

УДК 666.982.24

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-4\(35\)-117-132](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-4(35)-117-132)

EDN: JPTDMT

МЕХАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ С ПРОКАТНЫМ ВИНТОВЫМ ПРОФИЛЕМ

И.Н. ТИХОНОВ¹, д-р техн. наук
А.И. ЗВЕЗДОВ², д-р техн. наук
В.П. БЛАЖКО^{1,✉}, канд. техн. наук
Г.Е. ГРИШИН¹
Г.И. ТИХОНОВ¹

¹Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», 2-я Институтская ул., д. 6, к. 5, г. Москва, 109428, Российская Федерация

²АО «НИЦ «Строительство», 2-я Институтская ул., д. 6, к. 1, г. Москва, 109428, Российская Федерация

Аннотация

Введение. В настоящее время отечественными производителями освоено производство винтовой арматуры и муфт для их соединения. Основным препятствием для применения данной арматуры в строительстве является высокая податливость в соединениях, осуществляемая с помощью винтовых муфт.

Цель: оценка податливости муфтовых соединений, усиленных клеевыми составами.

Материалы и методы. Винтовая арматура класса Ав500П, муфты, клеевые составы на основе цементного вяжущего и эпоксидной смолы. Инъектирование составов в полость муфты ручными нагнетателями, твердение составов в естественных условиях, испытания с применением разрывных машин.

Результаты. Получены технические характеристики составов по прочности, текучести, расслаиваемости, обеспечивающие прочностные и деформативные характеристики муфтовых соединений, требуемые нормами. Даны рекомендации по сборке соединений.

Выводы. Проведенные исследования позволяют осуществлять стыковку винтовой арматуры Ав500П с помощью муфт в строительстве.

Ключевые слова: муфтовые соединения, натурные испытания, прочностные свойства, деформативные свойства, технология изготовления

Для цитирования: Тихонов И.Н., Звездов А.И., Блажко В.П., Гришин Г.Е., Тихонов Г.И. Механические соединения арматуры с прокатным винтовым профилем. *Вестник НИЦ «Строительство»*. 2022;35(4);117–132. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-4\(35\)-117-132](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-4(35)-117-132)

Вклад авторов

Тихонов И.Н., Звездов А.И. – общее руководство.

Блажко В.П., Гришин Г.Е. – разработка технологии, испытание образцов, анализ результатов.

Тихонов Г.И. – испытание образцов.

Финансирование

Финансирование осуществлялось ФАУ «ФЦС».

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 01.12.2022

Поступила после рецензирования 16.12.2022

Принята к публикации 20.12.2022

MECHANICAL JOINTS IN ROLLED SCREW-THREADED REINFORCING BARS

I.N. TIKHONOV¹, Dr. Sci. (Engineering)

A.I. ZVEZDOV², Dr. Sci. (Engineering)

V.P. BLAZHKO^{1,✉}, Cand. Sci. (Engineering)

G.E. GRISHIN¹

G.I. TIKHONOV¹

¹ Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete (NIIZHB) named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 5, Moscow, 109428, Russian Federation

² JSC Research Center of Construction, 2nd Institutskaya str., 6, bld. 1, Moscow, 109428, Russian Federation

Abstract

Introduction. Russian manufacturers currently produce screw-threaded reinforcing bars (rebars) and couplers to join them. However, the application of such reinforcement in the construction industry is hindered by a high compliance in screw couplings.

Aim: to assess the compliance of coupling joints reinforced with adhesives.

Materials and methods. The study used Av500P screw-threaded rebars, couplers, as well as adhesive compounds containing a cement binder and epoxy resin. The compounds were injected into the coupling cavity by means of hand pumps, followed by their natural hardening. The tests were conducted using universal testing machines.

Results. In terms of strength, yield, and delaminatability, the compounds were found to meet the required stress-strain properties of couplers. Recommendations for assembling joints are provided.

Conclusions. The conducted studies show that Av500P screw-threaded rebars can be joined by means of couplers in construction.

Keywords: couplers, field tests, stress-strain properties, manufacturing process

For citation: Tikhonov I.N., Zvezdov A.I., Blazhko V.P., Grishin G.E., Tikhonov G.I. Mechanical joints in rolled screw-threaded reinforcing bars. *Bulletin of Science and Research Center of Construction*. 2022;35(4);117–132. (In Russ.) [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-4\(35\)-117-132](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-4(35)-117-132)

Author contribution statements

Tikhonov I.N., Zvezdov A.I. – general supervision.

Blazhko V.P., Grishin G.E. – manufacturing process development, specimen testing, and analysis of the obtained results.

Tikhonov G.I. – specimen testing.

Funding

The study was funded by FAO FCS.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 01.12.2022

Revised 16.12.2022

Accepted 20.12.2022

В последние годы ряд зарубежных производителей арматурного проката планирует увеличение производства арматуры с винтовым профилем. В частности, японская компания Kyouei Steel увеличила в полтора раза производство такой арматуры на своих предприятиях в 2020 г. до 1,2 млн т. Арматура с винтовым профилем в железобетонных конструкциях имеет ряд преимуществ по сравнению с арматурой с другими профилями в вопросах соединения между отдельными стержнями с помощью винтовых муфт. Такое соединение более экономично по сравнению со сварными и менее трудоемко, не требует дополнительных работ со специализированным оборудованием по сравнению с обжимными муфтами. Следует отметить, что характеристики арматуры с винтовым профилем более целесообразно применять на технически сложных объектах строительства.

В настоящее время ряд отечественных металлопроизводителей (Тульский металлопрокатный завод, ЕВРАЗ ЗСМК (г. Новокузнецк) начал производство арматуры с винтовым профилем. Основным препятствием для применения данной арматуры в строительстве является высокая податливость в соединениях, осуществляемая с помощью винтовых муфт. В основном зарубежные производители справились с этой задачей с помощью применения клеевых составов непосредственно на площадках строительства, меньших допусков по геометрии как арматуры, так и муфт и более высоких допусков по податливости. Исследование указанного выше вопроса в настоящее время выполнено не в полной мере, поэтому актуальность в проведении качественной и количественной оценки соединений наиболее часто применяемой арматуры класса прочности 500 Н/мм² с помощью винтовых муфт, в том числе с разными видами анкерно-клеевых составов отечественного и зарубежного производства, не утрачена до настоящего времени.

История вопроса

Для дальнейшего рассмотрения соединений арматуры с винтовым профилем в данной статье следует кратко упомянуть основные существующие виды механических соединений.

Резьбовые механические соединения – это соединения арматуры с нарезанной или накатанной на концах арматурных стержней резьбой, стыкуемой с помощью муфты, имеющей резьбу, соответствующую резьбе на арматурных стержнях (рис. 1). Резьба на арматурных



Рис. 1. Резьбовое механическое соединение
Fig. 1. Threaded joint

стержнях нарезается или накатывается на специальном оборудовании в специально оборудованном посту [1].

Данный тип соединений имеет ряд преимуществ:

- сокращение времени работ;
- не требует сварочных и вязочных работ;
- сборка не требует специального оборудования.

А также ряд недостатков:

- срезание защитного упрочненного слоя арматуры при нарезке резьбы;
- однозаходность резьбы, усложняющая или делающая невозможной сборку даже при небольшой несоосности стержней;
- необходимость защиты от механических повреждений.

Обжимные (опрессованные) механические соединения – соединение арматурных стержней посредством соединительной муфты, установленной на концы стыкуемых стержней арматуры и обжатой гидравлическим способом (рис. 2). Анкеровка концов стержней арматуры в муфте обеспечивается за счет вдавливания металла муфты между поперечными ребрами арматуры вследствие пластической деформации при обжатии [1].

Преимущества обжимных соединений:

- простота конструкции соединений;
- сокращение времени работ;
- не требует сварочных и вязочных работ.

Недостатки обжимных соединений:

- увеличение массы монтируемой конструкции;
- применение тяжелых гидравлических прессов в процессе монтажа;
- трудность выполнения соединений в условиях высокой насыщенности арматурой.

Винтовое (механическое с затяжкой) соединение – соединение арматуры со специальным винтовым периодическим профилем с помощью муфты и контргаек, имеющих резьбу, соответствующую ребрам профиля на арматурных стержнях (рис. 3) [1].

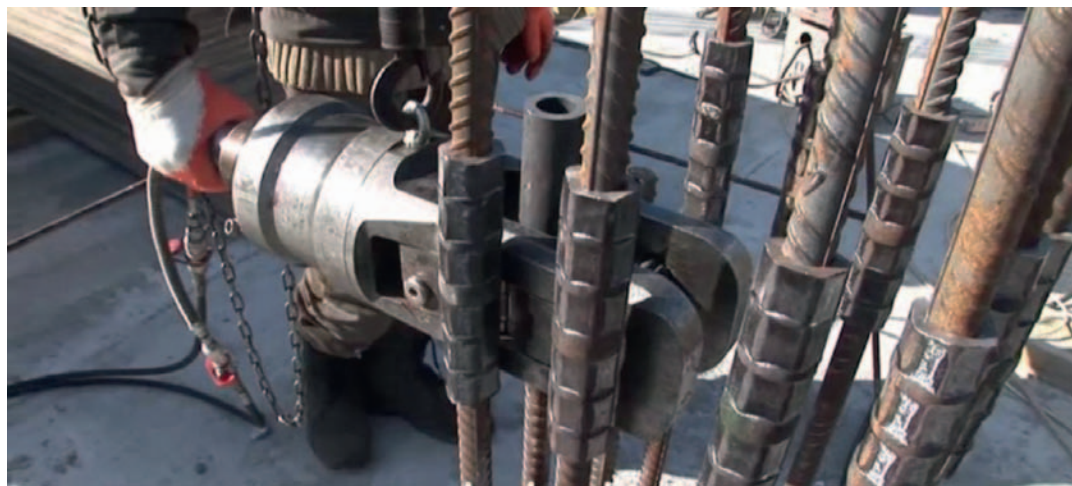


Рис. 2. Обжимное механическое соединение
Fig. 2. Compression joint

Преимущества винтовых соединений:

- сокращение времени работ;
- не требует сварочных и вязочных работ;
- сборка не требует специального оборудования;
- двухзаходная резьба позволяет вручную стыковать соединения при небольшой несомности стержней;
- отсутствие необходимости нарезки резьбы;
- высокая коррозионная стойкость из-за сохранения целостности поверхности стержня.

Недостатки винтового соединения:

- высокая цена резьбовой муфты (нивелируется наличием литых муфт);
- необходимость использовать контргайки;
- необходимость закручивать контргайки с нормативным усилием более 500 кН при помощи гидравлических ключей;
- повышенная податливость соединения [2, 3].

Резьбо-клеевое соединение – то же, что и винтовое с предварительным заполнением муфты анкерным эпоксидным или цементным составом для уменьшения податливости соединения (рис. 4).



Рис. 3. Винтовое механическое соединение
Fig. 3. Screw-threaded joint



Рис. 4. Резьбо-клеевые соединения
Fig. 4. Threaded joint locked with an adhesive

Преимущества резьбо-клеевых соединений:

- те же, что у винтового;
- дополнительная защита соединения от коррозионного воздействия;
- исключение высокой податливости винтового соединения.

Недостатки резьбо-клеевых соединений:

- уход с российского рынка производителей клеевых анкерных составов;
- повышенная цена одного соединения с клеевым анкерным составом [4].

Нормативное сопровождение

Механические соединения арматуры изготавливаются и испытываются в соответствии с ГОСТ 34278–2017 «Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций» (табл. 1). Расчет механических соединений производят по методикам приложений К и Л СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции».

Механические резьбо-клеевые соединения, испытания которых проводились в НИИЖБ, были изготовлены на Тульском металлопрокатном заводе (ТМПЗ, г. Тула) в соответствии с вышеуказанными документами, а также ТУ 24.10.62-007-83936644-2020 «Прокат арматурный винтового профиля класса Ав500П, Ав600П, и Ау500П, Ау600П с четырехрядным расположением поперечных ребер. Соединительные муфты и гайки» и СТО 36554501–068–2022 «Применение арматуры классов Ав500П, Ау500П и Ав600П, Ау600П в железобетонных конструкциях».

Испытания в НИИЖБ им. А. А. Гвоздева

Для оценки основных физико-механических характеристик и податливости винтовых муфтовых соединений изготавливались образцы из стержней арматуры винтового профиля с номинальным диаметром 20, 25 и 36 мм класса Ав500П.

Анализ российской и зарубежной нормативно-технической документации показал, что к муфтовым соединениям арматуры предъявляются требования прочности, деформативности (податливости) и пластичности. Чрезмерная податливость (сдвиг стержней в муфте) муфтовых соединений арматуры оказывает отрицательное влияние на трещиностойкость железобетонных конструкций, при этом, как правило, податливость увеличивается с увеличением диаметра

Таблица 1

Свойства механических соединений арматуры при растяжении

Table 1

Tensile properties of mechanical rebar joints

Разрывное усилие R_b , кН, не менее	Деформативность Δ , мм, не более	Равномерное относительное удлинение арматуры δ_r после разрушения соединения, %, не менее
$\sigma_b A_s$	0,1	2

Примечание: A_s – номинальная площадь поперечного сечения соединяемой арматуры по нормативным документам на ее производство; σ_b – нормативное значение временного сопротивления соединяемой арматуры по действующим нормативным документам на ее производство

Notes: A_s – nominal cross-sectional area of connected reinforcement as per manufacturing regulations; σ_b – standard ultimate strength of connected reinforcement as per current manufacturing regulations

Таблица 2

Характеристики образцов винтовых муфтовых соединений арматуры для испытаний на растяжение

Table 2

Characteristics of screw-threaded rebar coupling specimens for tensile tests

Ø арматуры, мм	Примечания	Кол-во образцов, шт.
20	С анкерно-клеевым составом	21
25	С анкерно-клеевым составом	21
36	С анкерно-клеевым составом	21



Рис. 5. Динамометрический ключ
Fig. 5. Torque wrench

соединяемой арматуры. Одним из способов уменьшения податливости муфтовых соединений является затяжка с различным моментом муфт или контргаск и применение различных составов на цементной и эпоксидной основе посредством заполнения соединительной муфты.

На основании вышесказанного и в соответствии с программой испытаний были изготовлены и испытаны образцы винтовых муфтовых соединений арматуры с вариативными факторами, указанными в табл. 2. Всего испытано 63 образца.

Образцы соединений затягивались с помощью динамометрического ключа (рис. 5).

В качестве дополнительных мер для компенсации податливости на всех диаметрах соединяемой арматуры применялись анкерно-клеевые составы разных видов. По результатам предварительных результатов испытаний для лабораторных исследований был выбран анкерно-клеевой состав на цементной основе и состав на основе эпоксидной смолы. Технология заполнения соединительной муфты принималась в соответствии с инструкциями производителей составов.

Общий вид образца, заполненного составом на цементной основе, показан на рис. 6.

Для контроля фактической прочности арматурного проката были выполнены испытания цельных стержней.

Методика испытаний винтовых муфтовых соединений арматурных образцов

В соответствии с требованиями ГОСТ 34278–2017 к муфтовым соединениям арматуры предъявляются требования при растяжении в соответствии с табл. 1.

Для определения свойств, указанных в табл. 1, образцы соединений арматуры испытывались на растяжение в соответствии с методикой ГОСТ 34227.



Рис. 6. Образец винтовых муфтовых соединений арматуры с клеевым составом на цементной основе
Fig. 6. Example of screw couplings in rebars locked with a cement-based adhesive compound

Перед испытанием арматурные стержни размечались с шагом 10 мм для определения равномерного удлинения арматуры δ_r после разрушения соединения.

В соответствии с методикой испытаний по ГОСТ 34227 перед определением разрывного усилия необходимо выполнить испытания образца на деформативность. Для этого на образцы устанавливались приборы для измерения деформативности (податливости) часового типа с ценой деления 0,01 мм. Схематично расположение измерительных приборов для определения деформативности показано на рис. 7 а. База измерения деформаций L при испытании образцов соединений принималась равной длине муфтового соединения, за которую принимается длина муфты плюс длины контргаяк, плюс расстояние, равное не менее одного диаметра и не более трех диаметров соединяемой арматуры, отложенных с каждой стороны соединения (рис. 8).

При испытаниях муфтовых соединений использовался первый способ определения деформативности по ГОСТ 34227.

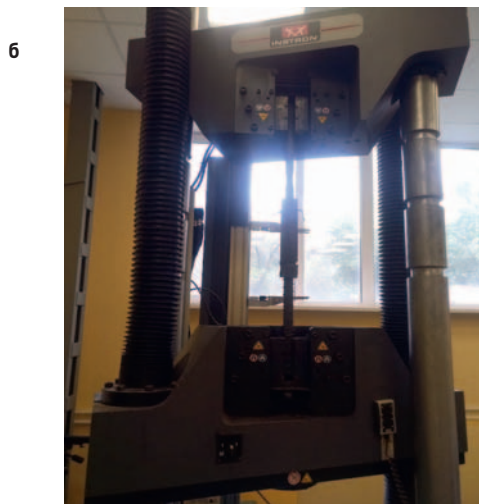
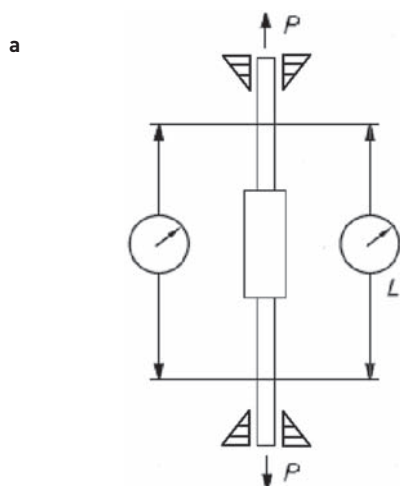


Рис. 7. Испытание образца механического соединения на деформативность при растяжении:
 а – схема расположения приборов при испытании на деформативность; б – общий вид образца в испытательной машине
Fig. 7. Tensile strain test of a mechanical joint: а – schematic layout of instruments in the strain test;
 б – general view of the specimen in the testing machine

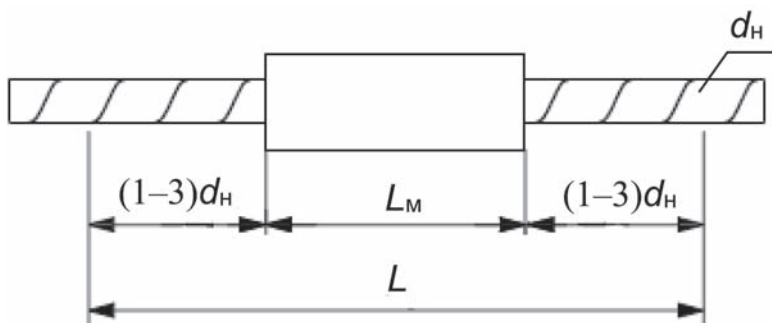


Рис. 8. База измерения деформаций
Fig. 8. Strain gauge length

После определения деформативности приборы снимали, и образец доводился до разрушения с фиксацией максимальной нагрузки.

После разрушения образца по ранее нанесенным меткам на арматурных стержнях определяли их равномерное удлинение δ_p .

Для сравнения результатов исследований были испытаны образцы целых стержней арматуры по методике ГОСТ 12004. Образцы целых стержней взвешивались с точностью до 1,0 г, была измерена их длина с точностью до 1,0 мм. По результатам взвешивания и измерения длины целых стержней определялась фактическая площадь их поперечного сечения.

Для проведения испытаний применялась испытательная гидравлическая машина Instron 1000 HDX (предельная нагрузка 1000 кН).

Результаты испытаний

Результаты испытаний образцов муфтовых соединений арматуры представлены в табл. 4. Результаты испытаний образцов целых стержней арматуры представлены в табл. 3.

Таблица 3

Механические свойства арматуры класса Av500П

Table 3

Mechanical properties of Av500P rebars

№	Диаметр стержня	Предел текучести σ_s ($\sigma_{0,02}$), Н/мм ²	Временное сопротивление σ_b , Н/мм ²	Равномерное удлинение δ_p , %
1	20	573	706	24
2	20	556	691	24
3	20	557	693	25
1	25	510	667	27
2	25	509	649	30
3	25	509	649	30
1	36	510	681	32
2	36	521	651	35
3	36	519	649	33

Таблица 4
Table 4

Результаты испытаний образцов с муфтовыми соединениями арматуры

Test results of couplings in rebars

№ образца	Характеристика образца	Диаметр соединяемых стержней, мм	Разрывное усилие, кН		Деформативность, мм		Удлинение образца в пределах базы измерений при 0,6σ _т	
			факт	Норма по ГОСТ 34278	факт	Норма по ГОСТ 34278	Δ, мм	Длина базы, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Эпоксидный состав ERX 585 S, момент затяжки 350 Нм	20	222	≥188,5	0,00	≤0,1	0,45	320
2		20	223		0,00		0,44	
3		20	226		0,00		0,40	
4		20	221		0,00		0,47	
5		20	224		0,00		32	
6		20	221		0		0,38	
1	Цементный состав Master Emaco A640, момент затяжки 350 Нм	20	223	≥188,5	0,00	≤0,1	0,41	323
2		20	222		0,00		0,43	
3		20	223		0,00		0,42	
4		20	224		0,00		0,44	
5		20	223		0,00		0,42	
6		20	222		0,00		0,45	
1	Цементный состав Master Flow, момент затяжки 350 Нм, при нормальных условиях	20	227	≥188,5	0,00	≤0,1	0,42	328
2		20	222		0,00		0,46	
3		20	226		0,00		0,42	
4		20	223		0,00		0,43	
5		20	223		0,00		0,42	
6		20	227		0,00		0,46	
1	Цементный состав Master Flow, момент затяжки 350 Нм, при -5°С	20	221	≥188,5	0,00	≤0,1	0,35	324
2		20	224		0,13		0,61	
3		20	227		0,30		0,79	

Продолжение таблицы 4
Table 4 (continued)

№ образца	Характеристика образца	Диаметр соединяемых стержней, мм	Разрывное усилие, кН		Деформативность, мм		Удлинение образца в пределах базы измерений при 0,6 σ_s	
			факт	Норма по ГОСТ 34278	факт	Норма по ГОСТ 34278	Δ , мм	Длина базы, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		25	319		0,00		0,42	
2		25	321		0,018		0,51	
3	Эпоксидный состав ERX 585 S, момент затяжки 350 Нм	25	321	$\geq 294,5$	0,008	$\leq 0,1$	0,49	325
4		25	323		0,00		0,45	
5		25	318		0,001		0,51	
6		25	323		0,00		41	
1		25	330		0,00		0,46	
2		25	322		0,06		0,51	
3	Цементный состав Master Emapo A640, момент затяжки 350 Нм	25	319	$\geq 294,5$	0,00	$\leq 0,1$	0,47	320
4		25	317		0,00		0,52	
5		25	318		0,0		0,38	
6		25	323		0,00		0,45	
1		25	320		0,12		0,61	
2		25	328		0,10		0,60	
3	Цементный состав Master Flow, момент затяжки 350 Нм, при нормальных условиях	25	327	$\geq 294,5$	0,07	$\leq 0,1$	0,57	328
4		25	322		0,15		0,65	
5		25	327		0,10		0,60	
6		25	311		0,10		0,59	
1		25	325		0,34		0,87	
2	Цементный состав Master Flow, момент затяжки 350 Нм, при -5°C	25	323	$\geq 294,5$	0,11	$\leq 0,1$	0,61	340
3		25	320		0,27		0,76	

Окончание таблицы 4
Table 4 (final part)

№ образца	Характеристика образца	Диаметр соединяемых стержней, мм	Разрывное усилие, кН		Деформативность, мм		Удлинение образца в пределах базы измерений при 0,6σ _т	
			факт	Норма по ГОСТ 34278	факт	Норма по ГОСТ 34278	Δ, мм	Длина базы, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Эпоксидный состав ERX 585 S, момент затяжки 1000 Нм	36	660	≥610,7	0,06	≤0,1	0,73	430
2		36	661		0,01		0,64	
3		36	661		0,04		0,68	
4		36	680		0,05		0,74	
5		36	661		0,01		65	
6		36	658		0,16		0,83	
1	Цементный состав Master Emapo A640, момент затяжки 1000 Нм	36	662	≥610,7	0,0	≤0,1	0,72	431
2		36	660		0,00		0,68	
3		36	683		0,00		0,65	
4		36	683		0,0		0,74	
5		36	661		0,02		0,83	
6		36	658		0,00		0,67	
1	Цементный состав Master Flow, момент затяжки 1000 Нм, при нормальных условиях	36	677	≥610,7	0,37	≤0,1	0,102	432
2		36	664		0,86		0,151	
3		36	656		0,28		0,92	
4		36	664		0,51		0,115	
5		36	657		1,22		0,188	
6		36	661		0,59		0,123	
1	Цементный состав Master Flow, момент затяжки 1000 Нм, при -5°С	36	664	≥610,7	0,62	≤0,1	0,126	433
2		36	663		1,02		0,167	
3		36	538		0,93		0,157	

Анализ результатов испытаний

Было изготовлено и испытано 63 образца различных типов соединений винтовой четырехсторонней (четырёхрядной) арматурой класса Ав500П диаметром 20, 25 и 36 мм.

Разрушение всех образцов всегда происходило по основному металлу (рис. 9).

Диаграммы растяжения образцов представлены на рис. 10.

Установлено, что момент затяжки контргаек и анкерно-клеевые составы внутри муфты не влияют на итоговую прочность соединений, так как разрушение всегда происходило по основному металлу стержней на всех диаметрах. Предел текучести наступал при тех же значениях, что и у цельных стержней (более 500 МПа) также на всех диаметрах.

Деформативность соединений значительно увеличивается по мере увеличения диаметра арматуры класса Ав500П. Муфтовые соединения арматуры диаметром 20 и 25 мм с моментом затяжки контргаек в 350 Нм имеют податливость $\leq 0,1$ мм. Соединения арматуры диаметром 25 мм удовлетворяли требованиям по деформативности ГОСТ 34278 (за исключением образцов, подвергшихся заморозке). Деформативность муфтовых соединений арматуры диаметром 36 мм также удовлетворяла требованиям по деформативности ГОСТ 34278 (кроме образцов с клеевым составом Master Flow).

Заключение и рекомендации

На основе проведенных испытаний можно заключить, что для образцов винтовой арматуры класса Ав500П диаметром 20 и 25 мм с муфтовыми соединениями достаточным условием выполнения требования по податливости ГОСТ 34278–2016 является применение анкерно-клеевых составов с затяжкой контргаек 350 Нм. Для арматуры класса Ав500П



Рис. 9. а – разрушенные образцы; б – разрез соединительной муфты испытанного образца
Fig. 9. а – destroyed specimens; б – section of the coupler in the test specimen

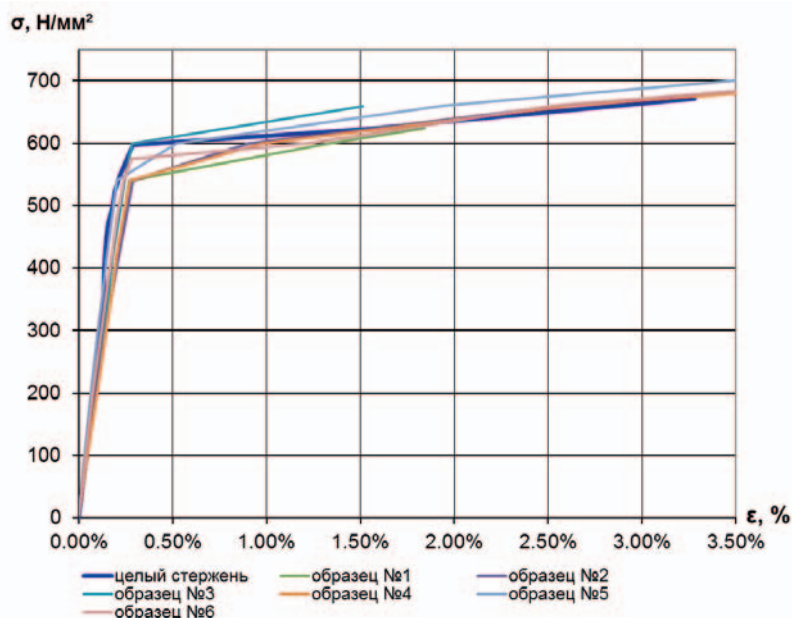


Рис. 10. Диаграммы растяжения Ø20 с клеевым составом ERX 585 S с затяжкой 350 Нм (табл. 4)
Fig. 10. Tensile test diagrams Ø20 for the ERX 585 S adhesive at a torque of 350 Nm (table 4)

диаметром 36 мм эффективным способом выполнения требований по податливости является применение анкерно-клеевых составов с затяжкой контргаск до 1000 Нм.

Прочностные (σ_v) и пластические (δ_p) свойства муфтовых соединений винтовой арматуры класса Ав500П полностью соответствуют требованиям ГОСТ 34278.

На основании проведенных исследований подготовлены рекомендации по внесению изменений в ГОСТ 34278–2016.

По результатам работы даны рекомендации по основным характеристикам минеральных составов, которые рекомендуются к применению на строительной площадке: прочность составов 62,5 МПа и выше; растекаемость по ГОСТ 34532–2019 «Цементы тампонажные. Методы испытаний» 26–28 см; отсутствие сегрегации при введении состава в полость муфты. Для нагнетания минеральных составов в полость муфтового соединения возможно применение ручных иньекторов с объемом 350 мл. В производственных условиях могут применяться героторные насосы малой производительности. Прочность состава на основе эпоксидной смолы также должна быть выше 62,5 МПа. Для нагнетания в полость муфты составов на основе эпоксидной смолы возможно использование ручного иньектора. Для эффективного заполнения полости муфты клеевым составом в стенке средней части муфты целесообразно предусмотреть отверстие диаметром 5–6 мм в зависимости от диаметра арматуры. Чтобы состав заполнял полость муфты равномерно, между торцами стыкуемых стержней целесообразно предусматривать зазор 5–6 мм.

Опытным путем установлено, что в результате использования механических соединений с анкерно-клеевыми составами возможна экономия по расходу материалов и по трудозатратам по сравнению с нахлесточными, сварными, обжимными и винтовыми нарезными фирмы Ancon.

Список литературы

1. Дьячков В.В., Климов Д.Е., Слышенков С.О. Применение механических соединений арматуры железобетонных конструкций. Москва: НИИЖБ им. А.А. Гвоздева; 2006.
2. Fédération internationale du béton. Bond of reinforcement in concrete. State-of-art report. Lausanne, Switzerland: International Federation for Structural Concrete; 2000.
3. Mayer U. Zllm Einfluss der Oberflächengestalt von Ripptnstahlen fuf das Trag – und Verformungsverhalten von Stahlbetonbauteilen [Influence of the rib pattern of ribbed reinforcement on the structural behaviour of reinforced concrete members] [dissertation]. Universitat Stuttgart; 2001. <http://doi.org/10.18419/opus-154>
4. Bompa D.V., Elghazouli A.Y. Ductility Considerations for Mechanical Reinforcement Couplers. Structures. 2017;12:115–119. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2017.08.007>
5. Матков Н.Г. Стыки арматуры растянутых и сжатых железобетонных элементов без применения сварки и их расчет с использованием диаграмм деформирования. В: Бетон на рубеже третьего тысячелетия: Материалы 1-й Всерос. конф. по проблемам бетона и железобетона, 9–14 сентября 2001 г., Москва. Кн. 2. Секционные доклады: Секции I–II. Москва: Ассоциация «Железобетон»; 2001. с. 955–963.

References

1. Dyachkov V.V., Klimov D.E., Slyshenkov S.O. Application of mechanical joints of reinforcement of reinforced concrete structures. Moscow: A.A. Gvozdev NIIZhB; 2006 (in Russian).
2. Fédération internationale du béton. Bond of reinforcement in concrete. State-of-art report. Lausanne, Switzerland: International Federation for Structural Concrete; 2000.
3. Mayer U. Zllm Einfluss der Oberflächengestalt von Ripptnstahlen fuf das Trag – und Verformungsverhalten von Stahlbetonbauteilen [Influence of the rib pattern of ribbed reinforcement on the structural behaviour of reinforced concrete members] [dissertation]. Universitat Stuttgart; 2001 (in German). <http://doi.org/10.18419/opus-154>
4. Bompa D.V., Elghazouli A.Y. Ductility Considerations for Mechanical Reinforcement Couplers. Structures. 2017;12:115–119. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2017.08.007>
5. Matkov N.G. Reinforcement joints of stretched and compressed reinforced concrete elements without welding and their calculation using deformation diagrams. In: Concrete at the turn of the Third Millennium: Materials of the 1st All-Russian Conference on Concrete and Reinforced Concrete, September 9–14, 2001, Moscow. Book 2. Sectional reports: Sections I–II. Moscow: Association “Zhelezobeton”; 2001. p. 955–963 (in Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Игорь Николаевич Тихонов, д-р техн. наук, руководитель центра № 21 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: tikhonovniizhb21@yandex.ru

Igor N. Tikhonov, Dr. Sci. (Engineering), Head of Center No. 21, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: tikhonovniizhb21@yandex.ru

Андрей Иванович Звездов, д-р техн. наук, профессор, заместитель генерального директора АО «НИЦ «Строительство» по научной работе, Москва

Andrey I. Zvezdov, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Deputy General Director for Academic Affairs, JSC Research Center of Construction, Moscow

Владимир Павлович Блажко✉, канд. техн. наук, заместитель руководителя центра № 21 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: ihtias46@mail.ru

Vladimir P. Blazhko✉, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Head, Center No. 21, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow
e-mail: ihtias46@mail.ru

Григорий Евгеньевич Гришин, инженер центра № 21 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: gegrishin95@mail.ru

Grigoriy E. Grishin, engineer, Center No. 21, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: gegrishin95@mail.ru

Георгий Игоревич Тихонов, инженер центра № 21 НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», Москва

e-mail: dwarwe1993@mail.ru

Georgiy I. Tikhonov, engineer, Center No. 21, NIIZHB named after A.A. Gvozdev, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: dwarwe1993@mail.ru

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author