

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 658.562:693.554.1

А. Н. НЕТЕСА *

* Кафедра «Строительное производство и геодезия», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, +38 (063) 769 25 51, эл. почта andreynetes@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРУДОЕМКОСТИ И СТОИМОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ

Цель. Обосновать рациональные организационно-технологические решения современных способов контроля качества для основных типов соединения арматуры на примере рабочей арматуры вертикальных несущих элементов монолитного железобетонного каркаса здания. **Методика.** Мониторинг и операционный хронометраж основных операций контроля качества на строительной площадке, сравнение трудоемкости и стоимости существующих способов выполнения контроля качества. Сравнение нормативной трудоемкости и стоимости с реальными. **Результаты.** На основании полученных результатов приведен сравнительный анализ трудоемкости и стоимости контроля качества арматурных соединений. Определены наиболее рациональные способы соединения арматуры относительно стоимости и трудоемкости работ по контролю качества. Наименее трудозатратным является контроль качества при выполнении соединения арматуры внахлестку. Контроль качества для ванношовного сваривания. **Научная новизна.** Выполнен сравнительный анализ трудоемкости и стоимости контроля качества для основных способов соединения арматуры, применяемых на территории Украины. **Практическая значимость.** При выборе рационального способа соединения арматуры необходимо учитывать не только конструктивные особенности здания, стоимость и трудоемкость выполнения соединений арматуры, но и трудоемкость основных операций по контролю качества соединений арматуры. Использование рационального способа контроля качества арматурных соединений повышает достоверность результатов и приводит к значительной экономии денежных средств, снижению трудозатрат и общих сроков строительства.

Ключевые слова: арматура; контроль качества; резьбовое соединение; ванношовное сваривание; нахлест; трудоемкость; стоимость; муфта

Введение

В условиях широкого распространения строительства многоэтажных и высотных зданий на территории Украины особо остро стоит проблема снижения трудоемкости и стоимости возведения многоэтажных монолитных каркасов жилых зданий. При устройстве железобетонных каркасов широко распространены соединения несущей арматуры ванношовной сваркой на стальной скобе-накладке [ГОСТ 10922-90], внахлестку, а также с использованием различных типов механических соединений. Традиционно при выборе оптимального типа соединения особое внимание уделяют стоимости соединения [9], реже – трудоемкости [10]. Однако крайне важное значение имеет также контроль качества выполняемых

соединений. Для традиционных соединений процедура контроля качества регламентируется в первую очередь нормативными документами [2-7]. Но для новых соединений контроль качества нередко приходится создавать, уделяя особое внимание надежности полученных соединений и достоверности получаемых при данном контроле качества данных. Кроме того, контроль качества должен быть технологичным, требовать минимальных трудо- и материалозатрат на выполнение.

Цель

Целью данной статьи является сравнение существующих методов контроля качества арматурных соединений с поиском наиболее рационального способа соединения арматуры. При этом рациональность определяется как со-

© А. Н. Нетеса, 2015

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

вокупная экономичность и технологичность работ по выполнению соединения и работ по контролю качества.

Методика

Способы контроля качества для арматурных соединений будем анализировать по следующим параметрам: стоимость (в пересчете на 1 стык), трудоемкость (с разделением на трудозатраты в подготовительный период и в основной), сложность (в зависимости от квалификации персонала и комплекта оборудования, которое необходимо для проведения контроля качества). Для всех способов соединения арматуры контроль качества должен показать несущую способность стержней с достаточной достоверностью.

При возведении многоэтажных монолитных железобетонных каркасов на территории Украины для соединения рабочей арматуры вертикальных несущих элементов наиболее часто используют ванношовную сварку на стальной скобе-накладке (С29 [3]). Схема взаимного расположения стержней показана на рис. 1.

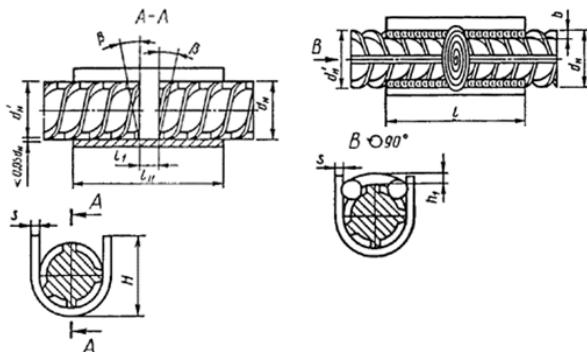


Рис. 1. Ванношовная сварка арматурных стержней на стальной скобе-накладке

Но контроль качества данного соединения сложен, требует значительных трудозатрат, а также не дает достоверную информацию об истинной несущей способности всех выполненных соединений. Также нормативными документами [5] определена низкая оценка эксплуатационных качеств данного соединения при статической нагрузке (3 балла из 5 согласно табл. 31 [5]). Процедуру контроля качества ванношовного сваривания арматуры можно разделить на несколько этапов:

1) входной контроль. Контролирование качества материалов и изделий (электроды, ар-

матурный прокат, стальные скобы-накладки и т.д.), квалификация персонала (своевременное обучение и сертификация сварщиков, проверка личного клейма и т.д.);

2) контроль выполнения соединений. Фиксирование в журнале сварочных работ погодных условий и прочих данных, влияющих на качество сварки;

3) визуальный контроль после выполнения соединения, выполняемый на каждом соединении. Сбивание шлака, проверка расположения сварных швов, визуальный контроль отсутствия зон несплавления на поверхности соединения, потечек шлака, перегрева металла и т.д. Проверка положения рабочей и монтажной арматуры, контроль величины защитного слоя бетона, составление акта на закрытие скрытых работ. Общий вид арматурных соединений ванношовным свариванием на стальной скобе-накладке показан после проведения визуального контроля, сбивания шлака, проверки положения арматурных стержней, контроля величины защитного слоя и установки монтажной арматуры показан на рис. 2.



Рис. 2. Соединение арматурных стержней на стальной скобе-накладке. Визуальный контроль

4) Контроль качества с помощью специальных методов, выполняемый на выборке соединений. Ультразвуковой контроль, рентгенографический контроль, механическое испытание соединений арматуры разрывом вырезанных образцов.

Соединение арматуры внахлестку (рис. 3) является наиболее простым по процедуре применения и по контролю качества. Кроме того, этот способ соединения можно применять и для неметаллической арматуры [1]. Но при таком типе соединения возможно нарушение величины защитного слоя бетона, что приводит к повреждению арматуры и отказу несущего элемента [8].

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА



Рис. 3. Соединение арматуры каркасов колонн внахлестку

Контроль качества разделен на несколько этапов:

1) входной контроль. Контролирование качества материалов и изделий (арматурный прокат для основной и монтажной арматуры, закладные детали и т.д.);

2) контроль при выполнении соединений. Соблюдение необходимой величины нахлеста, положения рабочей и монтажной арматуры, соосности и правильных радиусов изгибов арматурных стержней.

Среди механических соединений арматуры выделим наиболее часто встречающиеся – соединения с помощью обжимных (рис. 4) и резьбовых (рис. 5) муфт. Для обжимных муфт (ссылка на ДСТУ) выполняется входной контроль арматуры и муфт на подготовительном этапе. Образцы арматуры испытываются на растяжение согласно ГОСТ 12004-81.

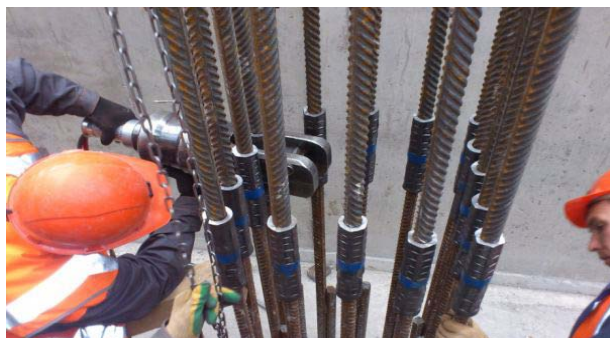


Рис. 4. Соединение арматуры каркасов колонн обжимными муфтами

Муфты отбираются для выполнения проверочных соединений, которые также испытывают на растяжение для определения несущей способности. Во время выполнения соединения контролируется положение стержней в муфте, величина захода арматуры в муфту с каждой стороны, величина зазора между стержнями. При обжатии муфты прессом усилие обжатия контролируется по давлению рабочей жидкости. Для резьбовых соединений также выполняется входной контроль материалов и изделий. Но на подготовительном этапе также производится проверка каждого стержня с накатанной резьбой. Проверка параметров резьбы выполняется с помощью контрольного образца-гребенки, которая прикладывается к стержню. Длина резьбы проверяется штангенциркулем и сравнивается с эталонным значением с учетом допуска.



Рис. 5. Соединение арматуры каркасов колонн резьбовыми муфтами

Механическое испытание соединений арматуры проводится на выборке соединений, не менее 3 образцов от партии в 100 шт. Для ванношовной сварки образцы либо вырезаются из готовых арматурных каркасов с последующей заменой вставками, либо изготавливаются одновременно с основной арматурой теми же рабочими, при тех же погодных условиях и теми же материалами (п. 3.25 [4]). Испытания проводятся согласно методике механического испытания арматуры, указанной в ГОСТ 12004-81. Партия принимается, если все образцы удовлетворяют условиям п. 3.26, 3.27 и 3.28 [4]. В случае, если хотя бы один образец показывает меньшую прочность, испытание повторяют для вдвое большей выборки из той же партии. В случае повторной выбраковки хотя бы одного соединения решение о дальнейшем использовании, усилении и/или демонтаже конструкций принимает главный конструктор.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА



Рис. 6. Образцы механических соединений арматуры после проведения испытаний

На рис. 6 показаны образцы механических соединений арматуры после проведения испытаний – разрушение произошло в месте образования концентратора напряжений при накатке резьбы, однако в случае показа соединением необходимой прочности партия принимается.

Перечень основных операций по контролю качества арматурных стыков для различных способов соединений арматуры с разделением по типам контроля показан в табл. 1.

Таблица 1

Перечень основных операций по контролю качества арматурных стыков

Тип контроля	Соединение ванношовным свариванием	Соединение внахлестку	Резьбовое соединение	Соединение обжимными муфтами
Входной	Контроль качества арматуры, электродов, материалов и изделий для выполнения сварочных работ	Контроль качества арматуры	Контроль качества арматуры, резьбовых муфт	Контроль качества арматуры, обжимных муфт
Контроль качества при выполнении соединения	Визуальный контроль отсутствия непровара, перегрева металла, шлака. Простукивание для удаления остатков шлака.	Измерительный контроль величины нахлеста	Измерительный контроль позиции стержней в муфте	Измерительный контроль позиции стержней в муфте, контроль давления обжатия
Контроль качества после выполнения соединения	Ультразвуковой, рентгенологический контроль соединений. Испытание образцов соединений на растяжение.	Измерительный контроль величины нахлеста, толщины защитного слоя бетона, радиуса отгибов арматурных стержней.	Измерительный контроль остаточной длины резьбы. Испытание образцов соединений на растяжение.	Измерительный контроль остаточной длины резьбы, контроль диаметра муфты после обжатия. Испытание образцов соединений на растяжение.

При выполнении соединения контролируется величина захода каждого стержня в муфту по остатку резьбовой части. Проверяется величина зазора между двумя стержнями внутри муфты, также сравнивается с максимально допустимым значением. При затяжке муфты величина усилия должна быть не менее указанного в технической документации для данного соединения значения. Кроме того, выполняется проверка положения рабочей и монтажной арматуры, контроль величины защитного слоя бетона, составление акта на закрытие скрытых работ.

Для разных типов соединений выборка для типов контроля, в том числе и разрушающих,

разная. Также разная стоимость и трудоемкость контроля качества соединений. Поэтому сравнение будем проводить по усредненным данным в пересчете на один стык двух арматурных стержней, соединяемых продольно, при диаметре арматуры 40 мм, класс арматуры А400С. Оба параметра (стоимость и трудозатраты) берем по данным программного комплекса АВК версии 5.3.0.6 (стоимость выполнения работ с учетом заработной платы и стоимости материалов состоянием на 14.01.2016, рекомендован к использованию всеми участниками строительства, письмо Минрегионстроя Украины № 9/10-1306 от 31.12.2008 г.), а также по результатам хронометража основных операций и

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

данных от организаций, выполняющих контроль качества арматурных стыков на территории Украины. В расчете трудозатрат не учтено время на обучение и повышение квалификации основных специалистов, выполняющих соединение арматуры и контроль качества. Кроме того, для контроля качества ванношовного сваривания после выполнения соединения показаны трудозатраты для выполнения ультразвукового контроля (пометка УЗ), рентгенографического контроля гамма-лучами (пометка Р) и для разрушающего метода контроля (пометка Разр.). Для расчета параметров выполнения контроля качества неразрушающими методами учитывалась методика неразрушающего контроля качества сварных соединений: из партии объемом не более 200 стыков отбираются 15 % стержней для ультразвукового контроля согласно п. 5.2 и 5.3 и табл. 5 [6]. Для проведения

разрушающего контроля следует руководствоваться пп. 3.25-3.35 [4].

Результаты

Суммарные трудозатраты контроля качества в пересчете на 1 стержень, а также средний разряд работ для выполнения контроля качества, показаны в табл. 2. Для каждого способа соединения арматуры в левом столбце показаны нормативные трудозатраты (при наличии), в правой – реальные. Не учитывались трудозатраты на проведение испытаний разрушающими методами контроля – эти работы проводятся специализированными лицензируемыми организациями и лабораториями. Для таких работ учтены только трудозатраты по изготовлению образцов (нормативные – при наличии, реальные – по данным хронометража рабочих операций).

Таблица 2

Средние трудозатраты контроля качества арматурных работ

Тип контроля	Трудозатраты по видам соединений, чел-ч / средний разряд работ							
	Соединение ванношовным свариванием		Соединение внахлестку		Резьбовое соединение		Соединение обжимными муфтами	
Входной	-	0,1/4,6	-	0,05/4,6	-	0,1/4,6	-	0,1/4,6
Контроль качества при выполнении соединения	0,3/6	0,1/4,6*	0,1/4,6*	0,1/4,6*	0,1/4,6*	0,1/4,6*	0,1/4,6*	0,3/4,6*
Контроль качества после выполнения соединения	0,9/6 УЗ	0,9/6 УЗ	-	0,1/4,6	-	0,1/4,6	-	0,5/4,6
	0,9/5,3 Р	0,1/5,3 Р						
	0,4/6 Разр	1,2/6 Разр						

* Средний разряд указан по разряду работ для выполнения арматурного соединения

Суммарная стоимость выполнения работ по контролю качества арматурных соединений в пересчете на 1 стык с учетом стоимости проведения испытаний указана в табл. 3. Для каждого способа соединений арматуры в левом столбце показана нормативная стоимость согласно цен на 14 января 2016 г., в правом – реальная стоимость по состоянию на май 2016 г. в г. Днепропетровске. Кроме того, для контроля качества ванношовного сваривания после выполнения соединения показана стоимость ультразвукового контроля (пометка УЗ), стоимость рентгенографического контроля гамма-лучами (пометка Р) и стоимость разрушающего метода контроля (пометка Разр.).

Выводы

Контроль качества является одним из ключевых параметров при выборе оптимального способа соединения арматуры. Самым экономичным является контроль качества для соединения внахлестку, но такое соединение нецелесообразно по конструктивным соображениям. Для распространенного соединения арматуры ванношовным свариванием процедура контроля качества наиболее дорогая и сложная. Самыми технологичными являются механические соединения арматуры муфтами с цилиндрической резьбой. Контроль качества таких соединений требует малых трудозатрат на эта-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

пе выполнения соединений, но позволяет гарантировать соответствие всех арматурных соединений проекту и требованиям нормативных документов с высокой долей вероятности. Основные работы выполняются на строительной площадке рабочими-арматурщиками, без при-

влечения посторонних организаций и без применения дорогостоящего сложного измерительного и контрольного оборудования. Кроме того, механические способы соединения арматуры возможно применять в будущем и для перспективной неметаллической арматуры.

Таблица 3

Суммарная стоимость выполнения работ по контролю качества арматурных соединений

Тип контроля	Стоимость по видам соединений, грн.							
	Соединение ванношовным свариванием		Соединение внахлестку		Резьбовое соединение		Соединение обжимными муфтами	
Входной	-	6	-	3	-	6	-	6
Контроль качества при выполнении соединения	-	6	6*	6*	6*	6*	6	6*
Контроль качества после выполнения соединения	22,39 УЗ 44,02 Р 46 Разр	100 УЗ 60 Р 80 Разр	-	-	-	60	-	70
Суммарная стоимость	46	92	6	9	6	72	6	72

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вискребенцев, В. Г. Исследование эффективности использования углеродного волокна в железобетонных пролетных строениях железнодорожных мостов [Текст] // В. Г. Вискребенцев, К. И. Солдатов // Мости та тунелі : теорія, дослідження, практика. – 2015. – Вип. 7. – С. 16-21.
2. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84*; надано чинності 2011-01-07. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого трьохкомпонентного бетону. Правила проектування [Текст]. – Надано чинності 2011-01-06. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.
4. ДСТУ Б В.2.6-168:2011 Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури і закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ГОСТ 10922-90, MOD) [Текст]. – На заміну ГОСТ 10922-90; надано чинності 2012-12-01. – Київ : Мінрегіон України, 2012 – 29 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-169:2011 З'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Типи, конструкції та розміри (ГОСТ 14098-91, MOD) [Текст]. – На заміну ГОСТ 14098-91, надано чинності 2012-12-01. – Київ : Мінрегіон України, 2012 – 37 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-182:2011 З'єднання зварні стикові і таврові арматури залізобетонних конструкцій. Ультразвукові методи контролю якості. Правила приймання (ГОСТ 23858-79, MOD) [Текст]. – На заміну ГОСТ 23858-79; надано чинності 2012-12-01. – Київ : Мінрегіон України.
7. ДСТУ EN 12517-2002 Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Критерії приймання для радіографічного контролю зварних з'єднань (EN 12517:1998, IDT) [Текст]. – Надано чинності 2003-10-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2003. – 4 с.
8. Дубинчик, О. И. Прогнозирование ресурса железобетонных конструкций по выносливости арматуры [Текст] / О. И. Дубинчик, В. Р. Кильдеев // Мости та тунелі : теорія, дослідження, практика. – 2015. – Вип. 7. – С. 13-18.
9. Radkevych A. V., Netesa A. N. Application prospects of threaded joint of armature. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, 2014, issue 52, pp. 139-147.
10. Радкевич, А. В. Перспективы применения резьбового соединения арматуры [Текст] / А. В. Радкевич, А. Н. Нетеса // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта : тез. 74 междунар. науч.-практ.

© А. Н. Нетеса, 2015

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

- конф. (15.05-16.05.2014) / Мин-во инфраструктуры Украины, Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна – Днепропетровск, 2014, С. 298-300.
11. Gergess Antoine N., Sen Rajan Design implications of increased live loads on continuous precast, prestressed concrete girder bridges. PCI Journal Spring, 2013, pp 64 79.
 12. Kiyoji Takeda, Kyoya Tanaka, Toshiaki Someya, Asao Sakuda, Yoshiteru Ohno Seismic retrofit of reinforced concrete buildings in Japan using external precast, prestressed concrete frames. PCI Journal Summer, 2013, pp 41-61.
 13. Mario E. Rodriguez and Miguel Torres-Matos Seismic behavior of a type of welded precast concrete beam-column connection. PCI Journal Summer, 2013, pp 81 94.

A. M. HETESA*

* Кафедра « Будівельне виробництво та геодезія », Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (063) 769 25 51, ел. пошта andreynetesa@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРУДОМІСТКОСТІ І ВАРТОСТІ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОСНОВНИХ СПОСОБІВ З'ЄДНАННЯ АРМАТУРИ

Мета. Обґрунтувати раціональні організаційно-технологічні рішення сучасних способів контролю якості для основних типів з'єднання арматури на прикладі робочої арматури вертикальних несучих елементів монолітного залізобетонного каркаса будівлі. **Методика.** Моніторинг та операційний хронометраж основних операцій контролю якості на будівельному майданчику, порівняння трудомісткості і вартості існуючих способів виконання контролю якості. Порівняння нормативної трудомісткості і вартості з реальними. **Результати.** На підставі отриманих результатів наведено порівняльний аналіз трудомісткості і вартості контролю якості арматурних з'єднань. Визначено найбільш раціональні способи з'єднання арматури щодо вартості та трудомісткості робіт з контролю якості. Найменш трудомістким є контроль якості при виконанні з'єднання арматури внапуск. Контроль якості для ванношовного зварювання. **Наукова новизна.** Виконано порівняльний аналіз трудомісткості і вартості контролю якості для основних способів з'єднання арматури, що застосовуються на території України. **Практична значимість.** При виборі оптимального способу з'єднання арматури необхідно враховувати не тільки конструктивні особливості будівлі, вартість і трудомісткість виконання з'єднань арматури, але і трудомісткість основних операцій по контролю якості з'єднань арматури. Використання раціонального способу контролю якості арматурних з'єднань підвищує достовірність результатів і призводить до значної економії коштів, зниження трудовитрат і загальних термінів будівництва.

Ключові слова: арматура; контроль якості; різьбове з'єднання; ванношовне зварювання; напуск; трудомісткість; вартість; муфта

A. N. NETESA*

* Department "Build production and geodesy" of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan Str., 2, Dnepropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (063) 769 25 51, e-mail andreynetesa@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTROL LABOR AND COST AS THE MAIN MODE CONNECTION VALVE

Purpose. To substantiate the rational organizational and technological solutions of modern methods of control quality for the main types of connection fittings on the example of the working reinforcement of vertical load-bearing elements of a monolithic reinforced concrete frame building. **Methodology.** Monitoring and operational timing of the basic quality control operations on the construction site, the comparison of the complexity and cost of existing methods of implementation of quality control. Comparison of the complexity of the regulatory and cost to the real. **Findings.** Based on these results a comparative analysis of the complexity and the cost of quality control of

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

reinforcing connections. Defined the most rational ways valve connection relative to the cost and complexity of work on quality control. Less labor-intensive quality control is when the reinforcement splice. Quality control for welding vannoshovno. **Originality.** A comparative analysis of the complexity and the cost of quality control for the basic ways of connection fittings used on the territory of Ukraine. **Practical value.** When choosing a rational method of connection fittings must consider not only the design features of the building, the cost and time consuming reinforcement connections performance, but also the complexity of basic operations for quality control of reinforcement connections. Using a rational way to control the quality of rebar connections and improves the reliability of the results leads to significant cost savings, reduced labor costs and overall construction time.

Keywords: accessories, quality control; threaded connection; welding; overlap; labor intensity; cost; coupling

REFERENCES

1. Vyskrebentsev, V. G. Soldatov K. I. Issledovanie effektivnosti ispolzovaniya uglerodnogo volokna v zhelezobetonnykh proletnykh stroeniyakh zheleznodorozhnykh mostov [Research of efficiency of using carbon fiber in armored concrete spans of railway bridges]. *Mosty ta tuneli : teoriya, doslidzhennja, praktyka – Bridges and tunnels : theory, research, practice*, 2015, issue 5, pp. 16-21.
2. DBN V.2.6-98: 2009 *Konstruksii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruksii. Osnovni polozhennia* [Construction of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete structures. Key provisions]. Kiev, NYYBK, 2009. 71 p.
3. DSTU B V.2.6-156: 2010 *Konstruksii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruksii z vazhkoho trokhkomponentnoho betonu. Pravyla proektuvannia* [Construction of buildings and structures. Concrete and concrete structures of the heavy three-concrete. Design rule]. Kiev, NYYBK, 2011. 118 p.
4. DSTU B V.2.6-168: 2011 *Armturni ta zakladni vyroby zvarni, ziednannia zvarni armatury i zakladnykh vyrobiv zalizobetonnykh konstruksii. Zahalni tekhnichni umovy* [Reinforces filling products and welded, welded fittings and connections embedded products concrete structures. General specifications]. Kiev, NYYBK, 2011. 29 p.
5. DSTU B V.2.6-169: 2011 *Ziednannia zvarni armatury ta zakladnykh vyrobiv zalizobetonnykh konstruksii. Typy, konstruksii ta rozmyry* [Connections welded rebar embedded products and concrete structures. Types, construction and dimensions]. Kiev, NYYBK, 2012. 37 p.
6. DSTU B V.2.6-182: 2011 *Ziednannia zvarni stykovi i tavrovi armatury zalizobetonnykh konstruksii. Ultrazvukovi metody kontroliu yakosti. Pravyla pryimannia* [Connections welded joints and fittings Taurus concrete structures. Ultrasonic methods of quality control. Acceptance]. Kiev, KP SEC Academy of Construction of Ukraine.
7. DSTU EN 12517-2002 *Neruinivnyi kontrol zvarnykh ziednan. Kryterii pryimannia dlia radiohrafichnoho kontroliu zvarnykh ziednan* [Non destructive testing of welded joints. Acceptance criteria for radiographic control of weld joints]. Institute elektrosvaryvannya them. EO Paton NAS of Ukraine.
8. Dubinchik O. I., Kildeev V. R. Prognozirovanie resursa zhelezobetonnykh konstruksiy po vynoslivosti armatury [Predicting life of reinforced concrete structures for the reinforcement of endurance.] *Mosty ta tuneli : teoriya, doslidzhennja, praktyka – Bridges and tunnels : theory, research, practice*, 2015, issue 7, pp. 13-18.
9. Radkevych A. V., Netesa A. N. Application prospects of theaded joint of armature. *Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan*, 2014, issue 52, pp. 139-147.
10. Radkevych A.V., Netesa A.N. *Perspektyvy pryimeneniya rezbovoho soedyneniya armatury* [Prospects for the use of a threaded connection fittings]. Problems and prospects of development of railway transport: mes. 74 Int. scientific-practical. Conf. (15.05-16.05.2014) / Min of Infrastructure of Ukraine, Dnepropetr. nat. Univ transp. them. Acad. V. Lazaryan - Dnepropetrovsk, 2014, pp 298 300.
11. Gergess Antoine N., Sen Rajan Design implications of increased live loads on continuous precast, prestressed concrete girder bridges. *PCI Journal Spring*, 2013, pp 64 79.
12. Kiyoji Takeda, Kyoya Tanaka, Toshiaki Someya, Asao Sakuda, Yoshiteru Ohno Seismic retrofit of reinforced concrete buildings in Japan using external precast, prestressed concrete frames. *PCI Journal Summer*, 2013, pp 41-61.
13. Mario E. Rodríguez and Miguel Torres-Matos Seismic behavior of a type of welded precast concrete beam-column connection. *PCI Journal Summer*, 2013, pp 81 94.

Статья рекомендована к публикации д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Украина), д.т.н, проф. И. И. Лучко (Украина).

Поступила в редколлегию 20.12.2015

Принята к печати 21.12.2015