https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.27.216

УДК 624.21, 624.012, 625.7/.8, 691

Бабяк І. П.[1], *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-3732-2439*
Віхоть С. І.[2], *канд. техн. наук, https://orcid.org/0000-0002-1063-2103*

[1] *Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДержДорНДІ»), м. Київ, Україна*
[2] *Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ АРМАТУРИ ПЕРІОДИЧНОГО ПРОФІЛЮ А-IIIв ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЛИТ ПРОГОНОВИХ БУДОВ МОСТІВ

Анотація

Вступ. Металева арматура А-IIIв, виготовлена з арматури А-III згідно з ГОСТ 5781 шляхом витягування, досить широко застосовувалась для плит прогонових будов мостів у період до 1991, а також і пізніше. Виникає потреба у ремонті таких прогонових будов через вичерпання їх ресурсу через значну тривалість експлуатування, пошкодження внаслідок впливу засобів ураження під час бойових дій. Часто, оптимальним варіантом ремонту таких прогонів є заміна окремої плити або плит на аналогічні, оскільки в такому разі не виникають проблеми з габаритом по висоті, обпиранням на існуючі опори тощо.

Проблематика. Переважна більшість мостів в Україні, побудованих у період 1960 – 1991 років та, значним чином, і в подальші роки, була запроєктована за типовими проєктами. У цих проєктах для армування плит прогонових будов, як правило, використовували арматуру класу А-IIIв. Цю арматуру виготовляли безпосередньо на заводах-виготовлювачах плит прогонових будов з арматури класу А-III згідно з ГОСТ 5781 шляхом витягування. Завод-виготовлювач для виконання таких робіт повинен мати відповідне обладнання, кваліфікованих фахівців, документацію, отримувати арматуру необхідної якості. Щодо документації, то в період до 1991 року така документація розроблялась централізовано і розповсюджувалась на заводи-виготовлювачі конструкцій. Після 1991 року цього не відбувається, документація часто не оновлюється, що може стати причиною не забезпечення якості конструкцій.

Мета. Проаналізувати документацію на виготовлення та застосування арматури А-IIIв для виготовлення плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до документації ВТП 21-86 (доповнення).

Дослідити арматуру А-IIIв, яку виготовляють відповідно до документації ИН 218 УССР – 026-84 безпосередньо на заводі-виготовлювачі з арматури класу А-III згідно з ГОСТ 5781 шляхом витягування для подальшого використання її для виготовлення плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до документації ВТП 21-86 (доповнення). Встановити можливість застосування арматури А-IIIв в умовах сьогодення для виготовлення плит прогонових будов довжиною 12 м відповідно до документації ВТП 21-86 (доповнення) для ремонту та будівництва мостів.

Матеріали й методи. Досліджено методологію виготовлення арматури А-IIIв. Здійснено експериментальні дослідження характеристик арматури А-III згідно з ГОСТ 5781, зокрема, геометричні розміри, границю плинності, тимчасовий опір, відносне видовження після розриву та відповідні дослідження А-IIIв, яку виготовляли відповідно до методології, наведеної у ИН 218 УССР – 026-84 з арматури класу А-III згідно з ГОСТ 5781 шляхом витягування.

Результати. Здійснено вхідний контроль арматури класу А-III згідно з ГОСТ 5781 та заготовлення арматурних елементів. За результатами визначення геометричних розмірів,

визначення якості поверхні, результатами випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-ІІІ згідно з ГОСТ 5781 встановлено, що відібрані зразки відповідають вимогам ГОСТ 5781. Всі технологічні операції щодо зміцнення арматури А-ІІІ витягуванням здійснювались відповідно до документації ИН 218 УССР – 026-84.

За результатами випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-ІІІв, які виготовлені відповідно до документації ИН 218 УССР – 026-84, встановлено, що відібрані зразки відповідають вимогам ИН 218 УССР – 026-84. Границя плинності арматури А-ІІІв перевищує границю плинності арматури А-ІІІ в необхідних межах.

Висновки. Встановлено, що арматурні вироби з А-ІІІв, виготовлені за час досліджень, придатні для армування плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до ВТП 21-86 (доповнення). Проте, для подальшого застосування арматури А-ІІІв в умовах сьогодення для виготовлення плит прогонових будов довжиною 12 м відповідно до ВТП 21-86 (доповнення) для ремонту та будівництва мостів необхідно розробити технологічну документацію, яка б враховувала чинні нормативні документи. Необхідно враховувати, що набрав чинності ДСТУ 9130 зі скасуванням в Україні ГОСТ 5781. Тож, потрібно в подальшому проводити дослідження арматури відповідно до ДСТУ 9130, зокрема, щодо можливості виготовлення з неї арматури зміцненої витягуванням.

Ключові слова: арматура, випробування, витягування, границя плинності, документація, міст, плита, прогонова будова, розмір, типовий проєкт.

Вступ

Час експлуатування прогонових будов мостів, виготовлених за типовими проєктами з арматурою А-ІІІв, вичерпується. Виникає потреба у ремонті таких прогонових будов. Часто, оптимальним варіантом ремонту таких прогонів є заміна окремої плити або плит на аналогічні, оскільки в такому разі не виникають проблеми з габаритом по висоті, обпиранням на існуючі опори тощо. Також, значна кількість таких плит у прогонових будовах пошкоджена внаслідок впливу засобів ураження під час бойових дій в останні роки. Під час обстежень виявляються пошкодження окремих плит в прогонах і тоді такі плити, у випадку не неможливості їх ремонту, оптимально замінити на аналогічні. Трапляються випадки, коли повністю зруйновані окремий прогін або кілька прогонів у великих мостах. Для таких випадків, також, оптимальним рішенням ремонту може бути заміна плит на аналогічні.

Переважна більшість мостів в Україні, побудованих в період 1960 – 1991 років та, значною мірою, і в подальші роки, була запроєктована за типовими проєктами. Велика кількість з цих мостів побудована з плит прогонових будов за типовими проєктами, де, як попередньо напружена арматура, застосовувалась арматура класу А-ІІІв. Цю арматуру виготовляли безпосередньо на заводах-виготовлювачах плит прогонових будов з арматури класу А-ІІІ згідно з ГОСТ 5781 [1] шляхом витягування. Завод-виготовлювач для виконання таких робіт повинен мати відповідне обладнання, кваліфікованих фахівців, документацію, отримувати арматуру необхідної якості. Щодо документації, то в період до 1991 року така документація розроблялась централізовано і розповсюджувалась на заводи-виготовлювачі конструкцій. Після 1991 року цього не відбувається, документація часто не оновлюється, що може стати причиною не забезпечення якості конструкцій.

Мета й завдання роботи

Проаналізувати документацію на виготовлення та застосування арматури А-ІІІв для виготовлення плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до документації ВТП 21-86 (доповнення) [2].

Дослідити арматуру А-ІІІв, яку виготовляють згідно з ИН 218 УССР – 026-84 [3]

безпосередньо на заводі-виготовлювачі з арматури класу А-ІІІ згідно з ГОСТ 5781 шляхом витягування для подальшого використання її для виготовлення плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до [2]. Встановити можливість застосування арматури А-ІІІв в умовах сьогодення для виготовлення плит прогонових будов довжиною 12 м відповідно до [2] для ремонту та будівництва мостів.

Основні матеріали дослідження і отриманих результатів

1 Виготовлення плит для прогонових будов мостів довжиною 12 м за типовим проєктом ВТП 21-86 (доповнення) [2]

Було опрацьовано документацію ИН 218 УССР – 026-84 [3], ИН 218 УССР – 025-84 [4], ТК 01-96 [5], відповідно до якої виготовляються плити довжиною 12 м за типовим проєктом ВТП 21-86 (доповнення) [2].

Встановлено, що окрім самого типового проєкту [2], документи [3-5] щодо виготовлення плит не чинні, а можуть використовуватись як методологічні документи.

1.1 Аналіз документації на виготовлення та застосування арматури А-ІІІв для плит ВТП 21-86 (доповнення)

Основними документами на виготовлення та застосування арматури А-ІІІв для виготовлення плит ВТП 21-86 (доповнення) [2] є документи [2, 3].

Під час аналізу документації [2] встановлено, зокрема:

– Відповідно до аркуша 11, 15 [2], як напружувану арматуру нижнього поясу застосовують арматуру Ø 20 А-ІІІв ГОСТ 5781, як напружувану арматуру верхнього поясу застосовують арматуру Ø 14 А-ІІІв ГОСТ 5781 (на 1 плиту необхідно 7 Ø 20 А-ІІІв ГОСТ 5781 [1] та 2 Ø 14 А-ІІІв ГОСТ 5781 [1]).

У ИН 218 УССР – 026-84 [3] щодо арматури А-ІІІв наведено інформацію, зокрема:

– [3] є керівництвом для застосування арматури класу А-ІІІв (зміцнена витяжкою арматура класу А-ІІІ) в залізобетонних конструкціях мостів і шляхопроводів малих і середніх прогонів, які споруджують на автомобільних дорогах України, де розрахункова зимова температура повітря в місцях будівництва у відповідності до СНиП 2.01.01-82 [6] не нижче мінус 30 °С;

– [3] розповсюджується на арматуру діаметрів 10 – 32 мм з сталі 25Г2С або 35ГС, яка зміцнена витягуванням з контролюванням напружень і видовжень;

– під час використання арматури класу А-ІІІв в залізобетонних конструкціях мостів та шляхопроводів необхідно керуватися вимогами нормативних документів, на які є посилання в [3] і перелік яких наведений в додатку 3.

Слід зазначити, що в додатку 3 ИН 218 УССР – 026-84 [3] є документи, зокрема, щодо визначення показників арматури, які втратили чинність. Разом з тим, документи, які застосовувались для визначення показників арматури класу А-ІІІ згідно з [1], А-ІІІв пройшли перевірку часом; з арматури А-ІІІв виготовлено велику кількість плит прогонових будов, зокрема, за типовим проєктом ВТП 21-86 (доповнення) [2], які показали себе надійними конструкціями і експлуатуються до цього часу.

На теперішній час ИН 218 УССР – 026-84 [3] виробник плит може використовувати лише як методологічний документ для виготовлення арматури А-ІІІв, оскільки даний документ застарів і не чинний. Разом з тим, конструкції, виготовлені з арматури А-ІІІв відповідно до [3] пройшли випробування часом і зарекомендували себе як надійні. Тож, забезпечення параметрів, наведених у [3] при тих самих вихідних даних (арматура класу А-ІІІ згідно з ГОСТ5781, дотримання усіх

технологічних операцій, видів контролю, застосування обладнання тощо) повинно забезпечити якість арматури А-IIIв, яку фактично виготовлятиме завод у себе на виробництві. Проте, виробник повинен керуватись чинними документами, оскільки йдеться про відповідальні будівельні конструкціями. В іншому разі, існує ризик не забезпечення очікуваної якості продукції.

Щодо забезпечення якості продукції виробник зобов'язаний гарантувати якість, що зазначено в паспорті на плиту, який він видає як супровідний документ про якість виготовленої ним плити. Паспорт повинен містити посилання, зокрема на [2], ДСТУ Б В.2.6-2:2009 [7].

Ще одне нововведення, яке необхідно враховувати під час виготовлення конструкцій в подальшому — це скасування ГОСТ 5781. На даний час ГОСТ 5781 не чинний, оскільки його чинність вкотре була відновлена на певний період, а саме з 10.08.2021 до 01.04.2022, хоча на ринку ще присутня арматура А-III за ГОСТ 5781. Разом з тим, згідно наказу ДП «УкрНДНЦ» від 20.10.2021 № 362 [8] набрав чинності ДСТУ 9130 [9] зі скасуванням в Україні ГОСТ 5781 з 01.04.2022. Очевидно, що в зв'язку із цим, відновлення чинності ГОСТ 5781 не відбудеться. Тож, надалі потрібно опрацьовувати ДСТУ 9130, проводити дослідження цієї арматури, зокрема, на можливість виготовлення з неї арматури А-IIIв.

2 Виготовлення арматури А-IIIв відповідно до ИН 218 УССР – 026-84 [3]

2.1 Вхідний контроль арматури класу А-III згідно з ГОСТ5781 та заготовлення арматурних елементів

Під час вхідного контролю арматури було встановлено, що надійшла партія арматури діаметру 20 мм класу А-III відповідно до ГОСТ 5781 [1]. Арматурні стержні довжиною 12 000 мм виготовлені зі сталі марки 25Г2С, 3 пачки, маса нетто 10 496 кг.

Від даної партії арматури було відібрано 18 стержнів арматури Ø 20 мм класу А-III згідно з ГОСТ5781 [1] для перевіряння відповідності геометричним розмірам, якості поверхні. Геометричні розміри вимірювали за допомогою штангенциркуля, лінійки. Якість поверхні встановлювали візуальним оглядом. Результати визначення геометричних розмірів арматури Ø 20 мм класу А-III згідно з ГОСТ5781 [1] наведено в **табл. 1**.

Таблиця 1

Результати визначення геометричних розмірів арматури Ø 20 мм класу А-III згідно з ГОСТ 5781

№ зразка	d, мм	h, мм	d_1, мм	h_1, мм	t, мм	b, мм	b_1, мм
1	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
2	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
3	19,0	1,5	22,0	1,5	8	1,5	2,0
4	19,1	1,5	22,1	1,5	8	1,5	2,0
5	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
6	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
7	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
8	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
9	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
10	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
11	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
12	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0

Кінець таблиці 1

№ зразка	d, мм	h, мм	d_1, мм	h_1, мм	t, мм	b, мм	b_1, мм
13	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
14	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
15	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
16	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
17	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0
18	19,3	1,5	22,3	1,5	8	1,5	2,0

Примітка. Умовні позначення величин, наведені в табл. 1 відповідають даним таблиці 3 ГОСТ 5781.

Було визначено границю плинності, тимчасовий опір, відносне видовження після розриву. Робоча довжина зразків складала 200 мм. Результати наведено в **табл. 2**.

Таблиця 2

Результати випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-ІІІ згідно з ГОСТ 5781

№ зразка	m, кг	$l_п$, м	F_0, см^2	$P_т$, кН	P_{max}, кН	l_0, мм	$l_к$, мм	δ_{10},%	$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа
1	1,14	0,450	3,227	150	210	200	246	23,0	464,8	650,7
2	1,14	0,450	3,227	151	212	206	250	21,4	467,9	656,9
3	1,13	0,446	3,228	150	212	202	242	19,8	464,7	656,8
4	1,13	0,448	3,213	150	210	200	246	23,0	466,8	653,6
5	1,14	0,450	3,227	151	211	200	245	22,5	467,9	653,8
6	1,14	0,447	3,220	150	210	200	246	23,0	465,8	652,1

Примітка. Величини, наведені в **табл. 2**, визначено відповідно до методології, зазначеній у ГОСТ 12004-81.

Умовні позначення до **табл. 2**:

m — маса зразка, кг;
$l_п$ — повна довжина зразка, м;
F_0 — початкова площа поперечного перерізу зразка, см^2;
$P_т$ — навантаження, при якому фіксувалась текучість арматури, кН;
P_{max} — навантаження, при якому фіксувалось руйнування арматури, кН;
l_0 — початкова розрахункова довжина зразка, мм;
$l_к$ — кінцева розрахункова довжина зразка, мм;
δ_{10} — відносне видовження після розриву, %;
$\sigma_т$ — границя плинності (фізична), МПа;
$\sigma_в$ — тимчасовий опір, МПа.

За результатами визначення геометричних розмірів (дані **табл. 1**), визначення якості поверхні встановлено, що відібрані зразки відповідають вимогам ГОСТ 5781.

Для випробування арматури на розтяг було відібрано шість зразків арматури Ø 20 мм класу А-ІІІ згідно з ГОСТ5781. Їх було в подальшому випробувано на осьовий розтяг за методикою, наведеною у ГОСТ 12004 [10] (**рис. 1** та **рис. 2**). Випробування здійснювали на розривній машині Р-50.

Рисунок 1 — Зразок арматури Ø 20 мм класу А-III згідно з ГОСТ 5781 під час випробування на осьовий розтяг

Рисунок 2 — Зразок арматури Ø 20 мм класу А-III згідно з ГОСТ 5781 після випробування на осьовий розтяг

За результатами випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-III згідно з ГОСТ 5781 [1] (дані **табл. 2**) встановлено, що вони задовольняють вимоги цього стандарту.

Арматурні елементи виготовлялись шляхом приварювання до них контактним способом коротишів аналогічної арматури такого ж діаметру на стикозварювальній машині. Тип стиків С-І відповідно до методики, наведеній у ГОСТ 19293-73 [11]. Зазначені стики використовувалися лише для висаджування головок на кінцях заготовлених арматурних стержнів і слугували для натягування арматури і в плиту не потрапляли.

2.2 Зміцнення арматури А-III витягуванням

Всі технологічні операції щодо зміцнення арматури А-III витягуванням здійснювались відповідно до [3].

Зміцнення стержневої арматури класу А-ІІІ здійснюють для збільшення границі плинності сталі вище фактичної границі плинності незміцнених стержнів.

Стержні зміцнювали гідродомкратом (**рис. 3**) з великим ходом поршня відповідно до [3], забезпечуючи витягування в один прохід поршня домкрата.

Рисунок 3 — Гідродомкрат для зміцнення витягуванням стержневої арматури класу А-ІІІ згідно з ГОСТ 5781

Стенд для зміцнення арматури відповідав принциповій схемі стенду, наведений у [3] (**рис. 4**).

Рисунок 4 — Стенд для зміцнення витягуванням стержневої арматури класу А-ІІІ згідно з ГОСТ 5781

Витягування стержнів здійснювали по одному. Під час витягування контролювали зусилля та видовження. Величина контрольованого напруження при витягуванні стержнів 540 МПа (показник манометра домкрата 5,9 МПа). Допуск становив ± 5 %. Величина контрольованого видовження становила 3,5 %.

Зусилля контролювали за допомогою показників манометра пресу. Видовження контролювали за допомогою показників рулетки.

Результати наведено в **табл. 3**.

Таблиця 3

Результати контролювання зусилля та видовження під час зміцнення арматури А-III витягуванням

№ зразка	L_0, см	$L_к$, см	Контрольоване видовження, см	Відносне видовження, %	Контрольований показник манометра, МПа
1	1205,8	1248,0	42,2	3,50	5,9
2	1208,0	1249,7	41,7	3,45	5,9
3	1207,1	1249,0	41,9	3,47	5,9
4	1209,5	1249,5	40,0	3,31	5,7
5	1208,4	1249,2	40,8	3,38	5,9
6	1209,3	1249,7	40,4	3,34	5,7
7	1209,0	1248,7	39,7	3,28	5,9
8	1208,5	1249,2	40,7	3,37	5,8
9	1209,2	1248,9	39,7	3,28	5,7
10	1208,6	1247,8	39,2	3,24	5,7
11	1207,3	1249,2	41,9	3,47	5,8
12	1209,0	1248,1	39,1	3,23	5,8
13	1207,8	1248,5	40,7	3,37	5,7
14	1208,9	1248,7	39,8	3,29	5,7

Умовні позначення до **табл. 3**:

L_0 — початкова довжина заготовки арматури, см;

$L_к$ — кінцева довжина заготовки арматури, см;

Встановлено, що фактичні показники зусиль та видовження заготовлених елементів арматури під час виготовлення арматури А-IIIв перебували в межах допусків, встановлених у [3].

2.3 Контроль якості зміцнення арматури А-III

Після зміцнення арматури А-III витягуванням, був здійснений контроль якості отриманих зразків арматури А-IIIв за методологією, наведеною у ГОСТ 12004 [10].

Механічні властивості арматури повинні були бути не менше: $\sigma_т$ – 540 МПа; $\sigma_в$ – 588 МПа; δ_{10} – 12 %. Результати випробувань наведено в **табл. 4**.

За результатами випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-IIIв за ГОСТ 5781 [1] (дані таблиці 4), які виготовлені відповідно до [3], встановлено, що відібрані зразки відповідають вимогам [3]. Границя плинності арматури А-IIIв перевищує границю плинності арматури А-III в необхідних межах.

Таблиця 4

Результати випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-IIIв згідно з ГОСТ 5781

№ зразка	m, кг	$l_п$, м	F_0, см^2	$P_т$, кН	P_{max}, кН	l_0, мм	$l_к$, мм	δ_{10}, %	$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа
1	0,86	0,349	3,135	175	200	206	242	17,5	558,1	637,9
2	0,86	0,349	3,139	180	210	200	242	21,0	573,4	669,0
3	0,85	0,347	3,131	190	203	200	240	20,0	606,7	648,3

Примітка 1. Величини, наведені в **табл. 2** визначено відповідно до методології, зазначеній у ГОСТ 12004-81.
Примітка 2. Умовні позначення до **табл. 4** відповідають умовним позначенням, наведеним до **табл. 2**.

Висновки

1. Проаналізовано документацію на виготовлення плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до ВТП 21-86 (доповнення) [2]. Встановлено, що окрім самого типового проєкту інші документи щодо виготовлення плит не чинні, а використовуються як методологічні документи.

2. Основною документацією на виготовлення та застосування арматури А-IIIв для виготовлення плит ВТП 21-86 (доповнення) [2] є ВТП 21-86 (доповнення) та ИН 218 УССР – 026-84 [3]. Останній документ застарів та нечинний. На даний час документацію [3] виробник плит може використовувати лише як методологічний документ для виготовлення арматури А-IIIв. Виробник плит повинен керуватись чинними документами, оскільки йдеться про відповідальні будівельні конструкції. В іншому разі, існує ризик не забезпечення очікуваної якості продукції.

3. Здійснено вхідний контроль партії арматури діаметру 20 мм класу А-III відповідно до ГОСТ 5781, заготовлення арматурних елементів для виготовлення арматури А-IIIв, пооперaційний та приймальний контроль виготовлення арматури А-IIIв відповідно до ИН 218 УССР – 026-84. Для перевірок використано методології, наведені у нормативних документах, на які є посилання у ИН 218 УССР – 026-84.

За результатами визначення геометричних розмірів, визначення якості поверхні, випробувань зразків арматури на розтяг встановлено, що відібрані зразки відповідають вимогам ГОСТ 5781. Встановлено, що фактичні показники зусиль та видовження заготовлених елементів арматури під час виготовлення арматури А-IIIв перебували в межах допусків, встановлених у ИН 218 УССР – 026-84.

За результатами випробувань на осьовий розтяг зразків арматури Ø 20 мм класу А-IIIв, які виготовлені відповідно до ИН 218 УССР – 026-84, встановлено, що відібрані зразки відповідають вимогам, наведеним у ИН 218 УССР – 026-84. Арматурні вироби з А-IIIв, виготовлені за час досліджень, придатні для армування плит прогонових будов мостів довжиною 12 м відповідно до [2].

4. Для подальшого застосування арматури А-IIIв в умовах сьогодення для виготовлення плит прогонових будов довжиною 12 м відповідно до [2] для ремонту та будівництва мостів необхідно розробити технологічну документацію, яка б враховувала чинні нормативні документи. Необхідно враховувати, що набрав чинності ДСТУ 9130 зі скасуванням в Україні ГОСТ 5781. Тож, потрібно в подальшому проводити дослідження арматури відповідно до ДСТУ 9130, зокрема, щодо можливості виготовлення з неї арматури зміцненої витягуванням.

Список літератури

1. ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных констркций. Технические условия. М., 1990. 15 с. (Інформація та документація).

2. Плитные пролетные строения длиной 12 и 18 м, армированные стержневой напрягаемой арматурой класса А-IIIв. ВТП 21-86 (дополнение). Рабочие чертежи (для массового строительства). Укргипродор. Киев, 1987. 34 с. (Інформація та документація).

3. ИН 218 УССР – 026-84 Инструкция. Применение напрягаемой стержневой арматуры класса А-IIIв в мостовых конструкциях. ГосдорНИИ. Киев, 1984. 17 с. (Інформація та документація).

4. ИН 218 УССР – 025-84 Инструкция. Технология изготовления пустотных плит пролетных строений мостов. ГосдорНИИ. Киев, 1984. 17 с. (Інформація та документація).

5. ТК 01-96 Изготовление железобетонных предварительно напряженных пустотных плит длиной 12 м (П-12) для пролетных строений автодорожных мостов и путепроводов. УкрГПТИТрансстрой. Днепропетровск, 1996. 64 с. (Інформація та документація).

6. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология т геофизика. М., 1983. 136 с. (Інформація та документація).

7. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. Київ, 2010. 32 с. (Інформація та документація).

8. Наказ Національного органу стандартизації України від 20.10.2021 № 362. Національний орган стандартизації України. URL: https://drive.google.com/file/d/1pLZjt1TrWE0vLMrEJMKSDNT3oKC8e_Fo/view (дата звернення: 17.02.2023).

9. ДСТУ 9130:2021 Прокат гарячекатаний з арматурної сталі для залізобетонних конструкцій. Технічні умови. Київ, 2022. 20 с. (Інформація та документація).

10. ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. Москва, 1990. 13 с. (Інформація та документація).

11. ГОСТ 19293-73 Соединения сварные арматуры предварительно напряженных конструкций. Сварка контактная и плавлением. Основные типы и конструктивные элементы. Москва, 1975. 6 с. (Інформація та документація).

References

1. HOST 5781-82 Stal horiachekatanaia dlia armyrovanyia zhelezobetonnykh konstrktsyi. Tekhnycheskye uslovyia [State Standard of Ukraine (HOST 5781-82) Hot-rolled steel for reinforcing reinforced concrete structures. Specifications]. Moscow, 1990. 15 p. (Information and documentation) [in Russian].

2. Plitnye proletnye stroyenyia dlinoii 12 y 18 m, armyrovannye sterzhnevoi napriahaemoi armaturoi klassa A-IIIv. VTP 21-86 (dopolnenye). Rabochye chertezhy (dlia massovoho stroytelstva). Ukrhyprodor [Slab span structures 12 and 18 m long, reinforced with bar prestressing reinforcement class A-IIIv. VTP 21-86 (addition). Working drawings (for mass construction)]. Ukrhyprodor. Kyiv, 1987. 34 p. (Information and documentation) [in Russian].

3. YN 218 USSR – 026-84 Instruktsyia. Prymenenye napriahaemoi sterzhnevoi armatury klassa A-IIIv v mostovykh konstruktsyiakh [Instruction (YN 218 USSR – 026-84). The use of prestressed bar reinforcement of class A-IIIv in bridge structures]. GosdorNYY. Kyiv, 1984. 17 p. (Information and documentation) [in Russian].

4. YN 218 USSR – 025-84 Instruktsyia. Tekhnolohyia yzghotovlenyia pustotnykh plit proletnykh stroenyi mostov [Instruction (YN 218 USSR – 025-84). Technology for the manufacture of hollow core slabs for span structures of bridges]. GosdorNII. Kyev, 1984. 17 p. (Information and documentation) [in Russian].

5. TK 01-96 Izghotovlenye zhelezobetonnykh predvarytelno napriazhennykh pustotnykh plit dlynoi 12 m (P-12) dlia proletnykh stroenyi avtodorozhnykh mostov y puteprovodov. UkrHPTYTransstroi [Production of reinforced concrete prestressed hollow core slabs 12 m long (P-12) for superstructures of road bridges and overpasses]. TK 01-96. UkrGPTITransstroy. Dnepropetrovsk, 1996. 64 p. (Information and documentation) [in Russian].

6. SNiP 2.01.01-82 Stroytelnaia klimatolohiia y heofyzika [Building Regulations (SNiP 2.01.01-82) Construction climatology and geophysics]. Moscow, 1983. 136 p. (Information and documentation) [in Russian].

7. DSTU B V.2.6-2:2009 Konstruktsii budynkiv i sporud. Vyroby betonni i zalizobetonni. Zahalni tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.6-2:2009) Designs of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete products. General specifications]. Kyiv, 2010. 32 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

8. Nakaz Natsionalnoho orhanu standartyzatsii Ukrainy vid 20.10.2021 № 362 / National Standardization Body of Ukraine. URL: https://drive.google.com/file/d/1pLZjt1TrWE0vLMrEJMKSDNT3oKC8e_Fo/view (Last accessed: 17.02.2023).

9. DSTU 9130:2021 Prokat hariachekatanyi z armaturnoi stali dlia zalizobetonnykh konstruktsii. Tekhnichni umovy [State Standard of Ukraine (DSTU 9130:2021) Rolling hot -rolled up with reinforced concrete steel. Specifications]. Kyiv, 2022. 20 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

10. HOST 12004-81 Stal armaturnaia. Metody ispytanyia na rastiazhenye [State Standard of Ukraine (HOST 12004-81) Reinforcing steel. Tensile test methods]. Moscow, 1990. 13 p. (Information and documentation) [in Russian].

11. HOST 19293-73 Soedynenyia svarnye armatury predvarytelno napriazhennykh konstruktsyi. Svarka kontaktnaia y plavlenyem. Osnovnye tipy y konstruktivnye elementy [State Standard of Ukraine (HOST 19293-73) Welded reinforcement connections of prestressed structures. Welding contact and melting. Basic types and structural elements]. Moscow, 1975. 6 p. (Information and documentation) [in Russian].

Ihor Babyak[1], *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-3732-2439*
Svitlana Vikhot[2], *Ph.D., https://orcid.org/0000-0002-1063-2103*

[1] *M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine*
[2] *Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

RESEARCH OF A-IIIв PERIODIC PROFILE REINFORCEMENT AND ITS APPLICATION PROSPECTS FOR SLABS OF SPANS OF BRIDGES

Abstract

Introduction. Metal reinforcement A-IIIв, manufactured from reinforcement A-III in accordance with GOST 5781 by pulling, was quite widely used for slabs of span structures of bridges in the period before 1991, as well as later. There is a need to repair such structures due to the exhaustion of their resource due to a significant duration of operation, damage due to the impact of means of destruction during hostilities. Often, the best option for repairing such spans is to replace a separate plate or plates with similar ones, since in this case there are no problems with the size of height, resting on existing supports, etc.

Problem Statement. The vast majority of bridges in Ukraine, built in the period 1960-1991 and, to a large extent, in subsequent years, were designed according to typical projects. A large number of

these bridges were built from girder slabs according to typical designs, where class A-IIIв reinforcement was used as prestressed reinforcement. These reinforcements were produced directly at the factories producing slabs structures from reinforcements of class A-III in accordance with GOST 5781 by pulling. To perform such works, the manufacturing plant must have appropriate equipment, qualified specialists, documentation, and obtain reinforcements of the required quality. As for the documentation, in the period up to 1991, such documentation was developed centrally and distributed to factories manufacturing structures. After 1991, this does not happen, the documentation is often not updated, which can be the reason for not ensuring the quality of the structures.

Purpose. To analyze the documentation for the manufacture and use of reinforcement A-IIIв for the manufacture of slabs of span structures of bridges with a length of 12 m in accordance with the documentation VTP 21-86 (addition).

To research the reinforcement A-IIIв, which is manufactured in accordance with the documentation YN 218 USSR – 026-84 directly at the manufacturing plant from the reinforcement of class A-III in accordance with GOST 5781 by pulling it for further use for the manufacture of slabs of span structures of bridges with a length of 12 m in accordance with documentation VTP 21-86 (addition). Establish the possibility of using reinforcement A-IIIв in today's conditions for the manufacture of slabs of span structures 12 m long in accordance with the documentation VTP 21-86 (addition) for the repair and construction of bridges.

Materials and methods. The methodology for the manufacture of armatures A-IIIв was studied. Experimental studies of the characteristics of reinforcement A-III in accordance with GOST 5781 were carried out, in particular, geometric dimensions, yield strength, temporary resistance, relative elongation after rupture. Yield strength, temporary resistance, relative elongation after rupture reinforcement A-IIIв, which was manufactured in accordance with the methodology given in YN 218 USSR – 026-84 from reinforcement of class A-III in accordance with GOST 5781 by pulling, were carried out.

Results. Input control of A-III class reinforcement in accordance with GOST 5781 and preparation of reinforcing elements was carried out. According to the results of determining the geometric dimensions, determining the quality of the surface, and the results of tests on axial tension of samples of reinforcement Ø 20 mm of class A-III according to GOST 5781, it was established that the selected samples meet the requirements of GOST 5781. All technological operations related to the reinforcement of reinforcement A-III by pulling were carried out in accordance with the documentation YN 218 USSR – 026-84.

According to the results of tests for axial tension of samples of armature Ø 20 mm of class A-IIIv, which were manufactured in accordance with the documentation YN 218 USSR – 026-84, it was established that the selected samples meet the requirements of YN 218 USSR – 026-84. The yield strength of reinforcement A-IIIв exceeds the yield strength of reinforcement A-III within the required limits.

Conclusions. It was established that the reinforcing bars of reinforcement A-IIIв manufactured during the research are suitable for reinforcing the plates of bridge spans 12 m long in accordance with VTP 21-86 (supplement). For the further use of reinforcement A-IIIв in today's conditions for the manufacture of slabs of girder structures 12 m long in accordance with VTP 21-86 (addition) for the repair and construction of bridges, it is necessary to develop technological documentation that would take into account current regulatory documents. It must be taken into account that DSTU 9130 entered into force with the cancellation of GOST 5781 in Ukraine. Therefore, it is necessary to conduct further research on reinforcement in accordance with DSTU 9130, in particular, regarding the possibility of manufacturing from it reinforcement strengthened by pulling.

Keywords: bridge, documentation, pulling, reinforcement, size, slab, structure, testing, typical project, yield strength.