

АНАЛІЗ ТИПОВИХ ПРОЕКТІВ БАЛОЧНИХ ПРОЛЬОТНИХ БУДОВ МОСТІВ МАСОВОГО БУДІВНИЦТВА

Семенюк Д.В. ДМ-41-18

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бережна К.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У теперішній час на дорогах загального користування України експлуатується 16,1 тис. мостів та шляхопроводів загальною довжиною 364км, у в тому числі на дорогах державного призначення 1,9 тис. – довжиною 72,5км та на місцевих 14,2тис. – довжиною 291,5км.

По матеріалам співвідношення мостів таке: 93% - кам'яних та залізобетонних штучних споруд, 6% - металевих (залізничні мости) та 1% - дерев'яних. Залізобетонні мости поділяються на монолітні (30%), збірно-монолітні (5%) та збірні (65%). Збірні в свою чергу поділяють на плитні, коробчасті та ребристі . У теперішній час на території України експлуатується близько 43% ребристих прольотних будов, найпоширенішими є прольотні будови зі збірних попередньо напружених залізобетонних балок, зведених за типовими проектами.

Різне підвищення кількості транспорту на автомобільних дорогах, зростання вантажопідйомності у сполученні з поганою експлуатацією штучних споруд на дорогах, утворюють загрозу для транспорту. Більшість мостів та шляхопроводів на дорогах України були побудовані за технічними нормами 1962 року та попередніми і на теперішній час не відповідають вимогам СНиП 2.05.03.84* "Мосты и трубы", як по вантажопідйомності так і по габаритам проїзної частини.

Тому при проведенні обстежень штучних споруд актуальним є питання розрахунку існуючих конструкцій споруди на існуючі навантаження.

Використання для цього сучасних програмних комплексів є спрощенням процесу розрахунку.

Аналіз прольотних будов, які експлуатуються у теперішній час виділив деякі типові проекти на прикладі яких було проведено подальше дослідження.

Штучні споруди на автомобільних дорогах (мости, віадуки, шляхопроводи й естакади), виконувані повністю або частково збірними з окремих залізобетонних елементів або укрупнених блоків, за статичними схемами діляться на балкові (плитні, балкові або ребристі), рамні й аркові. Найбільший розвиток і застосування при масовому будівництві одержали мости із плитними й балковими прольотними будовами. Пояснюється це порівняльною простотою конструкції, ясністю статичної схеми й найбільшою їхньою придатністю для зведення в збірному залізобетоні.

У практиці мостобудування звичайно застосовуються дві основні форми перерізів блоків прольотної будови: П-подібне (рис. 1) і Т-подібне, або таврове (рис. 2), причому кожна із цих форм може мати кілька різновидів.

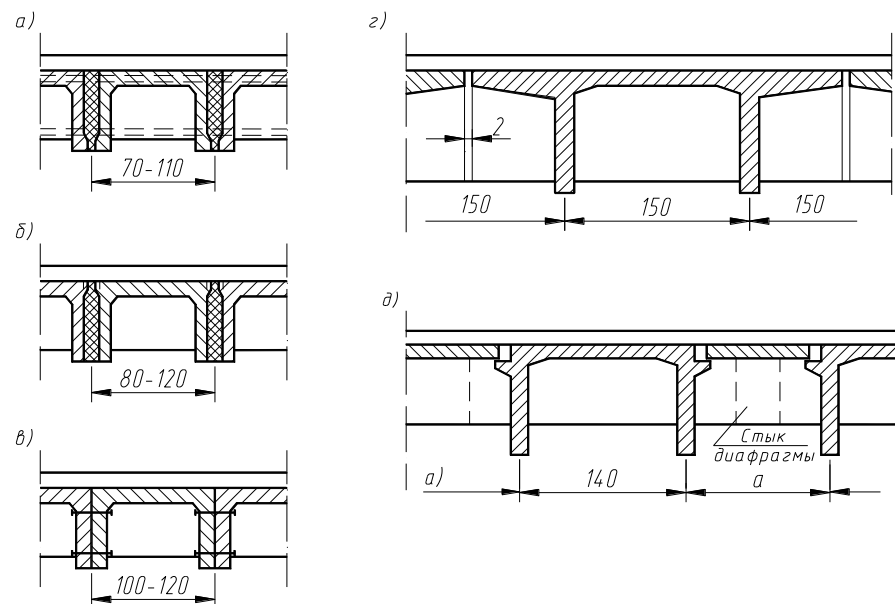


Рисунок 1 – Види П-подібних перерізів блоків ребристих прольотних будов та їхні сполучення

Блоки П-подібного перетину зі звичайного бетону із суцільними петлевими швами для взаємного з'єднання (рис. 1, а), з консолями й петлевими стиками по діафрагмах (рис. 1, б) і з болтовими з'єднаннями (рис. 1, в) широко

застосовувалися в перші післявоєнні роки для перекриття малих прольотів, коли транспортні й монтажні засоби були ще недостатньо потужними. Тепер ці типи блоків застосовуються як несучі елементи проїзної частини балкових мостів з їздою низом або аркових з їздою або низом, або верхом. Могутніші поздовжні блоки П-подібного перетину з консолями (рис. 3, г), а також П-подібного перетину з виступами, на які спираються плоскі плити (рис. 3, д) мають застосування в мостах, шляхопроводах й естакадах більших прольотів. Обидві ці конструкції можуть виконуватися як з ненапруженого, так і попередньо напруженого бетону.

В теперішній час частіше застосовуються блоки Т-подібного перетину з діафрагмами (рис. 2, а, б, в, г) і без діафрагм (рис. 2, д, е). Вони можуть виконуватися з ненапруженого (рис. 2, а, г, д) і попередньо напруженого бетону з натягом арматур до бетонування (рис. 2, б); у цьому випадку потужність балок і відстань між їхніми осями роблять різними) або після бетонування (рис. 2, а, в).

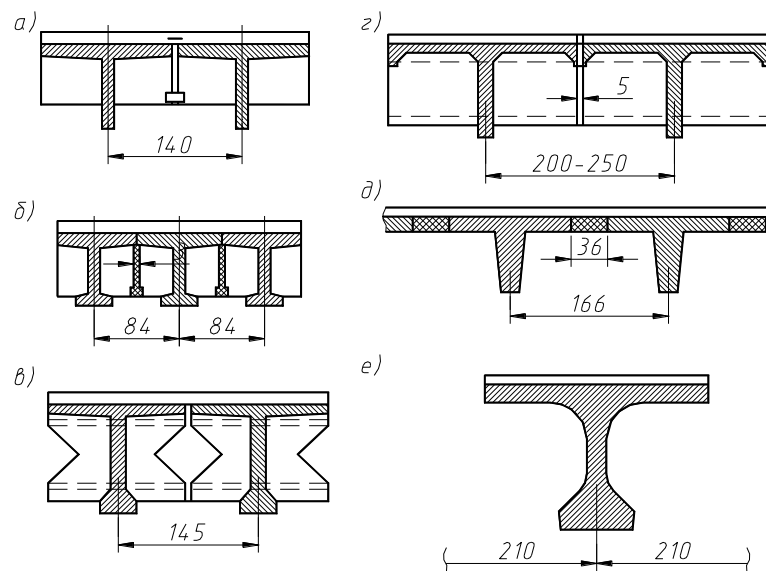


Рисунок 2 – Види Т-подібних перерізів блоків ребристих прольотних будов та їхні сполучення

Ребристі прольотні будови залізобетонних мостів виникли в результаті знайденої можливості зменшити витрату залізобетону плитних конструкцій

шляхом видалення частини непрацюючого бетону розтягнутої зони й зосередження арматур у ребрах-балках.

На кількість і форму ребер впливають величина прольоту та матеріал конструкції. Так, у мостах прольотами до 15м, де вплив власної ваги не так сильно позначається на величині згинальних моментів, поряд з конструкцією з попередньо напруженою арматурою, доцільно застосовувати й конструкції з ненапруженої арматури. Ребра в цьому випадку виконуються гладкими, постійної ширини.

Зі збільшенням прольоту постійне навантаження швидко росте, внаслідок чого доводиться прибгати до спеціальних прийомів конструювання: влаштовувати тонкостінні ребра, розширені в нижній частині для розміщення арматури, або створювати попереднє напруження в конструкції. Останнє також впливає на форму ребер і поперечний переріз усієї прольотної будови.

Поперек прольоту моста можуть розташовуватись поперечні балки. У збірних конструкціях вони зветься діафрагмами. Їхнє призначення, це створення поперечної жорсткості прольотної будови, забезпечення стійкості поздовжніх ребер під впливом сил крутіння та створення в плиті проїзної частини додаткові опори. Однак виготовлення балок збірних прольотних будов з діафрагмами сполучено зі значними труднощами. Блоки прольотних будов без діафрагм значно спрощують технологію заводського виготовлення, що й обумовило їхню найбільшу застосовність. Ці блоки мають уніфікований обрис для серії прольотів. У таких прольотних будовах, що одержали назву бездіафрагмових, поперечна жорсткість забезпечується тільки плитою, яку з цією метою проектують більшої товщини [1].

Далі наведений короткий аналіз найбільш розповсюджених типових проектів бездіафрагмових прольотних будов.

Ребристі розрізні прольотні будови з ненапруженої арматури споруджують головним чином зі збірного залізобетону.

Типовий проект „Випуск 56 – доповнення”. До складу „доповнень” до випуску 56 типових проектів споруджень на автомобільних дорогах входять робочі креслення варіанта конструкції залізобетонних збірних пролітних будов без діафрагм із каркасними звареними арматурами періодичного профілю для прольотів у світлі 7,5; 10,0; 12,5 й 15,0м [2].

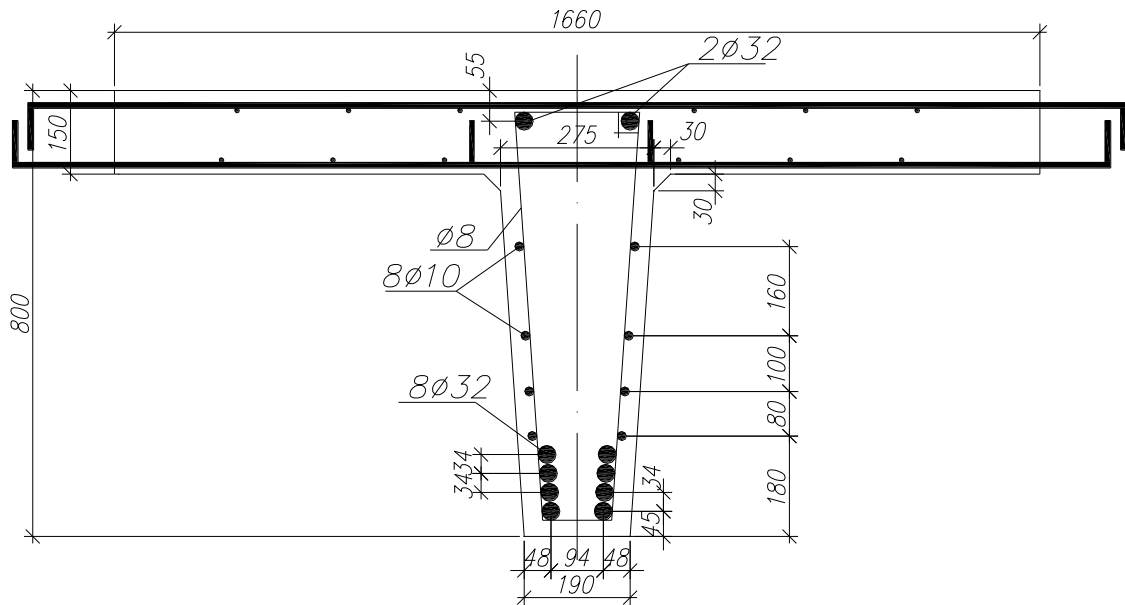


Рисунок 3 - Загальний вигляд перерізу середніх балок за типовим проектом “Випуск 56 - доповнення”.

Нормативні вертикальні навантаження, на які запроектовані балки: Н-13 і НГ-60; Н-18 і НК-80 за „нормами вертикальних рухомих навантажень для розрахунку штучних споруд на автомобільних дорогах” [3].

Габарити проїзної частини Г-6; Г-7 і Г-8 при ширині тротуарів 0,75 та 1,5м призначені за „нормами габаритів наближення конструкцій для мостів на автомобільних дорогах” [3]. Перехід на інші габарити можливий за рахунок відповідного збільшення кількості балок.

Бетон балок прольотних будов – марки М-250 (що згідно сучасним нормам відповідає бетону класу В-20). Балки прольотних будов армуються звареними каркасами з арматур періодичного профілю зі сталі СТ-5 за ГОСТ 380-57 [4].

Стінки балок армуються звареними сітками, утвореними хомутами поздовжньої арматури зі стержнів періодичного профілю.

Для плит проїзної частини застосовуються зварені сітки з арматур періодичного профілю для робочих стержнів і круглої за ГОСТ 2590-58 [5] зі сталі СТ-3 для розподільних стержнів.

У поперечному напрямку балки прольотних будов розташовують на відстані 166см одна від одної, як у діючих типових проектах вип. 122 й 123 і складаються із двох крайніх і декількох середніх балок, кількість яких залежить від габариту проїзної частини й розмірів тротуарів.

Крайні балки відрізняються від середніх наявністю із зовнішніх боків прольотних будов розширеної плити при відсутності випусків арматури для з'єднання балок між собою.

Балки прольотних будов під навантаження Н-13 і НГ-60 відрізняються від балок під навантаження Н-18 і НК-80 меншим насиченням робочою арматурою головних балок. Армуння плит прийняте однакоє для обоє навантажень.

Поперечне з'єднання балок між собою здійснюється за рахунок об'єднання плити за допомогою випусків арматури із прямолінійними гаками. У місці стику встановлюється поздовжня арматура.

Типовий проект 3.503-14 інв. №710/5. Робочі креслення залізобетонних збірних прольотних будов автодорожніх мостів серії 3503-14 випуск 5 розроблені за планом типового проектування на 1974 р., затвердженеєу постановою Держбуду СРСР від 21 листопада 1973 р., відповідно до завдання Міністерства будівництва й експлуатації автомобільних доріг РСФСР від 4.04.74 р. [6].

Для виготовлення балок та омонолічування прольотних будов застосовується бетон марки 300 (що згідно сучасним нормам відповідає бетону класу В-25). Розроблено варіанти армування балок з використанням стали класів АІІ та АІІ у зварених й у в'язаних каркасах.

Для армування балок прольотних будов, відповідно до вказівок ТП-101-73, в якості робочі арматури варто приймати арматури класу А-III. Армуння балок зображено на рисунку 6.

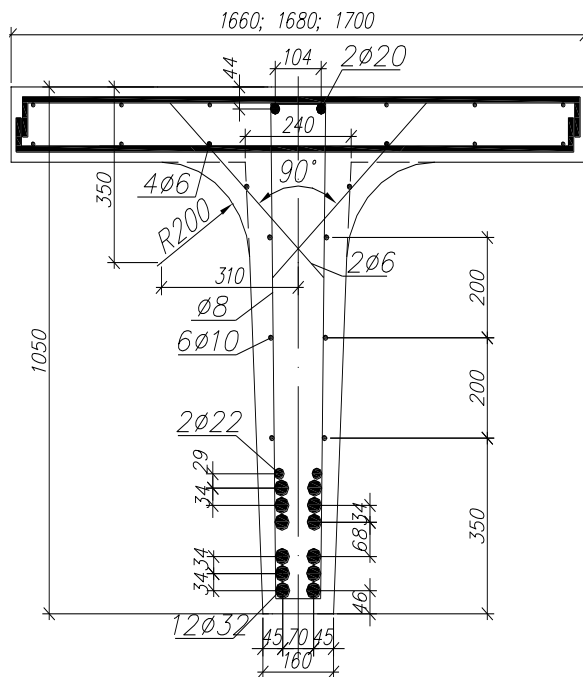


Рисунок 4 - Загальний вигляд перерізу середніх балок за типовим проектом 3.503-14.

У поперечному напрямку балки прольотних будов розташовані на відстані 1,66-1,70м одна від одної. Поперечні перерізи компонуються із крайніх і проміжних балок. Крайні балки відрізняються від проміжних наявністю однобічних випусків арматури з плити й закладних деталей для прикріплення тротуарних блоків.

Прольотні будови запроектовані без діафрагм. З'єднання балок між собою виконується бетонуванням випусків арматур з плити проїзної частини. У стику встановлюється поздовжня арматура. Стержні поздовжньої арматури з'єднуються з випусками в'язальним дротом.

Попередня напруга залізобетонних елементів, здійснювана з метою погашення напружень, що розтягують, дозволила створити міцні й жорсткі конструкції. Штучна попереднє напруження арматури запобігає появі тріщин

у розтягнутій зоні елементів, що працюють на згин, внаслідок чого стає можливим вводити в роботу весь поперечний переріз. Використання високоміцних матеріалів і збільшення жорсткості балок сприяє зниженню їхньої будівельної висоти. Зазначені обставини забезпечили зниження ваги несучих елементів з попередньо напруженого бетону, створили економічну доцільність застосування розрізних систем при значних прольотах.

Розрізні прольотні будови в переважній більшості випадків виконують збірними попередньо напруженими. Вони виявляються економічно доцільними для прольотів до 40 м.

Попереднє напруження елементів здійснюють як до бетонування натягом на упори, так і після бетонування натягом на бетон.

Типовий проект 3.503-12 інв. №384/46. Проект розділений на три випуски:

Випуск 18. Ребристі прольотні будови довжиною 12, 15, 18, 21, 24, 33 та 42 м [7].

Випуск 19. Балки довжиною 12, 15, 18, 21 та 24 м. армовані горизонтальними пучками й довжиною 24 м, і 33 м (висотою 1,5 та 1,7 м), армовані полігональними пучками, з напруженням пучків на упори.

Випуск 20. Балки довжиною 24, 33 й 42 м, армовані полігональними пучками.

Для виготовлення балок прольотних будов застосовується бетон марок 350, 400 та 500 (що згідно сучасним нормам відповідає бетону класу В–27,5, В–30, В–40). В якості напруженої арматури прийняті пучки зі сталі круглої холодно-тягнутого вуглеводистого дроту класу В-II діаметром 5 мм.

Для прольотних будов довжиною 12, 15, 18 й 21 м даний варіант армування семидротовими пасмами діаметром 15 мм.

Прольотні будови запроектовані без діафрагм. У проекті дані конструкції крайніх і проміжних балок. Крайні балки відрізняються від проміжних наявністю односторонніх випусків арматури із плити проїзної частини. Армування балок цього типового проекту зображено на рисунку 5.

Передача арматурою попереднього напруження на бетон передбачена при 80–90% міцності бетону заданої марки.

Верхня плита армується зварними сітками з постійним кроком поперечних стержнів 100 мм на кінцевих ділянках та 200 мм на середніх ділянках. Крок горизонтальних стержнів 150 мм.

Нижні пояси балок армуються складеними каркасами, що складаються із зігнутих балок зварних сіток. Крок хомутів каркасів постійний – 150 мм. Допускається армування балок в'язаними сітками й каркасами.

Література:

1. В.А.Российский, Б.П.Назаренко, Н.А.Словинский «Примеры проектирования сборных железобетонных мостов», М., «Высшая школа», 1970 г., 520с.
2. Типовые проекты сооружений на автомобильных дорогах, М., 1968 г.
3. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы.– М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1996.– 214с.
4. ГОСТ 380-57 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – М.: Издательство стандартов, 1957 г.
5. ГОСТ 2590-58 Прокат стальной горячекатаный крупный, сортамент. – М.: Издательство стандартов, 1958 г.
6. Типовые конструкции и детали зданий и сооружений. Серия 3.503-14. Сборные железобетонные пролетные строения для автодорожных мостов. Выпуск 5 М.: 1972, 50с.