

УДК 625.08

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ, ЗАПОВНЕНИХ БЕТОНОМ

С.Л. Хачатурян, доц., к.т.н.,
Кіровоградський національний технічний університет

Анотація. Виконано порівняльні експериментальні дослідження пустотілих і заповнених бетоном металоконструкцій прямокутного та круглого перерізу. Встановлено залежність руйнуючого зусилля від площі поперечного перерізу металевої частини пустотілих і заповнених бетоном зразків. Визначено ефективність використання трубобетонних конструкцій для будівельно-дорожніх машин.

Ключові слова: металоконструкція; пустотіла балка; балка, заповнена бетоном; руйнуюче зусилля; площа поперечного перерізу металу.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ

С.Л. Хачатурян, доц., к.т.н.,
Кировоградский национальный технический университет

Аннотация. Выполнены сравнительные экспериментальные исследования пустотелых и заполненных бетоном металлоконструкций прямоугольного и круглого сечений. Установлена зависимость разрушающего усилия от площади поперечного сечения металлической части пустотелых и заполненных бетоном образцов. Определена эффективность использования трубобетонных конструкций для дорожно-строительных машин.

Ключевые слова: металлоконструкция; пустотелая балка; балка, заполненная бетоном; разрушающее усилие; площадь поперечного сечения металла.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF CONCRETE-FILLED METAL STRUCTURES

S. Khachaturyan, Assoc. Prof., Cand., Eng. Sc.,
Kirovohrad National Technical University

Abstract. Comparative experimental studies of hollow and concrete-filled steel structures of rectangular and round cross-sections have been made. The dependence between the breaking force of the cross sectional areas of hollow metal and concrete-filled samples has been ascertained. The efficient use of pipe-concrete structures for road-building machines has been determined.

Keywords: metal structure; hollow beam; concrete-filled bar; breaking force; metal cross-sectional area.

Вступ

Для сучасного будівельно-дорожнього машинобудування є характерним пошук нових поєднань різноманітних матеріалів для їх раціональної спільної роботи в конструкціях машин. Вимогам раціонального функціонування та техніко-економічної ефективності в

повній мірі відповідають трубобетонні конструкції. У них бетон працює в умовах об'ємного стискання, тому ефективно використовуються специфічні властивості матеріалів, які застосовуються, що дає значну економію сталі, веде до зменшення розмірів поперечного перерізу елементів конструкцій, а отже, й їх маси.

Аналіз публікацій

Труبوبетонні конструкції є дуже надійними у експлуатації, про що свідчить той факт, що у граничному стані вони не втрачають несучої здатності миттєво, а ще тривалий час здатні витримувати навантаження. Значною кількістю експериментальних і теоретичних досліджень, проведених рядом дослідників, встановлено, що, зазнаючи великих деформацій, труبوبетонний стрижень і далі може нести значне навантаження [1, 3, 4]. Спроби використання металокопункцій з наповнювачами було вжито й відносно стержневих систем землерийно-транспортних машин на прикладі штовхаючих брусів бульдозерів [5].

Незважаючи на те, що роботу труبوبетонних конструкцій при стисканні вивчено з достатньою повнотою, конструкції, що піддаються згину, залишаються не дослідженими. Відсутність будь-яких рекомендацій з розрахунку та проектування труبوبетонних елементів, які піддаються згину, у значній мірі перешкоджає масовому впровадженню труبوبетону в будівельно-дорожнє машинобудування.

Мета і постановка задачі

Метою даної статті є експериментальне дослідження міцності труبوبетонних елементів суцільного перерізу, що піддаються згину, та визначення їх ефективності.

Дослідження металокопункцій, заповнених бетоном

Частка металокопункцій у будівельно-дорожніх машинах часто сягає 55 % і більше від маси всієї машини. Тому при створенні машин з високими показниками необхідно вдосконалювати вузли металокопункцій і розробляти такі їх конструктивні форми, котрі передбачають зменшення металоємності без погіршення міцносних характеристик.

Все більш застосовним стає метод підвищення міцності металокопункцій за допомогою різного роду наповнювачів, наприклад бетону [2].

З метою виявлення несучої здатності металокопункцій, заповнених бетоном, і оцінки вагових характеристик порожнистих і заповнених бетоном металокопункцій будівельно-дорожніх машин, випробовувались зразки,

виготовлені у вигляді труб прямокутного та круглого перерізів. Досліджувались порожні та заповнені бетоном серії зразків постійної довжини, що різнились зовнішнім і внутрішнім діаметрами труб круглого перерізу та шириною й висотою труб прямокутного перерізу. Випробування зразків проводились на гідравлічному пресі типу ТУ50001.

Порожня балка круглого поперечного перерізу встановлювалась на дві опори, відстань між якими становила 600 мм, зосереджене навантаження прикладалось на відстані 300 мм від опори.

Навантаження балки виконувалось до величини зусилля P , яке відповідало межі текучості $[\sigma_t]$. Таким же чином випробовувалась балка круглого поперечного перерізу, заповнена бетоном, а також прямокутного поперечного перерізу – порожня та заповнена бетоном. За отриманими даними було побудовано залежність руйнуючого зусилля P від площі поперечного перерізу металу F зразків прямокутного та круглого поперечного перерізів (рис. 1).

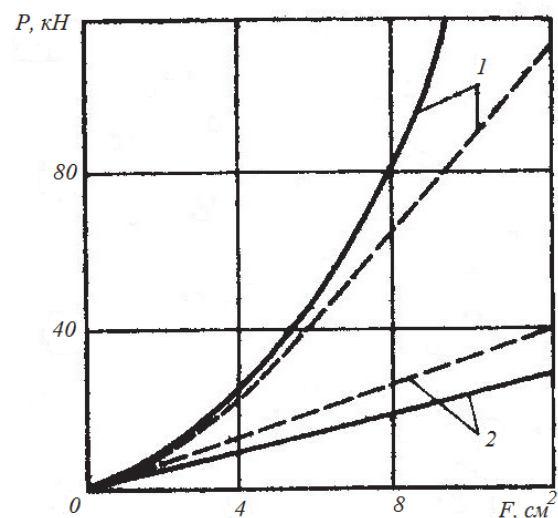


Рис. 1. Залежність P від F для порожнистих (1) і заповнених бетоном (2) зразків прямокутного (—) та круглого (---) перерізів

Випробування зразків показали, що порожні металокопункції мають значно меншу несучу здатність, ніж заповнені бетоном. Причому залежність зусилля P від площі поперечного перерізу металу F для балок, заповнених бетоном, має форму параболи, а для порожнистих – прямолінійну залежність.

Характер зміни P від F випробовуваних зразків дозволяє зробити висновок про те, що досягається значний ефект зміцнення металоконструкції при заповненні її бетоном марки 200.

Разом з тим, за зміцнення металоконструкцій шляхом наповнення їх бетоном спостерігається значне збільшення маси останніх. Однак порівняння отриманих даних показує, що для пустотілої балки круглого поперечного перерізу із зовнішнім діаметром 135 мм, довжиною 750 мм і масою 10,83 кг руйнуюче навантаження становить 66 кН, а для балки, заповненої бетоном, із зовнішнім діаметром 76 мм, довжиною 750 мм і масою 11,1 кг – 77 кН. Аналогічні показники мають місце й для балок прямокутного поперечного перерізу.

Таким чином, при заміні пустотілої балки із зовнішнім діаметром 135 мм балкою із зов-

нішнім діаметром 76 мм, але заповненою бетоном, економиться 6,33 кг металу. Отже, використовуючи бетон як наповнювач, можна отримати значну економію металу, зберігаючи міцнісні характеристики металоконструкцій.

Використання для зміцнення металоконструкцій бетону як наповнювача дозволяє збільшити несучу здатність металоконструкцій круглого поперечного перерізу в 2–4 рази, а прямокутного поперечного перерізу – в 2,5–5 разів у порівнянні з пустотілими.

Для визначення маси металоконструкцій, порівняння витрат металу на виготовлення традиційних і заповнених бетоном металоконструкцій, несучої здатності металоконструкцій обох типів розроблено спеціальну номограму (рис. 2).

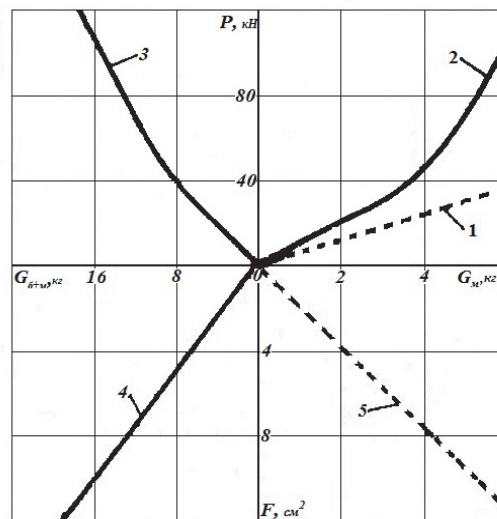


Рис. 2. Залежності маси металевих частин металоконструкцій G_M традиційного виготовлення (1) та заповненої бетоном (2), маси металоконструкції $G_{\sigma+M}$, заповненої бетоном, (3) від зусилля руйнування P і залежності $G_{\sigma+M}$ (4) металоконструкції, заповненої бетоном, і G_M (5) металоконструкції традиційного виготовлення від площі поперечного перерізу металевих частин металоконструкції F

Аналіз даних, отриманих за допомогою номограми, показує, що зміна металоконструкції традиційного виготовлення на заповнену бетоном з однаковими міцнісними характеристиками дозволяє знизити витрати металу на 41–56 % і зменшити площу поперечного перерізу металоконструкції без суттєвого підвищення загальної маси металоконструкції.

Висновки

Результати проведених досліджень дозволяють зробити такі висновки: використання металоконструкцій будівельно-дорожніх машин, заповнених бетоном, є прогресивним напрямком їх удосконалення.

Вибір поперечного перерізу металоконострукцій за розробленою номограмою показує, що за однакових міцносних параметрів і значно меншої металоємності власна вага металоконострукцій, заповнених бетоном, у цих умовах зростає у незначній мірі.

Литература

1. Стороженко Л.И. Расчет трубобетонных конструкций / Л.И. Стороженко, П.И. Плахотный, А.Я. Черный. – К.: Будівельник, 1991. – 120 с.
2. Стороженко Л.И. Розрахунок трубобетонних конструкцій при короткочасній і тривалій дії навантаження / Л.И. Стороженко, В.М. Сурдін. – К.: Будівельник, 1972. – 210 с.
3. Стороженко Л.И. Сравнение методик расчета трубобетонных конструкций / Л.И. Стороженко, А.В. Семко // Коммунальное хозяйство городов. – 2005. – №63. – С. 59–67.
4. Чихладзе Э.Д. Исследование напряженно-деформированного состояния сталебетонных колонн с учетом пространственной работы бетонного ядра / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева // Строительная механика и расчет сооружений. – 2007. – №1 – С. 24–28.
5. Чихладзе Э.Д. Экспериментальные исследования бульдозеров с пустотелыми и заполненными бетоном толкающими брусьями / Э.Д. Чихладзе, В.К. Слюсарев, И.Е. Закуренько // Строительные и дорожные машины. – 1977. – №4. – С. 19–20.

Рецензент: І.Г. Кириченко, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 22 травня 2014 р.
