

Н. А. ИЛЬИН
Д. А. ПАНФИЛОВ
Ю. В. ЖИЛЬЦОВ

ТРУБОБЕТОННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНО-НАГРУЖЕННЫЙ ПОДКОЛОННИК ФУНДАМЕНТА ПОД СТАЛЬНУЮ КОЛОННУ

PIPE-CONCRETE CENTRALLY-LOADED SUB-COLUMN OF A STEEL COLUMN FOUNDATION

Рассматривается новое прогрессивное решение, которое заключается в совершенствовании проектирования и статического расчета прочности элементов подколонной части трубобетонного фундамента, в упрощении проектирования подколоники из конструктивного бетона повышенной и высокой прочности и тонкостенной металлической трубы, используя её в виде несъёмной опалубки в качестве рабочего элемента составной конструкции, в снижении трудоёмкости и сроков выполнения работ нулевого цикла. Предложен алгоритм конструирования элементов сборно-монолитного железобетонного фундамента под колонну, включающий трубобетонный подколонец, фланцевое соединение его со стальной колонной сверху и с фундаментной плитой снизу. Тонкостенный металл трубы является экономичной облоймой для монолитного бетона.

Ключевые слова: стальные колонны, базы колонны, фундамент под колонну, сборно-монолитное исполнение, центральное нагружение, трубобетонный подколонец, фундаментная плита, фланцевое соединение элементов, тонкостенный металл трубы, несъемная опалубка

Объект исследования относится к области строительства и касается проектирования составного трубобетонного сборно-монолитного центрально-нагруженного железобетонного фундамента под стальную колонну.

Фундаментами являются подземные конструкции, предназначенные для передачи нагрузки от вышележащих частей здания на грунтовое основание [1].

Сборные фундамента конструируют в виде цельного блока, который состоит из плитной и подколониной части. Минимальный размер железобетонных фундамента определяют из расчета действующих усилий в предельном состоянии. Проектный класс бетона по прочности на сжатие для монолитных фундамента на естественном основании принимают не менее класса В12,5 ($R_b = 7,5$ МПа). Армирование подколоники прямоугольного сечения предус-

A new progressive solution is considered, which consists in improving the design and static calculation of the strength of the elements of the sub-column part of a pipe-concrete foundation, in simplifying the design of a sub-column made of structural concrete of increased and high strength and a thin-walled metal pipe, using it in the form of a permanent formwork as a working element of a composite structure, in reduction of labor intensity and terms of performance of works of the zero cycle. An algorithm is proposed for designing elements of a precast-monolithic reinforced concrete foundation for a column, including a pipe-concrete sub-column, its flange connection with a steel column from above and with a foundation slab from below. Thin-walled pipe metal is an economical casing for in-situ concrete.

Keywords: steel columns, column bases, a column, foundation, precast-monolithic design, central loading, pipe-concrete sub-column, foundation slab, flange connection of elements, thin-walled pipe metal, permanent formwork

матривают сварными сетками, арматура классов А400 и В500. Стенки стакана подколоники армируют, как правило, поперечной и продольной арматурой в соответствии с расчетом. Сетки крепятся к жесткой опалубке. Затраты на применение съёмной опалубки составляют 30–35 % от общей стоимости бетонных работ [1, 2].

Известные конструкции фундамента [2–6] характеризуются недостаточной несущей способностью и высокой трудоёмкостью возведения, неэкономичностью в расходе металла и монолитного бетона, необходимостью устройства съёмной опалубки, приводящими к удорожанию работ и повышению сроков возведения здания.

Конструкция сборно-монолитного фундамента под колонну, включающая армированную фундаментную плиту и подколонец

со стаканной частью для колонны и с нижней сквозной заполненной бетоном полостью, который соединен с фундаментной плитой посредством арматуры, выпущенной из фундаментной плиты и заведённой в его полость, предложена в Ас. SU № 863774 [7]. Данный железобетонный фундамент характеризуется сложностью изготовления и установки объёмного арматурного каркаса подколонника, большой трудоёмкостью и материалоёмкостью, неэкономичностью в расходе металла и монолитного бетона при изготовлении составного фундамента под колонну.

Предлагаемое авторами новое прогрессивное решение заключается в совершенствовании конструкции составного фундамента, в упрощении подбора геометрических характеристик и прочностных показателей металла трубы и конструктивного бетона в составе трубобетонного подколонника; в использовании металлической трубы в качестве несъемной опалубки составного сборно-монолитного фундамента под центрально нагруженную колонну [8].

Технологический и экономический эффект достигается за счет использования несъемной опалубки из тонколистовой металлической трубы для изготовления экономичного фундамента, повышения прочности и жёсткости подколонника, снижения трудозатрат на проведение фундаментных работ, сокращения массы строительной стали и объема конструктивного бетона, снижения срока возведения фундамента, установки и закрепления стальной колонны здания.

Технологический и экономический эффект достигается тем, что сборно-монолитный центрально нагруженный фундамент под стальную колонну, включающий армированную фундаментную плиту и соединённый с нею сквозной подколонник, заполненный бетоном и скреплённый с фундаментной плитой, выполнен с рядом существенных особенностей.

Основными особенностями предлагаемой конструкции фундамента являются:

1) в качестве несъемной опалубки подколонника принята тонкостенная металлическая труба;

2) подколонник выполнен составным, содержащим металлическую трубу, оборудованную фланцами с обеих сторон, и конструктивный бетон замоноличивания;

3) толщина металла трубы, подколонника, площадь сечения и предельное сопротивление бетона приняты по расчету на прочность центрально нагруженного трубобетонного элемента;

4) крепление базы стальной колонны с металлом трубобетонного подколонника осуществляется фланцевым соединением на болтах;

5) крепление подколонника к опорной плите осуществлено фланцевым соединением на шпильках, оборудованных упругими шайбами и высокими гайками;

6) предусматривается устройство битумной изоляции внешней поверхности частей фундамента;

7) плитная часть принята в виде типовой фундаментной плиты [8].

Класс бетона по прочности на сжатие выявляют по величине расчетного сопротивления бетона в сечении трубобетона (R_b , МПа), используя уравнение

$$R_b = (N - m_s \cdot R_s \cdot A_{MT}) / (m_b \cdot A_b), \quad (1)$$

где N – продольная сила на верхний обрез подколонника фундамента, кН; m_s , m_b – коэффициенты условий работы металла и бетона в составе трубобетона ($m_s = 0,9$; $m_b = 1,2$); R_s – расчетное сопротивление металла трубы, МПа;

A_{MT} – площадь сечения металла трубы, мм², вычисленная по уравнению

$$A_{MT} = \pi \cdot (r_{ex}^2 - r_{in}^2), \quad (2)$$

где r_{ex} и r_{in} – наружный и внутренний радиус трубы, мм;

A_b – площадь сечения бетона трубы, мм², вычисляют по уравнению

$$A_b = \pi \cdot r_{in}^2. \quad (3)$$

При заданных геометрических характеристиках металла трубы, бетона, её заполняющего, и величине расчетного сопротивления материалов по прочности на сжатие, толщину металла трубы (θ_{MT} , мм) вычисляют по уравнению

$$\theta_{MT} = A_{MT} / C_\mu, \quad (4)$$

где A_{MT} – требуемая площадь сечения (мм²) металла трубы подколонника, определяют по уравнению

$$A_{MT} = (N - m_b \cdot R_b \cdot A_b) / (m_s \cdot A_s), \quad (5)$$

где N – продольная сила, действующая на верхний обрез подколонника фундамента, кН; m_s , m_b – коэффициенты условий работы металла и бетона в составе трубобетона; R_s и R_b – расчетное сопротивление бетона и металла на сжатие, МПа;

C_μ – длина окружности трубы, мм по среднему диаметру подколонника (d_μ , мм), вычисляют по уравнению

$$C_\mu = n \cdot d_\mu, \quad (6)$$

A_b – площадь сечения, мм², бетона в трубе подколонника вычисляют по уравнению

$$A_b = \hat{n} \cdot r_b^2, \quad (7)$$

где r_b – радиус сечения бетона, мм.

Битумную изоляцию внешней поверхности трубобетонного подколонника и опорной плиты выполняют в соответствии с нормативной документацией по проектированию и устройству гидроизоляции подземных частей здания [9-14].

Узел сопряжения стальной колонны с подколонником выполнен в виде фланцевого соединения на болтах. Узел сопряжения подколонника с фундаментной плитой выполняют в виде фланцевого соединения на самоанкерующихся дюбель-шпильках с резьбовыми концами, оборудованными натяжными гайками и упругими шайбами (рис. 1).

Заделку анкерных болтов (а) и (б) проводят цементным раствором (цемент марки 300); анкерные болты с цангой (в) самоанкериваются; анкерные болты (а) и (в) изготавливают $\varnothing 18 \div 60$ мм

из стали Ст. 3; болты (б) изготавливают из проката периодического профиля $\varnothing 14 \div 40$ мм; глубина заделки анкерных болтов при статической нагрузке $(15 \div 25) \cdot d$; при переменной нагрузке $(20 \div 30) \cdot d$; *min.* расстояние между анкерными болтами $(10 \div 15) \cdot d$; где d – диаметр болта, мм.

Дюбель-шпилька с конусом (рис. 2, г) удобна при монтаже тем, что сверление отверстий производят непосредственно через фундаментные отверстия плиты.

Дюбель с шайбой (рис. 2, д) отличается тем, что анкеровку производят без смещения в отверстия.

Дюбель со штоком (рис. 2, е) обладает преимуществами перед дюбелями (рис. 2, г, д); установку дюбеля производят через фундаментные отверстия без сдвига плиты.

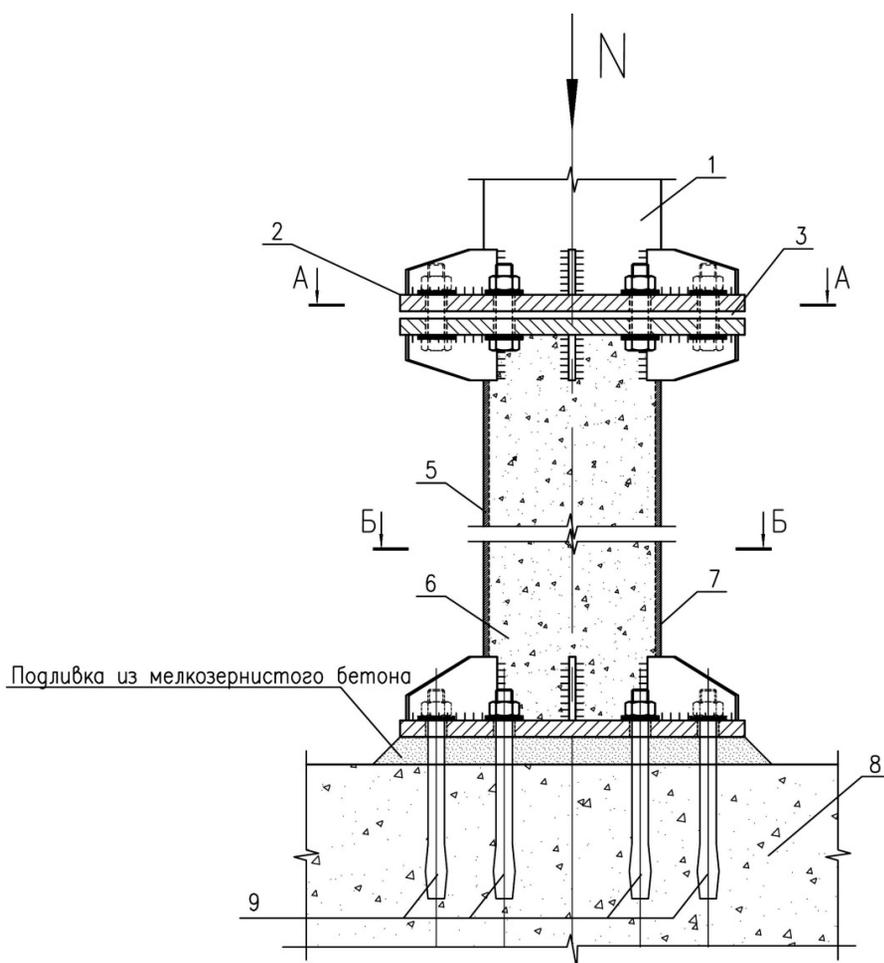


Рис. 1. Трубобетонный центрально-нагруженный подколонник фундамента под стальную колонну: а – составной трубобетонный центрально-нагруженный подколонник фундамента под стальную колонну при минимальной толщине металла трубы; 1 – стальная колонна; 2 – база стальной колонны; 3 – фланцевое соединение подколонника со стальной колонной; 4 – обрез фундамента (отм. – 0,15 м); 5 – тонкостенная металлическая труба; 6 – бетон замоноличивания трубы; 7 – подколонник фундамента; 8 – фундаментная плита; 9 – анкерные шпильки с резьбой на одном конце; 10 – крепёжные гайки с упругими шайбами; б – поперечное сечение (А – А) подколонника

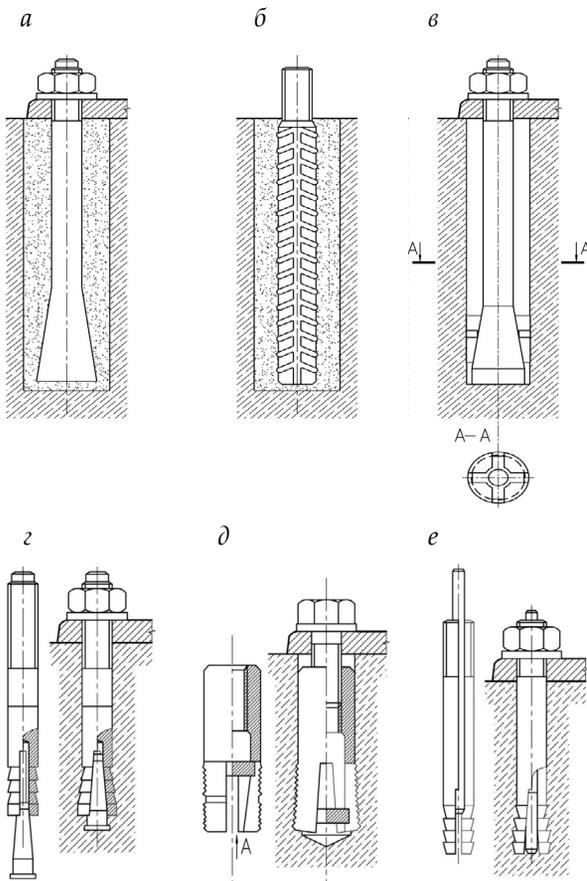


Рис. 2. Устройство для закрепления опорного кольца подколонника к фундаментной железобетонной плите в виде анкерных болтов НИИЖБ (а, б, в) и/или самоанкерующихся дюбелей: дюбель-шпильки (г), дюбель с шайбой (д), дюбель-шпильки со штоком (е)

Анкеровку дюбелей производят ударом молотка по выступающему концу штока.

Новое прогрессивное решение трубобетонного подколонника фундамента под стальную колонну предлагается к использованию при проектировании объектов водоснабжения и водоотведения ООО НПФ «Экос», в работе Отраслевой научно-исследовательской лаборатории ЖБК, Центра инженерно-технических разработок, Испытательного центра «Самарастройиздат» Академии строительства и архитектуры СамГТУ и др.

Использование несъемной металлической трубы в качестве опалубки приведет к сокращению затрат конструктивного бетона на 30 % и стали в два раза; исключение работ по изготовлению временной опалубки приведет к снижению трудозатрат и к снижению сроков проведения строительных работ нулевого цикла, совершенствование конструкции подколонника фундамента позволяет упростить подбор

материалов (стали и бетона) для трубобетонного элемента.

Пример 1. Дано: составной трубобетонный центрально-нагруженный подколонник фундамента под круглую стальную колонну ($\varnothing 400$ мм) при толщине металла трубы $\theta_{MT} = 2$ мм ($R_s = 350$ МПа;), воспринимаемый расчетную продольную силу на верхний обрез трубобетонного подколонника) $N = 2600$ кН (260 тс) [15, 16]; наружный диаметр металлической трубы подколонника $d_{ex} = 400$ мм; наружный и внутренний радиусы тонкостенной металлической трубы подколонника $\xi_{ex} = 400/2 = 200$ мм; $\xi_{ib} = 198$ мм; радиус сечения бетона трубобетонного подколонника $\xi_B = \xi_{ib} = 198$ мм.

Определить требуемый класс бетона по прочности на сжатие.

Решение. 1. Площадь сечения в металлической трубе подколонника (A_B , мм²) вычислена по уравнению (3):

$$A_B = \pi \cdot \xi_{in}^2 = 3,142 \cdot 198^2 = 123163 \text{ мм}^2,$$

где ξ_{in} – внутренний радиус тонкостенной металлической трубы подколонника, мм.

2. Площадь металла трубы (A_{MT} , мм²) вычисляют по уравнению (2):

$$A_{MT} = \pi \cdot (\xi_{ex}^2 - \xi_{in}^2) = 3,142 \cdot (200^2 - 198^2) = 2500 \text{ мм}^2,$$

где ξ_{ex} и ξ_{in} – наружный и соответственно внутренний радиус металлической трубы подколонника, мм.

3. Расчетное сопротивление бетона на сжатие (R_B , МПа) в основном сечении трубобетонного подколонника вычисляют по уравнению (1):

$$R_B = (N - m_s \cdot R_s \cdot A_{MT}) / (T_b \cdot A_B) = (2600 - 0,9 \cdot 350 \cdot 2500) / (1,2 \cdot A_B) = 1816/147 = 12,3 \text{ МПа},$$

где N – расчетная продольная сила на верхний обрез фундамента трубобетонного подколонника фундамента, кН;

m_s и T_b – расчетные коэффициенты условий работы бетона и стали;

A_{MT} и A_B – площадь металла трубы и соответственно бетона в трубе, мм².

4. Требуемый класс бетона по прочности на сжатие В 25 ($R_B = 14,5$ МПа).

Пример 2. Дано: Стальная центрально-нагруженная колонна $d_{кол} = 400$ мм равна диаметру трубобетонного подколонника фундамента; предварительная толщина металла трубы подколонника $\theta_{MT} = 6$ мм; наружный диаметр трубы $d_{ex} = 400$ мм ($R_s = 350$ МПа; $T_s = 0,9$); средний диаметр металлической трубы подколонника $d_{\mu} = d_{ex} - 0,5 \cdot \theta_{MT, пр} = 400 - 3 = 397$ мм; бе-

тон класса В55 по прочности на сжатие ($R_b = 30$ МПа; $m_d = 1,2$); радиус основного сечения бетона $c_b = (d_{ex} - \theta_{MT, пр}) = (400 - 2 \cdot 6) / 2 = 194$ мм; продольная сила, приложенная центрально на верхний образ трубобетонного подколоники $N = 2400$ кН (240 тс) [15, 16].

Определить требуемую толщину металла трубы подколоники.

Решение. 1. Площадь сечения бетона (A_b , мм²) заполнения металлической трубы трубобетонного подколоники вычисляют по уравнению (7):

$$A_b = \pi \cdot \xi_b^2 = 3,142 \cdot 194^2 = 118253 \text{ мм}^2,$$

где ξ_b – радиус сечения бетона заполнения металлической трубы трубобетонного подколоники фундамента, мм.

2. Требуемую площадь сечения металла трубы трубобетонного подколоники вычисляют по уравнению (5):

$$A_{MT} = (N - m_b \cdot R_b \cdot A_b) / (t_s \cdot A_c) = (2400 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 30 \cdot 118253) / (0,9 \cdot 350) = 5895,5 \text{ мм}^2,$$

где N – продольная сила, приложенная к верхнему обрезу подколоники, кН (тс);

t_s , m_b – коэффициенты условий работы бетона и соответственно стали трубобетонного подколоники.

3. Длину окружности металлической трубы подколоники вычисляют по уравнению (6):

$$C_{\mu} = \pi \cdot d_{\mu} = 3,142 \cdot 397 = 1247,4 \text{ мм}.$$

4. Требуемую расчетную толщину металла трубы подколоники вычисляют по уравнению (4):

$$\theta_{MT, пр} = A_{MT} / C_{\mu} = 5895,5 / 1247,4 = 4,73 \text{ мм};$$

принято $\theta_{MT, пр} = 5$ мм.

Вывод. Использование несъемной опалубки из тонколистовой металлической трубы позволяет изготовить экономически выгодный сборно-монолитный фундамент под колонну. С применением предполагаемого фундамента повышается прочность и жесткость железобетонного подколоники, сокращается масса строительной стали и объем конструктивного бетона повышенной прочности, сокращаются сроки возведения фундамента и других работ нулевого цикла строительства здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пособие по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений. М.: ЦИТП, 1989.

2. Редькин В.И., Тетиор А.Н. Фундамент под колонну. Ас SU 763524, МПК E02 D 27/42, заяв. 06.05.78, опубл. 05.09.80. Бюл № 34.

3. Журавлёв С.М. Железобетонный фундамент, МПК E 02 D 27/42, Ас SU 831897; заяв.: 06.07.79, опубл. 25.05.81. Бюл. № 19.

4. Тетиор А.Н., Редькин В.И., Родин С.В. Фундамент под колонну. МПК E 02 D 27/42; заяв 03.12.79, опубл. 05.10.81. Бюл. № 35.

5. Краковский О.Н. Фундамент под колонну. МПК E 02 D 27/42; заяв. 09.01.80; опубл. 28.10.81. Бюл № 39.

6. Редькин В.И., Тыква П.Н., Трегуб А.С. и др. Фундамент под колонну. Ас SU 541925, МПК E 02 D 27/42; заяв. 27.10.72; опубл. 05.01.77, Бюл № 1.

7. Дин Б.Х. Сборно-монолитный фундамент под колонну. Ас SU 863774, МПК E 02 D 27/42; заяв.: 23.01.78; опубл. 15.09.81. Бюл № 34.

8. Ильин Н.А., Кондратьева Н.В., Таланова В.Н., Трошкина И.С. Способ определения огнестойкости трубобетонной колонны здания. Патент на изобретение RU 2695344 С1, 23.07.2019. Заявка № 2018108965 от 12.03.2018.

9. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. 4-е изд. М.: Стройиздат, 1985. (Гл. 12 Железобетонные фундаменты).

10. Давлатов Б.И. и др. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений. М.: Высшая школа, 1968.

11. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. 3-е изд. Томск, 2007. 476 с.

12. Пищулёв А.А., Панфилов Д.А., Жильцов Ю.В., Бузовская Я.И. Исследование работы железобетонных изгибаемых элементов с применением постнапрягаемых канатов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 1. С. 24–29. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.4.

13. Панфилов Д.А., Ильин Н.А., Мордовский С.С., Бузовская Я.А. Экспериментальная установка для испытания на изгиб железобетонных балочных элементов // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 12–16. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.2.

14. Родионов И.К. Усиление стальной фермы с применением сварки // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 1. С. 26–29. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.4.

15. СП 63.13330.202. «СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

16. СП 266.1325 800. 2016. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования.

REFERENCES

1. *Posobie po proektirovaniyu fundamentov na estestvennom osnovanii pod kolonny zdanij i sooruzhenij* [Manual on the design of foundations on a natural foundation under the columns of buildings and structures]. М., TsITP, 1989.

2. Redkin V. I., Tetior A. N. *Fundament pod kolonnu* [Foundation under the column]. Ас SU 763524, IPC E02 D 27/42, application. 06.05.78, publ. 05.09.80. Bull. no. 34.

3. Zhuravlev S. M. *ZHelezobetonnyj fundament* [Concrete Foundation], МРК Е 02 D 27/42, АУ SU 831897; declared.: 06.07.79, publ. 25.05.81. Bull. no. 19.
4. Tetior A. N., Redkin V. I., Rodin, S. V. the Foundation under the column. IPC E 02 D 27/42; application 03.12.79, publ. 05.10.81. Bull. no. 35.
5. Krakovsky O. N. *Fundament pod kolonnu* [The foundation under the column]. IPC E 02 D 27/42; application. 09.01.80; publ. 28.10.81. Bull. no. 39.
6. Redkin V. I., Tykva P. N., Tregub A. S., etc. *Fundament pod kolonnu* [The foundation for the column]. Ac SU 541925, IPC E 02 D 27/42; application. 27.10.72; publ. 05.01.77, Bull. no. 1.
7. Din B. H. *Sborno-monolitnyj fundament pod kolonnu* [Prefabricated monolithic foundation for the column]. Ac SU 863774, IPC E 02 D 27/42; application: 23.01.78; publ. 15.09.81. Bull. no. 34.
8. Pyin N. A., Mordovsky S. S., Panfilov D. A. *Sposob opredeleniya ognestojkosti trubobetonnoj kolonny zdaniya* [Prefabricated monolithic centrally loaded foundation for a steel column]. IPC E 02 D 24/42; E 04 B 1/38/.; application for invention no. 2020000000, Asia.
9. Baykov V. N., Sigalov E. E. *ZHelezobetonnye konstrukcii. Obshchij kurs* [Reinforced concrete structures. General course]. 4-th ed., M., Stroyizdat, 1985. (ch. 12 Reinforced concrete foundations.).
10. Davlatov B. I. et al. *Proektirovanie fundamentov zdaniy i promyshlennyh sooruzhenij* [Design of foundations of buildings and industrial structures]. M., Higher School, 1968.
11. Polishchuk A. I. *Osnovy proektirovaniya i ustrojstva fundamentov rekonstruiruemyyh zdaniy* [Fundamentals of design and construction of foundations of reconstructed buildings]. 3rd ed. Tomsk, 3TT, 2007. 476 p.
12. Pishchulev AA., Panfilov D.A., Zhiltsov Yu.V., Buzovskaya Ya.I. Research of the work of reinforced concrete bended elements with the use of post-tensioned ropes. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 1, pp. 24–29. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.4. (in Russian)
13. Panfilov D.A., Iluin N.A., Mordovsky S.S., Buzovskaya Ya.A. Experimental test installation of bending reinforced concrete beam elements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 12–16. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.2. (in Russian)
14. Rodionov I.K. Reinforcement of steel truss by welding. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017, vol. 7, no. 1, pp. 26–29. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.01.4. (in Russian)
15. SP 63. 13330. 202. «SNiP 52-01-2003. Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnyye polozeniya» [«SNiP 52-01-2003. Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions»].
16. SP 266.1325 800. 2016. *Konstrukcii stalezhelezobetonnye. Pravila proektirovaniya* [Steel-reinforced concrete structures. Design rules].

Об авторах:

ИЛЬИН Николай Алексеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 тел. (846)339-14-71

ПАНФИЛОВ Денис Александрович

кандидат технических наук, заведующий кафедрой железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ЖИЛЬЦОВ Юрий Викторович

старший преподаватель кафедры железобетонных конструкций, руководитель ОНИЛ ЖБК Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

ILYIN Nikolay A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 tel. (846) 339-14-71

PANFILOV Denis A.

PhD in Engineering Science, Head of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: panda-w800i@yandex.ru

ZHILTSOV Yuriy V.

Senior Lecturer of the Reinforced Concrete Structures Chair, Head of the Industry Research Laboratory RCS Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

Для цитирования: Ильин Н.А., Панфилов Д.А., Жильцов Ю.В. Трубобетонный центрально-нагруженный подколонник фундамента под стальную колонну // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 3. С. 14–19. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.02.

For citation: Pyin N.A., Panfilov D.A., Zhiltsov Yu.V. Pipe-Concrete Centrally-Loaded Sub-Column of a Steel Column Foundation. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 14–19. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.02.