенню до опори незмінне положення;
- б) розвідні в яких для пропуску судів улаштовують спеціальний розвідний прольот.

4 за видом використовуємих матеріалів:

- а) дерев'яні;
- б) кам'яні;
- в) бетонні;
- г) залізобетонні;
- д) металеві.

5 за рівнем проїзду:

- а) з їздою поверху;
- б) з їздою понизу;
- в) з їздою посередині.

6 за статичною схемою головних несучих конструкцій прольотних будов:

- а) балочні системи (розрізні, нерозрізні, консольні) – які характеризуються тим, що в їх прольотних будовах від вертикальних навантажень виникають тільки вертикальні опорні реакції;
- б) розрізні системи (арочні, рамні, висячі, вантові) – в них виникають наклонні опорні реакції, які мають горизонтальну складову – розпір;
- в) комбіновані системи, в яких поєднуються системи перших двох груп.

7 за характером пересікання перешкоди:

- а) прямий - вісь моста перпендикулярна течі рік;
- б) косий - вісь моста пересікає течу гострим кутом;
- в) криволінійний - вісь моста пересікає течу рік під змінними по його довжині кутами.

8 за шириною проїжджої частини:

- а) одно смугові – допускають одну смугу руху;
- б) двохсмугові;
- в) чотирьохсмугові;
- г) шістьсмугові;
- д) вісім смуг руху;
- е) дванадцять смуг руху.

9 за довжиною:

- а) малі – довжина моста $L \leq 25$ м;
- б) середні – $25 \text{ м} < L \leq 100$ м;

в) великі – $L > 100$ м, або якщо один з прольотів більше 60 м.

10 за забезпеченістю в відношенні пропуску високих від і льодоходу:

- а) висоководні – призначені для тривалої нормальної експлуатації і забезпечують пропуск повідкових вод і весняного льодоходу;
- б) низьководні – призначені для експлуатації в обмеженому часі і не забезпечують пропуск високої води і весняного льодоходу.

7 Сучасний стан і перспективи розвитку містобудівництва

Основним напрямком розвитку містобудівництва є:

- забезпечення максимально можливої механізації і автоматизації операцій при будівництві мостів;
- впровадження прогресивної технології провадження робіт;
- подальша типізація і уніфікація мостових конструкцій за основними конструктивними параметрами;
- пошук найбільш раціональних і досконалих форм мостів, які задовольняли б найкращім образом технології будівництва і забезпечували створення надійних конструкцій;
- використання більш міцних і якісних будівельних матеріалів для елементів мостових конструкцій.

8 Основні вимоги до мостів

Штучні споруди на дорогах повинні задовольняти експлуатаційним, економічним, екологічним, архітектурним і розрахунково-конструктивним вимогам.

Експлуатаційні вимоги є основними і зводять до того, що споруда протягом заданого строку експлуатації забезпечувала безпеку руху.

Для цього споруди повинні:

- мати ширину проїжджої частини і тротуарів, яка відповідає інтенсивності руху транспортних засобів і пішоходів;

- мати ефективну систему водовідведення з проїзної частини, що забезпечує довговічність;
- забезпечувати вимоги судноплавства;
- забезпечувати безпечний пропуск павідкових вод і льодоходу;
- забезпечувати можливість догляду, ремонту і реконструкції.

Екологічні вимоги зводяться до необхідності одержання такого конструктивного рішення, для якого при заданому строку його служби повна його вартість, до якої входить вартість будівництва, утримання, ремонту і можливої реконструкції, були б мінімальними.

Екологічні вимоги визначаються інтересами охорони навколишнього середовища: тут важливо виконання принципу найменшого до нього втручання.

Архітектурні вимоги – форма споруди повинна гармонувати з навколишньою місцевістю і міською забудовою.

Розрахунково-конструктивні вимоги – споруда в цілому і її елементи повинні задовольняти вимогам міцності, жорсткості, стійкості і надійності протягом заданого строку експлуатації.

Тема №2: Основи проектування мостів

Питання:

- 1 Розробка проекту послідовними стадіями.
- 2 Габарити мостів , судноплавні вимоги і підмостові габарити.
- 3 Навантаження і діяння.
- 4 Основи розрахунку мостів.

1 Розробка проекту послідовними стадіями

Мости і інші штучні споруди проектуються в складі автомобільних доріг. Окремими об'єктами проектування можуть бути тільки мости через великі ріки.

Спочатку проектні організації на основі схем розвитку мережі автомобільних доріг розробляють техніко–екологічне обґрунтування інвестицій, в якому уточнюють очередність проектування об'єктів на основі додаткових економічних і інженерних вишукувань.

При розробці техніко–екологічного обґрунтування інвестицій вирішують наступні питання:

- визначають кількість смуг руху, призначають габарит мостів;
- на підставі техніко–екологічного порівняння варіантів визначають оптимальний;
- намічають план і повздовжній профіль переходу, довжину підходів і схему моста, тип конструкцій прольотних будов, опор, фундаменту, тип земляного полотна і дорожнього одягу на підходах;
- намічають рішення по організації будівництва, охороні праці;
- визначають розрахункову вартість будівництва;
- визначають екологічну ефективність об'єкту;

ТЕО інвестицій проходять експертизу. Потім для технічно–нескладних об’єктів проектування виконують в одну стадію – розробляють робочий проект.

Для технічно складених об’єктів – проектування виконуються у дві стадії: розробляють проект і робочу документацію.

Стадійність розробки документації і черга будівництва встановлюється замовником в завданні на проектування згідно з ТЕО інвестицій.

Проект мостового переходу складається з розділів:

1. Загальна пояснювальна записка, де приводять вихідні дані, коротку характеристику об’єкту і умов будівництва, природні умови.
2. Будівельні рішення, приводять обґрунтування технічних рішень по фундаментам, опорах, прольотним будовам, земляному полотну, дорожньому одягу.
3. Організація будівництва, обґрунтовують прийняті способи і методи робіт по будівництву опор, прольотних будов і інших елементів моста, приводять схеми використання основних будівельно–монтажних робіт, обґрунтування строків і тривалості будівництва.
4. Кошторисна документація складається з кошторисних розрахунків проекту договірної ціни.
5. Паспорт проекту, має основні відомості о об’єкті, який проектується.

Робочий проект включає креслення. При двох стадійному проектуванні (проект і робоча документація) робоча документація розроблюється після затвердження проекту і передається замовнику частинами.

До робочої документації входять робочі креслення, відомості будівельно–монтажних робіт, розрахунки кошторисної вартості, витрати основних будівельних матеріалів.

Проект і робочий проект затверджують і проводять експертизу.

Робочі креслення для будівництва затвердженню не підлягають, замовник затверджує тільки кошториси за об'ємами.

2 Габарити мостів , судноплавні вимоги і підмостові габарити

Ширину моста встановлюють на стадії ТЕО інвестиції в залежності від інтенсивності автомобільного і пішохідного руху на дорозі.

Ширина моста включає ширину проїжджої частини (в вузькому сенсі цього поняття), смуг безпеки, розділювальної смуги, тротуарів і огорож.

Габарит моста – це контур в площині, яка перпендикулярна вісі проїзної частини, всередину якого не повинні знаходити будь-які елементи споруди.

Габарит моста на автомобільних дорогах і в містах позначають літерою Г і числом, яке дорівнює відстані в метрах між огорожами.

Габарити призначають в залежності від категорії автомобільної дороги, на якій знаходяться мости згідно з ДБН В.2.3–14:2006.

Наприклад Г–10+2×1,0 (рис.1)

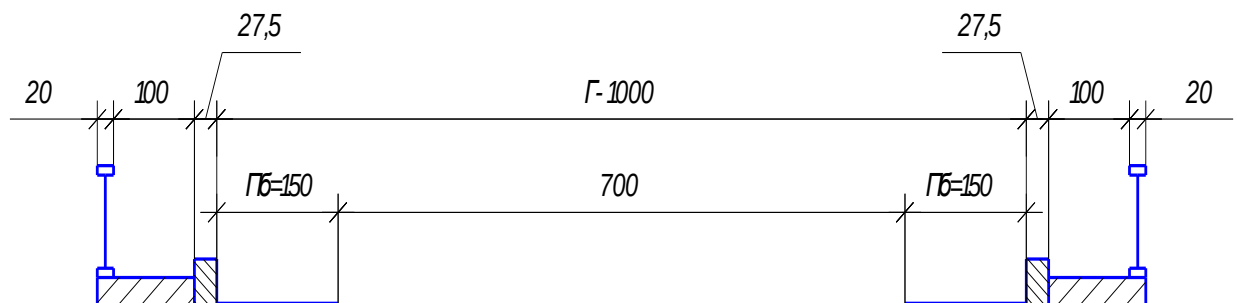


Рисунок 1

Ширину тротуарів призначають за розрахунком в залежності від розрахункової інтенсивності руху пішоходів в годину «пік» і максимальної (середньодобової) пропускної здатності однієї смуги шириною 1 м: тротуарів 2000 (1500) пішоходів. Для пішохідних мостів мінімальна ширина проходу 1,5 м.

В залежності від очікуваної інтенсивності руху пішоходів на автодорожніх і міських мостах слід передбачати тротуари. На всіх

автодорожніх мостах довжиною до 60 м поза населеними пунктами тротуари, а також службові проходи не передбачають, а на мостах більшої довжини при відсутності регулярного пішохідного руху (менш ніж 200 пішоходів за добу), або неможливості такого – тротуари не передбачають, а службові проходи тільки за завданням замовника.

В мостах через багатоводні ріки розрізняють дві частини: річну і заплавну.

Прольоти для пропуску судів розташовують в основному руслі понад судовим ходом так, щоб опори моста не стиснювали рух судів. Кількість і розмір судноплавних прольотів визначаються вимогами судноплавства в вигляді спеціально розроблених підмостових габаритів.

Підмостовим судноплавним габаритом – називають мінімальні граничні поперечні обриси простору під прольотною будовою моста, яке необхідне для безперешкодного пропуску судів і плотів (рис.2)

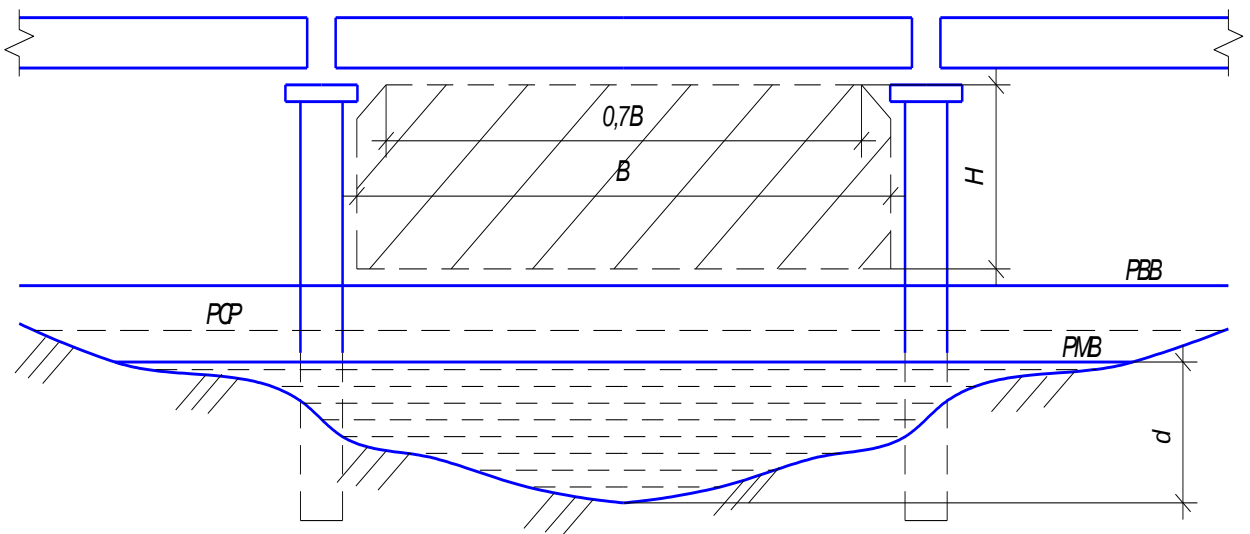


Рисунок 2

В залежності від глибини судового ходу водного шляху ріках ДСТУ Б В.2.3–1 всі вони поділяються на сім класів і для кожного з них встановлені підмостові габарити.

Висоту підмостового габариту (H) відраховують від РСР, а гарантовану глибину судового ходу (d) від РМВ.

В мостах через несудноплавні ріки перевищення низу прольотної будови над розрахунковим рівнем повинно бути не менше 0,5 м; над рівнем льодоходу не менш 0,75 м; при наявності корчеходу не менше 1,0 м.

При улаштуванні шляхопроводів через автомобільні дороги, залізничні дороги необхідно дотримуватись габаритів приближення будівель згідно ДБН В.2.3.-14:2006 «Мости і труби» (дод.В).

3 Навантаження і діяння

Навантаження і діяння, які приймаються при розрахунку мостів поділяються на:

- постійні;
- тимчасові.

До основних постійних навантажень відносять: власну вагу конструкції, вплив попереднього напруження, тиск ґрунту насипу, гідростатичний тиск, вплив усадки і повзучості бетону, вплив осідання ґрунту.

До тимчасових навантажень від рухомого складу і пішоходів відносять: вертикальні навантаження, тиск ґрунту від рухомого складу, горизонтальне поперечне навантаження від відцентрової сили, горизонтальні поперечні удари рухомого складу, горизонтальне поздовжнє навантаження від гальмування або сили тяги.

Інші навантаження: вітрове, льодове, навантаження від навалу суден, температурний кліматичний вплив, будівельні навантаження, сейсмічні і випадкові.

При розрахунку мостів навантаження враховуються в різних сполученнях:

1. основні сполучення;

2. додаткові;

3. особливі.

Основними сполученнями вважають дію одночасного постійного навантаження, тимчасового рухомого вертикального навантаження, тиску ґрунта, який викликав тимчасовим навантаженням і центробіжною силою.

Додатковими називають сполучення, при яких одночасно з одним або з декількома навантаженнями основних сполучень діють інші види навантажень крім будівельних і сейсмічних.

Особливими називають сполучення які включають сейсмічні або будівельні навантаження разом з іншими.

Нормативне тимчасове навантаження від автотранспорту на всіх автомобільних дорогах слід приймати за двома альтернативними схемами:

- рівномірно розподілене смугове навантаження від автотранспортних засобів АК, де К – клас навантаження;
- колісне чотиривісне зосереджене навантаження НК–100 чи НК–80 в залежності від категорії дороги.

А–15 – приймається на автомобільних дорогах I, II, III категорії, на міських автомагістралях і магістральних вулицях загальноміського значення, а також на мостах довжиною понад 200 м незалежно від їхнього розташування.

А–11 – на всіх інших дорогах і вулицях.

Навантаження від автотранспортних засобів АК представлено в вигляді смуг (рис.3), рівномірно розподіленого навантаження V, інтенсивністю 0,98 кН/м. Кожна зі смг містить двовісний тандем з осьовим навантаженням $P = 9,81$ кН.

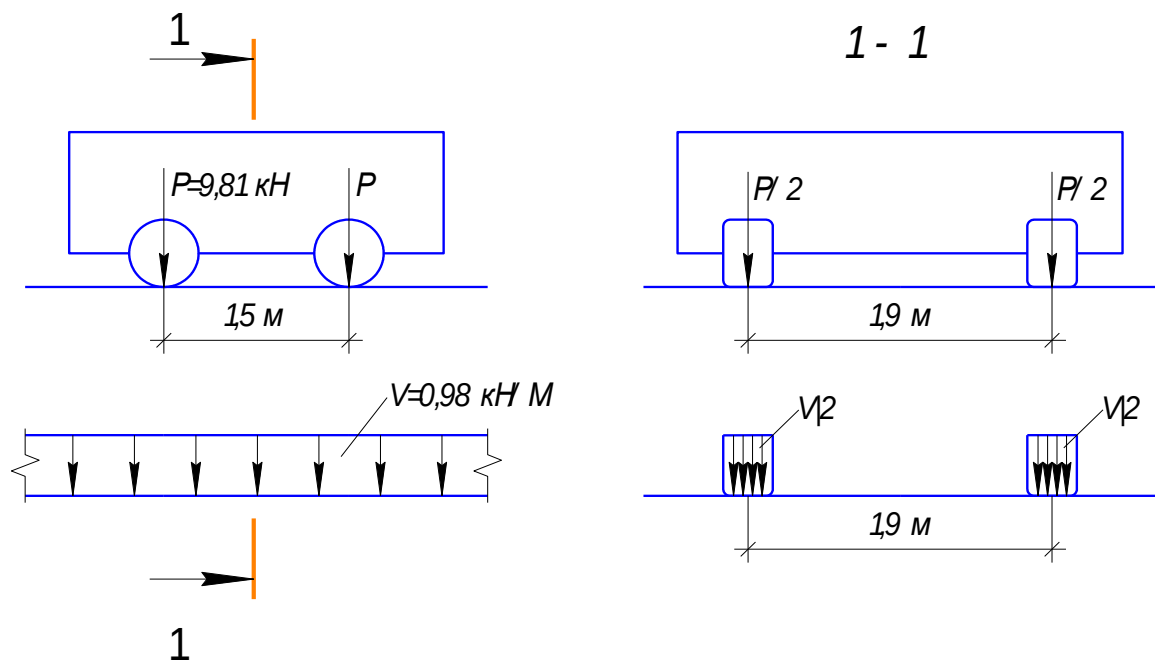


Рисунок 3

Кількість смуг навантаження має бути не більше встановленої для моста. Відстань між осями суміжних смуг не менше 3,0 м. Вісі крайньої лівої смуги навантаження має бути не ближче ніж 1,5 м від основної лінії проїзду.

Одиночне навантаження НК–80, НК–100 являє собою чотиривісний колісний екіпаж з з осьовим навантаженням відповідно 20 т, або 25 т (рис.4).

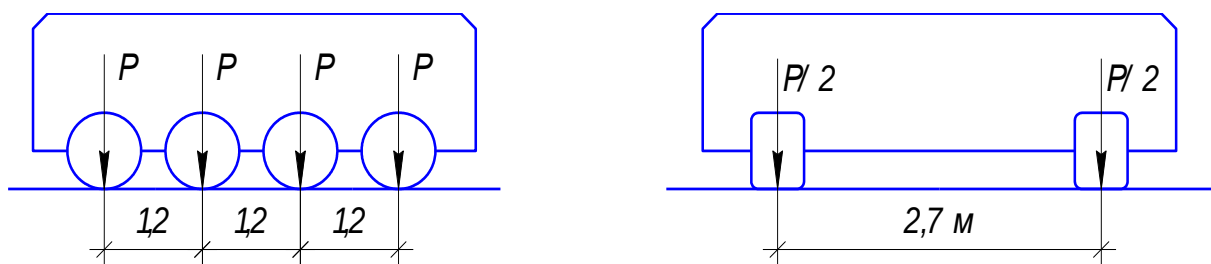


Рисунок 4

На автомобільних дорогах I, II, III категорій (де А–15) приймається НК–100, в інших випадках НК–80.

Визначення зусиль від навантаження НК виконується при відсутності інших рухомих навантажень на мосту. НК встановлюють в межах габариту проїзної частини, включаючи і запобіжні смуги.

При розрахунках за міцністю і стійкістю розглядають два випадки розміщення АК на проїзній частині:

1. найбільш не вигідне розміщення смуг АК по ширині проїзної частині за виключенням смуг безпеки;
2. при ненавантажених тротуарах тільки дві смуги навантаження розміщують у найбільш не вигідне положення по всій ширині їздового полотна, включно зі смугою безпеки.

Нормативне тимчасове навантаження на пішохідні мости та тротуари приймають:

- на пішохідні мости та тротуари міських мостів – 3,92 кПа (400 кг/м²)
- на тротуари мостів (при розрахунках з урахуванням інших навантажень) – 1,96 кПа (200 кг/м²)

Тимчасові вертикальні навантаження є рухомими і діють на міст динамічно і виникають зусилля і деформації більші ніж при статичних навантаженнях.

Врахування динамічного впливу здійснюється шляхом введення динамічного коефіцієнту (1+μ). Згідно п.2.28 ДБН для навантаження АК (до розподіленого навантаження динамічний коефіцієнт на застосовують):

- для розрахунку всіх елементів:

$$(1+\mu) = 1,3;$$

- для елементів проїзної частини:

$$(1+\mu) = 1,4;$$

- для бетонних опор фундаментів, ґрунтових основ:

$$(1+\mu) = 1,0;$$

- для одиночних НК–100, НК–80:

$$(1+\mu) = 1,0;$$

- для навантажень на тротуари:

$$(1+\mu) = 1,0.$$

4 Основи розрахунку мостів

Необхідність виконання розрахунків виникає при рішенні наступних задач:

- 1) визначення необхідних розмірів елементів для пропуску заданого навантаження – задача проектування конструкцій;
- 2) визначення можливості пропуску навантаження по існуючим конструкціям – задача перевірки міцності елементів конструкції;
- 3) визначення гранично можливого навантаження для існуючої конструкції – задача визначення вантажопідйомності конструкції;

Несучі конструкції і основи мостів і труб розраховують на дію постійних і несприятливих сполучень тимчасових навантажень. Розрахунки виконуються за методом граничних станів. Цей метод був створений Стрелецьким М.С., Гвоздевим А.А., Келдешем В.М., Евграфовим Г.К. і інші.

Під граничними розуміють стани, за межами яких споруда або її елемент не задовольняє вимогам експлуатації.

Розлічать дві групи граничних станів:

- 1 група – стани, що приводять до повної непридатності до експлуатації конструкції, основ або втрати несучої спроможності споруди в цілому;
- 2 група – стани, що зважають нормальній експлуатації споруди або змінюють її довговічність порівняння з проектним терміном служби.

Іншими словами:

- при 1 групі – повна неспроможність експлуатації конструкцій, основ або втрата несучої спроможності споруди в цілому;
- при 2 групі – перешкода нормальній експлуатації, зменшення проектної довговічності споруди.

Граничні стани 1 групи, або аварійне руйнування конструкцій:

- втрата несучої спроможності ґрунтів, основи (зсуви, розливи і т.і.);
- втрата стійкості положення;
- втрата міцності;
- втрата стійкості форми;

- втрата витривалості.

Граничні стани 2 групи, ускладнення або зупинення нормальної експлуатації:

- надмірні деформації конструкції під статичними тимчасовими навантаженнями;
- небезпечні для конструкції або для людей коливання (небезпечні для конструкції: галопування, флатер та інше; небезпечні для людей: збільшення прискорення та частоти коливань до величини, які заборонені санітарними нормами);
- виникнення тріщин або досягнення тріщинами граничного розкриття або довжини;
- інші ознаки, які є загрозливими в утриманні та експлуатації споруди.

Розрахунок конструкцій повинен гарантувати їх від можливості наступу будь якого з двох груп граничного стану.

Для будь якого елемента конструкції будь який з першої групи граничний стан не наступить, якщо найбільше можливе зусилля в елементі $N_{\max}$ не буде привищувати найменше значення його несучої спроможності $\Phi_{\min}$

$$\Phi_{\min} \geq N_{\max};$$

де $N_{\max}$ – залежить від навантаження, яке діє на конструкцію, розрахункової схеми і розмірів конструкції.

$\Phi_{\min}$ – залежить від міцності матеріалів, форми і геометричних розмірів поперечного перерізу елемента конструкції.

Навантаження, характеристики міцності матеріали конструкції, геометричні розміри не є строго визначеними величинами, а їм властива статична мінливість.

Статичний характер міцності матеріалу і навантажень враховується шляхом введення нормативних і розрахункових значень на основі аналізу кривих розподілу.

Нормативні значення тимчасових навантажень встановлені ДБН В.2.3-14:2006. Для постійних навантажень за проектними розмірами і середніми значеннями питомої ваги матеріалу.

Розрахункові навантаження дорівнюють:

$$P = P_H \cdot \gamma_f$$

де P_H – нормативне навантаження;

γ_f – коефіцієнт надійності за навантаженням.

Коефіцієнти надійності за навантаженням для постійних навантажень приймають за табл. 2.5 ДБН, для тимчасових п.2.29 ДБН (для візків $\gamma_{ft} = 1,5$; для рівномірно розподіленого навантаження $\gamma_f = 1,15$, для НК-100/80 $\gamma_{fk} = 1,0$; для пішоходів на тротуарах $\gamma_f = 1,2$).

При одночасній дії декількох навантажень розрахунок виконують з врахуванням їх сполучення шляхом введення коефіцієнту η , що враховує зменшення ймовірності одночасної появи розрахункових навантажень, його приймають за п.2.1.2.2.23 ДБН.

Розрахунок за 1 групою граничних станів виконують на дію розрахункових навантажень, а за 2 групою – на дію нормативних, тобто $\gamma_f = 1,0$.

Механічні властивості матеріалів також статично лінійні. Основними характеристики опору матеріалів є нормативні опори R_n , які встановлений нормативним проектуванням:

$$R_n = \bar{R} (1 - xV);$$

де $\bar{R}$ – середнє значення опору.

$$\bar{R} = \frac{\sum^n n_i R_i}{n_i};$$

$V = \frac{\delta}{R}$ – коефіцієнт мінливості міцності матеріалу;

δ - середнє квадратичне відхилення

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2 \cdot n_i}{n - 1}};$$

X – приймається з умови задовільнення забезпеченості не менш 0,95.

Розрахунковий опір R матеріалів дорівнює:

$$R = \frac{R_n}{\gamma_m};$$

де R_n - нормативне значення

γ_m - коефіцієнт надійності з матеріалом ($\gamma_m > 1$)

Фактори, які не враховують безпосередньо в розрахунках, але здатні вплинути на несучу здатність або деформаційність (наприклад сонячна радіація і т.і.) враховуючи коефіцієнт умов роботи.