

ДЕРЕВ'ЯНІ МОСТИ
ОСНОВНІ СИСТЕМИ ДЕРЕВ'ЯНИХ МОСТІВ.
ДЕРЕВ'ЯНІ МОСТИ МАЛИХ ПРОЛЬОТІВ ІЗ ЗБЛИЖЕНИМИ
ПРОГОНАМИ. КОНСТРУКЦІЯ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ

10.1. Короткі відомості про розвиток дерев'яних мостів

Деревина – один з найдавніших і найпоширеніших конструкційних матеріалів. По ступеню розповсюдження на землі і тривалості використання людиною з деревиною конкурує тільки камінь.

При будівництві мостів дерева використовувалася вже в глибокій старовині: мости з дерева будували ще в Стародавньому Римі, Греції і інших країнах. Першим дерев'яним мостом, про який збереглися докладні відомості, є міст через р. Тібр в Римі, побудований в 638...614 рр. до н.е. Конструкція цього моста (рис. 3.1) мала багато загального з сучасними простими дерев'яними мостами. Пролітна будова складалася з шести прогонів 1, по яких була укладена поперечина 2, а по ним – поздовжній настил 3. Під кожен прогін пролітної будови в опорах забивалися дві палі 6, які об'єднувалися зверху поздовжніми насадками 5. По насадках над палями укладалися поперечні балки 4, на яких спирали прогони пролітної будови.

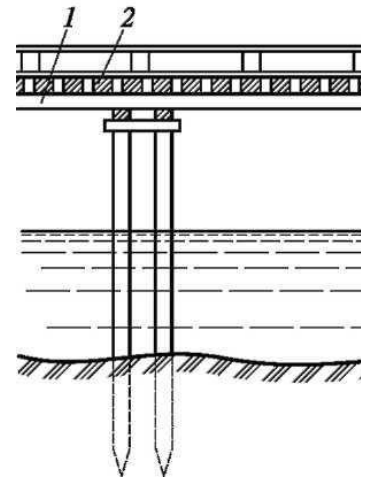


Рис. 10.1. Міст через р. Тібр в Римі (638...614 рр. до н. е.):
1 – прогін; 2 – поперечина; 3 – настил; 4 – поперечні балки; 5 – насадка; 6 – паля

Стародавнє мостобудування з дерева досягло найбільшого розвитку в період розквіту Римської імперії. Римські війська під час походів в інші країни будували багато дерев'яних мостів, удосконалюючи їх конструкції і способи будівництва. На той час відноситься міст, побудований військами Юлія Цезаря через р. Рейн в 56 р. до н.е. Опори цього моста (рис. 3.2)

виконані у вигляді рам, парні стійки (палі) 2 яких забиті з протилежним ухилом і сполучені поперечними брусами 3. Зверху брусів укладені прогони 4 і настил 5. Для захисту опори від пошкодження плаваючими колодами і плотами і для запобігання підмиву палей з верхового боку була влаштована огорожа з коротких палей 1, а з низовою – упорні палі 6.

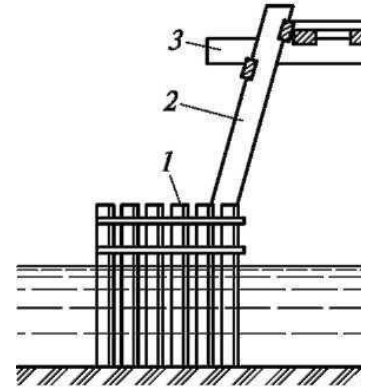


Рис. 10.2. Міст через р. Рейн (56 р. до н. е.):

1 – огорожа з коротких палей; 2 – основні палі опори; 3 – поперечний брус;
4 – прогін; 5 – настил; 6 – упорна паля

Великий розвиток техніка дерев'яного мостобудування отримала в XVI в. завдяки діяльності італійського будівельника Палладіо. Ним були запропоновані для мостів шпренгельні і ригельно-підкосні системи, а також гратчасті ферми з паралельними поясами, стійками і розкосами, що збереглися донині.

У Стародавній Русі в 1114 р. був побудований дерев'яний наплавний міст через р. Дніпро в Києві.

Видатний російський винахідник і конструктор Кулібін І. П. (1735–1818р.) в результаті двадцятирічної праці розробив проект дерев'яного арочного моста прольотом через р. Неву (рис. 5.3). Контур арки моста і зусилля в його елементах він визначив шляхом оригінальних експериментальних робіт. Для перевірки цього проекту в 1776 р. в Петербурзі була побудована модель в 1/10 натуральної величини, випробування якої проводилися спеціальною комісією Петербурзької Академії наук у присутності механіка і математика Леонарда Ейлера. Випробування підтвердили можливість спорудження такого грандіозного на ті часи моста. У 1793 р. модель була перевезена і встановлена на території Таврійського саду в Петербурзі.

В кінці XVIII і початку XIX в. при будівництві дерев'яних мостів почали використовувати арочну систему. Перші арочні мости з деревини були побудовані в Швейцарії.



Рис. 10.3. Дерев'яний міст арочної системи через р. Неву за проектом Кулібіна І. П.

В середині XIX в. американським інженером Тауном були запропоновані і побудовані дерев'яні пролітні будови у вигляді гратчастих ферм з дощок (рис. 5.4). Ферми мали два паралельні пояси 1 і 3 з дощок, між якими була розміщена стінка 2 у вигляді грат з двох або трьох похилих шарів дощок. З'єднання дощок з поясами проводилося за допомогою дерев'яних нагелів.

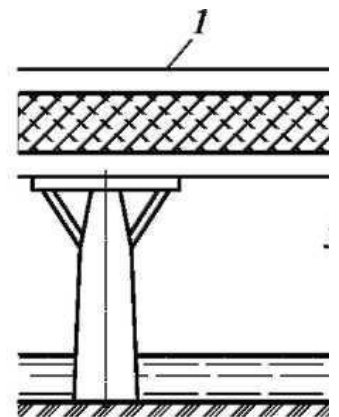


Рис. 10.4. Міст з гратчастими фермами Тауна (1820 р.):
1 – верхній пояс; 2 – стінка; 3 – нижній пояс

Одночасно з мостами Тауна в США з'явилися мости системи Гау (рис. 5.5) з гратчастими фермами. Ферми були складені з двох паралельних поясів

1 і 4 з брусів, зв'язаних металевими тяжами 2 і розкосами 3. При натягненні тяжів розкоси ферм Гау працювали тільки на стиск, що дозволило спростити їх з'єднання з поясами, обмежуючись опиранням їх на подушки з твердого дерева.

Видатний російський інженер Д. І. Журавський удосконалив конструкцію ферм системи Гау, розробив метод їх розрахунку і застосував при будівництві крупних мостів. У другій половині XIX в. і в першій половині XX в. на автомобільних дорогах і в містах було побудовано чимало дерев'яних мостів з використанням ферм Гау–Журавського і дощато-цвяхових ферм.

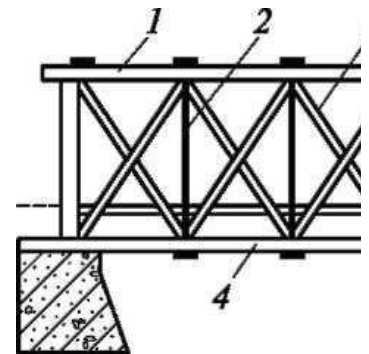


Рис. 10.5. Схема дерев'яного моста з гратчастими фермами Гау:

1 – верхній пояс; 2 – тяж; 3 – розкіс; 4 – нижній пояс

Будівництво дерев'яних низьководних мостів отримало широке поширення під час Великої Вітчизняної війни. Ці мости по протяжності складали до 85 % всіх мостів, що зводилися. На річках Дніпро, Німан, Дністер, Вісла і Одер війська будували і висоководні мости з використанням нових типів спрощених конструкцій дощато-цвяхових ферм з прольотами до 30 м. Застосовували також пролітні будови з фермами розкосів ригеля з колод прольотами до 30 м, а також дерев'яних комбінованих пролітних будов з їздою понизу з прольотами до 50 м. В кінці війни низьководні мости на палевих опорах будували з темпом 4...6 м/год, а висоководні - з темпом 25...30 м в день.

У другій половині XX в. при будівництві нових мостів більшого поширення почав набувати залізобетон. В даний час дерев'яні мости на автомобільних дорогах державного значення не будують. Вони знаходять застосування лише як тимчасові мости – підмости при будівництві капітальних залізобетонних або металевих мостів. Проте не можна вважати, що дерев'яні мости вичерпали себе.

Вони можуть ще знайти застосування на місцевих дорогах в районах, багатих лісом, за умови застосування досконаліших конструктивних форм, розрахованих на індустріальні методи виготовлення і зведення, за умови оснащення мостобудівних організацій спеціальними мостобудівними засобами.

Ще в середині минулого століття колективом учених і інженерів на чолі з професором Г. Г. Карлсенем була запропонована ефективна технологія дерев'яних клеєних конструкцій. З урахуванням цієї технології були розроблені проекти типових балочних пролітних будов з клеєними несучими елементами і було побудовано декілька мостів. Досвід їх експлуатації показав їх високу конкурентну здатність в порівнянні із залізобетонними мостами. Проте після розвалу СРСР в 1990-і роки з різних причин виготовлення клеєних мостових конструкцій припинилося.

Досвід будівництва і експлуатації клеєних мостів в США, Канаді і в Скандинавських країнах в даний час свідчить про ефективність їх застосування. Вони достатньо надійні і довговічні при строгому дотриманні технології склеювання.

10.2. Основні системи дерев'яних мостів і області їх застосування

В кінці ХХ в. будівництво дерев'яних мостів на автомобільних дорогах державного значення припинене, велося лише утримання існуючих дерев'яних мостів, які збереглися в основному на дорогах місцевого значення, де вони, мабуть, існуватимуть ще довго, можлива і заміна їх новими, сучаснішими конструкціями.

На сільських дорогах в лісових регіонах з економічних міркувань можуть знайти застосування прості балочні розрізні мости (рис. 10, а). Вони мають пролітні будови з несучими конструкціями у вигляді простих одноярусних, складних і складених дво- і триярусних прогонів, що підтримують проїзну частину. Ці мости не вимагають великих витрат матеріалів, мають просту конструкцію, що дозволяє індустріалізувати процеси виготовлення і зведення моста. При використанні простих прогонів мости мають прольоти 6...8 м, а при використанні складених прогонів або клеєних балок – до 24 м.

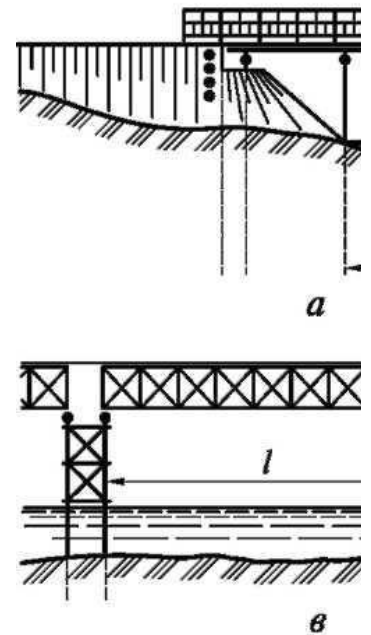


Рис. 10.6. Основні види балочних дерев'яних мостів:

a – пролітні будови з прогонами різного вигляду; *б* – пролітні будови з фермами розкосів ригеля; *в* – пролітні будови з фермами Гау–Журавського; *г* – пролітні будови з дощато-цвяховими фермами

При необхідності перекриття великих прольотів з економічних міркувань можуть бути використані складніші балочні розрізні пролітні будови з несучими конструкціями у вигляді гратчастих ферм різних видів.

Прольоти до 24 м можуть бути перекриті пролітними будовами з ригельно-розкісними фермами (рис. 10.6, б) з колод або брусів з металевими нагельними з'єднаннями. Ці ферми не пристосовані для індустріального виготовлення і механізованого збирання, тому мости з фермами цього вигляду не перспективні.

Для перекриття прольотів до 30 м можуть бути застосовані і пролітні будови з фермами Гау–Журавського (рис. 10.6, в), що утворені з колод або брусів і металевих тяжів в розтягнутих стійках. Для забезпечення більшої надійності і збільшення терміну служби нижній і верхній пояс у фермах Гау–Журавського слід виконувати металевими. Ферми Гау–Журавського пристосовані для заводського виготовлення і індустріальної збірки.

У деяких районах в даний час знаходять застосування і пролітні будови з дощато-цвяховими фермами (рис. 10.6, г). Вони простіші при виготовленні, але менш довговічні, ніж ферми Гау–Журавського. Їх застосовують в мостах, розрахованих на обмежений термін служби. Дощато-цвяхові ферми

дозволяють збірку з блоків, виготовлених попередньо в цеху або на майданчику дерев'яних мостових конструкцій.

Простими дерев'яними мостами системи розпору є підкісні мости (рис. 10.7, а), що мали у минулому широке розповсюдження на автомобільних дорогах. В даний час вони не застосовуються, оскільки не пристосовані для індустріального будівництва, але у ряді районів можуть знайти вживання з економічних міркувань.

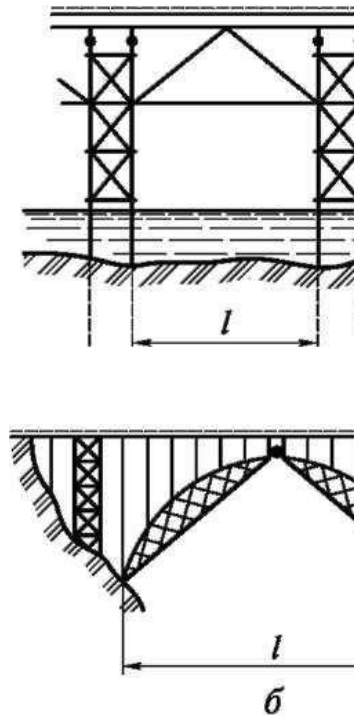


Рис. 10.7. Основні види дерев'яних розпірних мостів:
а – підкісні; б – арочні; в – комбіновані

До розпірних систем також відносяться арочні і висячі мости, які зустрічаються на автомобільних дорогах. Арочні дерев'яні мости (рис. 10.7, б) бувають доцільні в гірських районах. Дерев'яними арками можна перекривати прольоти до 50 м, а при використанні клеєних арок – і більші прольоти. Висячі мости з дерев'яними балками жорсткості, підтримуваними сталевими канатами, застосовують в гірських районах для перекриття перешкод, що досягають 80...100 м.

У дерев'яних мостах застосовуються і комбіновані системи. Так, при прольотах до 60 м може бути використана конструкція, що складається з балки жорсткості у вигляді гратчастої ферми (рис. 10.7, в) і гнучкої арки. Можливі також вантові мости з балками жорсткості з різних дерев'яних елементів: ферм, коробок.

Подальший розвиток дерев'яних мостів в сучасних умовах можливо в районах, багатих деревиною, за умови використання конструктивних рішень, пристосованих для індустріального виготовлення і будівництва. Необхідно рішуче відмовитися від конструктивних рішень, не орієнтованих на широке застосування засобів механізації.

Проте в майбутньому слід орієнтуватися на застосування в автодорожніх мостах на дорогах різного рівня клеєної деревини і різноманітних синтетичних матеріалів. У США, Канаді і скандинавських країнах побудовані на федеральних дорогах різноманітні балочні і арочні мости з привабливим архітектурними формами.

10.3. Компонівка і основні типи конструктивних вирішень дерев'яних мостів малих і середніх прольотів

Дерев'яні мости малих прольотів можуть знайти застосування на автомобільних дорогах III, IV і V категорій. Їх влаштовують з габаритами Г-4,5 або Г-6 для однієї смуги руху або з габаритом Г-7 для двох смуг руху. Прольоти цих мостів приймають рівними 3; 6 і 9 м.

Дерев'яні мости малих прольотів – найбільш прості балочні мости. Вони складаються з пролітних будов і опор (рис. 5.8). Частина несучих пролітних будов може бути виконана з окремих простих або складних прогонів, блоків простих або складних прогонів, а також з клеєфанерних блоків. Вона підтримує проїзну частину з тротуарами і поручнями.

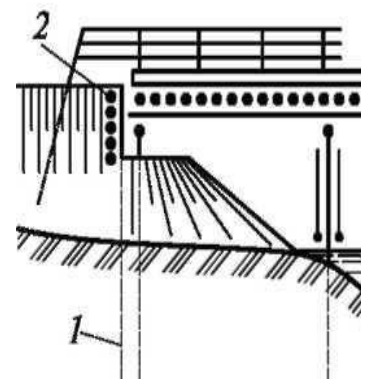


Рис. 5.1. Схема простих дерев'яних балочних мостів:

- 1 – паля огорожуючої стінки; 2 – огорожуючої стінки;
- 3 – колесовідбійний брус; 4 – верхній настил;
- 5 – нижній поперечний настил; 6 – прогони; 7 – насадка;
- 8 – діагональна (похила) розпирка; 9 – горизонтальна розпирка; 10 – паля

Проїзну частину цих мостів на дорогах найнижчих категорій виконують з дерева, а на мостах з двома смугами руху – з асфальтобетону по дерев'яному настилу або із залізобетонної плити.

Опори поділяються на проміжні і крайні. Проміжні опори підтримують пролітні будови, а крайні, крім того, забезпечують сполучення моста з насипом підходів. Вони можуть бути палевими, рамними, палево-рамними і клітинними (ряжевими).

Палеві опори є основним видом опор, їх застосовують у всіх випадках, коли ґрунт допускає забивання паль. Палі зверху об'єднують насадкою, на яку спирають пролітні будови. При висоті опор не більше 4 м в багатопролітних мостах їх влаштовують з одного поперечного ряду паль. Для збільшення поздовжньої жорсткості моста і сприйняття гальмівних зусиль при висоті опор більше 4 м влаштовують окремі дворядні (баштові) опори (рис. 5.9). Баштові опори по довжині моста розташовують через кожних три–п'ять прольотів залежно від прольотів, що перекриваються, і висоти опор, але не рідше, ніж через 20...25 м.

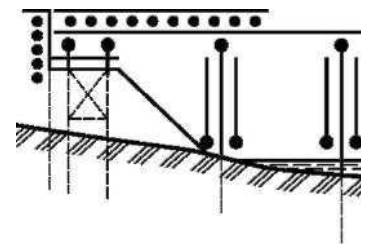


Рис. 5.2. Схема плоских і баштових опор простих мостів.

Дерев'яні мости середніх прольотів (15...33 м) по конструкції в основному балочні з їздою поверху. Їх пролітні будови утворюються з декількох головних ферм (балок), об'єднаних системою зв'язків, і проїзної частини, що розташовується на верхніх поясах ферм. Пролітні будови таких мостів можуть бути виконані із

застосуванням клеєних балок, деревометалевих ферм Гау–Журавського і дощато-цвяхових ферм.

У пролітних будовах з їздою по верху приймається зазвичай парна кількість ферм. Це забезпечує можливість створення просторових блоків, що утворюються з двох ферм за допомогою системи зв'язків. Кількість ферм в пролітній будові залежить від ширини проїзної частини, типу ферм і розмірів прольотів. Рішення про кількість ферм по ширині моста ухвалюють на основі порівняння варіантів з різною кількістю ферм з урахуванням витрат матеріалів на проїзну частину і умов будівництва. Так, наприклад, при порівнянні пролітних будов з чотирма або з шістьма фермами необхідно враховувати, що при шести фермах збільшується трудомісткість виготовлення ферм, ускладнюються монтаж пролітної будови і конструкція опор. Разом з тим зменшується вага монтажних блоків, відкривається можливість застосування кранів меншої вантажопідйомності, зменшується будівельна висота пролітної будови, з'являється можливість застосування дрібнішого сортаменту для виготовлення конструкцій.

Для забезпечення просторової жорсткості пролітної будови головні ферми (балки) об'єднуються системою горизонтальних і вертикальних зв'язків (рис. 5.10). Поздовжні горизонтальні зв'язки розташовуються в площині поясів головних ферм і є горизонтальними фермами, що сполучають головні ферми попарно (рис. 5.10, а). Поясами ферм поздовжніх зв'язків є пояси головних ферм. Горизонтальні зв'язки сприймають навантаження від вітру і забезпечують стійкість стиснутого поясу з площини ферм. Без верхніх горизонтальних зв'язків конструкція пролітної будови непрацездатна.

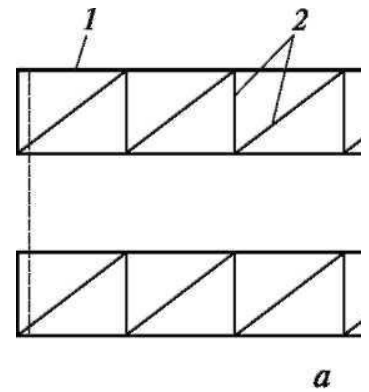


Рис. 5.3. Компоновка пролітної будови:

- а – план зв'язків; б – поперечний перетин пролітної будови;
 1 – головна балка (ферма); 2 – верхні горизонтальні зв'язки;
 3 – поперечні зв'язки; 4 – нижні горизонтальні зв'язки

Поперечні зв'язки (рис. 4.3, б) сполучають між собою всі головні ферми. Опорні поперечні зв'язки сприймають навантаження від верхніх горизонтальних зв'язків і передають його на опори моста. Проміжні поперечні зв'язки спільно з проїзною частиною забезпечують розподіл тимчасового навантаження між головними фермами.

10.4. Конструкція проїзної частини дерев'яних мостів

Дерев'яні мости малих прольотів при невеликій інтенсивності руху транспортних засобів на сільських дорогах, що не мають хорошого покриття, можуть мати проїзну частину у вигляді суцільного поперечного настилу з круглих колод (рис. 5.11, а) або пластин (рис. 5.11, б). Колоди або пластини укладають щільно над прогонами і закріплюють притискними колодами, які служать також колесовідбоями. Ці конструкції проїзної частини можливі тільки при проїзді автомобілів по мосту з пониженою швидкістю.

Для забезпечення сприятливіших умов руху по мосту проїзну частину влаштовують з дощатим верхнім настилом. При малій відстані між прогонами (до 0,5 м) вона складається з суцільного шару поперечних пластин, поверх якого укладають одиночний настил з дощок, укладених

уздовж моста (рис. 5.11, в). При великих відстанях між прогонами по нимкладають рідше потужні поперечини (рис. 5.11, г) і укладають на них подвійний дощатий настил. Дошки нижнього настилу в цьому випадку направлені уздовж моста, їх укладають із зазорами 2...3 см, що забезпечує їх провітрювання. Верхній настил може бути поперечним і поздовжнім. Він працює на стирання і захищає від стирання робочий нижній настил. Товщину дощок верхнього настилу приймають не менше 5 см.

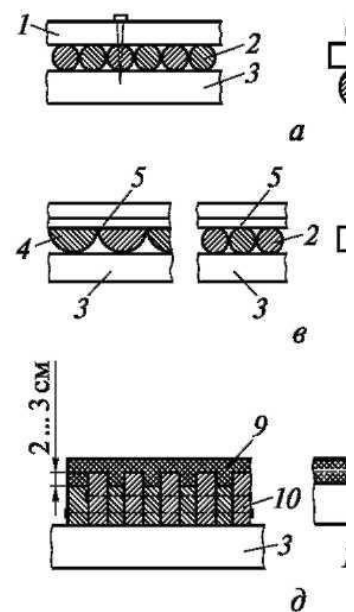


Рис. 5.4. Конструкція проїзної частини простих мостів:

a – д – варіанти конструктивних рішень;

1 – притискна колода; 2 – колода накату; 3 – прогін; 4 – пластина накату;

5 – верхній поздовжній дощатий настил; 6 – поперечина;

7 – верхній поперечний дощатий настил; 8 – нижній поздовжній дощатий настил; 9 – асфальтобетонне покриття; 10 – цвяхи деревоплити

На дорогах з асфальтобетонним покриттям мости влаштовують з проїзною частиною у вигляді деревоплити. Деревоплиту утворюють з дощок, укладених на ребро і об'єднаних між собою клеєм або цвяхами (рис. 5.11, д). При цьому виходить досить жорстка плита, здатна сприймати навантаження і передавати

його на прогони. По верху деревоплити влаштовують шар асфальтобетонного покриття. Для забезпечення кращого зв'язку асфальтобетону з плитою дошки деревоплити роблять різної ширини, щоб виходила гребінчаста поверхня з виступами заввишки 2...3 см. Товщину шару асфальтобетону над виступаючими кромками дощок деревоплити приймають 4...6 см. Для забезпечення більшого терміну служби дошки деревоплити антисептують, а в асфальтобетонному покритті необхідне влаштування гідроізоляції.

У дерев'яних мостах середніх прольотів застосовуються три типи конструкцій проїзної частини:

- 1) у вигляді залізобетонної плити або деревоплити;
- 2) з поперечин і поздовжніх робочого і захисного настилів з дощок;
- 3) з прогонів, що спираються на поперечні балки, поперечного робочого і поздовжнього захисного настилів.

Перший тип проїзної частини застосовується в пролітних будовах з клеєними балками, другий – в пролітних будовах з дощато-цвяховими фермами, третій – в пролітних будовах з фермами Гау–Журавського, коли необхідно забезпечити вузлову передачу навантаження від проїзної частини на ферми.

Залізобетонна плита проїзної частини забезпечує хороший розподіл тимчасового навантаження між несучими елементами і захищає їх від дії атмосферної вологи. Крім того, вона може бути жорстко з'єднана з прогонами і працювати спільно з ними на загальну дію навантаження, значно збільшувати несучу здатність і жорсткість пролітних будов. Вона може бути збірною або бетонуватися на місці і об'єднується з балками за допомогою металевих випусків, що прикріплені до балок і входять в тіло плити (рис. 5.12).

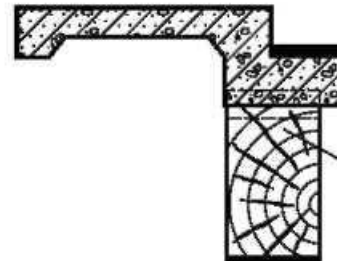


Рис. 5.5. Конструкція деревозалізобетонної балочної пролітної будови:
1 – дерев'яні прогони; 2 – залізобетонна плита проїзної частини;
3 – металеві пластинчасті нагелі, що входять в балку і тіло плити

У другому і третьому типі проїзної частини зверху робочого настилу укладається поздовжній захисний настил з дощок завтовшки 4...5 см і кріпиться до дощок робочого настилу цвяхами. Він оберігає робочий настил від стирання і забезпечує розподіл навантаження від колеса на дошки робочого настилу. Розташування дощок робочого настилу уздовж проїзду забезпечує кращі умови для його ремонту, оскільки в цьому випадку зношуються тільки дошки, що знаходяться на коліях руху навантаження.

У другому типі проїзної частини поперечини виконують з колод, окантованих на два паралельні канти. Поперечину укладають комлями в різні боки і кріплять до дощато-цвяхових ферм штирями (рис. 5.13, а). Поздовжній робочий настил до поперечини кріплять цвяхами. Дощки нижнього настилу розташовуються в шаховому порядку по відношенню до дощок верхнього настилу, що забезпечує кращий розподіл тимчасового навантаження на дошки робочого настилу.

У третьому типі проїзної частини поперечні балки (рис. 5.13, б) виконують парними з двох окантованих колод. Це виключає необхідність застосування колод великого діаметру і забезпечує симетричне розташування колод поперечних балок відносно вузла ферми. Кожна колода поперечної балки кріпиться до поясів штирями. По поперечині укладають прогони, а по прогонах – поперечний настил. Оскільки всі прогони об'єднуються між собою

поперечним настилом, то немає необхідності їх кріпити до поперечних балок.

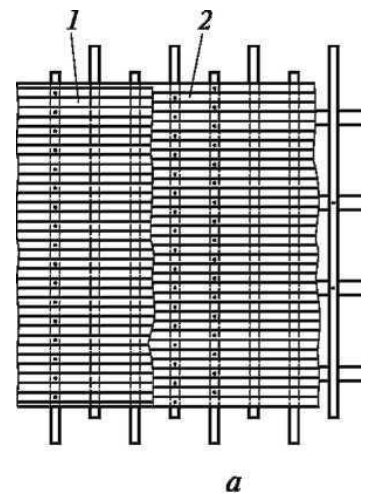


Рис. 5.6. Конструкція проїзної частини :
a – на поперечині; *б* – з поперечними балками;
1 – захисний настил; 2 – робочий настил; 3 – поперечина;
4 – головні ферми (балки); 5 – прогони; 6 – поперечні балки

Тротуари дерев'яних мостів виконують підвищеного типу з поздовжнім або поперечним дощатим настилом. Дошки поздовжнього настилу укладають на короткі поперечні підкладки з брусів, що прикріплюються до поперечини (рис. 5.14, а). Дошки поперечного настилу одним кінцем спираються на колесовідбій, а іншим – на поздовжню тротуарну балку (рис. 5.14, б). Щоб колеса рухомого навантаження не зачіпали дощок тротуарного настилу, для них в колесовідбійній колоді влаштовують поздовжній паз. Поручні, що захищають тротуар, складаються із стійок поручнів, укріпленого до них поручня і розташованих нижче за поручень елементів заповнення поручня, що забезпечує безпеку пішоходів. Для надійнішого закріплення стійок поручнів застосовують посилення їх підкошуваннями поручнів (див. рис. 5.14, а).



Рис. 5.7. Конструкції тротуарів і поручнів:

а, б – варіанти конструкції;

1 – прогін; 2 – поперечина;

3 – колесовідбійний брус;

4 – поздовжній тротуарний настил; 5 – заповнення поручня; 6 – поручень;

7 – стійка поручня;

8 – підкіс поручня;

9 – тротуарний коротун;

10 – поперечний тротуарний настил; 11 – тротуарна поздовжня балка

10.5. Конструкції дерев'яних мостів і способи їх будівництва

Дерев'яні мости малих прольотів при невеликій інтенсивності руху транспортних засобів на сільських дорогах, що не мають хорошого покриття, можуть мати проїзну частину у вигляді суцільного поперечного настилу з круглих колод (рис. 5.11, а) або пластин (рис. 5.11, б). Колоди або пластини укладають щільно над прогонами і закріплюють притискними колодами, які служать також колесовідбоями. Ці конструкції проїзної частини можливі тільки при проїзді автомобілів по мосту з пониженою швидкістю.

Компоновка і основні типи конструктивних вирішень дерев'яних мостів малих і середніх прольотів. **Дерев'яні мости малих прольотів можуть знайти застосування на автомобільних дорогах III, IV і V категорій. Їх влаштовують з габаритами Г-4,5 або Г-6 для однієї смуги руху або з габаритом Г-7 для двох смуг руху. Прольоти цих мостів приймають рівними 3; 6 і 9 м.**

Дерев'яні мости малих прольотів – найбільш прості балочні мости. Вони складаються з пролітних будов і опор (рис. 5.8). Частина несучих пролітних будов може бути виконана з окремих простих або складних прогонів, блоків простих або складних прогонів, а також з клеєфанерних блоків. Вона підтримує проїзну частину з тротуарами і поручнями.

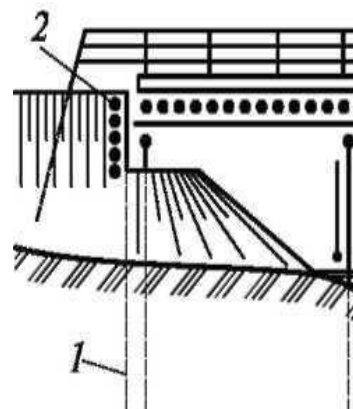


Рис. 5.8. Схема простих дерев'яних балочних мостів:

- 1 – пала огорожуючої стінки; 2 – огорожуючої стінка; 3 – колесовідбійний брус;
- 4 – верхній настил; 5 – нижній поперечний настил; 6 – прогони; 7 – насадка;
- 8 – діагональна (похила) розпівка; 9 – горизонтальна розпівка; 10 – пала

Проїзну частину цих мостів на дорогах найнижчих категорій виконують з дерева, а на мостах з двома смугами руху – з асфальтобетону по дерев'яному настилу або із залізобетонної плити.

Опори поділяються на проміжні і крайні. Проміжні опори підтримують пролітні будови, а крайні, крім того, забезпечують сполучення моста з насипом підходів. Вони можуть бути палевими, рамними, палево-рамними і клітинними (ряжевими).

Палеві опори є основним видом опор, їх застосовують у всіх випадках, коли ґрунт допускає забивання паль. Палі зверху об'єднують насадкою, на яку спирають пролітні будови. При висоті опор не більше 4 м в багатопролітних мостах їх влаштовують з одного поперечного ряду паль. Для збільшення поздовжньої жорсткості моста і сприйняття гальмівних зусиль при висоті опор більше 4 м влаштовують окремі дворядні (баштові) опори (рис. 5.9). Баштові опори по довжині моста розташовують через кожних три...п'ять прольотів залежно від прольотів, що перекриваються, і висоти опор, але не рідше, ніж через 20...25 м.

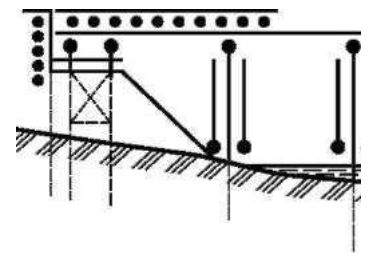


Рис. 5.9. Схема плоских і баштових опор простих мостів.

Дерев'яні мости середніх прольотів (15...33 м) по конструкції в основному балочні з їздою поверху. Їх пролітні будови утворюються з декількох головних ферм (балок), об'єднаних системою зв'язків, і проїзної частини, що розташовується на верхніх поясах ферм. Пролітні будови таких мостів можуть бути виконані із застосуванням клеєних балок, деревометалевих ферм Гау–Журавського і дощато-цвяхових ферм.

У пролітних будовах з їздою поверху приймається зазвичай парна кількість ферм. Це забезпечує можливість створення просторових блоків, що утворюються з двох ферм за допомогою системи зв'язків. Кількість ферм в

пролітній будові залежить від ширини проїзної частини, типу ферм і розмірів прольотів. Рішення про кількість ферм по ширині моста ухвалюють на основі порівняння варіантів з різною кількістю ферм з урахуванням витрат матеріалів на проїзну частину і умов будівництва. Так, наприклад, при порівнянні пролітних будов з чотирма або з шістьма фермами необхідно враховувати, що при шести фермах збільшується трудомісткість виготовлення ферм, ускладнюються монтаж пролітної будови і конструкція опор. Разом з тим зменшується вага монтажних блоків, відкривається можливість застосування кранів меншої вантажопідйомності, зменшується будівельна висота пролітної будови, з'являється можливість застосування дрібнішого сортаменту для виготовлення конструкцій.

Для забезпечення просторової жорсткості пролітної будови головні ферми (балки) об'єднуються системою горизонтальних і вертикальних зв'язків (рис. 5.10). Поздовжні горизонтальні зв'язки розташовуються в площині поясів головних ферм і є горизонтальними фермами, що сполучають головні ферми попарно (рис. 5.10, а). Поясами ферм поздовжніх зв'язків є пояси головних ферм. Горизонтальні зв'язки сприймають навантаження від вітру і забезпечують стійкість стиснутого поясу з площини ферм. Без верхніх горизонтальних зв'язків конструкція пролітної будови непрацездатна.

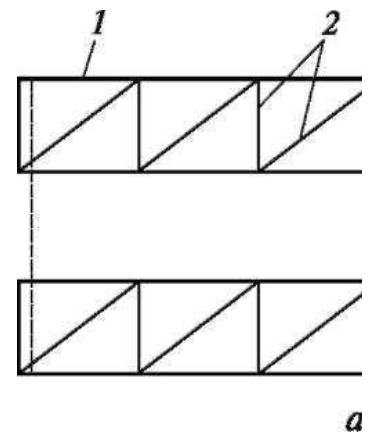


Рис. 5.10. Компоновка пролітної будови:

а – план зв'язків; б – поперечний перетин пролітної будови; 1 – головна балка (ферма);

2 – верхні горизонтальні зв'язки; 3 – поперечні зв'язки; 4 – нижні горизонтальні зв'язки

Поперечні зв'язки (рис. 4.3, б) сполучають між собою всі головні ферми. Опорні поперечні зв'язки сприймають навантаження від верхніх горизонтальних зв'язків і передають його на опори моста. Проміжні поперечні зв'язки спільно з проїзною частиною забезпечують розподіл тимчасового навантаження між головними фермами.

Конструкція проїзної частини дерев'яних мостів. Дерев'яні мости малих прольотів при невеликій інтенсивності руху транспортних засобів на сільських дорогах, що не мають хорошого покриття, можуть мати проїзну частину у вигляді суцільного поперечного настилу з круглих колод (рис. 5.11, а) або пластин (рис. 5.11, б). Колоди або пластини укладають щільно над прогонами і закріплюють притискними колодами, які служать також колесовідбоями. Ці конструкції проїзної частини можливі тільки при проїзді автомобілів по мосту з пониженою швидкістю.

Для забезпечення сприятливіших умов руху по мосту проїзну частину влаштовують з дощатим верхнім настилом. При малій відстані між прогонами (до 0,5 м) вона складається з суцільного шару поперечних пластин, поверх якого укладають одиночний настил з дощок, укладених уздовж моста (рис. 5.11, в). При великих відстанях між прогонами по ним вкладають рідше потужні поперечини (рис. 5.11, г) і укладають на них подвійний дощатий настил. Дощки нижнього настилу в цьому випадку направлені уздовж моста, їх укладають із зазорами 2...3 см, що забезпечує їх провітрювання. Верхній настил може бути поперечним і поздовжнім. Він працює на стирання і захищає від стирання робочий нижній настил. Товщину дощок верхнього настилу приймають не менше 5 см.

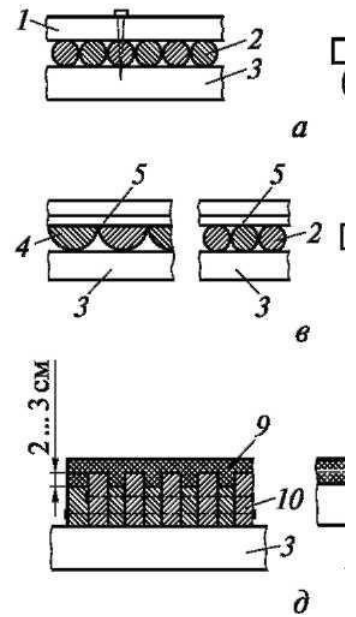


Рис. 5.11. Конструкція проїзної частини простих мостів:
 а – б – варіанти конструктивних рішень; 1 – притискна колода; 2 – колода накату; 3 – прогін; 4 – пластина накату; 5 – верхній поздовжній дощатий настил; 6 – поперечина;
 7 – верхній поперечний дощатий настил; 8 – нижній поздовжній дощатий настил;
 9 – асфальтобетонне покриття; 10 – цвяхи деревоплити

На дорогах з асфальтобетонним покриттям мости влаштовують з проїзною частиною у вигляді деревоплити. Деревоплиту утворюють з дощок, укладених на ребро і об'єднаних між собою клеєм або цвяхами (рис. 5.11, д). При цьому виходить досить жорстка плита, здатна сприймати навантаження і передавати його на прогони. По верху деревоплити влаштовують шар асфальтобетонного покриття. Для забезпечення кращого зв'язку асфальтобетону з плитою дошки деревоплити роблять різної ширини, щоб виходила гребінчаста поверхня з виступами заввишки 2...3 см. Товщину шару асфальтобетону над виступаючими кромками дощок деревоплити приймають 4...6 см. Для забезпечення більшого терміну служби дошки деревоплити антисептують, а в асфальтобетонному покритті необхідне влаштування гідроізоляції.

У дерев'яних мостах середніх прольотів застосовуються три типи конструкцій проїзної частини:

- 1) у вигляді залізобетонної плити або деревоплити;
- 2) з поперечин і поздовжніх робочого і захисного настилів з дощок;
- 3) з прогонів, що спираються на поперечні балки, поперечного робочого і поздовжнього захисного настилів.

Перший тип проїзної частини застосовується в пролітних будовах з клеєними балками, другий – в пролітних будовах з дощато-цвяховими фермами, третій – в пролітних будовах з фермами Гау–Журавського, коли необхідно забезпечити вузлову передачу навантаження від проїзної частини на ферми.

Залізобетонна плита проїзної частини забезпечує хороший розподіл тимчасового навантаження між несучими елементами і захищає їх від дії атмосферної вологи. Крім того, вона може бути жорстко з'єднана з прогонами і працювати спільно з ними на загальну дію навантаження, значно збільшувати несучу здатність і жорсткість пролітних будов. Вона може бути збірною або бетонуватися на місці і об'єднується з балками за допомогою металевих випусків, що прикріплені до балок і входять в тіло плити (рис. 5.12).

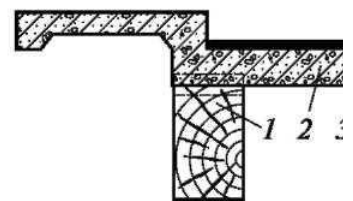


Рис. 5.12. Конструкція деревозалізобетонної балочної пролітної будови:
1 – дерев'яні прогони; 2 – залізобетонна плита проїзної частини;
3 – металеві пластинчасті нагелі, що входять в балку і тіло плити

У другому і третьому типі проїзної частини зверху робочого настилу укладається поздовжній захисний настил з дощок завтовшки 4...5 см і кріпиться до дощок робочого настилу цвяхами. Він оберігає робочий настил від стирання і забезпечує розподіл навантаження від колеса на дошки робочого настилу. Розташування дощок робочого настилу уздовж проїзду забезпечує кращі умови для його ремонту, оскільки в цьому випадку зношуються тільки дошки, що знаходяться на коліях руху навантаження.

У другому типі проїзної частини поперечини виконують з колод, окантованих на два паралельні канти. Поперечину укладають комлями в різні боки і кріплять до дощато-цвяхових ферм штирями (рис. 5.13, а). Поздовжній робочий настил до поперечини кріплять цвяхами. Дощки нижнього настилу розташовуються в шаховому порядку по відношенню до дощок верхнього настилу, що забезпечує кращий розподіл тимчасового навантаження на дошки робочого настилу.

У третьому типі проїзної частини поперечні балки (рис. 5.13, б) виконують парними з двох окантованих колод. Це виключає необхідність застосування колод великого діаметру і забезпечує симетричне розташування колод поперечних балок відносно вузла ферми. Кожна колода поперечної балки кріпиться до поясів штирями. По поперечині укладають прогони, а по прогонах – поперечний настил. Оскільки всі прогони об'єднуються між собою поперечним настилом, то немає необхідності їх кріпити до поперечних балок.

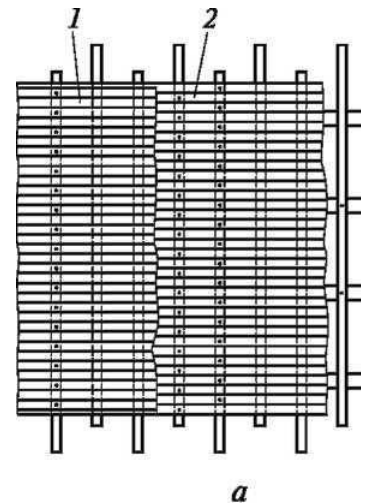


Рис. 5.13. Конструкція проїзної частини :

а – на поперечині; *б* – з поперечними балками; 1 – захисний настил; 2 – робочий настил;
3 – поперечина; 4 – головні ферми (балки); 5 – прогони; 6 – поперечні балки

Тротуари дерев'яних мостів виконують підвищеного типу з поздовжнім або поперечним дощатим настилом. Дошки поздовжнього настилу укладають на короткі поперечні підкладки з брусів, що прикріплюються до поперечини (рис. 5.14, а). Дошки поперечного настилу одним кінцем спираються на колесовідбій, а іншим – на поздовжню тротуарну балку (рис. 5.14, б). Щоб колеса рухомого навантаження не зачіпали дощок тротуарного настилу, для них в колесовідбійній колоді влаштовують поздовжній паз. Поручні, що захищають тротуар, складаються із стійок поручнів, укріпленого до них поручня і розташованих нижче за поручень елементів заповнення поручня, що забезпечує безпеку пішоходів. Для надійнішого закріплення стійок поручнів застосовують посилення їх підкошуваннями поручнів (див. рис. 5.14, а).

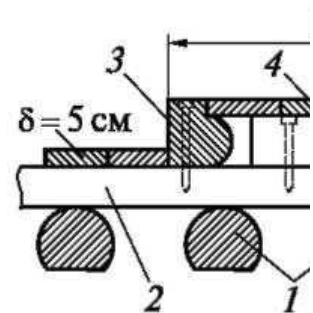


Рис. 5.14.

Конструкції тротуарів і поручнів:

а, б – варіанти конструкції;

1 – прогін; 2 – поперечина; 3 – колесовідбійний брус;

4 – поздовжній тротуарний настил; 5 – заповнення поручня; 6 – поручень; 7 – стійка поручня; 8 – підкіс поручня; 9 – тротуарний коротун; 10 – поперечний тротуарний настил; 11 – тротуарна поздовжня балка

Конструкції пролітних будов з простих і складених прогонів. Несучу частину пролітних будов дерев'яних мостів малих прольотів найчастіше влаштовують з простих дерев'яних прогонів. З метою зменшення обсягів робіт при зведенні моста, скорочення кількості робітників і ефективного використання кранів при будівництві окремі елементи пролітних будов рекомендується попередньо об'єднувати в блоки, маса яких повинна відповідати вантажопідйомності вживаних автомобільних кранів, а габарити

– використовуваним для перевезення транспортним засобам. Виготовлення блоків доцільне при індустріальній централізованій заготівці елементів мостових конструкцій.

На рис. 5.15 приведено конструктивне вирішення такого блоку для пролітної будови колії. Він є транспортно-монтажним блоком і найбільш підготовлений до збірки пролітної будови при будівництві моста. Його ширину слід приймати 2,0...2,4 м, що відповідає ширині кузова транспортних автомобілів. При прольотах 3 і 6 м він складається з чотирьох або п'яти простих прогонів, поперечного робочого настилу і поздовжнього захисного настилу.

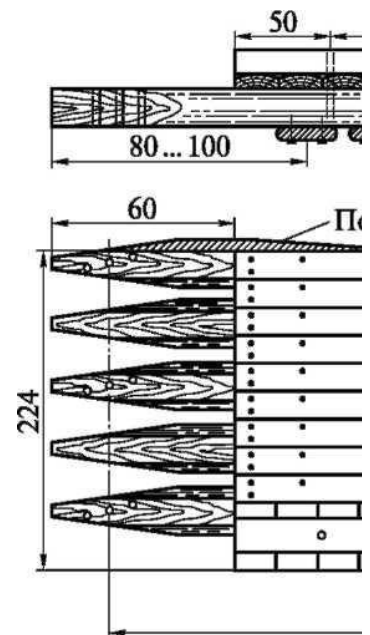


Рис. 5.15. Блок колії з простими прогонами і настилом.

Робочий і захисний настили виконують з дощок завтовшки 5 см. Дощки робочого настилу прибивають цвяхами до кожного крайнього прогону, а до проміжних – через одну в шаховому порядку. Дощки захисного настилу прибивають до робочого настилу двома цвяхами по кінцях дошки і по одному цвяху через 100... 150 см по довжині. Для зручності кріплення блоків колій до насадок опор настил в блоці обривають на відстані 50 см від кінців прогонів. Після укладання блоків на опори і їх закріплення кінці прогонів закривають заставними щитами, що складаються з дощок поперечного настилу із закріпленими ділянками захисних колій.

У поперечному перетині моста з однією смугою руху з габаритом Г-4,5 два таких блоку розташовуються з міжколійним просвітом (рис. 5.16), який закривається щитом міжколії з середнім колесовідбоям, який перешкоджає заїзду колеса рухомого навантаження на середину щита.

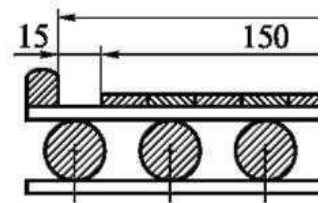


Рис. 5.16. Поперечний перетин пролітної будови з блоків колій.

Прості прогони блокових пролітних будов виконуються з колод, що обпилюються на два канти по всій довжині, з шириною канта не менше $1/3$ діаметру колоди в тонкому кінці. Висота всіх прогонів в пролітній будові повинна бути однаковою. Зняття канта знизу ослабляє прогін, але забезпечує можливість влаштування зв'язків, що об'єднують прогони в блоки і забезпечують горизонтальну жорсткість і незмінність при виготовленні і транспортуванні.

Прогони по ширині блоку доцільно розташовувати рівномірно з розворотом відносно осі моста (див. рис. 5.15). Розворот прогонів забезпечує однотипність всіх прогонів і блоків, а також можливість укладання блоків на насадку будь-яким кінцем. Кінці прогонів обпилюються на клин з ухилом 1:5 симетрично з обох боків. Ця обробка кінців прогонів забезпечує розміщення вперепліт прогонів суміжних прольотів на насадках плоских опор (рис. 5.17). Довжину прогонів приймають на 50 см більше розрахункового прольоту моста. Це дозволяє перекривати прольоти у разі відхилення отриманого розміру прольоту від проектного. У зв'язку з цим на кінцях прогонів для забивання штирів, що прикріплюють прогін до опори, свердлять три отвори (див. рис. 5.17). Один з цих отворів забезпечить раціональне положення

штиря в насадці. Для кріплення прогонів до насадки використовують штирі діаметром 16 мм з глибиною закладення в насадці не менше 15 см.

Рис. 5.17.

Вузол з'єднання прогонів вперепліт:

1 – насадка; 2 – отвори для штирів; 3 – штир.

З окремих прогонів дерев'яні мости будують у разі заготівки лісоматеріалів в безпосередній близькості від місця будівництва, при невеликих обсягах робіт і відсутності пилорам. Конструкція дерев'яної пролітної будови, що збирається з окремих простих прогонів, простіша у виготовленні, ніж при блоках колій і блоках прогонів, але більш трудомістка при монтажі. Пролітна будова з окремих елементів складається з простих прогонів, подвійного дощатого настилу і колесовідбоїв. Кількість прогонів по ширині одноколійного моста коливається від 6 до 12, а в двосмугових мостах досягає 14 і залежить від прольоту, діаметру прогонів і розрахункового навантаження. При різній кількості прогонів по ширині моста сумарна витрата лісоматеріалів на проїзну частину і прогони приблизно однакова. Це пояснюється тим, що із зменшенням кількості прогонів збільшується проліт поперечного настилу і у зв'язку з цим збільшується перетин поперечного настилу.

Прості прогони для пролітних будов, що збираються з окремих елементів, можуть мати таку ж конструкцію, як і прогони в блоці колії. Крім того, прості прогони для цих пролітних будов можуть бути виконані вручну з

круглих колод. При виготовленні простих прогонів вручну колоди зверху вирівнюють для опирання настилу. Знизу прогони підтісують по кінцях на довжині 60...70 см так, щоб висота всіх прогонів на обох кінцях була однаковою. Підтесання колод роблять пологим з нахилом не більше 1:4 і не більше ніж на 1/3 товщину колоди, щоб не допустити відколу деревини. Прогони укладають по черзі комлями в різні боки, щоб сумарний перетин всіх прогонів по обидві сторони від середини прольотів був однаковим. Над опорами прогони сусідніх прольотів укладають врозбіжку, як і прогони блоків колій. Прогони кріплять до насадок штирями через попередньо підготовлені отвори.

Дошки поперечного настилу прикріплюють до прогонів одиночними цвяхами в шаховому порядку через один прогін. Дошки захисного настилу зазвичай стикуються над опорами. При недостатній довжині дощок стики розташовуються врозбіжку, щоб в будь-якому перетині стикувалось не більше 1/3 дощок. Дошки прикріплюють до робочого настилу цвяхами з розрахунку по два цвяхи на кожен кінець дошки, а по довжині – по одному цвяху через 100...150 см.

При необхідності виготовлення пролітних будов з лісоматеріалів діаметром 20...22 см, а також при прольотах моста більше 5...6 м застосовують складні і складені прогони. У складному прогоні дві окантовані, укладені одна на одну колоди з'єднуються по довжині всього трьома штирями, які не можуть сприймати зсуваючі сили при згині прогону. У зв'язку з цим, що несуча здатність складного прогону з двох колод рівна сумі їх несучих здатностей. У складеному прогоні колоди між собою об'єднуються часто встановлюваними зв'язками (штирями, шпонками, колодками), здатними ефективно сприймати зсуваючі зусилля, що виникають між колодами при їх згині, що різко збільшує несучу здатність цього прогону.

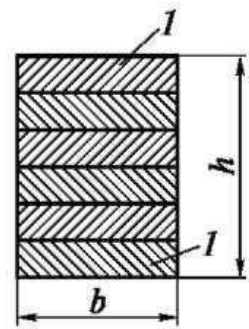
Пролітні будови можуть бути складені з блоків складених або складних прогонів, укладених на опори, двох або трьох щитів проїзної частини і двох колесовідбоїв.

Конструкції пролітних будов з клеєними, клеєфанерними балками і трубами. Розроблені проекти автодорожніх мостів з пролітними будовами з клеєних балок завдовжки 9, 12, 15, 18 і 24 м. У 1960...1970 рр. була створена матеріальна база для виготовлення клеєних балок і побудовано декілька мостів з їх використанням. Досвід їх експлуатації виявив необхідність строгого дотримання технології виготовлення балок, забезпечення високої

якості склеювання. У зв'язку з тим, що необхідна якість не забезпечувалася, виготовлення клеєних балок поступово скорочувалося і на деяких заводах припинено повністю. Реабілітація клеєних пролітних будов можлива лише за умови різкого підвищення якості їх виготовлення на основі строгого дотримання технології.

У конструкціях автодорожніх мостів можуть застосовуватися розрізні і нерозрізні клеєні балки прямокутного і двотаврового перетинів. Балки прямокутного перетину простіші у виготовленні, зручні для транспортування і зберігання, але із збільшенням прольоту вони стає менш економічними і поступається по ефективності балкам двотаврового перетину. Прямокутний перетин доцільний для балок прольотом до 8...12 м, а при великих прольотах (15...24 м) раціональніший двотавровий.

Клеєні балки прямокутного (рис. 5.18, а) і двотаврового (рис. 5.18, б) перетинів отримують при склеюванні лежачи по висоті декількох дощок. При цьому дошки повинні мати товщину не більше 30 мм, вологість не більше 12 %; їх річні шари повинні бути направлені в один бік, оскільки розташування річних шарів, що чергуються, сприяє виникненню розриваючих зусиль в клейових швах. Висоту h клеєних балок призначають від $1/10$ до $1/15$ їх прольоту. Ширина b прямокутних балок не повинна бути менше $1/6$ висоти h . У клеєних двотаврових балках товщину стінки b_c приймають не менше половини ширини поясу b . Для збільшення несучої здатності клеєних балок їх крайні дошки на висоту $0,15h$, але не менше двох дощок зверху і знизу балки, виконують з пиломатеріалу з деревини кращої якості.



a

Р



д

Види поперечних перетинів клеєних і клеєфанерних балок:

a – ж – варіанти перетинів;

1 – дошки з деревиною добірної якості;

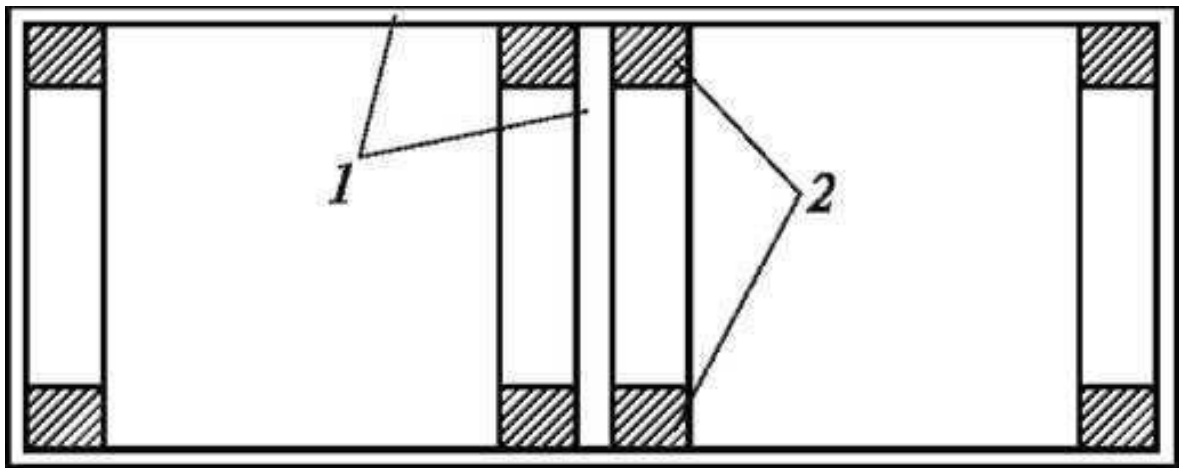
2 – бакелізована фанера

Клеєфанерні балки в конструкціях автодорожніх мостів застосовують для перекриття прольотів від 10 до 20...30 м. У цих балках з бакелізованої фанери виконують вертикальну стінку. При невеликому прольоті фанерну стінку іноді виконують з одного листа (рис. 5.18, в), але частіше її виконують з двох листів фанери, розташованих з проміжком (рис. 5.18, г, д). При подвійній стінці в ній зменшуються дотичні напруження і збільшується площа клейових швів, що прикріплюють вітки поясів до листів вертикальної стінки. Товщина фанери в мостових балках приймається не менше 10 мм. Стійкість фанерної стінки забезпечується постановкою ребер жорсткості, які при одиночній стінці ставлять по її боках, а при подвійній стінці зазвичай вклеюють в зазор між листами стінки. Стиснутий пояс цих балок зазвичай виконують з дощок, склеєних по вертикальних швах (див. рис. 5.18, г), а розтягнутий – з дощок (див. рис. 5.18, д) або з бакелізованої фанери, що приклеюється до стінки за допомогою допоміжних брусків (див. рис. 5.18, г). Для посилення з'єднання такого поясу із стінкою допоміжні бруски ставлять з обох боків кожного з листів стінки (рис. 5.18, е). Корисно також наклеювати на стиснутий пояс зверху лист фанери (рис. 5.18, ж).

Вищі пояси можна виконувати з декількох ярусів дощок без склеювання їх в горизонтальних швах (див. рис. 5.18, ж) із зазором 0,5...1 см.

Стики поясних дощок і фанерних елементів виконують з'єднанням на вус або зубчатим стиком. Стики вертикальної стінки влаштовують в місцях установки ребер жорсткості. Можливе також влаштування стиків бакелізованої фанери з перекриттям їх фанерними накладками, поставленими на клею. Суміщати стики в поясах і стінці клеєфанерних балок не рекомендується.

У пролітних будовах автодорожніх мостів можливо також застосування коробчастих клеєфанерних елементів. Такі елементи (блоки) можуть мати дві або декілька вертикальних стінок, що зв'язують поясні фанерні листи (рис. 5.19). Пояси і стінки з'єднують між собою допоміжними поясними брусками. Між їх вертикальними стінками влаштовують поперечні діафрагми.



Поперечний перетин клеєфанерного блоку: 1 – листи бакелізованої фанери; 2 – допоміжні бруски

Конструкція проїзної частини пролітних будов з клеєними балками може бути влаштована у вигляді укладених на ці балки поперечин, що підтримують подвійний дощатий настил або у вигляді клеєної деревоплити, покритої зверху шаром асфальтобетону або пластбетону. У пролітних будовах з клеєфанерних блоків, що мають верхній пояс з бакелізованої фанери (див. рис. 5.19), поверх нього може бути приклеєний захисний настил з дощок завтовшки 4...6 см. Такий настил працює на стирання, розподіляє зосереджені дії тимчасового навантаження, збільшує стійкість і несучу здатність фанерного верхнього поясу. Захисний настил приклеюють до фанерного

поясу, розташовуючи дошки уздовж або поперек осі моста залежно від конструкції коробчастих балок пролітної будови.

Приклад пролітної будови з клеєними балками прямокутного перетину довжиною 15 м приведений на рис. 5.20.

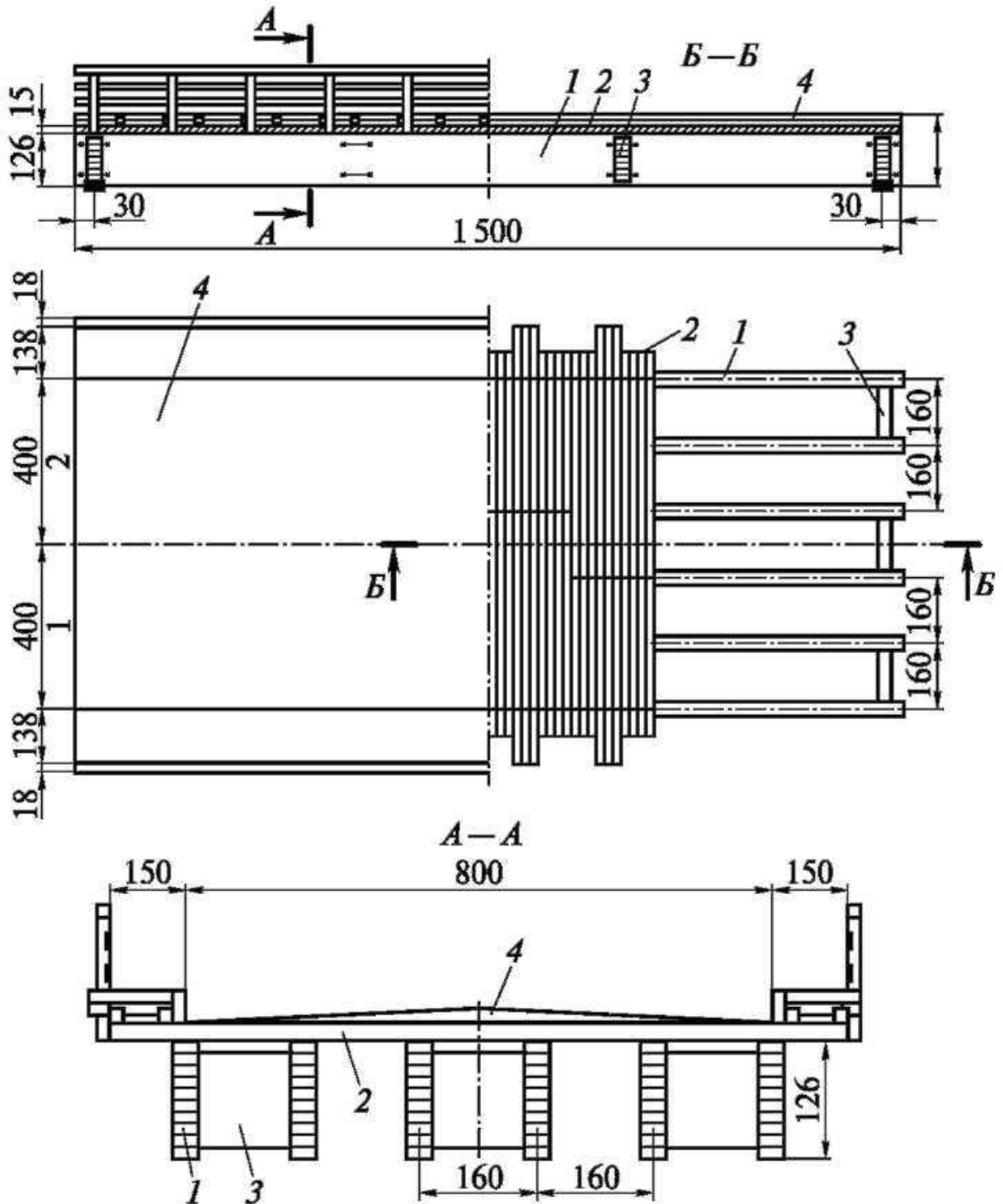


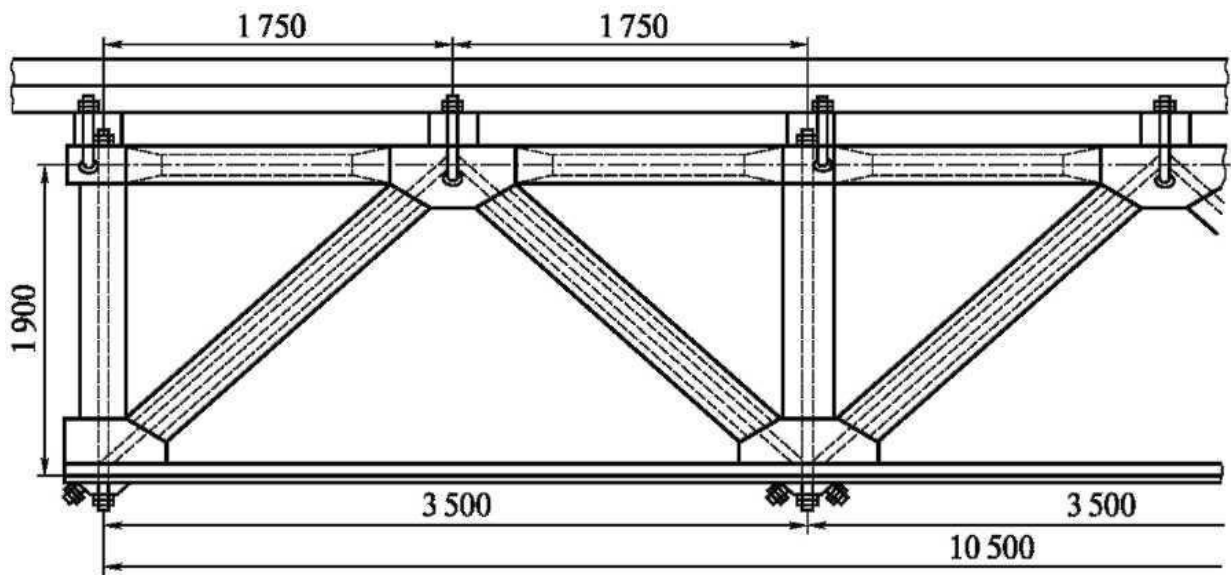
Схема пролітної будови з клеєними головними балками:

1 – клеєна балка;

- 2 – деревоплита;
- 3 – діафрагма;
- 4 – покриття

У його поперечному перетині балки розташовані попарно і з'єднані збірними діафрагмами прямокутного перетину, що встановлюються через 4...6 м. Балки притискають до діафрагми чотирма металевими тяжами, розташованими з боків діафрагм. Поверх балок укладені збірні блоки деревоплити, по яких влаштовують асфальтобетонне покриття. Елементи деревоплити приєднують до балок шурупами, що загвинчуються у верхню частину балок, а між собою збивають цвяхами. У спеціально просвердлених гніздах в деревоплиті встановлюють металеві штирі, поліпшуючі її зв'язок з асфальтобетонним покриттям. Трогуари пролітних будов виконані шириною 1 або 1,5 м.

А. М. Дімовим в 1960...1980 роках розроблені і застосовані оригінальні конструктивні вирішення пролітних будов мостів із застосуванням фанерних труб. На рис. 5.21 приведена його конструкція плоского блоку пролітної будови довжиною 21 м, в якому фанерні труби застосовуються в комбінації з металом. Стиснуті елементи верхнього поясу виконані з фанерних труб, розкоси і стійки виконані з труб, усередині яких пропущені металеві тяжі, що працюють на розтяг і забезпечують притискання труб до подушок у вузлах ферми. Фанерні труби прийняті з внутрішнім діаметром 200 мм і товщиною стінки 20 мм. Подушки ферми виконані з клеєної деревини. Нижні пояси ферми виконані з двох металевих кутників 100×100×10. Пролітна будова в поперечному перетині має чотири таких ферми, по яких розташована проїзна частина з асфальтобетонним покриттям.



Конструкція плоского блоку пролітної будови довжиною 21 м
із застосуванням фанерних труб

На рис. 5.22 приведена розроблена А. М. Дімовим схема і конструкція моста із застосуванням фанерних труб в просторових блоках. Верхній і нижній пояси цих блоків виконані металевими, а розкоси – з фанерних труб, усередині яких розташовані металеві тяжі. У поперечному перетині пролітної будови розташовується декілька таких блоків. У Петербурзі і в Ленінградській області експлуатуються шість мостів з використанням подібних конструкцій, один з них експлуатується більше 40 років.

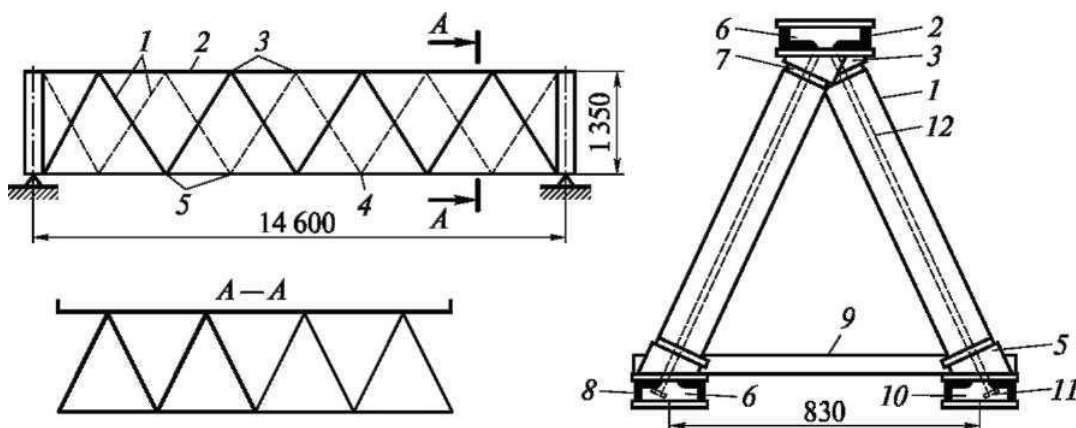


Схема і

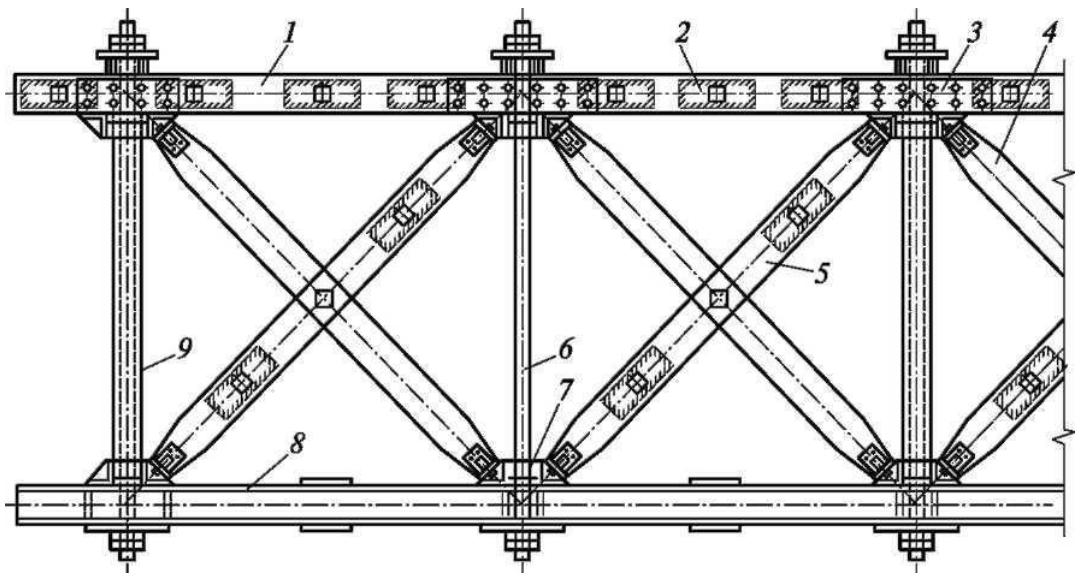
конструкція пролітної будови моста
із застосуванням просторових блоків з фанерних труб:

1 – розкоси з фанерних труб; 2 – металевий верхній пояс; 3 – вузлова подушка верхнього поясу; 4 – нижній металевий пояс; 5 – вузлова подушка нижнього поясу; 6 – упори; 7 – кільце; 8 – вітка нижнього поясу; 9 – зв'язок; 10 – вітка нижнього поясу; 11 – гайка; 12 – тяж

Конструкції пролітних будов з деревометалевими і дощато-цвяховими фермами. Деревометалеві ферми (рис. 5.23) складаються з дерев'яного верхнього і металевого нижнього поясів і хрестової решітки, що утворюється з перехресних розкосів і вертикальних металевих тяжів. По кінцях ферми і біля кінців секцій ферм розташовуються дерев'яні стійки. Приєднання розкосів у вузлах ферм проводиться простим упором в спеціальні вузлові подушки, у зв'язку з цим розкоси можуть сприймати тільки стискаючі зусилля. Включення розкосів в роботу здійснюється натягненням металевих тяжів. З двох розкосів, що знаходяться в одній панелі, залежно від положення навантаження в прольоті на стиск працює тільки один з них, а інший виключається з роботи. У зв'язку з цим при будь-якому положенні навантаження ферма з хрестоподібними ґратами працює завжди як розкісна ферма із стиснутими розкосами і розтягнутими тяжами. У деревометалевій фермі з металевим нижнім поясом дерев'яні елементи працюють тільки на стиск, а металеві – тільки на розтяг.

Розрахункову висоту ферми приймають з умови жорсткості, рівної $1/8 \dots 1/12$ розрахункового прольоту. Довжина панелі ферми залежить від висоти ферми і кута нахилу розкосів, який призначають зазвичай біля 45° . Для зменшення довжини панелі кут нахилу розкосів збільшують до 60° .

Деревометалеві ферми можуть збиратися з плоских секцій (див. рис. 5.23) або просторових блоків. Верхній пояс 1 ферм (рис. 5.24) складається з двох гілок брусів або окантованих колод, розташованих в один ярус. По середині панелі і біля вузлів ферми бруси з'єднуються болтами через прокладку.



Опорний блок ферми Гау–Журавського:

1 – верхній пояс; 2 – прокладка; 3 – вузлова подушка верхнього поясу;

4 – низхідний розкіс; 5 – висхідний розкіс; 6 – тяж; 7 – вузлова подушка нижнього поясу; 8 – нижній пояс; 9 – опорна стійка

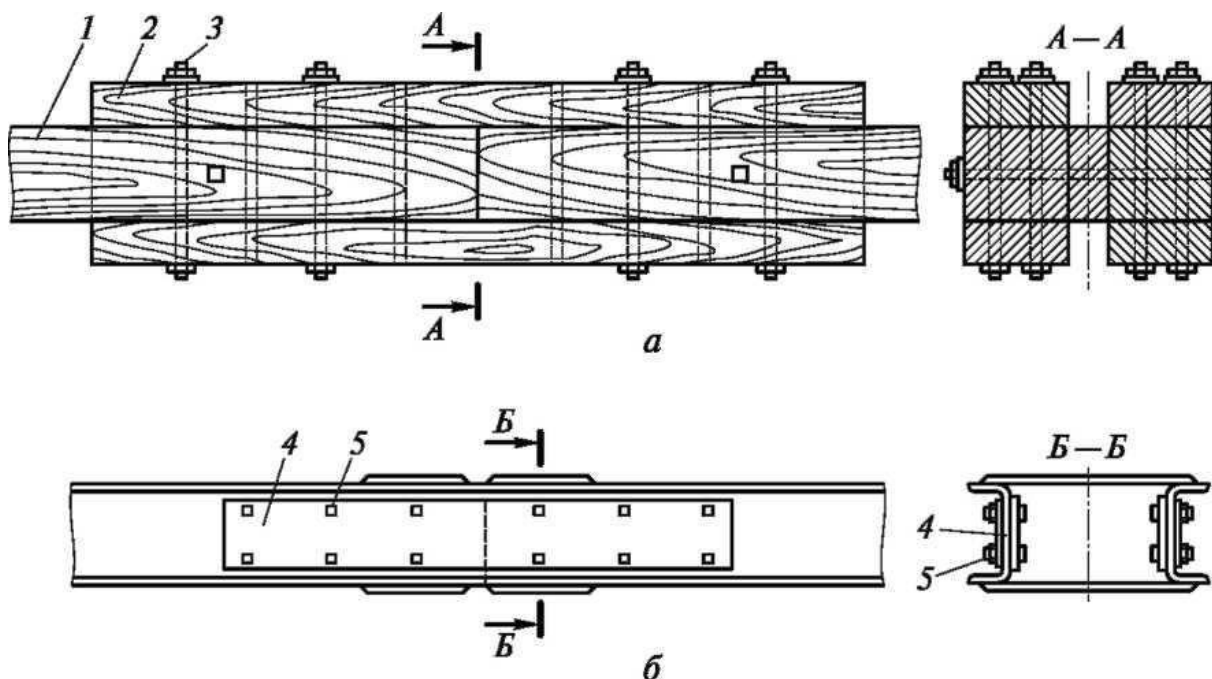
Нижній пояс утворюється з двох швелерів, сполучених між собою вертикальними діафрагмами у вузлах ферми, а по середині панелі поясу – горизонтальними планками. Перетин поясів ферм по всій довжині прольоту приймають постійним.

так, щоб осі всіх елементів, що сходяться у вузлі, перетиналися в одній точці. Основу верхнього вузла ферми Гау–Журавського (див. рис. 5.24) складає зварна деталь, що включає коритоподібний елемент з упорними кутниками і пластинами для спирання розкосів. Коритоподібний елемент включає дві вертикальні пластини, приварені до горизонтального листа. Вертикальні пластини кріплять до верхнього поясу ферми за допомогою глухих нагелів через попередньо просвердлені отвори. Кінці розкосів обпилюються перпендикулярно їх осі і спираються в металеві пластини, приварені до полиць кутників. Необхідне положення розкоса у вузловій подушці забезпечується спеціальними фіксаторами, прикріпленими цвяхами до розкосу і що вставляються в отвори в пластинках упорних кутників. Між вертикальними полицями кутників для виключення їх вигину ставлять діафрагми.

Між брусами верхнього поясу пропускають металевий тяж і закріплюють гайкою на коротун з швелера з навареною на ньому металевою пластинкою. Над верхнім вузлом біля коротуна до верхнього поясу закріплюють розпірки горизонтальних зв'язків. На розпірки укладають центруючі подушки, а на них спирають поперечні балки проїзної частини. Центруючі подушки забезпечують рівномірний розподіл навантаження від поперечних балок між вітками верхнього поясу. Вузол нижнього поясу має аналогічну конструкцію, але упорні кутники в ньому приварені безпосередньо до верхніх полиць швелерів поясу.

Стикування блоків ферми здійснюється в панелі за допомогою поясних стикових накладок і стикових розкосів. Стики верхнього і нижнього поясів влаштовують в одному перетині по вертикалі. На рис. 5,25 приведена конструкція стиків верхнього і нижнього поясів ферм. Стик верхнього поясу здійснюється шляхом приторцювання поясів 1 і обтисканням поясу парними накладками 2 і болтами 3.

Стик нижнього поясу здійснюється парними листовими накладками 4 по стінках швелерів за допомогою болтів 5.



Стики поясів ферми Гау–Журавського:

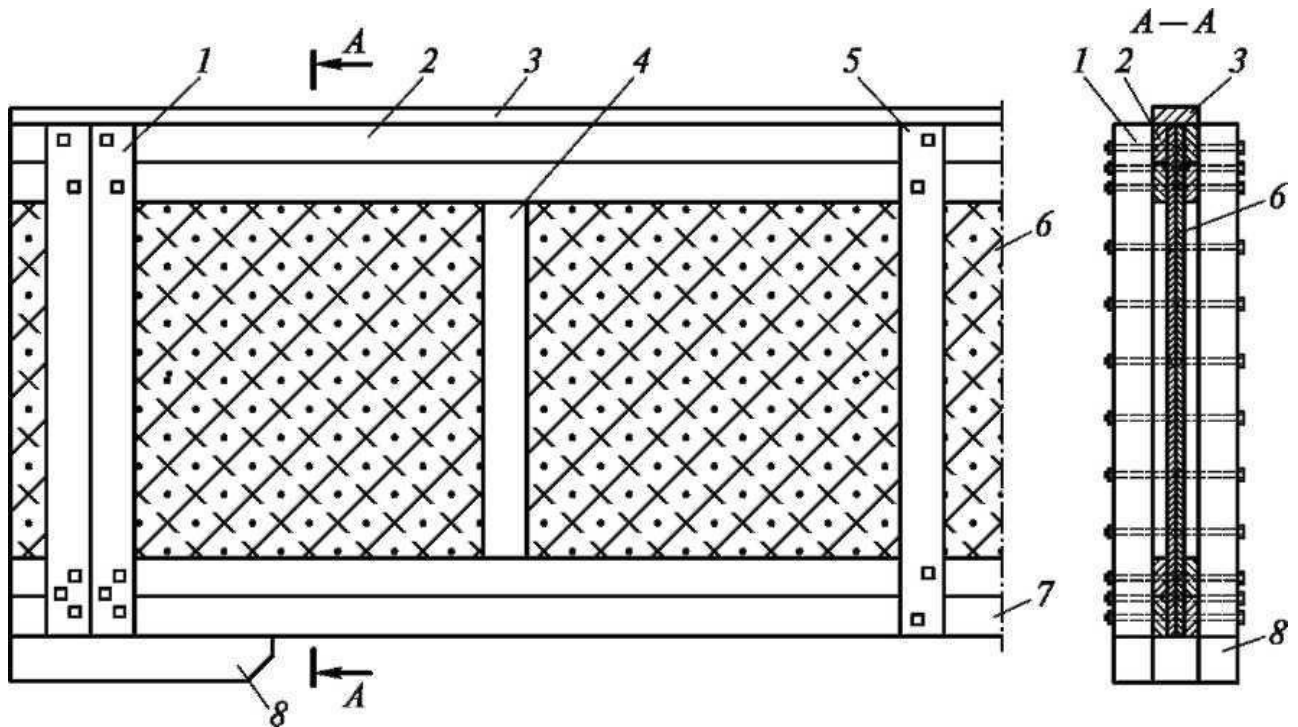
a – верхнього поясу; *б* – нижнього поясу;

1 – вітка поясу; 2 – накладка; 3 – болт; 4 – листова накладка; 5 – болт

Верхні горизонтальні зв'язки в пролітних будовах з фермами Гау–Журавського влаштовують у вигляді трикутної ферми з додатковими стійками. Розкоси і розпірки цих зв'язків виконують з дощок і кріплять до поясів цвяхами. Нижні зв'язки зазвичай мають розкісну систему і виготовляють з металевих кутників. Розкоси кріплять болтами до фасонки, приварених до поясів. Поперечні зв'язки по довжині моста встановлюють над опорами і по кінцях ферм.

Дощато-цвяхова ферма (рис. 5,26) складається з верхнього 2 і нижнього 7 поясів, перехресної стінки 6 з двох шарів дощок, шапкової дошки 3 по верхньому поясу, опорних 1 і проміжних 4, 5 ребер жорсткості. Дощки стінки і поясів сполучають цвяхами. Пояси ферм працюють на осьові зусилля. Пара сил, що виникає в поясах на плечі, рівному відстані між центрами їх ваги, сприймає зовнішній згинальний момент, від власної ваги і дії рухомого навантаження. Дощки перехресної стінки забезпечують спільну роботу поясів і сприймають поперечну силу. Шапкова дошка вирівнює верхній пояс і

забезпечує його стійкість з площини ферми. Ребра жорсткості забезпечують стійкість перехресної стінки. Опорні ребра жорсткості, крім того, сприймають опорні реакції і передають їх дошкам перехресної стінки.



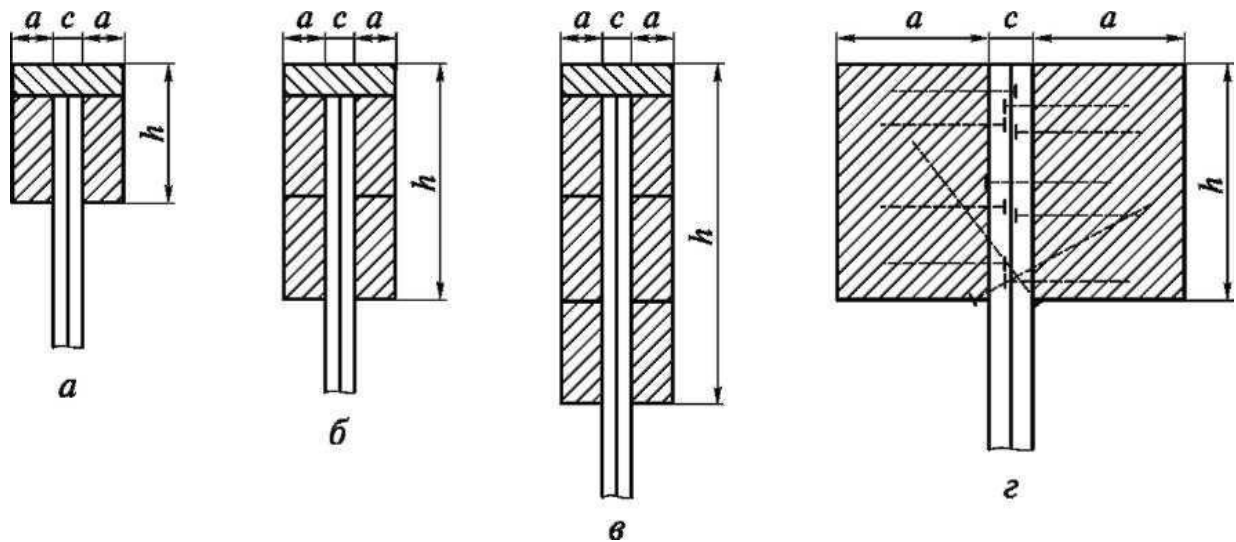
Опорна секція дощато-цвяхової ферми:

1 – опорне ребро жорсткості; 2 – дошки верхнього поясу; 3 – шапкова дошка;
4 – ребро жорсткості з дощок; 5 – ребро жорсткості з брусів; 6 – дошки стінки; 7 – дошки нижнього поясу; 8 – опорна частина

Висоту дощато-цвяхових ферм приймають з умови забезпечення жорсткості, рівної $1/8 \dots 1/12$ від довжини прольоту. Перетини верхнього і нижнього поясів приймають однаковими і постійними по всій довжині прольоту. Пояси рекомендується виконувати з неструганих дощок товщиною 50, 60 або 75 мм і шириною 130, 150, 180, 200 або 220 мм. Дощки розташовуються з кожного боку стінки в один шар. У кожному шарі дошки розташовують по висоті в один, два або три яруси (рис. 5.27, а, б, в). Це визначається особливістю роботи цвяхових з'єднань: цвяхи можуть ефективно включити в роботу тільки поясні дошки, які безпосередньо примикають до стінки.

У поясах ферм можуть бути використані і бруси. В цьому випадку кожен півферму спочатку виготовляють окремо. Кожен шар стінки прибивають цвяхами до поясних брусів. Готові півферми з'єднуються

цвяхами, що забиваються хрестоподібно (рис. 5.27, г). Застосування брусових поясів вимагає строгішого контролю якості робіт, оскільки роботи по з'єднанню кожної півферми виявляються прихованими. Крім того, необхідний строгий контроль правильності постановки похилих цвяхів, що сполучають півбалки.



Конструкція поясів з дощок і брусів: а – г – варіанти конструктивного вирішення поясів.

Стінка дощато-цвяхової ферми конструється з двох перехресних дощок товщиною по 25 мм при висоті ферми до 2 м і товщиною по 32 мм при висоті ферми більше 2 м. Кут α нахилу дощок перехресної стінки до нижнього поясу приймають рівними 45° .

Опорні ребра жорсткості приймають того ж перетину, що і поясів. Крім того, їх підсилюють накладними брусами, стягнутими болтами. Проміжні ребра жорсткості ставлять не рідше ніж через $1/8$ прольоту. Їх ширину приймають рівній половині ширини поясів. У місцях влаштування поперечних зв'язків ребра жорсткості, як і опорні, підсилюють накладними брусами на стяжних болтах.

Для кріплення поясів і ребер жорсткості використовують цвяхи діаметром 5 і 6 мм. Цвяхи забивають з дотриманням норм їх розстановки з одного боку поясу або з двох сторін. Забивання

цвяхів з двох сторін створює велику щільність і сприятливішу роботу цвяхів. Забивання цвяхів з одного боку зручне при виготовленні ферм в горизонтальному положенні без перекантовування.

Секції по довжині ферми стикують дощатими монтажними стиковими накладками, що встановлюються на поясах і на стінці (рис. 5.28). Пояси блоків з'єднуються двосторонніми накладками на металевих нагелях діаметром 16 мм. Перетин поясних накладок приймається таким же, як і перетин дощок поясу. Довжину стикових накладок у верхньому поясі приймають меншою, ніж в нижньому поясі. Вона визначається умовою розміщення 30% нагелів в накладках нижнього поясу. Проте скорочення кількості нагелів можливе тільки за умови ретельного приторцювання дощок верхнього поясу в стику, що забезпечує передачу стискаючого зусилля. Не менше 10% нагелів в накладках замінюють болтами.

Стикові двосторонні накладки стінки розміщуються між додатковими дощатими ребрами, що знаходяться на кінцях секцій ферм. Накладки виготовляють з дощок завтовшки 4...5 см. Їх накладають уздовж дощок стінки і прибивають цвяхами, розміщуваними вертикальними рядами (див. рис. 5.28). Половину цвяхів забивають в дошки накладки з одного боку, половину – з іншою. Цвяхи пробивають наскрізь.

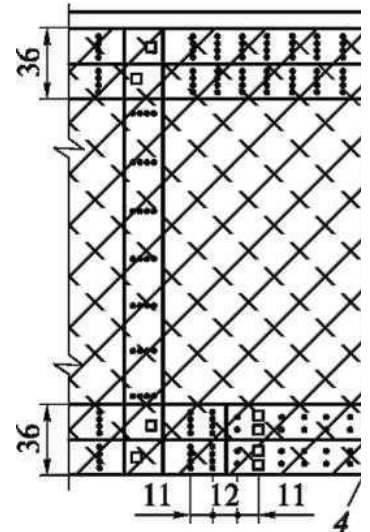


Рис. 5.19. Монтажний стик дощато-цвяхової ферми:

1 – накладка верхнього поясу; 2 – накладка стінки; 3 – додаткове дощате ребро жорсткості; 4 – накладка нижнього поясу

Горизонтальні верхні зв'язки влаштовують з дощок. У пролітних будовах з чотирма і шістьма головними фермами зв'язки мають розкісну систему грат. Дощки зв'язків прибивають цвяхами до шапкової дошки поясу (рис. 5.29). Проміжки між елементами зв'язків на шапковій дошці закладають обрізками дощок, по заставних дошках нашивають поздовжню захисну дошку 1, на яку укладають поперечину. Захисна дошка за рахунок створюваного зазору оберігає елементи зв'язків від дії поперечини при їх згині.

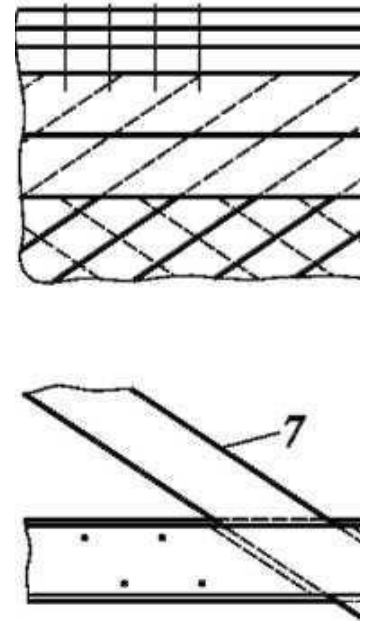


Рис. 5.20. Конструкція вузла
верхніх горизонтальних
зв'язків:

1 – захисна дошка; 2 – заставна
дошка; 3 – шапкова дошка;
4 – пояс; 5 – стінка; 6 –
розпірка зв'язків; 7 – розкіс
зв'язків

Поперечні вертикальні зв'язки виконують у вигляді двошарових дощатих щитових діафрагм, утворених з похилих перехресних дощок стінки, верхньої і нижньої горизонтальних розпірок і одного-двох вертикальних дощатих ребер, що забезпечують жорсткість щита і стійкість дощок стінки. Щити діафрагм прибивають цвяхами до брусів ребер жорсткості.