



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E01D 12/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2018120908, 06.06.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.06.2018

Дата регистрации:
25.09.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.06.2018

(45) Опубликовано: 25.09.2019 Бюл. № 27

Адрес для переписки:
123060, Москва, Маршала Рыбалко, 2, корп. 4,
кв. 27, Решетникову И.В.

(72) Автор(ы):

Решетников Илья Владимирович (RU),
Решетников Владимир Григорьевич (RU),
Пассек Вячеслав Вадимович (RU),
Пассек Вадим Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Решетников Илья Владимирович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2468143 C2, 27.11.2012. SU
1350227 A1, 07.11.1987. RU 2246573 C1,
20.02.2005. US 6023806 A1, 15.02.2000. SU
1333736 A1, 30.08.1987. RU 2040629 C1,
25.07.1995. SU 1659564 A1, 30.06.1991.

(54) ПРЕДНАПРЯЖЕННОЕ НЕРАЗРЕЗНОЕ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОЕ ПРОЛЕТНОЕ СТРОЕНИЕ
МОСТА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

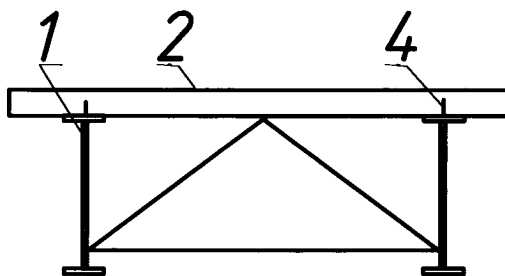
(57) Реферат:

Изобретения относятся к мостостроению и могут быть использованы при сооружении мостов в преднапряженных неразрезных сталежелезобетонных пролетных строениях для объединения монолитной железобетонной плиты с металлоконструкцией. Задачей настоящих изобретений является повышение эффективности работы бетона на растяжение в железобетонной плите, исключение образования трещин в железобетонной плите при остывании (саморазогрев) бетона во время твердения, выбор оптимальной длины овального отверстия в стальном листе, повышение прочности и надежности железобетонной плиты и повышение долговечности пролетного строения в целом. Преднапряженное неразрезное сталежелезобетонное пролетное строение моста включает железобетонную плиту, объединенную со стальной балкой с помощью приваренных к закреплению на балке стальному контактному листу и замоноличенных в теле плиты упоров. Стальной контактный лист закреплен на поясе стальной балки высокопрочными болтами через

устроенные в нем отверстия, имеющие в средней части надопорной зоны непосредственно над телом опоры форму круга, а на остальной части выполненные овальными с расположением большей оси вдоль продольной оси пролетного строения. Железобетонная плита разделена по длине пролетного строения на три вида участков: надопорных, расположенных над промежуточной опорой моста, центральных, расположенных вне зоны промежуточных опор, и буферных, расположенных между надопорными и центральными участками. Причем надопорный участок предварительно напрягается высокопрочной арматурой, а стальной контактный лист вместе с приваренными к нему упорами выполнен независимым на надопорных участках. Длина максимального овального отверстия на стальном контактном листе определяется с учетом диаметра высокопрочного болта, расстояния от оси опоры до центра отверстия надопорного участка и температуры саморазогрева бетона относительно балки. При изготовлении преднапряженного неразрезного

сталежелезобетонного пролетного строения моста бетонирование его участков осуществляется последовательно, сначала центральных, расположенных вне зоны промежуточных опор, затем надопорных, расположенных над промежуточными опорами, затем буферных, расположенных между надопорными и центральными. При этом перед бетонированием надопорного участка полностью затягивают только болты, расположенные непосредственно над опорами (по оси опоры) в круглых отверстиях, остальные затягивают частично, а затем полностью ослабляют через время τ после окончания бетонирования,

определяемое набором бетоном прочности $R=0,3R_{28}$, а полностью затягивают после проявления процесса температурных и силовых деформаций. Таким образом, плита неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения работает на всей длине без образования трещин в сжатом состоянии, что обеспечивает повышение эффективности работы бетона на растяжение в железобетонной плите, снижение деформативности и повышение трещиностойкости. Повышение прочности и надежности железобетонной плиты обеспечивает повышение долговечности пролетного строения в целом. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 5 ил., 1 табл.



ФИГ. 2

RU 2701258 C1

RU 2701258 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E01D 12/00 (2019.05)

(21)(22) Application: **2018120908, 06.06.2018**

(24) Effective date for property rights:
06.06.2018

Registration date:
25.09.2019

Priority:

(22) Date of filing: **06.06.2018**

(45) Date of publication: **25.09.2019** Bull. № 27

Mail address:

123060, Moskva, Marshala Rybalko, 2, korp. 4, kv. 27, Reshetnikovu I.V.

(72) Inventor(s):

**Reshetnikov Ilya Vladimirovich (RU),
Reshetnikov Vladimir Grigorevich (RU),
Passek Vyacheslav Vadimovich (RU),
Passek Vadim Vasilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Reshetnikov Ilya Vladimirovich (RU)

(54) **PRESTRESSED SOLID STEEL SPAN STRUCTURE OF A BRIDGE AND METHOD OF ITS MANUFACTURING**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to bridge construction and can be used in construction of bridges in prestressed solid steel-concrete span structures for combining a monolithic reinforced concrete plate with metal structure. Prestressed solid steel-concrete span structure of the bridge includes a reinforced concrete plate combined with a steel beam by means of welded to the steel contact sheet fixed on a beam and fixed plates fixed in the body of a support plate. Steel contact sheet is fixed on the belt of the steel beam by means of high-strength bolts through holes made in it, having in the middle part of the pressure zone immediately above the support body the shape of the circle, and on the rest part - made oval with location of the large axis along the longitudinal axis of the superstructure. Reinforced concrete plate is divided along the length of the span into three types of sections: pressure ones located above the intermediate support of the bridge, central ones located outside the zone of intermediate supports, and buffer ones located between pressure and central sections. At that, the pressure section is prestressed with high-strength reinforcement, and the steel contact plate

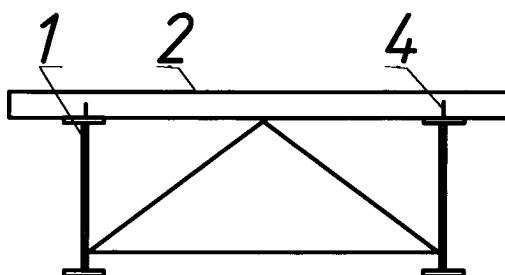
together with the thrusts welded to it is made independent on the pressure sections. Length of the maximum oval hole on the steel contact plate is determined considering the diameter of the high-strength bolt, the distance from the axis of the support to the center of the hole of the support section and temperature of concrete self-heating relative to the beam. In production of prestressed solid steel-concrete span structure, concreting of its sections is carried out in series, at first central ones located outside the zone of intermediate supports, then pressure ones located above intermediate supports, then buffer ones, which are located between pressure and central ones. At that, before concreting of pressure section only bolts are completely tightened, located directly above supports (along support axis) in round holes, the rest are tightened partially, and then completely attenuated through time τ after termination of concreting, defined by set of concrete strength $R=0.3R_{28}$, and completely tightened after the process of temperature and strength deformations. Thus, plate of prestressed solid steel-concrete span structure works on entire length without

formation of cracks in compressed state, which provides higher efficiency of concrete for tension in reinforced concrete plate, reduced deformation and increased crack resistance. Higher strength and reliability of reinforced concrete plate provides higher durability of superstructure in general.

EFFECT: higher efficiency of concrete for tension

in reinforced concrete plate, avoiding formation of cracks in reinforced concrete plate during cooling (self-heating) of concrete during hardening, selection of optimum length of oval hole in steel sheet, increased strength and reliability of reinforced concrete plate and increased durability of span structure in general.

4 cl, 5 dwg, 1 tbl



ФИГ. 2

RU 2701258 C1

RU 2701258 C1

Изобретения относятся к мостостроению и могут быть использованы при сооружении мостов в преднапряженных неразрезных сталежелезобетонных пролетных строениях для объединения монолитной железобетонной плиты с металлоконструкцией.

5 Известно сталежелезобетонное пролетное строение моста, включающее бетонную плиту и стальную балку, к верхнему поясу которой перпендикулярно полке приварены размещенные рядами в бетонной плите стерженьковые гибкие упоры [RU 2143023 C1, 20.12.99]. Недостатками известного пролетного строения моста являются большая концентрация усилий на бетон, плохая сопротивляемость упоров отрыву плиты от металлоконструкции.

10 Известно также сталежелезобетонное пролетное строение моста, состоящее из железобетонной плиты и стальной балки, соединенных между собой с помощью закрепленных на балке и замоноличенных в теле плиты гребенчатых упоров [RU 2110639, 10.05.98]. Известная конструкция не позволяет производить обжатие отдельно железобетонной плиты, а только всего объединенного сталежелезобетонного сечения.

15 Известен способ усиления железобетонной балки пролетного строения моста, характеризующийся тем, что закрепляют одними концами углепластиковые пластины на концевых участках балки пролетного строения, натягивают углепластиковые пластины путем перемещения вторых концов этих пластин к середине балки пролетного строения и приклеивают напряженные пластины к этой балке, после напряжения среднего участка балки при помощи анкеров-букс путем стягивания их навстречу друг другу и полного набора клеем проектной прочности на балку наклеивают дополнительную углепластиковую пластину, размещая ее выше основных пластин [RU 2265103, 27.11.2005]. Однако известный способ используется в процессе эксплуатации моста для усиления конструкции плиты, при этом углепластиковые пластины включаются в работу 20 только для предотвращения ее разрушения, то есть работают в пассивном режиме.

25 Известно преднапряженное неразрезное сталежелезобетонное пролетное строение моста и способ его изготовления, включающее железобетонную плиту, объединенную со стальной балкой с помощью приваренных к закрепленному на балке стальному листу и замоноличенных в теле плиты упоров, а стальной лист закреплен на поясе 30 стальной балки высокопрочными болтами через устроенные в нем отверстия [RU 2246573, 20.02.2005]. Известное изобретение не обеспечивает долговечность конструкции так как образуются трещины в бетоне из-за не контролируемого саморазогрева при его твердении.

35 Известно также преднапряженное неразрезное сталежелезобетонное пролетное строение моста и способ его изготовления, включающее железобетонную плиту, объединенную со стальной балкой с помощью приваренных к стальному листу, закрепленному на поясе стальной балки высокопрочными болтами через устроенные в нем отверстия, и замоноличенных в теле плиты упоров, при этом железобетонную плиту монтируют с промежутками из трех блоков на стальном листе, разделенном на 40 три отдельные части, в несколько этапов [RU 2468143, 27.11.2012]. Данное устройство и способ являются наиболее близкими по технической сущности к заявленным изобретениям. Однако эти изобретения не исключают образования трещин в железобетонной плите при остывании (саморазогрев) бетона во время твердения, что отражается на долговечности сооружения в целом.

45 Задачей настоящих изобретений является повышение эффективности работы бетона на растяжение в железобетонной плите, исключения образования трещин в железобетонной плите при остывании (саморазогрев) бетона во время твердения, выбор оптимальной длины овального отверстия в стальном листе, повышение прочности и

надежности железобетонной плиты и повышение долговечности пролетного строения в целом.

Поставленная задача в части объекта "устройство" решается за счет того, что в преднапряженном неразрезном сталежелезобетонном пролетном строении моста, включающем железобетонную плиту, объединенную со стальной балкой с помощью приваренных к закрепленному на балке стальному контактному листу и замоноличенных в теле плиты упоров, а стальной контактный лист закреплен на поясе стальной балки высокопрочными болтами через устроенные в нем отверстия, имеющие в средней части надопорной зоны непосредственно над телом опоры форму круга, а на остальной части выполненные овальными с расположением большой оси вдоль продольной оси пролетного строения, а высокопрочные болты, входящие в овальные отверстия, закрыты от проникновения бетона защитными колпачками, по форме повторяющими контур овального отверстия, железобетонная плита разделена по длине пролетного строения на три вида участков: надопорных, расположенных над промежуточной опорой моста, центральных, расположенных вне зоны промежуточных опор, и буферных, расположенных между надопорными и центральными участками. Причем надопорный участок предварительно напрягается высокопрочной арматурой, а стальной контактный лист вместе с приваренными к нему упорами выполнен независимым на надопорном и буферных участках с разрывом между ними, при этом размер овальных отверстий на нем поперек продольной оси моста $a \geq d$, а вдоль продольной оси b определяется по формуле:

$$b = (d + \Delta L) \geq d + L (\alpha t + \sigma / E_{\delta}), \text{ мм},$$

где α - коэффициент линейного расширения бетона, $1 \cdot 10^{-5}$ 1/град;

d - диаметр высокопрочного болта, мм;

$\Delta L = b - d$, мм;

L - расстояние от оси опоры до центра отверстия, мм;

t - температура саморазогрева бетона относительно балки в момент достижения бетоном прочности $R = 0,3R_{28}$, град;

R_{28} - марочная прочность бетона, кг/см²;

σ - напряжения в бетоне при его преднапряжении, кг/см²;

E_{δ} - модуль упругости бетона, кг/см².

При этом отверстия овальной формы в стальном контактном листе буферной зоны могут иметь также переменную длину вдоль продольной оси пролетного строения, наибольшую величину которой b_1 имеет крайнее отверстие, находящееся со стороны анкеровки преднапряженной зоны надопорного участка, определяемой по формуле:

$$b_1 \geq d + \varepsilon L_{12},$$

где d - диаметр высокопрочного болта, мм;

L_{12} - длина буферного участка, мм;

$\varepsilon = \alpha t_1$;

α - коэффициент линейного расширения бетона, $1 \cdot 10^{-5}$ 1/град;

t_1 - температура саморазогрева бетона в буферной зоне относительно балки в момент достижения бетоном прочности $R = 0,3R_{28}$, град;

R_{28} - марочная прочность бетона, кг/см².

Поставленная задача в части объекта "способ" решается за счет того, что в способе

изготовления преднапряженного неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста, включающего сборку стальной балки, бетонирование железобетонной плиты и последующее натяжение высокопрочной арматуры на стальном контактном листе с приваренными к нему упорами, закрепленном на стальной балке, бетонирование 5 участков осуществляется последовательно, сначала центральных, расположенных вне зоны промежуточных опор, затем надопорных, расположенных над промежуточными опорами, затем буферных, расположенных между надопорными и центральными. При этом перед бетонированием надопорного участка полностью затягивают только болты, расположенные непосредственно над опорами (по оси опоры) в круглых отверстиях, 10 остальные затягивают частично, а затем полностью ослабляют через время τ после окончания бетонирования.

Время τ , через которое после окончания бетонирования бетонная смесь превращается в твердый бетон, условно принимается в тот момент, когда прочность бетона R становится равной $0,3R_{28}$, где R_{28} - марочная прочность бетона. Время τ зависит от 15 двух основных параметров - начальной температуры бетонной смеси t_{ϕ} и расхода цемента c_{ϕ} . Время τ определяют теплофизическим расчетом. Для вывода приближенной зависимости были проведены расчеты, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты теплофизических расчетов для вывода формулы 20 определения τ .

№№ п/п	Начальная температура бетонной смеси, °С	Расход цемента, кг/м ³	Время достижения бетоном прочности $R=0,3R_{28}$, час
1	10	200	48
2	10	400	36
3	20	200	30
4	20	400	25

Эти результаты позволили путем подбора зависимостей вывести формулу:

$$\tau = 48 - 18 (t_{\phi} - 10)/10 - [12 - 7 (t_{\phi} - 10)/10] \times (c_{\phi} - 200) / 200, \text{ час},$$

где t_{ϕ} - начальная температура бетонной смеси, град;

c_{ϕ} - расход цемента, кг/м³;

R_{28} - марочная прочность бетона, кг/см²,

40 Полностью болты затягивают после проявления процесса деформаций температурных и силовых.

При этом перед бетонированием буферного участка болты в его пределах могут затягиваться частично, затем через интервалы времени τ , полностью ослабляться, при этом ослабляются болты и в надопорной зоне, затем после проявления температурных деформаций болты полностью затягиваются.

Изобретения поясняются чертежами, где

- на фиг. 1 изображен общий вид пролетного строения;
- на фиг. 2 - поперечное сечение пролетного строения;
- на фиг. 3 - овальное отверстие в стальном контактном листе;

- на фиг. 4 - фрагмент плиты с упорами и высокопрочной арматурой;

- на фиг. 5 - фрагмент контактного листа над средней опорой.

В пролетном строении моста верхний пояс стальной балки 1 объединен с железобетонной плитой 2 с помощью стального листа 3 и приваренных к нему упоров 4, замоноличенных в теле железобетонной плиты 2. Стальной лист 3 с упорами 4 крепится к стальной балке 1 пролетного строения высокопрочными болтами 5, пропущенными через отверстия 6 и 7, выполненные в нем вдоль продольной оси пролетного строения. Стальной лист 3 выполнен независимым на надопорном и буферными участками с разрывом 8 между собой до 10 мм для возможности свободного перемещения при обжатии каждого из участков плиты. При этом отверстия в средней части надопорной зоны непосредственно над телом опоры (по оси 9) имеют форму круга 6, а на остальной части выполнены овальными 7. Высокопрочные болты 5 закрыты от проникновения бетона защитными колпачками. Железобетонная плита 2 разделена по длине пролетного строения на три вида участков: надопорных 10 длиной L_{10} , 15 расположенных непосредственно над средней промежуточной опорой моста, центральных 11 длиной L_{11} , расположенных вне зоны промежуточных опор, и буферных 12 длиной L_{12} , расположенных между надопорными и центральными участками.

Способ изготовления преднапряженного неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста осуществляют следующим образом. Бетонируют железобетонную плиту по участкам, сначала центральные 11, затем надопорный 10, лежащий на стальном листе 3, при этом высокопрочные болты 5 в круглых отверстиях 6 затягиваются на полное усилие, а болты 5, расположенные в овальных отверстиях 7, затянуты на усилие прижатия листа 3 к поясу балки 1. После набора прочности бетона в течении времени t ослабляют болты 5 в овальных отверстиях 7 и происходит сокращение бетона от саморазогрева. При этом болты 5 перемещаются в овальных отверстиях. При наборе бетоном требуемой прочности осуществляют натяжение высокопрочной арматуры. При этом болты 5 снова скользят вдоль овального отверстия 7. Затем болты 5 затягивают на расчетное усилие. Центральные участки 11 можно 30 бетонировать одновременно с надопорным 10. Затем приступают к буферным участкам 12. Перед бетонированием буферного участка 12 болты 5 в его пределах затягиваются частично, затем через интервалы времени τ , полностью ослабляют, при этом ослабляют болты и в надопорной зоне, затем после проявления температурных деформаций болты 5 полностью затягивают.

Предлагаемый способ изготовления преднапряженного неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста поясняется приведенным ниже примером. Железобетонную плиту 2 бетонируют по участкам, сначала центральные 11, затем надопорный 10, лежащий на стальном листе 3, при этом высокопрочные болты 5, расположенные по оси 9 в круглых отверстиях 6 диаметром 22 мм затягиваются на полное усилие, а болты 5 расположенные в овальных отверстиях 7, максимальная 40 длина которых $b=33$ мм, затягивают на усилие прижатия листа 3 к поясу балки 1. После набора прочности бетона $R=0,3R_{28}$ в течении времени $\tau=25$ час при $t_{\text{ф}}=20^{\circ}\text{C}$ и $c_{\text{ф}}=400$ кг/м^3 ослабляют болты 5 в овальных отверстиях 7 и происходит сокращение бетона от саморазогрева. При этом болты 5 перемещаются в овальных отверстиях в направлении к оси 9. При наборе бетоном требуемой прочности, равной 75% от проектной прочности, осуществляют натяжение высокопрочной арматуры 13. При этом болты 5 снова скользят вдоль овального отверстия 7. Затем после набора бетоном 100% проектной прочности болты 5 затягивают на расчетное усилие.

Затем приступают к буферным участкам 12. Перед бетонированием буферного участка 12 болты 5 в его пределах затягиваются частично, затем через время $\tau=25$ час полностью ослабляют, при этом ослабляют болты и в надпорной зоне, затем после проявления температурных деформаций болты 5 полностью затягивают. Максимальная
5 длина овального отверстия на буферном участке составляет $b_1=24$ мм.

Таким образом, плита неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения работает на всей длине без образования трещин в сжатом состоянии, что обеспечивает повышение эффективности работы бетона на растяжение в железобетонной плите, снижение деформативности и повышение трещиностойкости. Повышение прочности
10 и надежности железобетонной плиты обеспечивает повышение долговечности пролетного строения в целом.

(57) Формула изобретения

1. Преднапряженное неразрезное сталежелезобетонное пролетное строение моста,
15 включающее железобетонную плиту, объединенную со стальной балкой с помощью приваренных к закрепленному на балке стальному контактному листу и замоноличенных в теле плиты упоров, при этом стальной контактный лист закреплен на поясе стальной балки высокопрочными болтами через устроенные в нем отверстия, имеющие в средней части надпорной зоны непосредственно над телом опоры форму круга, а на остальной
20 ее части выполненные овальными с расположением большей оси вдоль продольной оси пролетного строения, длина овальных отверстий выполнена наибольшей в зоне анкеровки преднапряженной арматуры и уменьшающейся - к опоре, кроме того, высокопрочные болты, входящие в овальные отверстия, закрыты от проникновения бетона защитными колпачками, по форме повторяющими контур овального отверстия,
25 отличающееся тем, что

железобетонная плита разделена по длине пролетного строения на три вида участков: надпорных, расположенных непосредственно над промежуточной опорой моста, центральных, расположенных вне зоны промежуточных опор, и буферных, расположенных между надпорными и центральными участками, причем надпорный
30 участок предварительно напрягается высокопрочной арматурой, при этом стальной контактный лист вместе с приваренными к нему упорами выполнен независимым на надпорном и буферных участках с разрывом между ними, при этом размер овальных отверстий на нем поперек продольной оси моста $a \geq d$, а вдоль продольной оси b определяется по формуле

$$35 \quad b=(d+\Delta L) \geq d+L(\alpha t+\sigma / E_{\delta}), \text{ мм,}$$

где α - коэффициент линейного расширения бетона, $1 \cdot 10^{-5}$ 1/град;

d - диаметр высокопрочного болта, мм;

$\Delta L=b-d$, мм;

40 L - расстояние от оси опоры до центра отверстия, мм;

t - температура саморазогрева бетона относительно балки в момент достижения бетоном прочности $R=0,3 R_{28}$, град;

R_{28} - марочная прочность бетона, кг/см²;

45 σ - напряжения в бетоне при его преднапряжении, кг/см²;

E_{δ} - модуль упругости бетона, кг/см².

2. Преднапряженное неразрезное сталежелезобетонное пролетное строение моста по п. 1,

отличающееся тем, что

отверстия овальной формы в стальном контактном листе буферной зоны имеют переменную длину вдоль продольной оси пролетного строения, наибольшую величину которой b_1 имеет крайнее отверстие со стороны анкеровки преднапряженной зоны

надопорного участка, определяемой по формуле

$$b_1 \geq d + \epsilon L_{12},$$

где d - диаметр высокопрочного болта, мм;

L_{12} - длина буферного участка, мм;

$\epsilon = \alpha t_1$;

α - коэффициент линейного расширения бетона, $1 \cdot 10^{-5}$ 1/град;

t_1 - температура саморазогрева бетона в буферной зоне относительно балки в момент достижения бетоном прочности $R = 0,3 R_{28}$, град;

R_{28} - марочная прочность бетона, кг/см².

3. Способ изготовления преднапряженного неразрезного сталежелезобетонного пролетного строения моста, включающий сборку стальной балки, бетонирование железобетонной плиты и последующее натяжение высокопрочной арматуры на стальном контактном листе с приваренными к нему упорами, закрепленном на стальной балке, отличающийся тем, что

бетонирование участков осуществляется последовательно, сначала центральных, расположенных вне зоны промежуточных опор, затем надопорных, расположенных над промежуточными опорами, затем буферных, расположенных между надопорными и центральными, при этом перед бетонированием надопорного участка полностью затягивают только болты, расположенные непосредственно над опорами (по оси опоры), остальные затягивают частично, затем полностью ослабляют через время τ после окончания бетонирования, определяемое набором бетоном прочности $R = 0,3 R_{28}$ по формуле

$$\tau = 48 - 18(t_f - 10)/10 - [12 - 7(t_f - 10)/10] \times (c_f - 200)/200, \text{ ч},$$

где t_f - начальная температура бетонной смеси, град;

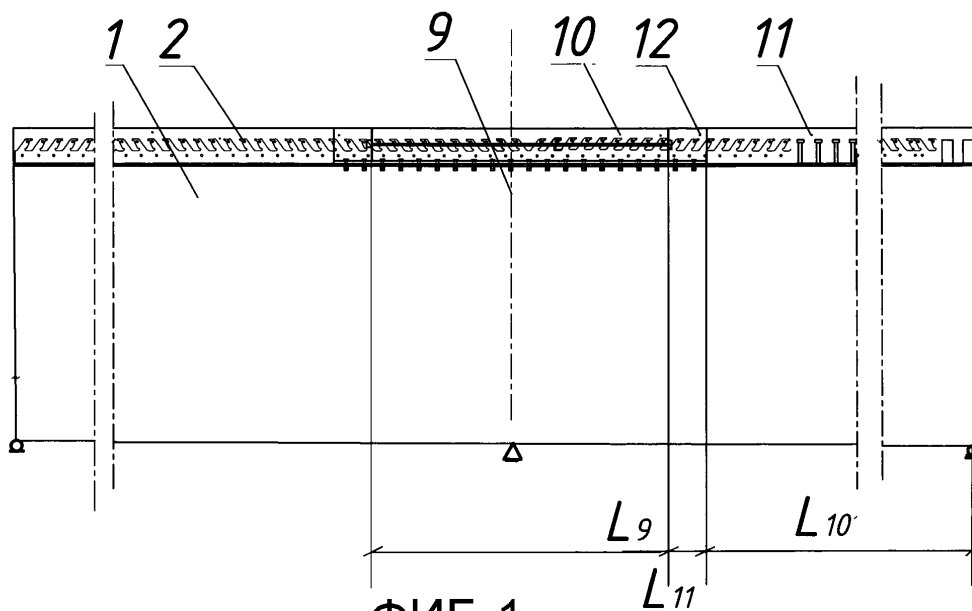
c_f - расход цемента, кг/м³;

R_{28} - марочная прочность бетона, кг/см²,

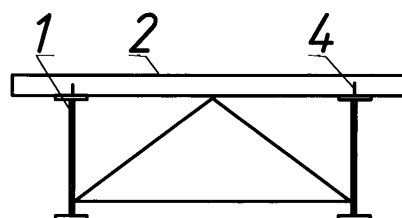
а полностью затягивают после проявления процесса деформаций температурных и силовых.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что перед бетонированием буферного участка болты в его пределах затягиваются частично, затем через интервалы времени τ полностью ослабляют, при этом ослабляют болты и в надопорной зоне, затем после проявления температурных деформаций болты полностью затягивают.

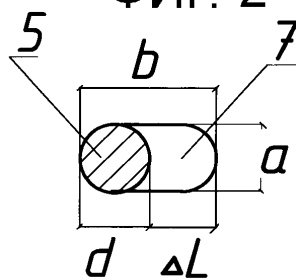
1



ФИГ. 1

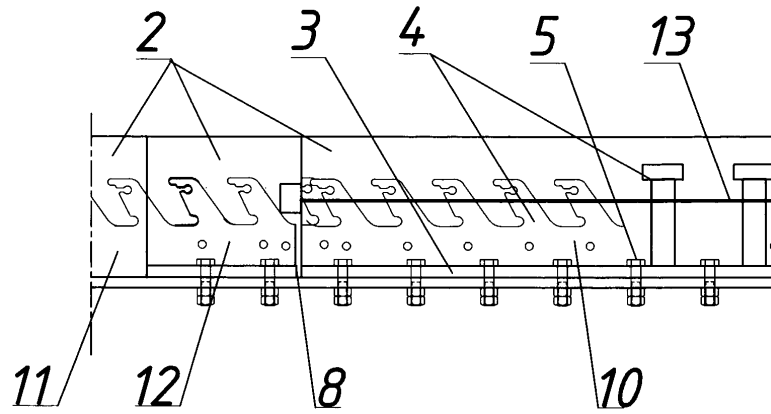


ФИГ. 2

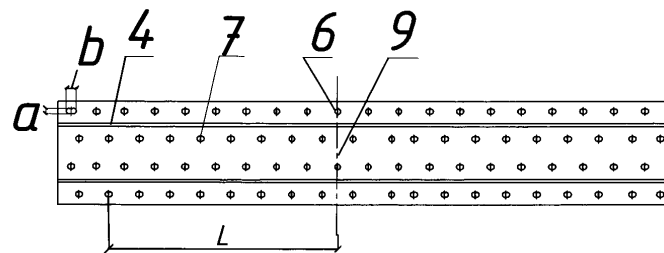


ФИГ. 3

2



ФИГ. 4



ФИГ. 5