



## АВТОРЫ



**БОРЕЦКАЯ Н.С.**  
Младший научный  
сотрудник,  
ГП „Государственный  
научно-исследова-  
тельский институт  
строительных  
конструкций”



**ЖАРКО Л.А.**  
Канд. техн. наук,  
заведующая отделом,  
ГП „Государственный  
научно-исследова-  
тельский институт  
строительных  
конструкций”

# К ПРОБЛЕМЕ СТЫКОВАНИЯ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 624.078.4

## АННОТАЦИЯ

*Представлен вопрос стыкования арматурных стержней с помощью муфт с конической резьбой Lenton.*

*The question presented splicing reinforcing bars using couplers with conical thread Lenton.*

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

стыкования арматурных стержней, сварное соединение, муфты с конической резьбой Lenton

На протяжении многих лет проблема стыкования арматурных стержней на строительной площадке отсутствовала, так как преобладающим методом строительства было возведение зданий из сборного железобетона. Но в последнее десятилетие, в связи с активным строительством зданий и сооружений из монолитного железобетона и переходом строителей

на применение термомеханически упрочненного арматурного проката класса А500С согласно [1], эта проблема стала актуальной.

Действующие в Украине нормативные документы по проектированию железобетонных конструкций [2, 3], в том числе и для сейсмических районов [4], для стыкования арматуры железобетонных конструкций допускают метод сварки и соединение внахлест без сварки. Но как показывает практика, такие соединения имеют ряд существенных недостатков.

Сварное соединение неизбежно влечет за собой удорожание и усложняет ход выполнения работ за счет трудоемкости. Для создания таких соединений требуется привлечение высококвалифицированных сварщиков. Кроме того, существует сложность контроля качества выполнения сварных швов. В совокупности все эти составляющие приводят к существенному увеличению трудозатрат и себестоимости изготовления металлических каркасов железобетонных конструкций.

Более простым и распространенным соединением арматурных стержней считается соединение внахлест без использования сварки. Но серьезным недостатком этого метода считается перерасход арматуры за счет перепуска арматурных стержней. Кроме того, в зоне нахлестки возникает необходимость дополнительно-



го поперечного армирования, что приводит к затруднению бетонных работ в зоне густоармированных конструкций. Нужно отметить тот факт, что при соединении арматуры внахлест передача усилий с одного стержня на другой осуществляется через окружающий стык бетон. Разрушение защитного слоя бетона в зоне нахлестки может впоследствии привести к полному разрушению конструкции.

В мировой практике накоплен значительный опыт по стыкованию арматурных стержней периодического профиля с помощью соединительных элементов – муфт. Наиболее перспективной системой стыкования арматурных стержней является система с муфтами на конической резьбе. Эта технология использовалась при строительстве башни «Меркурий» (рис. 1, а-в) и башни «Федерация» (рис. 1, г) делового центра «Москва Сити», четвертое транспортное кольцо автомобильной развязки в Москве, Нововоронежской АЭС, хранилища сухих отходов ядерного топлива в Красноярском крае, вантовых мостов «Восточный Босфор» (рис. 1, д-ж) и «Золотой рог» во Владивостоке (Россия), башни «Бурдж Халифа» (ОАЭ) (рис. 1, з), высотного комплекса «Петронас» (Малайзия) (рис. 1, к), многофункционального высотного комплекса «Z-towers» (рис. 1, л) и латвийской национальной библиотеки в Риге (Латвия), стадиона «Альянс арена» в Мюнхене (Германия), «Олимпийского стадиона» в Афинах

(Греция), АЭС «Олкилуото» (Финляндия).

Начиная с 2008 года в Украине активно внедряется технология стыкования арматурных стержней с помощью муфт с конической резьбой Lenton производства американской компании Eгiсо. В системе Lenton муфта имеет внутреннюю коническую резьбу, а соединяемые арматурные стержни – коничес-



**Рис.1.** Примеры использования технологии стыкования арматурных стержней муфтами с конической резьбой Lenton.





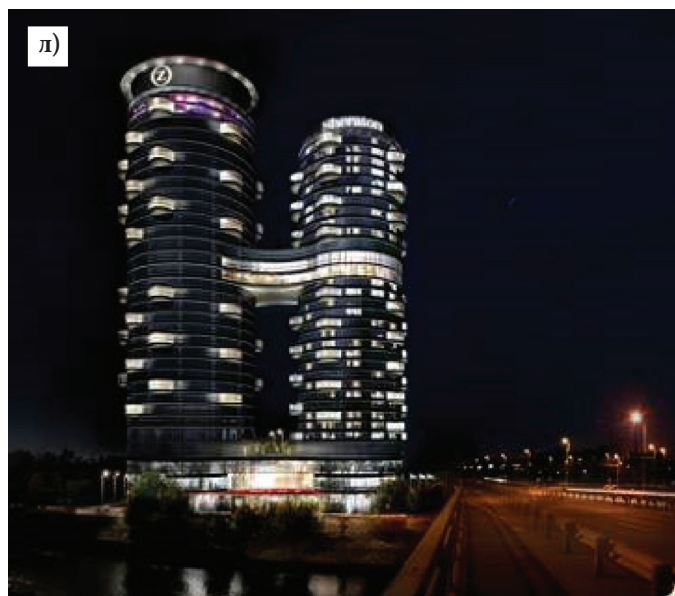
кую резьбу на концах. Такое соединение обеспечивает быстрое соединение, самоцентрирование и отсутствие возможных повреждений при стыковании резьбы. При нанесении конической резьбы равномерно срезаются все слои термомеханически упрочненной арматуры, что и обеспечивает равномерное распределение напряжений в зоне нанесения резьбы на арматуре.

В ГП НИИСК проводился ряд испытаний механических соединений арматуры класса А400С и А500С с конической резьбой муфтами Lenton. Испытаниям подвергались соединения со стандартной муфтой А12 (предназначена для соединения стержней одинакового диаметра, когда один из стыкуемых стержней может свободно вращаться, причем его перемещение в осевом направлении не ограничено (рис. 2, а, б)) и позиционной муфтой Р13 (предназначена для соединения стержней одинакового диаметра, когда ни один из стыкуемых стержней не может свободно вращаться, при этом перемещение в осе-

вом направлении присоединяемого стержня ограничено (рис. 2, в, г)).

В связи с отсутствием в Украине на момент испытаний нормативных документов на механические соединения арматуры исследования при статическом растяжении проводились согласно ГОСТ 12004 [5], но с учетом специфики соединений. Критериями оценки были приняты предел прочности и деформативность соединений [6, 7]. За деформативность при растяжении  $\Delta$  была принята величина пластической составляющей деформации соединения в миллиметрах при напряжении, равном условной границе упругости соединения, то есть  $0,6\sigma_{0,2}$  ( $0,6\sigma_{0,2}$  – предел текучести арматуры соединений). Максимальное значение деформативности не должно превышать значения  $\Delta=0,1$  мм.

Загружение образцов осуществлялось на испытательных машинах ZD-40 и ZDM-200Pu (рис.3). Деформативность соединений измерялась с помощью индикаторов часового типа ИЧ-10 с ценой деле-



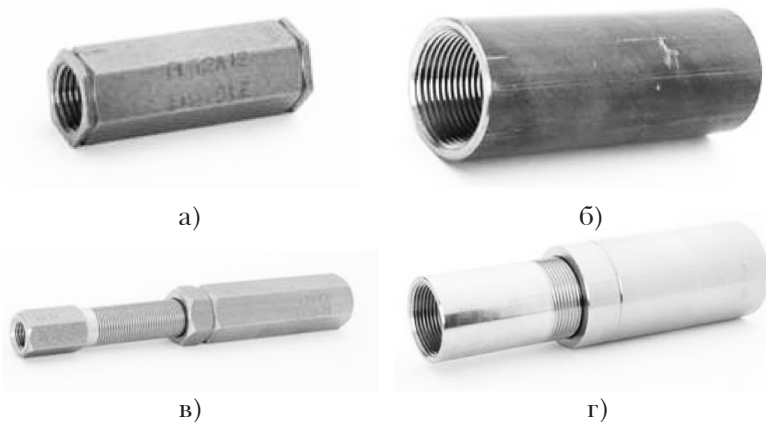


Рис.2. Соединительные муфты Lenton.

ния 0,01 мм, установленных на базе.

Для всех испытанных образцов соединений характерным является разрыв основного металла одного из арматурных стержней и срез резьбы на арматурном стержне с последующим его выдергиванием из соединительной муфты. Во всех случаях предел прочности соединения превышал браковочное значение временного сопротивления арматурного проката. Деформативность соединений не превышала значения 0,1 мм.

По результатам исследований можно сделать вывод, что за прочностными и деформационными характеристиками механические соединения арматуры с конической резьбой муфтами Lenton удовлетворяют требованиям как отечественного нормативного документа [8], так и требованиям зарубежных нормативных документов к механическим муфтовым соединениям арматуры [6, 9].

По результатам испытаний специалистами ГП НИИСК был разработан "Висновок науково-технічної експертизи щодо підтвердження придатності для застосування в будівництві з'єднань арматурної сталі з конічною різьбою муфтами Lenton".

Спустя некоторое время под руководством Ю.А. Климова, с учетом предложений и замечаний научных работников ГП НИИСК, ГосдорНИИ, НТУ, ЗАО «Гипроцивільпромбуд», УкрНИИПБ МЧС Украины, был разработан и получил позитивный вывод государственной экспертизы и заключение НТС Минрегионстроя Украины проект национального стандарта Украины. В результате проведенной работы, строительная отрасль Украины получила национальный стандарт ДСТУ-Н Б В.2.6-155:2010 «Руководство по применению муфтовых соединений арматуры с конической резьбой при проектировании и изготовлении железобетонных конструкций» [10]. Этот стандарт был принят и введен в действие приказом Министерства регионального развития и строительства Украины от 28 декабря 2010 года № 563.

На сегодняшний день технология механического соединения арматуры муфтами с конической резьбой Lenton имеет широкое применение и на нашем строительном рынке. Так, механическое соединение Lenton

используется при выполнении ряда конструкций (соединение арматурных стержней и сталежелезобетонных колонн, соединение арматуры железобетонных балок жесткости с металлоконструкциями сталежелезобетонных колонн, при армировании плит перекрытий и т.д.) строительства самого высокого здания в Украине – бизнес-центра "Sky towers" в городе Киев.

Помимо соответствия механических свойств соединений муфтами Lenton требованиям отечественных и зарубежных норм, внедрение соединения арматуры технологией Lenton позволяет значительно сократить сроки строительства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ISO 6935-2:1991, NEQ) : ДСТУ 3760:2006. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с. – (Національний стандарт України).
2. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинні від 2011-07-01]. – К. : Мін-регіон України, 2011. – 71 с. – (Будівельні норми України).



Рис.3. Общий вид испытаний механических соединений арматуры диаметром 12 мм с конической резьбой муфтами Lenton на разрывной машине ZD-40.





3. Рекомендации по применению арматурного проката по ДСТУ 3760-98 при проектировании и изготовлении железобетонных конструкций без предварительного напряжения арматуры. – К. : Технический комитет по стандартизации „Арматура для железобетонных конструкций”, 2002. – 39 с.
4. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12:2006. – [Чинні від 2007-01-02]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 84 с. - (Будівельні норми України).
5. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение : ГОСТ 12004-81. – [Дата введения 1983-07-01]. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам, 1982. – с. 15. – (Государственный стандарт СССР).
6. Steels for the reinforcement of concrete – Reinforcement couplers for mechanical splices of bars – Part 1: Requirements (final draft) : ISO/FDIS 15835-1:2008(E). – Geneva : ISO, 2008. – 20 p. – (International Standard).
7. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung : Mechanische Verbindung und Verankerung von Betonstabstahl BSt 500S mittels Schraubmuffen Nenndurchmesser: 12 bis 40 mm „System LENTON” : Z-1.5-200. – [Zeitpunkt der einf 2005-01-12]. – Berlin : Deutsches Institut für Bautechnik, 2009. – 22 s. – (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung).
8. 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. – [Чинний від 2012-12-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 39 с. – (Національний стандарт України).
9. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary : ACI 318-05 (ACI 318-05R). – [Date of introduction 2005-08]. – Farmington Hills : American Concrete Institute, 2005. – 430 p. – (ACI Standard).
10. Настанова з застосування механічних муфтових з`єднань арматури з конічною різью при проектуванні і виготовленні залізобетонних конструкцій : ДСТУ–Н Б В.2.6-155:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 35 с. – (Національний стандарт України).

## REFERENCES

1. Prokat armaturnyi dlya zalizobetonnykh konstruktzii. Zagalni tekhnichni umovu [Reinforcing rod for reinforced concrete structures. General specification (ISO 6935-2:1991, NEQ)]. (2007). DSTU 3760:2006 from 01t October 2007. – Kyiv : Derzspozyvstandart of Ukraine [in Ukrainian].
2. Konstruktzii budunkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konsrtruktzii. Osnovni polozhennya

- [Buildings and facilities structures. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions]. (2011). DBN V.2.6-98:2009 from 01t July 2011. – Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine [in Ukrainian].
3. Rekomendatzii po primeneniu armaturnogo prokata po DSTU 3760-98 pri proektirovanii i izgotovlenii zhelezobetonnykh konstruktzii bez predvaritelnoho napriazhenia armatury [Recommendations on application of reinforcing rod according to DSTU 3760-98 when designing and producing of the reinforced concrete structures without prestress of reinforcement]. (2002). – Kyiv: Technical Committee on standardization „Reinforcement for reinforced concrete structures” [in Russian].
4. Budivnutstvo u seismichnykh rajonakh Ukrainu [Construction in seismic regions of Ukraine]. (2006). DBN V.1.1-12:2006 from 02<sup>d</sup> January 2007. Kyiv : Minbud of Ukraine [in Ukrainian].
5. Stal armaturnaya. Metodu isputania na rastiazhenie [Reinforcing steel. Test methods on tension]. (1982). GOST 12004-81 from 01<sup>t</sup> July 1983. Moscow: State Committee of USSR on Standards [in Russian].
6. Steels for the reinforcement of concrete – Reinforcement couplers for mechanical splices of bars – Part 1: Requirements (final draft) : ISO/FDIS 15835-1:2008(E). – Geneva : ISO, 2008. – 20 p. – (International Standard).
7. General building approval : Mechanical connection and anchorage of reinforcing steel bars BSt 500S by means of a screw nominal diameter of sleeves: 12 to 40 mm "System LENTON" : Z-1.5-200. – [Date of introduction 2005-01-12]. – Berlin : Deutsches Institut für Bautechnik, 2009. – 22 s. – (General construction Zulassung).
8. Armaturni ta zakladni vuroby zvarni, ziednannia zvarni armaturni i zakladnyh vurobiv zalizobetonnykh konstruktzii. Zagalni tekhnichni umovu [Welded and embedded elements, welded reinforcing connections and embedded elements for reinforced concrete structures. General Technical Specification (GOST 10922-90, MOD)] DSTU B V.2.6-168:2011 from 01<sup>t</sup> Desember 2012. Kyiv: Minregionbud of Ukraine [in Ukrainian].
9. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary : ACI 318-05 (ACI 318-05R). – [Date of introduction 2005-08]. – Farmington Hills : American Concrete Institute, 2005. – 430 p. – (ACI Standard).
10. Nastanova z zastosuvannia mehanichnykh muftovuh zednan armatury z konichnoiu rissiu pry proektuvanni i vugotovlenni zalizobetonnykh konstruktziy [Manual on application of the mechanical muff connections for reinforcement with conic thread when designing and producing of the reinforced concrete structures]. (2010). DSTU–N B V.2.6-155:2010 from 01t November 2011. Kyiv: Minregionbud of Ukraine [in Ukrainian].