



ISSN 1814-5566 print

ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ**  
**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ**  
**METAL CONSTRUCTIONS**

2014, ТОМ 20, НОМЕР 4, 203–208

УДК 69.056.55

(14)-0319-2

## РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ КОНСТРУКЦІЇ ДНИЩА ВАННОЇ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

**Г. В. Іхно**

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,  
2, вул. Державіна, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.  
E-mail: ihnoanna@mail.ru*

*Отримана 24 жовтня 2014; прийнята 26 грудня 2014.*

**Анотація.** На даний час проектування об'язки скловарних печей базується на практичному досвіді, а підбір перерізів елементів металевого каркаса і днища печі закладаються з великим запасом, маючи на увазі експлуатацію елементів каркаса в середовищі підвищених температур. У завдання даного обстеження входило визначення температурних полів конструкції металевого днища печі. Для створення повної розрахункової схеми каркаса ванної скловарної печі знадобилося чергове обстеження з метою вивчення металевих конструкцій днища печі. Обстеження проводилося на скловарній печі безперервної дії заводу ТОВ «Будскло-трейдинг» в м. Костянтинівка. Виконано обстеження вузлових з'єднань системи днища печі з визначенням температури їх експлуатації. У результаті проведеного обстеження виявлено дійсну конструкцію днища ванної скловарної печі та досліджено вузлові з'єднання. Визначено експлуатаційну температуру конструкцій днища, яка прямо пропорційна температурному режиму в самому агрегаті печі. Показники з температури поступово зростають у варильній частині і знижуються у вироботочній частині печі.

**Ключові слова:** скловарна піч, днище печі, склепіння печі, каркас, вогнетрив, температурні показники.

## РАСЧЕТ СИСТЕМЫ КОНСТРУКЦИИ ДНИЩА ВАННОЙ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧИ

**А. В. Ихно**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
2, ул. Державина, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.  
E-mail: ihnoanna@mail.ru*

*Получена 24 октября 2014; принята 26 декабря 2014.*

**Аннотация.** В настоящее время проектирование обвязки стекловаренных печей базируется на практическом опыте, а подбор сечений элементов металлического каркаса и днища печи закладываются с большим запасом, в виду эксплуатации элементов каркаса в среде повышенных температур. В задачу данного обследования входило определение температурных полей конструкции металлического днища печи. Для создания полной расчетной схемы каркаса ванной стекловаренной печи потребовалось очередное обследование с целью изучения металлических конструкций днища печи. Обследование проводилось на стекловаренной печи непрерывного действия завода ООО «Стройстекло-трейдинг» в г. Константиновка. Выполнены обследования узловых соединений системы днища печи с определением температуры их эксплуатации. В результате проведенного обследования выявлена действительная конструкция днища ванной стекловаренной печи и исследованы узловые соединения. Определена

эксплуатационная температура конструкций днища, которая прямопропорциональна температурному режиму в самом агрегате печи. Показатели по температуре постепенно возрастают в варочной части и снижаются в выработочной части печи.

**Ключевые слова:** стекловаренная печь, днище печи, свод печи, каркас, огнеупор, температурные показатели.

## THE CALCULATION SYSTEM OF THE CONSTRUCTION OF THE GLASS FURNACE BOTTOM

Anna Ihno

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,  
2, Derzhavina Str., Makiyivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.  
E-mail: ihnoanna@mail.ru*

*Received 24 October 2014; accepted 26 December 2014.*

**Abstract.** At present the design of piping glass furnaces is based on practical experience, and the selection of sections of the metal frame and furnace bottom are laid with a large margin, since operating elements of a skeleton in an environment of high temperatures. The task of this survey was to determine the temperature fields of the metal structure of the bottom of the furnace. To create a full frame design scheme of a glass furnace it was required another survey about the metal structures of the bottom of the furnace. The survey was conducted on a continuous glass melting furnace plant LLC «Stroysteklo-trading» in Constantinovka. Survey carried out joint connections of furnace bottom to the definition of the temperature of operation. As a result of the survey revealed the actual design of the bottom of a glass furnace and investigated the nodal connections. Defined operating temperature structure of the bottom, which is directly proportional to the temperature regime in the furnace unit. Indicators of temperature increase gradually in the cooking part and lower in the used part of the furnace.

**Keywords:** glass furnace, the bottom of the furnace, the arch of the furnace, frame, the main part, temperature indicators.

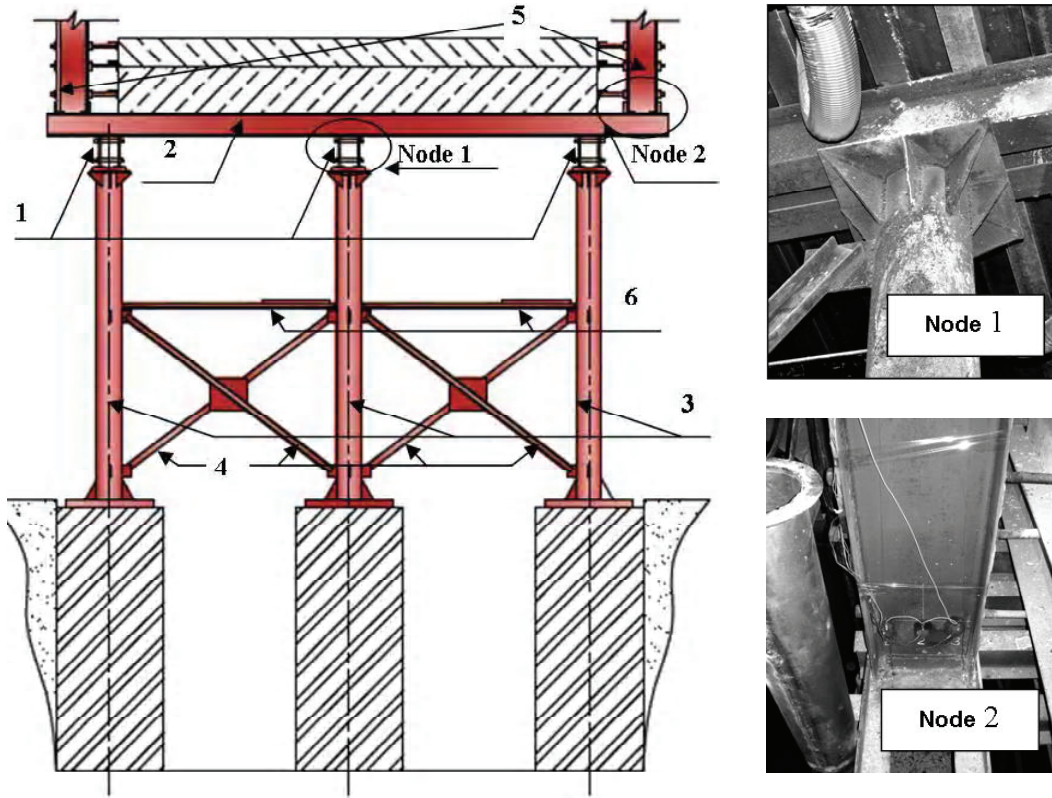
A carrying part of the bottom of the furnace is a girder cell (see Fig. 1) consisting of a longitudinal twin I-beam I36, connected by bolting and transverse rolling I24 I-beams with an average pitch 300 mm, hidden metal sheet  $t = 6$  mm.

The metal sheet in the future shall make the bottom of the pool unit of the silica furnace refractory material. The metal structure of the bottom of the column is based on the circular cross-section through  $\varnothing 280$  mm reference node (Fig. 1, node 1). On the columns are arranged crusades connection in the longitudinal and transverse direction of the equal-angle  $100 \times 100$  mm. Columns are detached foundation in the form of supporting concrete pillars section  $900 \times 900$  mm The column frame tying the upper structure of the furnace based on the cross-beam bottom furnace bottom (Fig. 1, node 2), where takes place the process of glass formation.

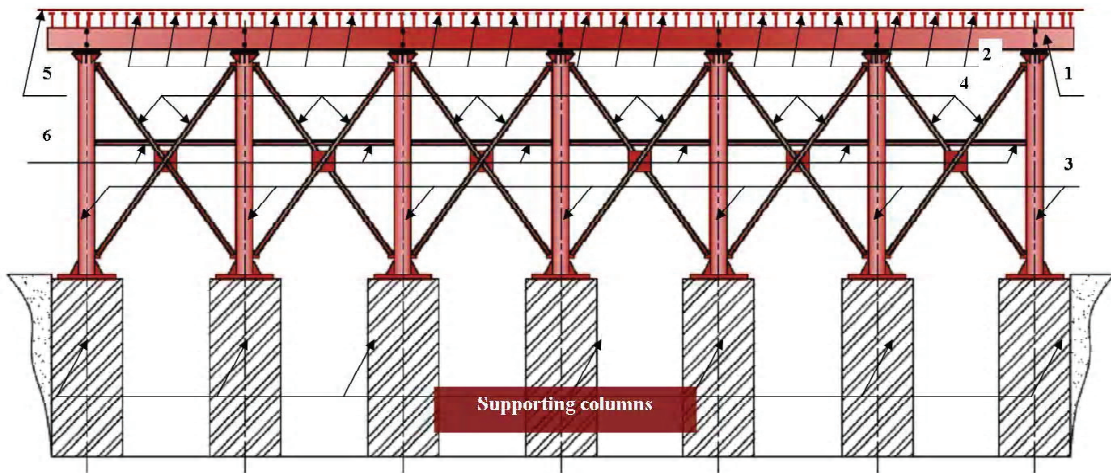
Glassmaking – is a complex physically-chemical process that takes place at high temperatures, changing into a moving medium (the glass melt) variable and complex composition and depends on the composition of the glass, the type of fuel, heat transfer conditions, as well as the nature of the motion of gases and molten glass.

At present the design piping glass furnaces is based on practical experience, and the selection of sections of the metal frame and furnace bottom are laid with a large margin, since operating elements of a skeleton in an environment of high temperatures. The task of this survey was to determine the temperature fields of the metal structure of the bottom of the furnace.

Temperature measurement on metal structures bottoms were conducted using an infrared thermometer with laser pointer Metermen IR608, operating



**Figure 1.** Structural diagram of the bottom of a glass furnace (Cross-section): 1 – the longitudinal beams; 2 – crossbars; 3 – column bottom; 4 – cross-linking; 5 – column frame strapping furnace; 6 – sites for service.



**Figure 2.** Structural diagram of the bottom of a glass furnace (Longitudinal section): 1 – the longitudinal beams; 2 – crossbars; 3 – bottom of the column, 4 – longitudinal connection; 5 – metallic flat sheet; 6 – sites for service.

in the temperature range from  $-18^{\circ}\text{C}$  to  $400^{\circ}\text{C}$ , an error of  $2^{\circ}\text{C}$ . Readings produced at a distance of 20 cm from the surface of the plane at right angles (Fig. 3), which reduces the accuracy of measurements. Measurements were carried out in two bays in each step of the supporting pillars.

For the control points were selected, as shown in Figure 4:

- The middle area of the lower shelf of the bottom transverse beams, located in the center of the span.
- Central point on the bottom wall of the longitudinal beams from the axis of the furnace.



Figure 3. Measurement of temperature indicators.



Figure 4. The points of the bottom temperature control.

– A sheet in the center of the span at each step of the longitudinal beams.  
 As a result of the survey is defined operating temperature structure of the bottom, which is directly proportional to the temperature regime in the furnace unit. Indicators of temperature increase gradually in the cooking part and in the lower part of the used furnace. Temperature readings on the first span

displayed on the graph Figure 5, the second flight in Figure 6. Maximum temperature parameters are: 177 °C on the metal sheet 92 °C on the bottom shelf of the transverse beams 63 °C at the bottom of the longitudinal girders. The maximum temperature difference on flights carrying structure of the bottom of the columns: a sheet ±14 °C; crossbeams ±8 °C; longitudinal beams ±11 °C.

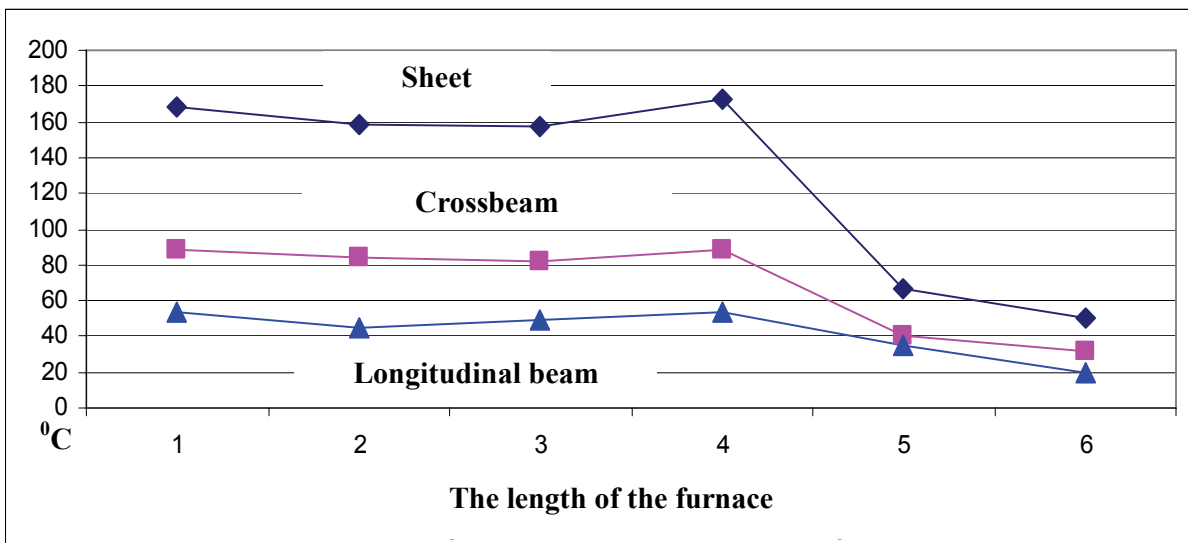


Figure 5. The temperature measurements of furnace bottom constructions in the first span.

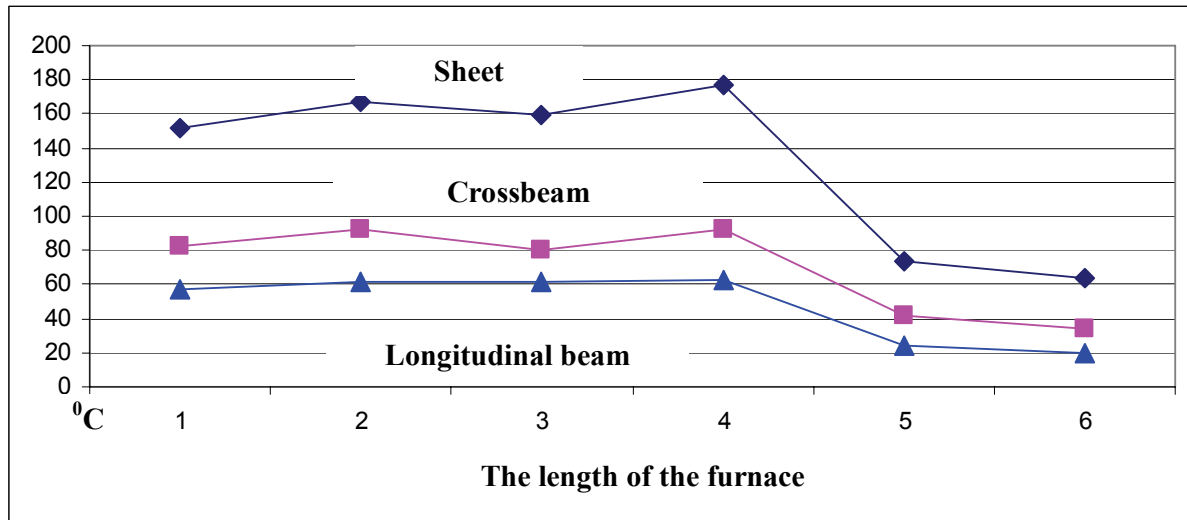


Figure 6. The temperature measurements of furnace bottom constructions in the second span.

### Conclusion

As a result of the survey revealed the actual construction of the bottom of a glass furnace and investigated the nodal connections. Defined operating temperature structure of the bottom, which is directly proportional to the temperature regime in the

furnace unit. Indicators of temperature increase gradually in the cooking part and in the lower part of the used furnace. The maximum temperature parameters are: 177 °C on the metal sheet 92 °C on the bottom shelf of the transverse beams 63 °C at the bottom of the longitudinal girders.

### References

1. Волгина, Ю. М. Теплотехническое оборудование стекловых заводов [Text] / Ю. М. Волгина. – М.: Стройиздат, 1974. – 307 с.
2. Глинок, М. А. Общая теория печей [Text] / М. А. Глинок. – М.: Стройиздат, 1978. – 264 с.
3. Исламов, М. Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей [Text] / М. Ш. Исламов. – М.: Стройиздат, 1986. – 281 с.
4. Тринкс, В. Н. Промышленные печи [Text] / В. Н. Тринкс. – М.: Стройиздат, 1961. – 392 с.
5. Бельский, В. И. Промышленные печи и трубы [Text]: учеб. пособие / В. И. Бельский, Б. В. Сергеев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Стройиздат, 1974. – 301 с.
6. Дзюзер, В. Я. Проектирование энергоэффективных стекловаренных печей [Text]: монография / В. Я. Дзюзер, В. С. Швыдкий; под ред. В. Я. Дзюзера. – М.: Теплотехник, 2009. – 339 с. – ISBN 978-5-98457-094-7.
7. Boor, Wayne E. Advantages of the u-melter system in furnaces of small-medium dimensions [Text] / Wayne E. Boor // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 26 (3). – P. 382–388.

### References

1. Volgina, J. M. Heat engineering equipment of the glass factories. Moscow: Stroiizdat, 1974. 307 p. (in Russian)
2. Glinkov, M. A. General theory of furnaces. Moscow: Stroiizdat, 1978. 264 p. (in Russian)
3. Islamov, M. Sh. Designing and exploitation of industrial furnaces. Moscow: Stroiizdat, 1986. 281 p. (in Russian)
4. Trincs, B. N. Industrial furnaces. Moscow: Stroiizdat, 1961. 392 p. (in Russian)
5. Belsky, B. I.; Sergejev, B. V. Industrial furnaces and pipes. Second edition revised and enlarged. Moscow: Publishing house, 1974. 301 p. (in Russian)
6. Dzjuzer, V. Ya. (Ed.); Shvydkii, V. S. Designing energy-efficient glass furnaces. Moscow: Teplotekhnik, 2009. 339 p. (in Russian)
7. Boor, Wayne E. Advantages of the u-melter system in furnaces of small-medium dimensions. In: *World Applied Sciences Journal*, 2013, Vol. 26 (3), p. 382–388.
8. Yugov, A. M.; Takhtai, D. O.; Ihno, G. V.; Kutsenko T. M. An Analysis of Constructive Decisions of Tank Furnaces. Problems of Designing. In: *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering*

8. Анализ конструктивных решений ванн стекловаренных печей. Проблема проектирования [Text] / А. М. Югов, Д. А. Тахтай, А. В. Ихно, Т. Н. Куценко // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць. – Мakiivka, 2008. – Вип. 2008–3(71). – С. 125–130.
9. Определение температурных полей на контактирующих поверхностях внешнего контура агрегата стекловаренной печи [Text] / А. М. Югов, В. И. Москаленко, А. В. Ихно, Д. А. Юдкало // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць. – Мakiivka, 2009. – Вип. 2009–6(80) : Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 76–83.
10. Ихно, А. В. Методика определения напряженно-деформированного состояния колонны каркаса ванной стекловаренной печи [Text] / А. В. Ихно, А. М. Югов, В. В. Таран // Современные проблемы строительства : Ежегодный научно-технический сборник. – Донецк : ДП «Донецкий Промстройиниiproekt», 2012. – № 15. – С. 58–63.
11. Gridley, M. Philosophy, Design, and Performance of Oxy-Fuel Furnace [Text] / M. Gridley // *Ceram. Eng. Sci. Proc.* – 1997. – 18[1]. – P. 1–13.
12. Gupta, A. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials [Text] / A. Gupta and S. M. Winder // *Glass.* – 1996. – 73[7]. – P. 260–262.
13. Performance and Economics of Furnace Crowns for Oxy-Fuel Glass Melting [Text] / J. Leblanc, A. Burgunder, A. Gupta and S. Hope // *Ceram. Eng. Sci. Proc.* – 2000. – 21[1]. – P. 237–249.
14. Shulver, I. N. W. Silica Refractories in the Glass Industry [Text] / I. N. W. Shulver // *Glass Technology.* – 1988. – 29[5]. – P. 170–173.
15. Sponn, J. M. Calculation of Stresses in Glass Yank Refractories Via Numerical Modeling [Text] : Master Thesis / J. M. Sponn. – New York : Alfred University, 1992. – 285 p.
16. Gupta, A. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials [Text] / A. Gupta and S. M. Winder // *Glass.* – 1996. – 73[7]. – P. 260–262.
- and Architecture, Makiivka, 2008, Issue 2008–3(71), p. 125–130. (in Russian)
9. Yugov, A. M.; Moskalenko, V. I.; Ihno, A. V.; Yudkalo, D. O. Determination by temperature fields on the contacting surfaces of the external aggregate container of the glass-furnace. In: *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*, Makiivka, 2009, Issue 2009–6(80): Process engineering, organization, powering and geodetic support of civil engineering, p. 76–83. (in Russian)
10. Ihno, A. V.; Yugov, A. M.; Taran, V. V. Methods of determination of stress and strain state of column of glass-melting tank frame. In: *Current problems of civil engineering: Annual research and technology collection*. Donetsk: DP «Donetskii Promstroiniiproekt», 2012, № 15, p. 58–63. (in Russian)
11. Gridley, M. Philosophy, Design, and Performance of Oxy-Fuel Furnace. In: *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, 1997, 18[1], p. 1–13.
12. Gupta, A.; Winder, S. M. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials. In: *Glass*, 1996, 73[7], p. 260–262.
13. Leblanc, J.; Burgunder, A.; Gupta, A.; Hope, S. Performance and Economics of Furnace Crowns for Oxy-Fuel Glass Melting. In: *Ceram. Eng. Sci. Proc.*, 2000, 21[1], p. 237–249.
14. Shulver, I. N. W. Silica Refractories in the Glass Industry. In: *Glass Technology*, 1988, 29[5], p. 170–173.
15. Sponn, J. M. Calculation of Stresses in Glass Yank Refractories Via Numerical Modeling: Master Thesis. New York: Alfred University, 1992. 285 p.
16. Gupta, A.; Winder, S. M. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials. In: *Glass*, 1996, 73[7], p. 260–262.

**Ихно Ганна Володимирівна** – асистент кафедри технології та організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд.

**Ихно Анна Владимировна** – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

**Ihno Anna** – assistant, Technology and Organization in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, installation, operation, technical diagnostics, an estimation of a technical condition, reconstruction and strengthening of building metal designs, technology and the organization of works at construction and reconstruction of buildings and constructions.