Doi: 10.33644/01104

УДК 624.078.4

КЛИМОВИЧ И.М.

Канд. технических наук,
специалист технического
отдела, ООО «НПЦ Спрут-
Украина»,
г. Одесса, Украина,
e-mail: 3163832@gmail.com
тел.: +38 (067) 909-70-87
ORCID: 0000-0002-4134-3427

НЕСТЕРЕНКО Ю.О.

ООО «НПЦ Спрут-Украина»,
учредитель,
г. Одесса, Украина,
e-mail: 3163832@gmail.com
тел.: +38 (048) 794 35 03
ORCID: 0000-0001-7182-710X

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА МЕХАНИЧЕСКОЙ СТЫКОВКИ АРМАТУРЫ В УКРАИНЕ

АННОТАЦИЯ

Представлена проблематика стыковки арматуры внахлест и с помощью сварки, а также альтернативный и более технологичный способ ее решения – стыковка с помощью обжимных соединительных муфт.

Стыковка внахлест зарекомендовала себя в конструкциях с небольшими номинальными диаметрами арматуры, низким их пределом текучести и высотой зданий до 15 этажей.

Метод стыковки с помощью сварки является более универсальным, но его применение влечет за собой удорожание и усложнение хода выполнения работ по возведению конструкций. Качество выполнения сварных соединений зависит от множества факторов и связано с существующей проблематикой процесса выполнения сварных соединений.

Анализ мировой практики строительства показывает существование более надежного, технологичного и эффективного метода стыковки арматуры — с помощью соединительных муфт (механическое муфтовое соединение).

В статье изложен успешный зарубежный опыт применения механических соединений арматуры в США, Японии, Китае, Казахстане, ОАЭ и многих других странах.

Необходимо отметить, что с введением в действие ДБН В.2.6-98 и ДСТУ Б В.2.6-156, нормативно допустимыми методами соединения арматурных стержней в Украине являются соединения внахлест, сварные соединения и механические соединения.

Проанализированы и систематизированы

основные технические требования к соединениям арматуры, а также обоснованы основные преимущества механических соединений. Анализ международных и отечественных нормативных документов показал, что в Украине механические соединения должны удовлетворять более жестким требованиям.

Приведены методология и результаты испытаний обжимных соединений арматуры. Результаты комплексных экспериментально-теоретических исследований обжимных соединений позволили разработать ряд нормативных документов.

Технология стыковки арматуры опрессовкой муфт применялась на множестве строительных объектов, в том числе и в сейсмических районах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: соединения арматурных стержней, соединение внахлест, сварное соединение, механическое муфтовое соединение, механическое обжимное соединение, Спрут-Украина

ВИКОРИСТАННЯ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ МЕХАНІЧНОГО СТИКУВАННЯ АРМАТУРИ В УКРАЇНІ

АНОТАЦІЯ

Представлена проблематика стикування арматури внапустку і за допомогою зварювання, а також альтернативний і більш технологічний спосіб її вирішення – стикування за допомогою опресованих з'єднувальних муфт.

З'єднання внапустку зарекомендували себе в конструкціях з невеликими номінальними діаметрами арматури, низькою її межею плинності

і висотою будівель до 15 поверхів.

Метод стикування за допомогою зварювання є більш універсальним, але його використання тягне за собою здорожчання і ускладнення ходу виконання робіт зі зведення конструкцій. Якість виконання зварних з'єднань залежить від багатьох факторів і пов'язана з існуючою проблематикою процесу виконання зварних з'єднань.

Аналіз світової практики будівництва показує існування більш надійного, технологічного і ефективного методу з'єднання арматури – за допомогою з'єднувальних муфт (механічне муфтове з'єднання).

В статті викладено успішний закордонний досвід використання механічних з'єднань арматури в США, Японії, Китаї, Казахстані, ОАЕ і багатьох інших країнах.

Необхідно відзначити, що з введенням в дію ДБН В 2.6-98 і ДСТУ Б В.2.6-156, нормативно допустимими методами з'єднання арматурних стрижнів в Україні є з'єднання внапустку, зварні з'єднання і механічні з'єднання.

Проаналізовані і систематизовані основні технічні вимоги до з'єднань арматури, а також обґрунтовані основні переваги механічних з'єднань. Аналіз закордонних і вітчизняних нормативних документів показав, що в Україні механічні з'єднання повинні задовольняти більш жорстким вимогам.

Приведені методологія і результати випробувань опресованих з'єднань. Результати комплексних експериментально-теоретичних досліджень опресованих з'єднань дозволили розробити ряд нормативних документів.

Технологія стикування арматури опресуванням муфт застосовувалась на безлічі будівельних об'єктів, в тому числі і в сейсмічних районах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: з'єднання арматурних стрижнів, з'єднання внапустку, зварне з'єднання, механічне муфтове з'єднання, механічне опресоване з'єднання, Спрут-Україна

USE OF AN INTERNATIONAL EXPERIENCE OF MECHANICAL REINFORCEMENT BARS SPLICING IN UKRAINE

ANNOTATION

The problematic of reinforcement bars splicing by overlap tying and by the way of welding is described, as well as alternative splicing by the mechanical compression couplers as a way of its solution.

Lap splicing showed good results in structures with small nominal dimensions of steel bars, low rate yield strength and in buildings not higher than 15 floors.

Welding is the more flexible method of steel bars splicing but its use brings to rising costs and complicity of construction work. The quality of welded splices depends on many factors mainly on the existing problems in welding process.

The analysis of world construction practice shows a more reliable, technological and effective way of splicing reinforcement bars it means the use of connecting couplers i.e. mechanical rebar coupling.

Successful international experience of applying mechanical steel bars splicing in USA, Japan, China, Kazakhstan, UAE, etc. is described.

It must be noted that with the advance of the enactment of DBN V 2.6-98 and DSTU B V.2.6-156, standard acceptable methods of steel bars splicing in Ukraine are lap splicing, welded connections and mechanical splicing.

General technical requirements of the connections of reinforcement were analyzed and systematized, as well as general advantages of mechanical splices were proved.

Analysis of international and native regulations showed that in Ukraine it should be taken more strict requirements for mechanical splices.

Methodology and test results of mechanical splices were covered. A number of regulation documents were developed as a result of large scale theoretical and experimental research of mechanical connections.

The technology of coupling of reinforcement bars was applied at many construction projects as well as in seismic regions.

KEY WORDS: reinforcement bars connections, lap splicing, welded splice, mechanical coupler connection, mechanical swage connection, Sprut-Ukraine

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении многих лет соединения арматурных стержней внахлест и с помощью сварки считались эффективными и экономичными методами стыковки.

Стыковка внахлест подразумевает под собой соединение арматуры вязальной проволокой, когда усилие от одного арматурного стержня к другому передается за счет сил сцепления с окружающим бетоном. Данный метод стыковки зарекомендовал себя в конструкциях с небольшими номинальными диаметрами арматуры, низким их пределом текучести и высотой зданий до 15 этажей [1]. Однако при данном методе стыковки появляется эксцентриситет передачи усилий между арматурными стержнями, усложняется процесс бетонирования конструкции, возникает перерасход арматуры за счет перепуска стержней и в ряде случаев возникает необходимость в установке дополнительного поперечного армирования в зоне стыковки. Но главным недостатком стыковки внахлест, особенно при ее использовании в сейсмически опасных регионах, является зависимость прочности стыка от прочности окружающего стык бетона. Именно поэтому, в зонах с повышенной сейсмичностью, существуют ограничения по использованию стыковки арматуры внахлест.

Метод стыковки с помощью сварки является более универсальным, но его применение влечет за собой удорожание и усложнение хода выполнения работ по возведению конструкций [2]. Качество выполнения сварных соединений зависит от множества факторов и связано с существующей проблематикой процесса выполнения сварных соединений. Нестабильность химических свойств стали влияет на свариваемость арматурных стержней и строительным компаниям все сложнее находить высококвалифицированных сварщиков. Помимо этого, существенным недостатком данного метода является большая трудоемкость работ по стыковке и контролю качества выполненных соединений. Общеизвестно, что сварное соединение, как способ равнопрочного стыкования строительной арматуры не имеет перспектив [3].

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Международный опыт строительства показывает, что при быстрорастущих объемах применения монолитного железобетона современные здания нередко превышают 100 этажей и более. Среди них стоит отметить такие небоскребы как Burj Khalifa (828 м., Дубай, ОАЭ), Shanghai Tower (632 м., Шанхай, КНР), Abraj Al Bait (601 м., Мекка, Саудовская Аравия), Ping An International Finance Center (599 м., Шеньчжень, КНР), Lotte World Tower (555 м., Сеул, Южная Корея), Freedom Tower (541 м., Нью-Йорк, США), CTF Finance Centre (530 м., Гуанчжоу, КНР), Taipei 101 (509,2 м., Тайбэй, Тайвань) и другие. И в таких условиях приоритетным при выборе технологии возведения арматурных каркасов является не стоимость их изготовления, а эксплуатационная безопасность сооружения в течение всего проектного срока службы.

В качестве рабочей арматуры несущих конструкций таких зданий используются стержни диаметром от 25 мм и более. Использование высокопрочного бетона позволяет уменьшить длину перепуска стержней при стыковке внахлест, но не добавляет надежности конструкции, так как с увеличением прочности бетона возрастают и силы его растрескивания.

Многочисленные исследования в области соединения арматуры внахлест показали, что при стыковке арматуры больших диаметров (от 40 мм) сила их сцепления с бетоном настолько велика, что может привести к раскалыванию бетона и, как следствие, разрушению конструкции. В свою очередь результаты исследований нашли отражение в нормативном документе ACI 318-14 [4]. Согласно п.25.5.1.1 ACI 318-14 соединение внахлест запрещено для стыковки арматуры диаметром более 40 мм, воспринимающей в процессе эксплуатации как сжатые, так и растягивающие напряжения в конструкции. Данный подход ото-

бражен и в украинских нормативных документах. Так, согласно п.7.3.4.4 ДСТУ Б В.2.6-156 [5], стержни больших диаметров (более 32 мм), как правило, не должны соединяться внахлест, что связано с большими силами растрескивания бетона. А согласно п.7.6.11 и п.7.7.8 ДБН В.1.1-12 [6] и вовсе запрещается использование соединений внахлест при возведении конструкции в районах с сейсмичностью 6 баллов и более, при диаметре стержней арматуры и арматурных каркасов более 22 мм.

Наличие присущих сварным соединениям и соединениям внахлест недостатков, а также проектирование современных, конструктивно более сложных зданий и сооружений заставляет проектировщиков рассматривать альтернативные способы стыковки арматуры.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Анализ мировой практики строительства показывает существование более надежного, технологичного и эффективного метода стыковки арматуры — с помощью соединительных муфт (механическое муфтовое соединение) [7]. Большинство подобных соединений состоят из муфты, выравнивающей и удерживающей арматуру в необходимом положении. Механическое соединение арматурных стержней осуществляется при помощи резьбовых муфт, обжимных, винтовых, болтовых, комбинированных и муфт заполненных расплавленным металлом, цементным тестом или клеевыми составами [8]. Этот метод лишен недостатков, присущих методам сварки и нахлеста, что подтверждается многочисленными лабораторными испытаниями муфтовых соединений и практическим их применением при строительстве объектов повышенной ответственности (АЭС, ТЭС и т.д.), высотных зданий, мостов, тоннелей, т.е. конструкций, воспринимающих не только статические нагрузки, но и знакопеременные (динамические). Эта технология успешно применяется во многих странах мира. Среди них США, Япония, Китай, Казахстан, ОАЭ, Россия и многие другие. Механические соединения применялись при строительстве небоскреба Burj Khalifa (Дубай, ОАЭ), башен Petronas Twin Towers (Куала-Лумпур, Малайзия), плотины Масagua Dam (Венесуэлла), Белоярской АЭС (Россия), гидроэлектростанции Sendje (Экваториальная Гвинея) и многих других объектов (рис. 1 – 4).

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

С введением в действие ДБН В.2.6-98 [9] и ДСТУ Б В.2.6-156 [5], нормативно допустимыми методами соединения арматурных стержней в Украине являются соединения внахлест, сварные соединения и механические соединения, обеспечивающие передачу нагрузки при растяжении-сжатии или только при сжатии.

Рисунок 1 – Burj Khalifa (ОАЭ)

И здесь стоит обратить внимание на технические требования, предъявляемые к механическим и сварным соединениям арматуры. Требования к соединениям внахлест отсутствуют, так как прочность основана на совместной работе с бетоном.

Требование п.2.14 ДСТУ Б В.2.6-168 [10] к сварным соединениям арматуры при испытаниях на растяжение представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значение R , Н/мм ²	$C \geq C / \sigma_B$
$R \leq 39$	$C \geq 0,90 \sigma_B$
$39 \leq R \leq 78$	$C \geq 0,95 \sigma_B$
$78 \leq R \leq 118$	$C \geq \sigma_B$

где R – размах значений предела прочности сварных соединений; C – среднее значение предела прочности сварных соединений; σ_B – характеристическое значение временного сопротивления арматуры по ДСТУ 3760 [11].

Из данного требования можно сделать вывод, что нормативно допускается снижение прочности сварного соединения до 10% по сравнению с характеристическим значением временного сопротивления арматуры. Данное смягчение требований с учетом недостатков, о которых упоми-

Рисунок 2 – Плотина Масagua Dam (Венесуэлла)

Рисунок 3 – Белоярская АЭС (Россия)

Рисунок 4 – Petronas Twin Towers (Малайзия)

налось ранее, не добавляет надежности конструкции.

Требования п.18.2.7.1 ACI-318 к механическим соединениям при испытаниях на растяжение представлены в таблице 2.

Таблица 2

Тип 1	Тип 2
$C \geq 1,25 f_y$	$C \geq f_s$

где C – предел прочности механического соединения; f_y – характеристическое значение предела текучести арматуры; f_s – характеристическое значение временного сопротивления арматуры.

Требования к механическим соединениям арматуры при испытаниях на растяжение в Украине [12, 13] представлены в таблице 3.

Таблица 2

$C \geq \sigma_s$;	$\Delta \leq 0,1 \text{ мм}$;	$\delta_p \geq 2\%$;
---------------------	--------------------------------	-----------------------

где C – предел прочности механического соединения; σ_s – характеристическое значение временного сопротивления арматуры по ДСТУ 3760 [11]; Δ – деформативность соединения; δ_p – равномерное относительное удлинение соединения после испытания на растяжение.

Анализ международных и отечественных нормативных документов показал, что в Украине механические соединения должны удовлетворять более жестким требованиям.

Среди всех типов муфтовых соединений на территории Украины наибольшую популярность из-за своей простоты выполнения и удобства контроля качества, технологичности и экономичности, обрел метод стыковки арматуры путем обжатия соединительных муфт. Суть метода состоит в обжатии металлической муфты, напоминающей по форме цилиндр, которая одевается на арматурные стержни (рис. 5 и рис. 6).

Рисунок 5 – Механическое соединение арматуры диаметром 28 мм, выполненное путем обжатия соединительной муфты

Рисунок 6 – Процесс монтажа обжимных соединений Спрут

Механические обжимные соединения обеспечивают для строителей следующие преимущества:

- улучшенная прочность конструкции. Механические соединения обеспечивают соосность действия нагрузок независимо от состояния или наличия бетона. Надежность в зоне возможной деформации гарантирована, так как данные соединения при растяжении равнопрочны цельной арматуре ($C \geq \sigma_B$). В сейсмических зонах механические соединения сохраняют структурную целостность, даже когда напряжение стержней находится за пределами области упругих деформаций;
- стабильное качество соединений, не зависящее от квалификации персонала и окружающей среды;
- устойчивость к динамическим нагрузкам при техногенных или природных явлениях;
- снижение перенасыщенности конструкции арматурой по сравнению со стыковкой арматуры внахлест;
- уменьшение сроков монтажа арматурных каркасов.

К недостаткам обжимных соединений можно отнести ограничения при стыковке густо расположенных арматурных стержней, вызванные габаритными размерами оборудования, а также невозможностью соединения гладкой арматуры (арматуры без поперечных выступов).

Начиная с 2007 года, компания Спрут-Украина, совместно со специалистами НИИСК и НИИСП разработала, внедрила и активно расширяет возможности применения в железобетонных конструкциях технологии стыковки арматурных стержней диаметром от 16 до 40 мм классов А400С и А500С, согласно ДСТУ 3760 [11], методом обжатия соединительных муфт.

Обжатие осуществляется при помощи переносного гидравлического инструмента, состоящего из насосной станции, обжимного пресса и сменных штампов для каждого типоразмера муфты. Отличительной особенностью техно-

гии является тот факт, что муфта после обжатия образует шестигранник. По мнению западных специалистов именно данная форма обжатия обеспечивает полное прилегание муфты к арматуре, образуя единый цельный элемент.

Стоит отметить, что на этапе внедрения технологии были проведены ряд испытаний обжимных муфтовых соединений в профильных организациях (НИИСК, Академия строительства Украины). Методики испытаний отвечали требованиям как украинских (ГОСТ 12004 [14], ДСТУ Б В.2.6- 168 [10]), так и международных (ISO 15835 [15]) нормативных документов. Схема и результаты испытаний механических обжимных соединений приведены на рис. 7 и рис. 8.

Рисунок 7 – Схема испытаний механических обжимных соединений

$$L_{\delta} = l + 2d_n$$

где l – длина муфты; L_{δ} – база измерения деформативности; d_n – номинальный диаметр соединяемого стержня.

Испытания обжимных соединений показали, что разрушение всех образцов происходило по основному металлу одного из соединяемых стержней, при этом предел прочности соединений S во всех случаях превышал характеристическое значение временного сопротивления арматурного проката соответствующего класса, т.е. соединение вело себя как цельный арматурный стержень.

Рисунок 8 – Характер разрушения механических обжимных соединений

Рисунок 9 – Carnegie Center» (г. Киев)

Деформативность соединений Δ не превышала значения 0,01 мм.

Следует отметить, что все преимущества новой технологии стыковки арматуры уже на практике оценили ведущие строительные фирмы Украины.

Технология стыковки арматуры опрессовкой муфт применялась на множестве строительных объектов, в том числе и в сейсмических районах. Примеры некоторых из них приведены на рис. 9 – 12.

ВЫВОДЫ

Результаты комплексных экспериментально-теоретических исследований обжимных соединений позволили специалистам компании «Спрут-Украина» и НИИСП разработать технические условия на способ соединения – ТУ У В.2.8-45.2-35641811-001:2008 [12], технические условия на муфты – ТУ У В.2.7-45.2-35641811-002:2008 [16] и методические рекомендации по механическому соединению арматурных стержней опрессовыванием муфт [17]. Эти документы содержат всю необходимую информацию для проектирования и контроля выполнения соединений арматуры опрессовкой соединительных муфт.

Рисунок 10 – ЖК «Diamond Hill» (г. Киев)

Рисунок 11 – Международный аэропорт «Львов» (г. Львов)

Рисунок 12 – Отельный комплекс «Swissotel Odessa» (г. Одесса)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hurd M. K. Mechanical vs. lap splicing. 1998. 4 p. URL: http://www.concreteconstruction.net/_view-object?id=00000153-8c4e-dbf3-a177-9c7f8a4e0000
2. Борецкая Н.С. К проблеме стыкования арматурных стержней при строительстве из монолитного железобетона. 2017. 5 с. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ntab_2017_1_10.pdf
3. Анализ мирового опыта механического соединения стержневой арматуры встык опрессовкой муфты (Repair Splicing System). URL: <http://www.enerprom.ru/qa/111.html>
4. Building code requirements for structural concrete and commentary: ACI 318-14. Farmington hills: American concrete institute, 2014. 524 p.
5. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ Б В.2.6-156:2010. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.
6. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 110 с.
7. Нестеренко Ю.О. Механическое соединение арматуры, как альтернатива общепринятым методам стыковки. URL: <http://sprut-ukraina.com.ua/articles/mechanicheskoe-soedinenie-armatury-kak-alternativa-obshchepriinyatym-metodam-stykovki.html>
8. Климович І.М. Робота з'єднань арматури залізобетонних конструкцій для

будівництва в сейсмічних районах: дис. на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук / Київ, 2012. 167 с.

9. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. К.: Мінрегіон України, 2011. 71 с.
10. Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматурні і закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ГОСТ 10922-90, MOD): ДСТУ Б В.2.6-168:2011. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 39 с.
11. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991, NEQ): ДСТУ 3760:2006. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 18с.
12. Механічні з'єднання арматурних стрижнів опресовуванням муфт. Технічні умови: ТУ У В.2.8-45.2-35641811-001:2008. К.: НДІБВ, ТОВ „Спрут-Україна”, 2008. 14с.
13. Настанова з застосування механічних муфтових з'єднань арматури з конічною різьбою при проектуванні і виготовленні залізобетонних конструкцій: ДСТУ-Н Б В.2.6-155:2010. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 35 с.
14. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение: ГОСТ 12004-81. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1982. с. 15.
15. Steels for the reinforcement of concrete. Reinforcement couplers for mechanical splices of bars. Part 2: Test methods: ISO 15835-2:2009. Geneva: ISO, 2009. 12 p.
16. Муфти з'єднувальні для арматурних стрижнів. Технічні умови: ТУ У В.2.7-45.2-35641811-002:2008. К.: НДІБВ, ТОВ „Спрут-Україна”, 2008. 13 с.
17. Методичні рекомендації із механічного з'єднання арматурних стрижнів опресовуванням муфт. К.: НДІБВ, ТОВ „Спрут-Україна”, 2008. 20 с.

REFERENCES

1. Hurd, M. K. (1998). Mechanical vs. lap splicing. Retrieved from http://www.concreteconstruction.net/_view-object?id=00000153-8c4e-dbf3-a177-9c7f8a4e0000
2. Boretskaia, N. (2017). To the problem of joining reinforcing bars during the construction of monolithic reinforced concrete. Retrieved from http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ntab_2017_1_10.pdf
3. Analysis of the world experience of the mechanical jointing of the bar reinforcement

by coupling butt-pressing (Repair Splicing System). Retrieved from <http://www.enerprom.ru/qa/111.html>

4. Building code requirements for structural concrete and commentary (ACI 318-14). Farmington Hills, Michigan, USA: American Concrete Institute. (2014).
5. Buildings and facilities structures. Concrete and reinforced concrete structures. Design rules: DSTU B V.2.6-156:2010 (2011).
6. Construction in seismic regions of Ukraine: DBN V.1.1-12:2014. (2014).
7. Nesterenko, Y. Mechanical connection of reinforcement as an alternative to conventional jointing methods. Retrieved from <http://sprut-ukraine.com.ua/articles/mechanicheskoe-soedinenie-armatury-kak-alternativa-obsheprinyatym-metodam-stykovki.html>
8. Klymovych, I. (2012). Work of joints of reinforcement of reinforced concrete structures for construction in seismic areas. (PhD Thesis, Engineering). Kyiv, Ukraine.
9. Buildings and facilities structures. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions: DBN V.2.6-98:2009. (2011).
10. Welded and embedded elements, welded reinforcing connections and embedded elements for reinforced concrete structures. General Technical Specification: DSTU B V.2.6-168:2011 (GOST 10922-90, MOD). (2012).
11. Reinforcing rod for reinforced concrete structures. General specification: DSTU 3760:2006 (ISO 6935-2:1991, NEQ). (2007).
12. Mechanical joints of reinforcing rods with couplings crimping. Specifications: TU U V.2.8-45.2-35641811-001:2008. (2008).
13. Guidance on the use of mechanical coupling connections with conical thread in the design and manufacture of reinforced concrete structures: DSTU-N B V.2.6-155:2010. (2011).
14. Reinforcing steel. Tensile Test Methods: GOST 12004-81. (1983).
15. Steels for the reinforcement of concrete. Reinforcement couplers for mechanical splices of bars. Part 2: Test methods: ISO 15835-2:2009. (2009).
16. Coupling connections for reinforcement bars. Specifications: TU U V.2.7-45.2-35641811-002:2008. (2008).
17. LLC SPRUT-UKRAINE. Methodical recommendations on the mechanical connection of reinforcement rods by connections crimping. (2008). Kyiv: State "Research institute of building production named of V.S. Balitsky" (NDIBV).

Статья поступила в редакцию 14.02.2020 года