

УДК 69.056.55

А. В. ИХНО, Е. П. КАПУСТИНА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

РАСЧЕТ СИСТЕМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ДНИЩА ВАННОЙ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧИ

В настоящее время проектирование обвязки стекловаренных печей базируется на практическом опыте, а подбор сечений элементов металлического каркаса и днища печи закладываются с большим запасом ввиду 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.

стекловаренная печь, днище печи, свод печи, каркас, огнеупор, температурные показатели

Несущая часть днища печи представляет собой балочную клетку (рис. 1), состоящую из продольных спаренных двутавровых балок I36, соединенных болтовым соединением и поперечных прокатных двутавровых балок I24 со средним шагом 300 мм, укрытых металлическим листом $t = 6$ мм.

На металлический лист в дальнейшем производится выкладка дна бассейна агрегата печи из динасового огнеупорного материала. Металлическая конструкция днища опирается на колонны круглого сечения $\varnothing 280$ мм через опорный узел (рис. 1, узел 1). По колоннам устроены крестовые связи в продольном и поперечном направлении из равнополочного уголка 100×100 мм. Колонны имеют отдельно стоящий фундамент в виде опорных бетонных столбов сечением 900×900 мм. На поперечные донные балки днища печи опираются колонны каркаса обвязки верхнего строения печи (рис. 1, узел 2), где происходит процесс стеклообразования.

Стекловарение – это сложный физико-химический процесс, который протекает при изменяющихся высоких температурах в движущейся среде (стекломассе) переменного и сложного состава и зависит от состава стекла, вида топлива, условий теплообмена, а также характера движения газов и стекломассы.

В настоящее время проектирование обвязки стекловаренных печей базируется на практическом опыте, а подбор сечений элементов металлического каркаса и днища печи закладываются с большим запасом ввиду эксплуатации элементов каркаса в среде повышенных температур. В задачу данного обследования входило определение температурных полей конструкции металлического днища печи.

Измерение температуры на металле конструкций днища велось при помощи инфракрасного термометра с лазерным указателем Metermen IR608, действующего в диапазоне температур от -18 °C до 400 °C, погрешностью 2 °C. Снятие показаний производилось на расстоянии 20 см от поверхности исследуемой плоскости под прямым углом (рис. 3), что сокращало погрешность при измерениях. Измерения проводились в двух пролетах в каждом шаге опорных столбов.

Для контроля были выбраны точки, показанные на рисунке 4:

– средняя зона нижних поперечных балок днища, расположенных в центре пролета;

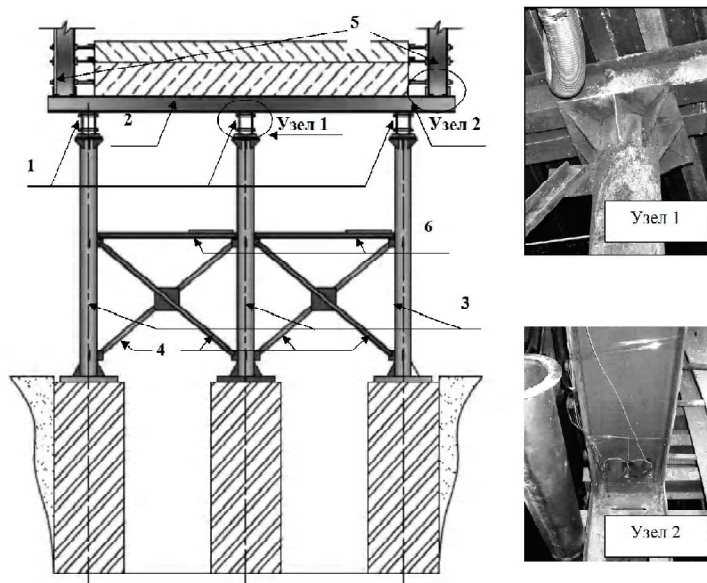


Рисунок 1 – Конструктивная схема дна стекловаренной печи (поперечный разрез): 1 – продольные балки; 2 – поперечные балки; 3 – колонны дна; 4 – поперечные связи; 5 – колонны каркаса обвязки печи; 6 – площадки для обслуживания.

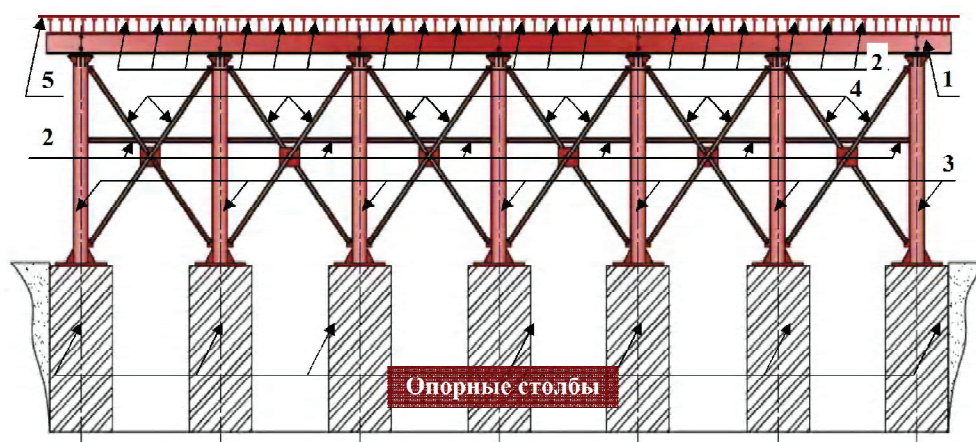


Рисунок 2 – Конструктивная схема дна стекловаренной печи (продольный разрез): 1 – продольные балки; 2 – поперечные балки; 3 – колонны дна; 4 – продольные связи; 5 – металлический плоский лист; 6 – площадки для обслуживания.

- центральная точка на стенке продольной балки дна со стороны оси печи;
- лист в центре пролета в каждом шаге продольных балок.

В результате проведенного обследования определена эксплуатационная температура конструкций дна, которая прямопропорциональна температурному режиму в самом агрегате печи. Показатели по температуре постепенно возрастают в варочной части и снижаются в выработочной части печи. Температурные показатели по первому пролету отображены на графике рис. 5, по второму пролету на рис. 6. Максимальные параметры температуры составляют: $+177^{\circ}\text{C}$ на металле листа, $+92^{\circ}\text{C}$ на нижних гранях полок поперечных балок, $+63^{\circ}\text{C}$ на продольных балках дна. Максимальная разница температур по пролетам несущих колонн конструкции дна составляет: лист $\pm 14^{\circ}\text{C}$; поперечные балки $\pm 8^{\circ}\text{C}$; продольные балки $\pm 11^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 3 – Снятие температурных показателей.

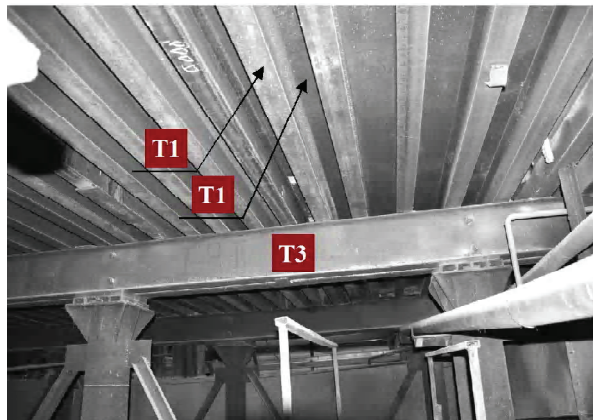


Рисунок 4 – Точки контроля температуры дна.

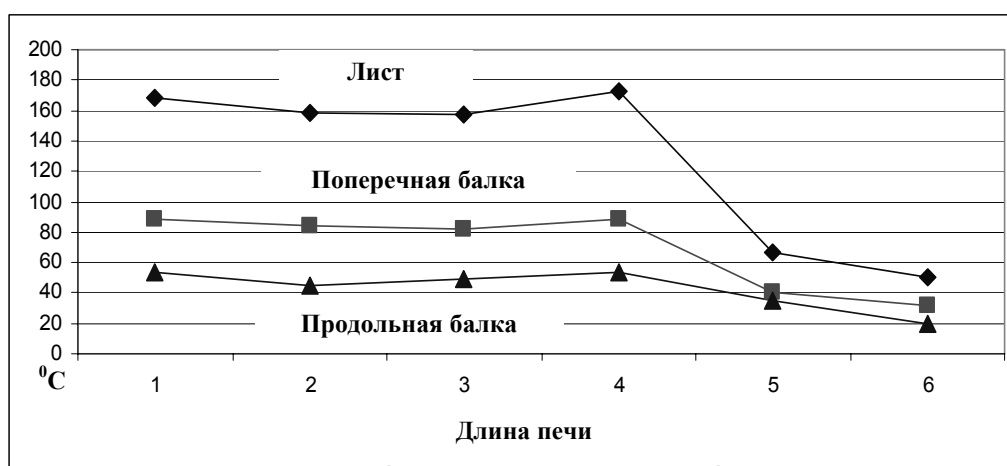


Рисунок 5 – Температурные показатели конструкций дна печи в первом пролете.

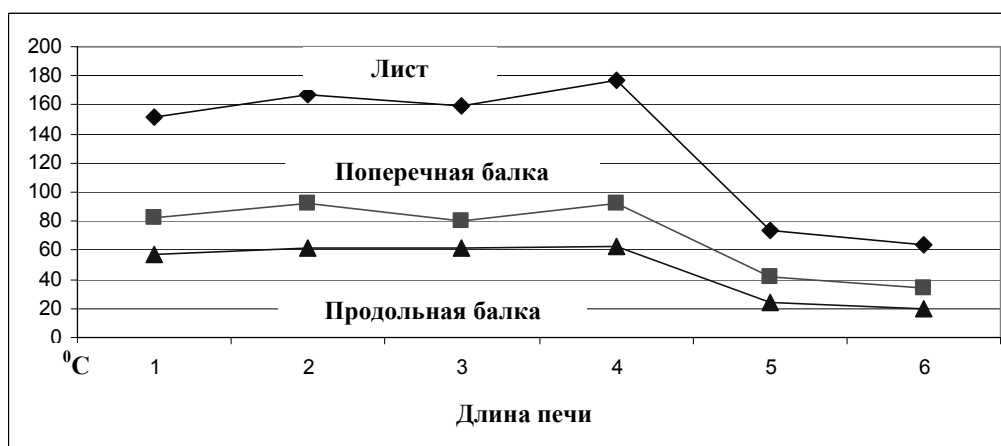


Рисунок 6 – Температурные показатели конструкций дна печи во втором пролете.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного обследования выявлена действительная конструкция дна ванной стекловаренной печи и исследованы узловые соединения. Определена эксплуатационная температура конструкций дна, которая прямопропорциональна температурному режиму в самом агрегате печи. Показатели по температуре постепенно возрастают в варочной части и снижаются в

выработочной части печи. Максимальные параметры температуры составляют: +177 °С на металле листа, +92 °С на нижних гранях полок поперечных балок, +63 °С на продольных балках днища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волгина, Ю. М. Теплотехническое оборудование стекольных заводов [Текст] / Ю. М. Волгина. – М. : Стройиздат, 1974. – 307 с.
2. Глинков, М. А. Общая теория печей [Текст] / М. А. Глинков. – М. : Стройиздат, 1978. – 264 с.
3. Исламов, М. Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей [Текст] / М. Ш. Исламов. – М. : Стройиздат, 1986. – 281 с.
4. Тринкс, В. Н. Промышленные печи [Текст] / В. Н. Тринкс. – М. : Стройиздат, 1961. – 392 с.
5. Бельский, В. И. Промышленные печи и трубы [Текст] : 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 [Текст] : 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 [Текст] / Wayne E. Boor // World Applied Sciences Journal (WASJ). – 2013. – Vol. 26 (3). – P. 382–388.
8. Анализ конструктивных решений ванн стекловаренных печей. Проблема проектирования [Текст] / А. М. Югов, Д. А. Тахтай, А. В. Ихно, Т. Н. Куценко // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2008. – Вип. 2008-3(71). – С. 125–130.
9. Определение температурных полей на контактирующих поверхностях внешнего контура агрегата стекловаренной печи [Текст] / А. М. Югов, В. И. Москаленко, А. В. Ихно, Д. А. Юдко / Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2009. – Вип. 2009-6(80). – С. 76–83.
10. Методика определения напряженно-деформированного состояния колонны каркаса ванной стекловаренной печи [Текст] / А. В. Ихно, А. М. Югов, В. В. Таран // Современные проблемы строительства : Ежегодный научно-технический сборник. – Донецк : ДП «Донецкий Промстройинипроект», 2012. – № 15. – С. 58–63.
11. Gridley, M. Philosophy, Design, and Performance of Oxy-Fuel Furnace [Текст] / M. Gridley // Ceram. Eng. Sci. Proc. – 1997. – 18[1]. – P. 1–13.
12. Gupta, A. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials [Текст] / 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 [Текст] / 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 [Текст] / I. N. W. Shulver // Glass Technology. – 1988. – 29[5]. – P. 170–173.
15. Spohn, J. M. Calculation of Stresses in Glass Yank Refractories Via Numerical Modeling [Текст] : Master Thesis / J. M. Spohn. – New York : Alfred University, 1992. – 285 p.
16. Gupta, A. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials [Текст] / A. Gupta and S. M. Winder // Glass. – 1996. – 73[7]. – P. 260–262.

Получено 09.09.2014

Г. В. ІХНО, К. П. КАПУСТИНА РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ МЕТАЛЕВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДНИЩА ВАННОЇ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Донбаська національна академія будівництва та архітектури

На цей час проектування об'язки скловарних печей базується на практичному досвіді, а підбір перерізів елементів металевого каркаса і днища печі закладаються з великим запасом з урахуванням експлуатації 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. Виконані обстеження вузлових з'єднань системи днища печі з визначенням температури їх експлуатації. У результаті проведеного обстеження виявлено дійсну конструкцію днища ванни скловарної печі та досліджено вузлові з'єднання. Визначено експлуатаційну температуру конструкцій днища, яка прямопропорційна температурному режиму в самому агрегаті печі. Показники по температурі поступово зростають у варильній частині і знижуються у виробній частині печі.

скловарна піч, днище печі, склепіння печі, каркас, вогнетрив, температурні показники

ANNA IHNO, EKATERINA KAPUSTINA
CALCULATION OF THE METAL CONSTRUCTION OF THE BOTTOM OF THE
BATH FURNACE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Currently designing strapping glass furnaces is based on practical experience, and selection of cross-sections of the metal frame and the furnace floor is laid with a large margin, since the operation of the frame elements in the environment of high temperatures. The objective of this survey was to determine the temperature fields of metal structures of the furnace floor. To create a complete computational framework bath furnace took another examination to study the metal structures of the furnace floor. The survey was conducted on furnace continuous action factory, LLC «Stroysteklo-trading», in Konstantinovka. Examinations of joints of the system the bottom of the furnace with the temperature determination of their operation have been carried out. As a result of the survey, the actual design of the bottom of the bath of the furnace has been revealed and nodal connections have been examined. Operational temperature structures of the bottom, which is directly proportional temperature in the furnace unit, has been determined. Indicators on the temperature gradually increase in the cooking part and decrease in the working part of the furnace.

glass furnace, the bottom of the furnace, the arch of the furnace, frame, the main part, temperature indicators

Іхно Ганна Володимирівна – асистент кафедри технології і 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.

Капустіна Катерина Павлівна – аспірант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних організаційних рішень розбирання, руйнування та зносу об'єктів будівництва.

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.

Капустина Екатерина Павловна – аспирант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных организационных решений разборки, разрушения и сноса объектов строительства.

Ihno Anna – Assistant, Technology and Management in Construction Department, 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.

Kapustina Ekaterina – post-graduate, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: working out of effective organizational solutions of dismantling, destruction and pulling down of objects of building.