

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 624.21:625

В. В. МАРОЧКА^{1*}, П. О. БАДЮЛ^{1*}

^{1*} Каф. «Мости», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 776-83-10, ел. пошта markay@mail.ru

ВИКОРИСТАННЯ ГНУЧКИХ АНКЕРІВ З ВИСАДЖЕНОЮ ГОЛОВКОЮ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЗАКЛАДНИХ ВИРОБІВ

Мета. Технологічність виконання та безперечна якість дугоконтактного зварювання забезпечили використання даної технології при виробництві закладних деталей залізобетонних мостів. Особливо актуальною дана технологія є при виробництві закладних деталей кріплення бар'єрного огороження автодорожніх мостів. **Методика.** Аналіз існуючих норм розрахунку та порівняння їх з європейськими нормами доводить необґрунтованість їх використання для розрахунку закладних виробів з гнучкими анкерами з висадженою головою. У галузі конструювання та виробництва закладних виробів на Україні склалась ситуація, коли діючі норми розрахунку не дають можливості використання широко відомих у всьому світі типових рішень закладних виробів, заставляючи кожного підрядника займатись власним їх виробництвом за застарілими методиками. **Результати.** Дана робота доводить необхідність запровадження Європейських норм розрахунку закладних виробів. **Наукова новизна.** Доведено необґрунтованість надмірних запасів, закладених у вітчизняні норми. **Практична значимість.** Результати роботи можуть широко використовуватись у залізобетонних мостах.

Ключові слова: бар'єрне огороження; закладна деталь; гнучкий анкер з висадженою головою; дугоконтактне зварювання; методи розрахунку

Вступ

На сьогодні на Україні відбувається процес активного поновлення нормативної бази про проектування будівельних конструкцій, пов'язане як з удосконаленням діючих норм, так і з введенням загальноєвропейських норм проектування. Однак ситуація в галузі конструювання та виробництва закладних виробів залишається незмінною з 60 років ХХ сторіччя.

Існуюча конструкція закладних виробів

Існуючі закладні деталі виготовляються шляхом приварювання стрижнів періодичного профілю до сталевих плит з роззенковкою, як показано на рис. 1. (висвердлюються отвори під стрижні, потім на отворі знімаються дві фаски, стрижні приварюються ручним зварюванням із двох боків.)

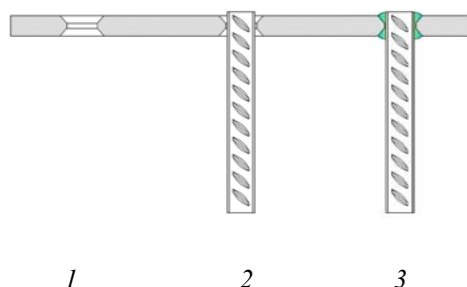


Рис. 1. Етапи виготовлення таврового з'єднання:

1 – улаштування отвору; 2 – фіксація стержня; 3 – приварювання стержня до плити;
4 – конструкція готового закладного виробу

Дана технологія зв'язана з великою кількістю ручної праці при виготовленні закладної

деталі та надзвичайною ненадійністю конструкції.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Розрахунок даних закладних виробів у відповідності до нормативних документів [1, 2]

виконуються у відповідності до розглянутої нижче методики.

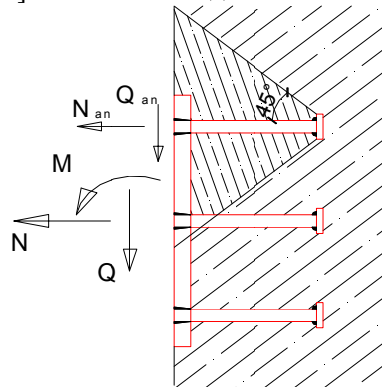
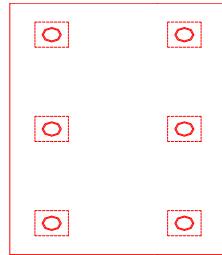


Рис. 2. Розрахункова схема закладної деталі

Підбір перерізу анкера передбачається виконувати з умови:

$$A_{an} = \frac{1,1 \cdot \sqrt{N_{an}^2 + \left(\frac{Q_{an}}{\delta \cdot \lambda} \right)^2}}{R_s}$$

де A_{an} – площа анкерів у крайньому ряду; N_{an} – поздовжнє зусилля в анкерах крайнього ряду; Q_{an} – поперечна сила в анкерах крайнього ряду; R_s – розрахунковий опір з розрахунку на зсув; δ, λ – коефіцієнти, що залежать від характеру роботи деталі.

Додатково виконується перевірка на зминання бетону під головою анкера та на виколування конуса бетону. Перша перевірка виконується з умови:

$$\phi_b \beta_b R_b A_{loc,1} > N_{loc},$$

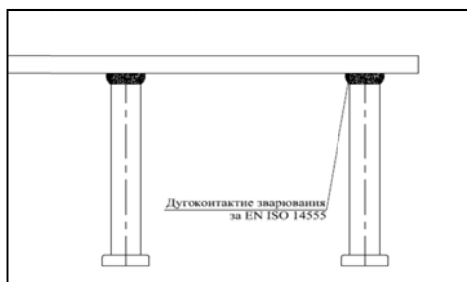


Рис. 3. Конструкція закладної деталі

На заміну стержням періодичного профілю передбачається використання гнучких анкерів з висадженою головою, що мають меншу довжину анкерування.

Дана технологія виготовлення закладних виробів на сьогодні є основною у всіх розвину-

тих країнах. Замовлення на закладні вироби заздалегідь розміщуються на спеціалізованих підприємствах, ліцензованих за цим видом діяльності, де вони виконуються у відповідності до чинних світових стандартів. Європейськими лідерами у цій галузі є Peikko®, Halfen® (Герма-

де R_b – розрахунковий опір бетону; $A_{loc,1}$ – площа зминання бетону під анкером; N_{loc} – зусилля в анкері; $\phi_b \beta_b$ – емпіричні коефіцієнти.

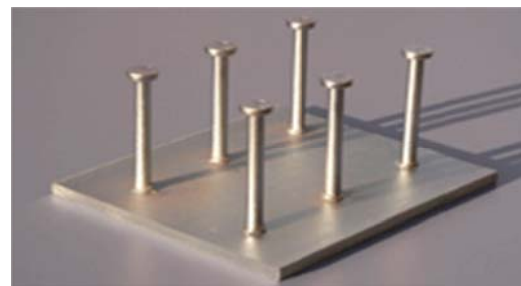
Перевірка на виколування конуса виконується за умовою:

$$0,5 A_1 \times R_{bt} > N_{an},$$

де A_1 – Площа конуса виколування анкера крайнього ряду відповідно до рис. 4.

Світовий досвід виробництва закладних виробів

Світова практика виробництва даних деталей передбачає використання дуго-контактного зварювання за допомогою напівавтоматичних зварювальних апаратів у відповідності до норм [3] (рис. 3).



МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

нія) та ,багато інших. На Україні дана технологія виконується у відповідності до [14].

У відповідності до даної технології виготовлення була розроблена методика розрахунку несучої здатності закладних виробів, викладена у нормативних документах та літературі [4-11].

Дана методика розрахунку передбачає дві розрахункові ситуації. При розрахунку під дією осової сили передбачається виконання таких перевірок:

- розрахунок анкерів на міцність;
- розрахунок бетону під анкером на міцність;
- розрахунок бетону на виколювання по конусу;

- розрахунок на виколювання краю бетону;
- розрахунок горизонтального місцевого армування;
- розрахунок вертикального місцевого армування.

При розрахунку під дією зсувної сили передбачається виконання наступних перевірок:

- розрахунок анкерів на міцність при зсуві;
- анкері на міцність під дією пари сил;
- розрахунок на виколювання краю бетону;
- розрахунок горизонтального місцевого армування;
- розрахунок вертикального місцевого армування.

При дії на закладну деталь навантажень одразу у двох напрямках передбачається результуючу силу порівнювати з результуючою несучою здатністю.

Навіть ця методика не є досконалою, що доведено в роботі [6] але порівнюючи з діючою на території України методикою розрахунку, кількість перевірок свідчить про набагато більшу детальність розрахунку.

У мостових конструкціях однією з найбільш відповідальних закладних деталей є конструк-

ція кріплення бар'єрного огородження до прогонової будови

Існуючі конструкції бар'єрного огородження

У відповідності до діючих норм [7, 8], як правило, на мостах використовують бар'єрне огороження з трубою підсилення, як показано на рис. 4.

Однією з особливостей даної споруди є точкова передача значного зусилля на споруду (поперечна сила близько 50 кН та згинальний момент близько 40 кНм) у місці обпирання стійки на балку, яку повинна сприйняти закладна деталь.

Результати розрахунку закладної деталі

Для порівняння методик розрахунку закладних виробів, описаних вище, було проведено розрахунок закладної деталі бар'єрного огороження (див. рис. 4, а). При цьому розрахункове навантаження (поперечна сила та згинальний момент) на закладну деталь складо:

$$N_p = 66,8 \text{ кН},$$

$$M_p = 46,8 \text{ кН}.$$

Розрахунки, проведені за діючою методикою [1, 2], показали, що мінімально допустима закладна деталь має конструкцію, зображену на рис. (5, а), в той час як європейська методика розрахунку дає можливість для цих же навантажень використовувати закладну деталь, зображену на рис. (5, б)

У даному випадку, закладна деталь, виконана за сучасними технологіями та на сучасному обладнанні виявляється економічно невигідною у порівнянні з аналогічною закладною деталлю класичної конструкції (див. рис. 1).

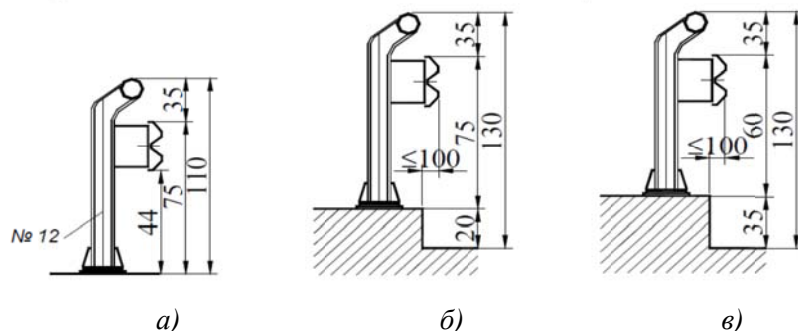


Рис. 4. Бар'єрне огороження з трубою підсилення 120 мм та енергоемністю:

а) – 300 кДж; б) – 325 кДж; в) – 350 кДж;

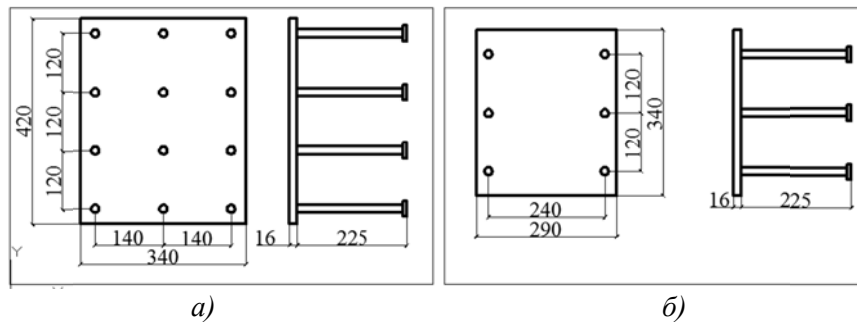


Рис. 5. Конструкція закладної деталі, розрахованої за вітчизняними (а) та європейськими (б) нормами

У той же час розрахунок, виконаний за нормами [9, 10] доводить недосконалість діючих в Україні норм розрахунку закладних деталей в силу закладених в розрахунок невіправданих запасів.

Висновки

У галузі конструювання та виробництва закладних виробів на Україні склалась ситуація, коли діючі норми розрахунку не дають можливості використання широко відомих у всьому світі типових рішень закладних виробів, заставляючи кожного підрядника займатись власним їх виробництвом за застарілими методиками. Особливо яскраво це доводиться на прикладі закладної деталі бар'єрного огороження, результати розрахунку якої наведені в даній роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування [Текст]. – Чинні від 2010-01-09. – К. : Мін регіон буд. України, 2009.
- Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84) [Текст]. – изд. ЦНИИ промзданий ГОССТРОЯ СССР, 1984.
- ISO 14555 «Сварка – электродуговая приварка болтов /шпилек из металлических материалов» [Текст]. – Изд. Международная Организация по Стандартизации, 2005.
- EN 1993-1-8: Eurocode 3: Design of Steel Structures – Part 1-8: Design of Joints [Текст] – 2005.
- EN 1994-1-1: Eurocode 4: Design of Composite Steel and Concrete Structures [Текст] – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – 2005.
- COST C1: Column bases in Steel Building Frames, edited by Weynand, [Текст] – К., Brussels, 1999.
- Jaspart, J.-P. Recent advances in the field of steel joints [Текст]: Column bases and further configurations for beam-to-column joints and beam splices / Jaspart, J.-P. // Habilitation, University of Liege, 1997.
- Kuhlmann, U. Ankerplatten und Einbaudetails zur Kraftüberleitung im Stahlbau [Текст] / U. Kuhlmann, T. Imminger // Deutscher Ausschusses für Stahlbau DAST, Düsseldorf, Stahlbau Verlags – und Service GmbH, Forschungsbericht. – No 1. – 2004.
- ЕТА 03-0041 (Европейская техническая аттестация) [Текст]/ – изд. Немецкий институт строительной техники, 2008.
- ETAG 001 Guideline for European Technical Approval of metal anchors for use in concrete. Annex C: Design methods for anchorages [Текст]. – EOTA Avenue des Arts 40 Kunstlaan, 1040 Brussels©.
- Kuhlmann, Ulrike Component method for anchor plates [Текст] / Ulrike Kuhlmann, Markus Rubinski // Connection between steel and concrete. 2-nd International Symposium. – Studgart, Germany, 2007.
- ДБН В.2.3-14:2006. Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування. [Текст]. – Чинні від 2007-02-01. – К. : Мін. буд., архіт. та житл.-комун. госп-ва, 2006. – 359 с.
- ГОСТ 26804-86 Ограждения дорожные металлические барьерного типа [Текст]. – М. : Стандартинформ, 2005.
- Пат. 36790 Україна МПК E04B 1/38. Спосіб виготовлення залізобетонної конструкції [Текст] / Білярчик В. Р., Фішман О. Ю., Марочка В. В., Хазак М. О. (Україна); заявник Єгорова Т. П., патентовласник Білярчик В. Р. – № U200806198, заявл. 12.05.2008, опубл. 10.11.2008, Бюл. № 21.

В. В. МАРОЧКА^{1*}, П. О. БАДЮЛ^{1*}

^{1*} Каф. «Мости», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 776 83 10, ел. пошта markay@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБКИХ АНКЕРОВ С ВЫСАЖЕННОЙ ГОЛОВКОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАКЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Цель. Технологичность выполнения и бесспорное качество дугоконтактной сварки обеспечили использование данной технологии при производстве закладных деталей железобетонных мостов. Особенно актуальной данная технология является при производстве закладных деталей крепления барьерного ограждения автодорожных мостов. **Методика.** Анализ существующих норм расчета и сравнение их с европейскими нормами доказывает необоснованность их использования для расчета закладных изделий с гибкими анкерами с высаженной головкой. В области конструирования и производства закладных изделий на Украине сложилась ситуация, когда действующие нормы расчета не дают возможности использования широко известных во всем мире типичных решений закладных изделий, заставляя каждого подрядчика заниматься собственным их производством по устаревшим методикам. **Результаты.** Данная работа доказывает необходимость внедрения Европейских норм расчета закладных изделий. **Научная новизна.** Доказана необоснованность чрезмерных запасов, заложенных в отечественные нормы. **Практическая значимость.** Результаты могут широко использоваться в железобетонных мостах.

Ключевые слова: барьерное ограждение; закладочная деталь; гибкий анкер с высаженной головкой; дугоконтактная сварка; методы расчета

V. V. MAROCHKA^{1*} P. A. BADIYUL^{1*}

^{1*} Dept. of Bridges, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, 2 Lazaryana Str., Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 776 83 10, e-mail markay@mail.ru

THE USE OF CONCRETE ANCHORS IN THE PRODUCTION OF ANCHOR PLATES

Purpose. Stud Welding Technology is relevant in the manufacture of anchor plates fixing barrier protection of highway and road bridges. **Methodology.** Analysis of the existing rules for calculating and comparing them with European standards proves the invalidity of their use for the calculation of anchor plates with concrete anchors. In the field of design and manufacture of anchor plates in Ukraine there is situation, that the current design standards do not allow the possibility of using the well-known standard solutions of anchor plates, forcing each contractor to produce them in-house for obsolete technology. **Findings.** This work is demonstrating the need to introduce European standards of designing anchor plates. **Originality.** This work is demonstrated the need to implement European standards of calculate of anchor plates. **Practical value.** The results can be used in reinforced concrete bridges.

Keywords: barrier protection; anchor plate; concrete anchor; stud welding; methods of calculation

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Україна).

Надійшла до редколегії 10.08.2013.

Прийнята до друку 28.10.2013.