

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПРОЛЬОТНИХ БУДОВ МОСТІВ

Смірнов Н.Г. ДМ-51-19

керівник: доц. Синьковська О.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Розробка і застосування економічно виправданих і технічно ефективних конструкцій мостів є одним з актуальних шляхів поліпшення транспортного стану України.

Підвищення ефективності використання металу в роботі елементів, що згинаються, ще в перших десятиліттях ХХ сторіччя привело до оригінальної ідеї, що дозволяє розширити діапазон використання прокату. Стінка прокатного двотавра розрізається по звивистій ламаній лінії з регулярним кроком за допомогою газового різання або на потужних пресах, і потім обидві половини розрізаної балки з'єднуються зварюванням в суміщених між собою виступах стінки. Кінцевий результат призводить до збільшення висоти балки і дозволяє перерозподілити матеріал перерізу, концентруючи його ближче до периферійних волокон – полиць, і істотно підвищуючи такі геометричні характеристики перерізу, як момент інерції і момент опору. Утворюється своєрідна конструктивна форма – балка з перфорованою стінкою (балка Фалтуса), рисунок 1.



Рисунок 1 – Загальний вигляд балки з перфорованою стінкою

Зміна висоти вихідного перерізу в півтора рази підвищує приблизно в стільки ж його момент опору і майже вдвічі – момент інерції, з урахуванням застосування сталей різної міцності. Мало використовувана частина перерізу стінки в центральній зоні ніби би вилучається на 35-40% матеріалу стінки, що для балок не представляє будь-якої небезпеки. Витрата металу в таких балках на 20-30% менше, ніж в звичайних прокатних, при одночасному зниженні вартості на 10-18%. Додаткові витрати праці на розрізання і зварювання вихідного прокату невеликі, і в порівнянні зі зварними двотаврами по трудомісткості виготовлення наскрізні балки на 25-35% ефективніше за рахунок скорочення обсягу зварювання і меншої трудомісткості операцій обробки.

В окремих публікаціях наскрізні двотаври рекомендують для застосування як прогонові будови тимчасових мостів, зокрема на автомобільних магістралях. На рисунку 2 зображені приклади застосування наскрізних двотаврів



а)

б)

Рисунок 2 – Приклади застосування наскрізних двотаврів в будівництві (а) та мостобудуванні (б)

Додатковий економічний ефект при використанні прогонової будови, в якому наскрізні балки об'єднані із залізобетонною плитою проїжджої частини або залізобетонною плитою на металевому піддоні, виходить за рахунок скорочення термінів будівництва. З точки зору експлуатаційних характеристик, досліджувана конструкція прогонової будови ефективна тим, що монтаж такого прогону ведеться в будь-який час року, і відразу може бути відкрита обмежена тимчасова експлуатація по дерев'яному настилу, до настання температур, що допускають укладання бетону.

Розробка нових конструкцій наскрізних балок пов'язана з підвищенням до них вимог. Особливістю комбінованих сталезалізобетонних конструкцій із застосуванням наскрізних балок, наприклад конструкцій перекриттів з залізобетонними плитами або мостових конструкцій, полягає в тому, що в цих випадках в роботу верхнього пояса балок включається залізобетонна плита.

Початок досліджень і застосування сталезалізобетонних балок з наскрізною стінкою в нашій країні і за кордоном припадає на 50-60-і рр. ХХ століття.

В середині ХХ ст. створили наскрізні балки, конструкції яких по якомусь певному критерію стали найкращими серед усіх допустимих конструкцій, при задоволенні вимог міцності, стійкості, конструктивних та інших обмежень. При створенні першого сортаменту прокатної сталі Ф.С. Ясинський розглядав різні критерії найвигіднішого розподілу матеріалу в перерізі елемента [1].

Для оцінки напружено-деформованого стану суднових балок з системою отворів в стінці В.В. Козлякова [2] реалізована розрахункова модель у вигляді безрозкосного рамного стрижня.

В.В. Холопцевим для розрахунку таких же балок реалізована інша розрахункова модель, заснована на теорії складених стрижнів А.Р. Ржаніцина [3]. Робота балки з наскрізною стінкою представляється у вигляді двох гілок, з'єднаних пружним континуальним швом. Роль пружних зв'язків зсуву грають перемички між отворами в стінці. Пізніше це рішення було модернізовано і до теперішнього часу часто використовується при оцінці жорсткості балок з наскрізною стінкою.

Метод кінцевих елементів і поява комп'ютерів розширили можливості вивчення наскрізних стрижнів. У 70-х рр. AR Galambos, WK Cheng, MV Hosain, MM Hrabok цим методом досліджували напружено-деформований стан балок з наскрізною стінкою. Для коротких балок метод кінцевих елементів був

реалізований в традиційній формі з безперервною сіткою плоских прямокутних і трикутних кінцевих елементів. Для протяжних балок така звичайно-елементна схема стає незручною і вимагає великої кількості кінцевих елементів. В цьому випадку можна застосувати метод суперелементів.

До кінця 70-х рр. в ЦНДІ «Проектстальконструкція» накопичений досвід розрахунку і проектування перфорованих двотаврів з урахуванням наявних теоретичних і експериментальних досліджень. З'явилися перші типові проекти балок з наскрізною стінкою прольотами 12 і 18 м. Сформована методика розрахунку, яка знайшла відображення в нормах проектування.

Більшість теоретичних і чисельних модельних досліджень, виконаних в минулому столітті, базується на спрощених розрахункових моделях, що дозволяють розкрити швидше якісні і в меншій мірі кількісні характеристики напружено-деформованого стану балок з наскрізною стінкою, об'єднаних із залізобетонною плитою, що ускладнює використання отриманих результатів для практичних цілей. При вивченні роботи комбінованих балок в складі прогонових будов мостів ігнорується багатозв'язність систем і неоднозначність інтерпретації напружено-деформованого стану конструкції в цілому.

Чинні нормативні документи не містять розрахунку конструкцій, де в якості головних балок застосовуються наскрізні балки [4]. Таким чином, актуальність сталезалізобетонних прогонових будов мостів з наскрізними балками обумовлена

необхідністю вдосконалення конструкції і дослідження напружено-деформованого стану наскрізних балок.

ЛІТЕРАТУРА

1 Ясинский, Ф.С. Двутавровые балки. Русский нормальный метрический сортамент фасонного железа / Ф.С. Ясинский. – СПб., 1900. – С. 27–30.

2 Козляков, В.В. О расчете судовых балок с ослабленными стенками / В.В. Козляков // Сборник статей / НТО судостроительной промышленности. – Л., 1959. – Вып. 38.

3 Ржаницын А.Р. Теория составных стержней строительных конструкций / А.Р. Ржаницын. – М. : Стройиздат, 1948. – 192 с.

4 ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с. – (Державні будівельні норми України).