

УДК 624.072.2.014

DOI [10.37153/2618-9283-2024-1-49-64](https://doi.org/10.37153/2618-9283-2024-1-49-64)

**Мониторинг и паспортизация зданий и сооружений**

**Экспертиза промышленной безопасности конструкций отделения непрерывного литья заготовок мартеновского цеха Таганрогского металлургического завода**

**Маргарита Ильинична Гукова<sup>1</sup>, Михаил Иосифович Фарфель<sup>1,2</sup>,  
Дмитрий Владимирович Кондрашов<sup>1</sup>, Лидия Сергеевна Рожкова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство».

Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО НИУ МГСУ, кафедра металлических и деревянных конструкций.

Москва, Российская Федерация

**Аннотация:** Рабочий проект главного здания отделения непрерывного литья заготовок (ОНЛЗ) мартеновского цеха ОАО «Тагмет» на стадии «КМ» был разработан ДКО ОАО «УкрНИИПСК» в 2000 г. Учитывая принятые конструктивные решения и необходимость обеспечить высокую надежность конструкций, вытекающую из специфики металлургического производства, (при установке в одном из пролетов здания крана тяжелого режима работы (7К) грузоподъемностью 225+63/20 т на значительной высоте уровня головки кранового рельса – 27 м) заказчик (ОАО «Тагмет») в 2001 году принял решение выполнить экспертизу проектных решений по основным конструкциям каркаса здания и привлечь для этой работы Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций имени В.А. Кучеренко, который, начиная с 1995 года, уже проводил обследования других цехов завода, построенных еще в XIX веке. Была выполнена проверка правильности выбора сечений и длин элементов основных несущих конструкций и оценка несущей способности этих элементов. Были использованы усилия в элементах, полученные в результате проведения проверочного расчета на ЭВМ с уточнением расчетной схемы, приложенных нагрузок и при примененном в элементах качестве стали. В статье рассматриваются причины проведения и результаты экспертизы промышленной безопасности, выполненной в 2011 году введенного в эксплуатацию к 2005 году нового отделения, пристроенного к мартеновскому цеху.

**Ключевые слова:** сталь, стальная конструкция, несущая способность, жесткость, ферма, балка, стержень, болт, связь

**Для цитирования:** Гукова М.И., Фарфель М.И., Кондрашов Д.В., Рожкова Л.С. Экспертиза промышленной безопасности конструкций отделения непрерывного литья заготовок мартеновского цеха Таганрогского металлургического завода // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2024. № 1. С. 49–64.

DOI: [10.37153/2618-9283-2024-1-49-64](https://doi.org/10.37153/2618-9283-2024-1-49-64)

### ***Monitoring and certification of buildings and constructions***

#### **Examination of industrial safety of structures of the continuous casting Department of the open-hearth shop of the Taganrog Metallurgical Plant**

**Margarita I. Gukova<sup>1</sup>, Mikhail I. Farfel<sup>1,2</sup>, Dmitry V. Kondrashov<sup>1</sup>,  
Lidiya S. Rozhkova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>TSNIISK named after V.A. Koucherenko JSC "SIC "Construction".  
Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>FGBOU VPO NRU MGSU, Department of metal and wooden structures.  
Moscow, Russian Federation

**Abstract:** The working draft of the main building of the department of continuous casting of billets (ONLZ) of the open-hearth shop of JSC Tagmet at the stage of "KM" was developed by the DKO of JSC UkrNIIPSK in 2000. Taking into account the design decisions taken and the need to ensure high reliability of structures arising from the specifics of metallurgical production (when installing a heavy duty crane (7K) with a lifting capacity of 225+63/20t at a significant height of the crane rail head – 27 m) in 2001, the customer (JSC Tagmet) decided to carry out an expert examination of design solutions for the main structures of the building frame and engaged the Central Research Institute of Building Structures named after V.A. Kucherenko, who, since 1995, has already conducted surveys of other workshops of the plant, built back in the XIX century, for this work. Then the correctness of the choice of sections and lengths of the elements of the main load-bearing structures was checked and the load-bearing capacity of these elements was assessed. The forces in the elements obtained as a result of carrying out a verification calculation on a computer with the refinement of the design scheme, the applied loads and the quality of steel used in the elements were used. The article presents the reasons for the conduct and results of the industrial safety examination carried out in 2011, a new department was put into operation by 2005, attached to the open-hearth shop.

**Keywords:** steel, steel structure, bearing capacity, stiffness, truss, beam, rod, bolt, connection

**For citation:** Gukova M.V., Farfel M.I., Kondrashov D.V., Rozhkova L.S. Examination of industrial safety of structures of the continuous casting Department of the open-hearth shop of the Taganrog Metallurgical Plant // *Earthquake engineering. Constructions safety*. 2024, no. 1, pp. 49–64.

**DOI:** [10.37153/2618-9283-2024-1-49-64](https://doi.org/10.37153/2618-9283-2024-1-49-64)

#### **Конструктивные особенности здания**

Здание отделения непрерывного литья заготовок (ОНЛЗ) является составляющей частью сталеплавильного производства и предназначено для установки (в рамках технического перевооружения мартеновского цеха) двух сортовых машин непрерывного литья заготовок. Оно расположено параллельно мартеновскому цеху, расстояние между рядами крайних пролетов двух зданий – 9,25 м (рис.1).

Здание ОНЛЗ (рис. 2) при общей длине в осях 180 м состоит из двух пролетов шириной 30 м каждый (рис. 3). Позднее со стороны ряда В к основному зданию ОНЛЗ была пристроена крытая эстакада. Максимальная высота здания (до верха фонарей пролета А–Б) равна ~ 43 м.



Рисунок 1 – Вид мартеновского цеха и здания отделения непрерывного литья заготовок (ОНЛЗ)

Figure 1 – View of the open-hearth shop and the building of the continuous casting of billets department (ONLZ)



Рисунок 2 – Здание ОНЛЗ со стороны ряда В

Figure 2 – ONLZ building from the side of row B

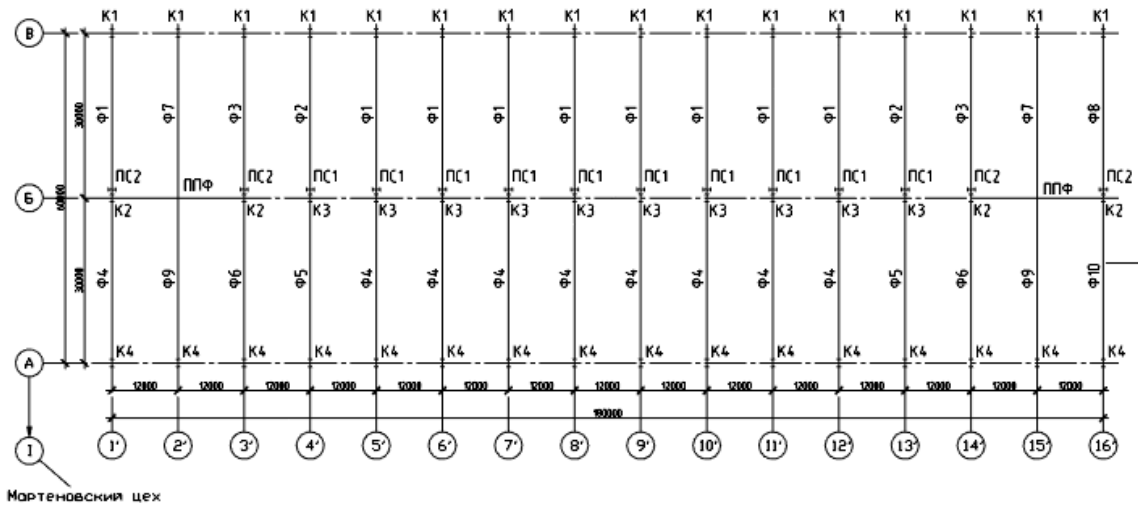


Рисунок 3 – План колонн, подкрановых стоек, стропильных и подкраново-подстропильных ферм здания ОНЛЗ

Figure 3 – Plan of columns, crane racks, trusses and crane-substructure trusses of the ONLZ building

При строительстве здания отделения непрерывного литья заготовок (ОНЛЗ) были использованы металлоконструкции построенного в 1985 г. и, к моменту начала строительства здания ОНЛЗ, демонтированного корпуса теплообменного оборудования № 2 Таганрогского завода «Красный Котельщик». Здание ОНЛЗ – неотапливаемое, с избыточным тепловыделением.

Колонны – одноступенчатые: со сплошной двутавровой сечением надкрановой частью и со сквозной подкрановой частью – из двух сварных двутавровых ветвей с треугольной решеткой. Связи по колоннам из прокатных угольковых профилей (рис. 4).

а) (a)

б) (b)

в) (c)



Рисунок 4 – Колонна по ряду А с кронштейном (а), по ряду В (б) и вертикальная связь между колоннами по ряду В (в)

Figure 4 – Column in row A with bracket (a), in row B (b) and vertical connection between columns in row B (c)

Шаг колонн составляет 12 м, за исключением двух мест: оси 1'÷3' и 14'÷16' по ряду Б, где (в местах передачи слитков в пролет складирования) шаг колонн составляет 24 м. В этих местах в пролете А–Б на отметке 27,0 м установлены подкраново-подстропильные фермы (рис. 5), а в пролете Б–В на отметке 12 м – подкрановые балки пролетом 24 м. Во всех остальных местах установлены 12-метровые разрезные подкрановые балки с поперечными ребрами и тормозными конструкциями, состоящими из вспомогательных и связевых ферм и тормозного настила (рис. 6).

В соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» вдоль подкрановых путей по всем рядам на уровне тормозных листов обеспечены нормативные габариты проходов для обслуживания.

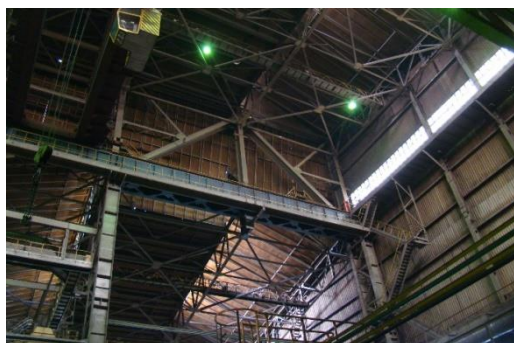


Рисунок 5 – Подкраново-подстропильная ферма по ряду Б, оси 14' – 16'

Figure 5 – Crane-substructure truss along row B, axes 14' – 16'



Рисунок 6 – Подкрановые балки с поперечными ребрами и тормозными конструкциями, состоящими из вспомогательных и связевых ферм

Figure 6 – Crane beams with transverse ribs and brake structures consisting of auxiliary and connecting trusses

Выше подкрановых балок пролета А–Б (отметка головки рельса 27,0 м) установлены баки аварийного запаса воды, нагрузки от которых передаются на колонны по осям 6'; 7'; 8'; 9' ряда Б.

Нагрузки от рабочих площадок для обслуживания машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) в осях 5'÷7' и 9'÷12' пролета А–Б воспринимаются колоннами рядов А и Б.

Стропильные фермы высотой в габарите 3,15 м – с параллельными поясами и треугольной решеткой из спаренных уголков. Связи покрытия выполнены из гнутосварных замкнутых профилей и прокатных уголков.

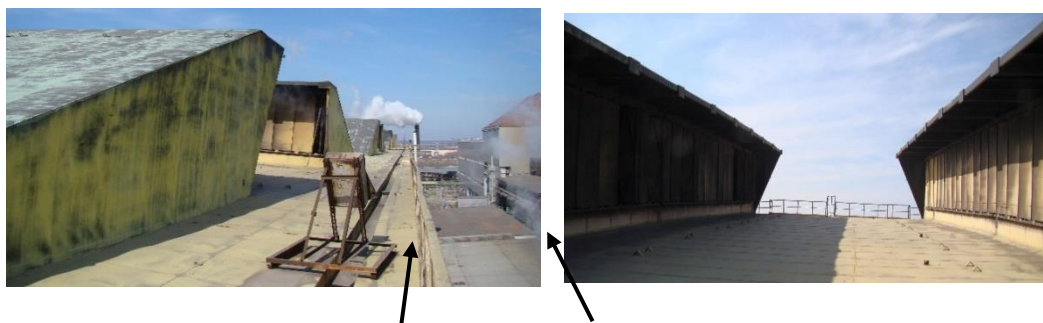
Фонари – поперечные аэрационные, треугольного очертания, образованные наклонными щитами. Аэрация цеха обеспечивается приточными проемами в стенах здания и вытяжными незадуваемыми фонарями активного аэродинамического профиля (рис.7 и 8).

Щиты кровли изготовлены из С-образных гнутых профилей и настила из листовой стали (типа «Кортен»).



Рисунок 7 – Фонари на покрытии пролета Б–В

Figure 7 –Rooflights on the roof of the B–C span



(ОНЛЗ) ряд А    ряд I (Мартеновский цех)

Рисунок 8 – Фонари на покрытии пролета А–Б

Figure 8 –Rooflights on the roof of the B–C span

Поперечник здания – с двускатной кровлей с перепадом высот вдоль ряда Б, с плавным очертанием профиля на перепаде высот, с организованным водоотводом.

Разливочный пролет А–Б оборудован двумя литейными мостовыми кранами грузоподъемностью 225+63/20 т, режим работы 7К, пролет моста крана – 27,0 м.

Пролет складирования литой заготовки Б–В оборудован двумя магнитными кранами грузоподъемностью 16 т с подхватами и поворотной тележкой режима работы 8К. Отметка головки кранового рельса 12,0 м, пролет моста крана – 27,5 м (рис. 9).



Б (В) А Б (В) В (С)  
 Рисунок 9 – Мостовые краны в пролетах А–Б и Б–В здания ОНЛЗ

Figure 9 – Overhead cranes in spans A–B and B–C of the ONLZ building

Для ремонта кранового оборудования предусмотрена установка однобалочных подвесных кранов грузоподъемностью 10 т (пролет А–Б) и электроталей грузоподъемностью 5 т (пролет Б–В).

Восприятие нагрузок от рабочих площадок для обслуживания МНЛЗ в осях 5' – 7' и 9' – 12' пролета А–Б учтено в колоннах рядов А и Б.

В качестве несущей основы каркаса в поперечном направлении служит система плоских рам (рис. 10) с жестким защемлением колонн в фундаменты и с жестким сопряжением стропильных ферм с колоннами.

В продольном направлении устойчивость каркаса обеспечивается вертикальными связями между колоннами.

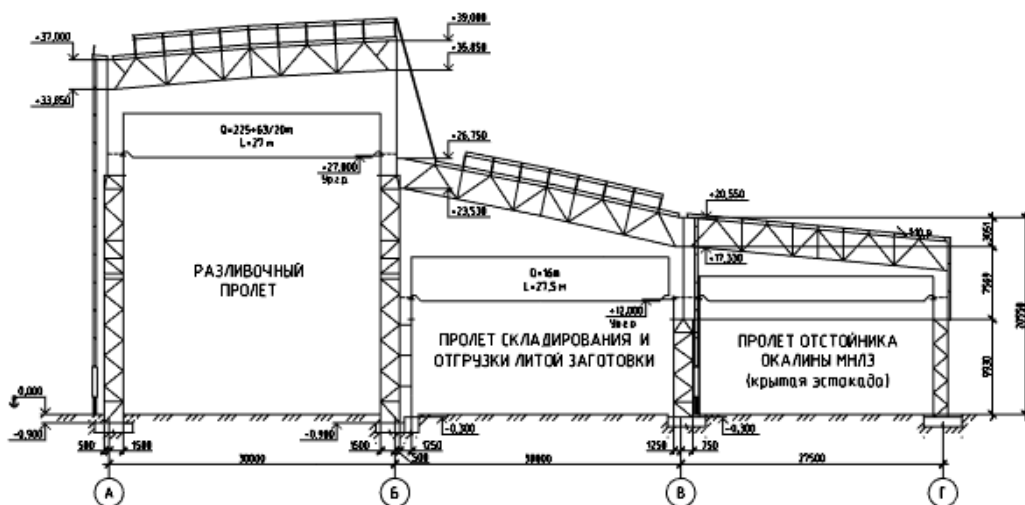
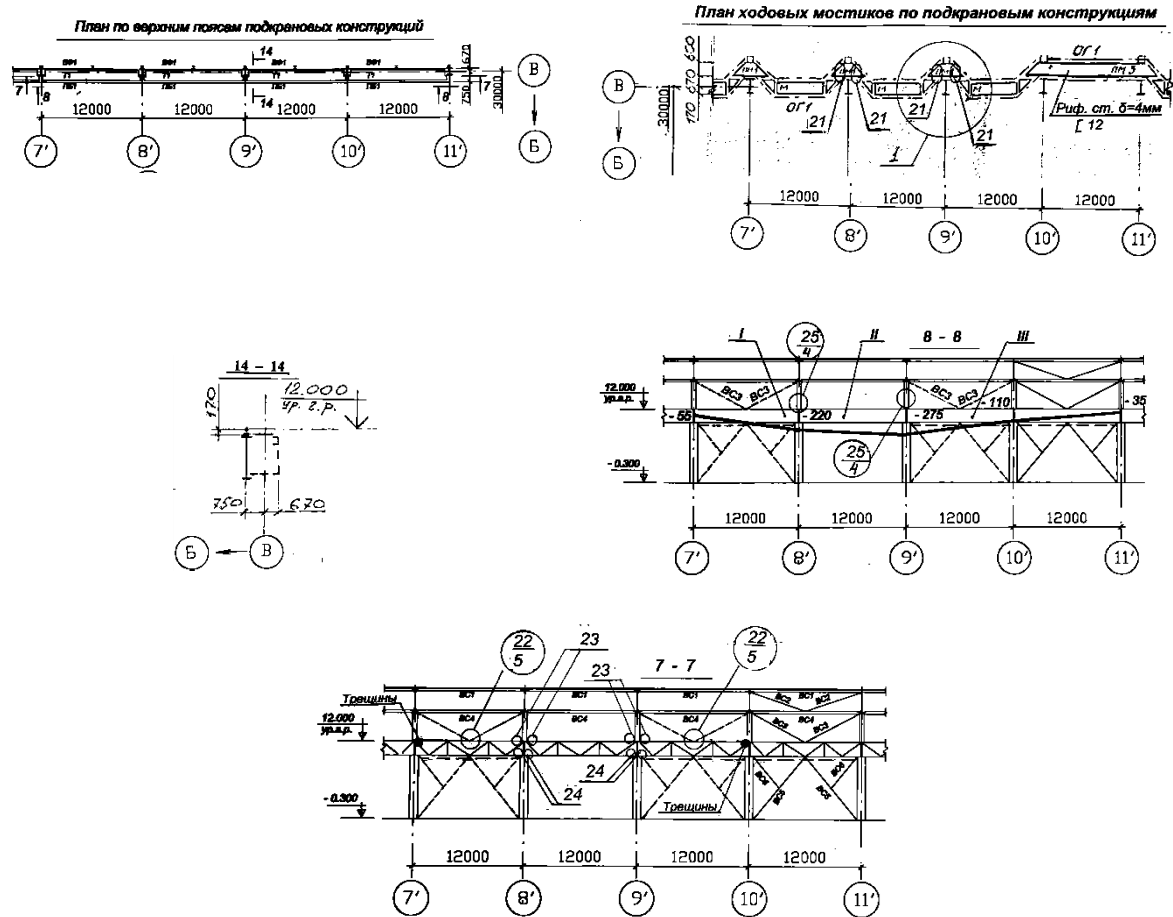


Рисунок 10 – Поперечный разрез здания ОНЛЗ мартеновского цеха с пристройкой

Figure 10 – Cross section of the ONLZ open-hearth shop building with an extension

## Проведение обследований

При введении в эксплуатацию в 2005 году нового ОНЛЗ, пристроенного к мартеновскому цеху (после почти пятилетней консервации), и устройстве ямы окалины с его наружной стороны, произошла осадка колонн 8', 9' и 10' по ряду В (рис. 11).



Работы, рекомендованные (указанные цифрами на чертеже) к выполнению до подъема подкрановых балок:

- 21 – отделить подкрановые балки и их тормозные конструкции от балок В1;
- 22 – отделить от подкрановых балок вертикальные связи ВС3;
- 23 и 24 – отделить верхние и нижние пояса ВФ1 от колонн;
- 25 – ослабить болты в стыках балок

Рисунок 11 – Осадка колонн по ряду В в здании ОНЛЗ

Figure 11 – Precipitation of columns along row C in the ONLZ building

Обследование металлоконструкций каркаса здания ОНЛЗ в связи с наличием дефектов в конструкциях каркаса вследствие неравномерных просадок фундаментов колонн ряда В с внешней стороны здания выполнено сотрудниками ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко в июле 2005 года.

В процессе проведения этой работы произведено обследование, в соответствии с [1] и [2], конструкций каркаса здания (пролеты А–Б и Б–В); выполнен необходимый обмер сечений по [3] и [4]; проведены мероприятия по укреплению грунтов под основаниями колонн ряда В по [5]; собраны фактические нагрузки по [6] с учетом



фактических нагрузок и проведены необходимые расчеты в соответствии с требованиями [7] и [1]; оценено техническое состояние конструкций здания по [7] и [8], а также разработаны чертежи на ремонт и усиление конструкций. В результате обследования конструкций здания ОНЛЗ мартеновского цеха ОАО «Тагмет» выявлены следующие наиболее существенные дефекты и повреждения, превышающие значения, установленные действующими нормативными документами, и влияющие на эксплуатационную пригодность здания:

- осадки оснований колонн;
- деформации элементов вертикальных связей между колоннами;
- деформации элементов горизонтальных связей между колоннами;
- деформации и трещины в элементах тормозных конструкций подкрановых балок.

В ноябре 2005 года представители Заказчика (ОАО «Тагмет») совместно с ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, «УкрГипромет», ДО УкрНИИПСК и ОАО «Донецкшахтострой» выполнили усиление основания фундаментов колонн ряда В.

После усиления основания фундаментов колонн был произведен подъем подкрановых балок по проекту, предложенному специалистами ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (рис. 12), и проведено испытание конструкций пролета Б–В, при работе мостового крана с проектной нагрузкой.

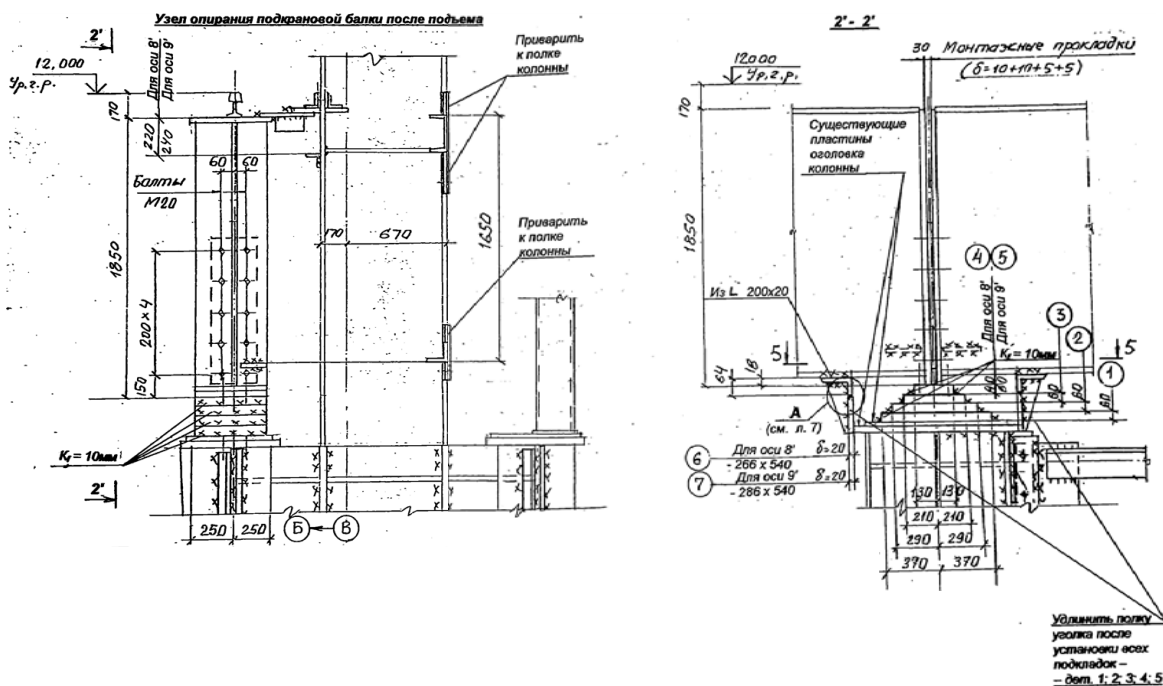


Рисунок 12 – Подъем подкрановых балок с помощью наборных металлических пластин

Figure 12 – Lifting of the crane beams with the help of stacked metal plates

В результате проведенных мероприятий осадка основания под фундаментами колонн ряда В (оси 7'÷11') была ликвидирована.

На основании результатов технического диагностирования дальнейшая безопасная эксплуатация здания ОНЛЗ мартеновского цеха ОАО «Тагмет» при существующем уровне и характере нагрузок на конструкции (с учетом изменения снегового района в месте расположения здания – в г. Таганроге) после проведения ремонтных работ была определена в течение пяти лет, до 2010 года.

В соответствии с требованиями нормативно-технических документов [9÷13] в 2011 году сотрудниками ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко была выполнена экспертиза технического состояния несущих и ограждающих металлических конструкций главного здания отделения непрерывного литья заготовок (ОНЛЗ) мартеновского цеха ОАО «Тагмет» с выдачей заключения о возможности и условиях дальнейшей безопасной эксплуатации здания.

В результате визуального осмотра и инструментального обследования металлических конструкций здания ОНЛЗ мартеновского цеха ОАО «Тагмет» выявлены следующие наиболее существенные дефекты и повреждения, превышающие значения, установленные действующими нормативными документами (см. [1÷4]), и влияющие на эксплуатационную пригодность здания [14]:

– повреждения элементов колонн в результате механического воздействия;

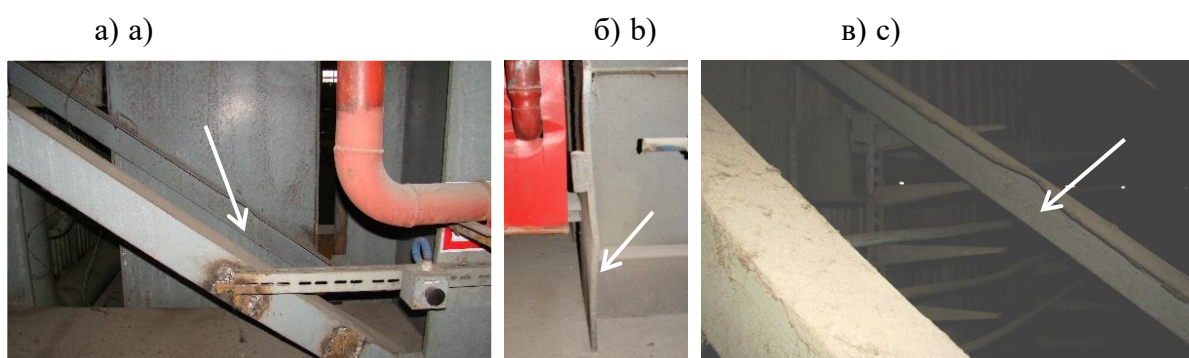


Рисунок 13 – Местные искривления: решетки колонны В11' (а), полки колонны В4' (б) и раскоса решетки колонны В5' со стороны оси б'(в)

Figure 13 – Local curvatures: the grill of column B11' (a), the shelf of column B4' (b) and the slant of the grating of column B5' on the side of the axis б'(c)



Рисунок 14 – Искривление упора под платформу между колоннами В12' – В13'

Figure 14 – Curvature of the platform stop between columns B12' – B13'

– **намокание оснований колонн;**



Рисунок 15 – Намокание основания колонны А9'

Figure 15 – Wetting of the base of column A9'

– **повреждения элементов связей между колоннами и подкрановыми балками;**

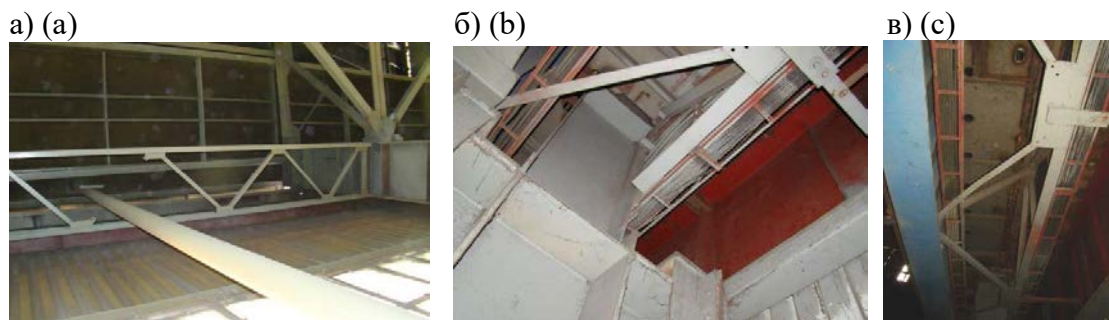


Рисунок 16 – Отсутствие диагонали решетчатой распорки в уровне нижних поясов ферм между колоннами А12' и А13'(а); оторвана фасонка горизонтальной фермы тормозной конструкции подкрановой балки В10' – В11' в месте крепления её пояса к колонне В10'(б); общее искривление двух диагоналей горизонтальной связи тормозной конструкции В9' – В10'(в)

Figure 16 – Absence of the diagonal of the lattice strut at the level of the lower belts of the trusses between columns A12' and A13'(a); the gusset plate of the horizontal truss of the brake structure of the crane beam B10' – B11' is torn off at the place where its belt is attached to column B10'(b); the general curvature of the two diagonals of the horizontal connection of the brake structure B9' – B10'(c)

– повреждения элементов связей между стропильными фермами;



Рисунок 17 – Общее искривление распорок горизонтальных связей по нижним поясам ферм Ф7' – Ф8' пролета Б–В и местное искривление диагонали горизонтальной связи у А11' по нижним поясам ферм Ф11' – Ф12' пролета А–Б

Figure 17 – The general curvature of the struts of horizontal ties along the lower belts of the F7' – F8' trusses of the B–C span and the local curvature of the diagonal of the horizontal connection at A11' along the lower belts of the F11' – F12' trusses of the A–B span

– повреждения элементов стропильных ферм;

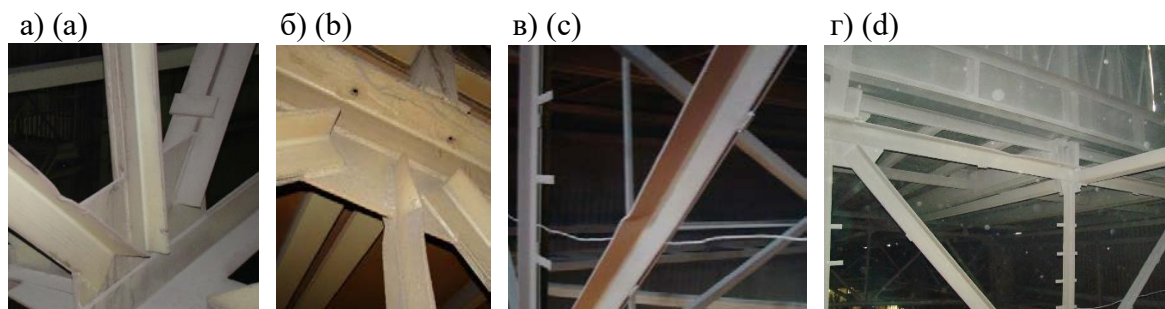


Рисунок 18 – Местные искривления: отстоящей полки уголка раскоса Р3 фермы Ф15' со стороны оси 14' вблизи нижней фасонки (а); отстоящих полок уголков стойки С3 фермы Ф11' со стороны оси 10' и оси 12' вблизи нижней фасонки (б); отстоящей полки уголка раскоса Р3 фермы Ф9'(в); отстоящей полки уголка третьей панели (от ряда А) верхнего пояса фермы Ф10'(г)

Figure 18 – Local curvatures: the distant shelf of the angle of the P3 strut of the F15' truss on the side of the axis 14' near the lower gusset plate (a); the distant shelves of the corners of the rack C3 of the F11' truss on the side of the axis 10' and axis 12' near the lower gusset plate (b); the distant shelf of the angle of the P3 strut of the F9' truss (c); the spaced shelf of the corner of the third panel (from row A) of the upper belt of the F10' truss (d)

– отсутствие горизонтальных болтов в месте стыка подкрановых балок;



Рисунок 19 – Отсутствие трех горизонтальных болтов в месте стыка подкрановых балок на колонне А7' и двух горизонтальных болтов – на колонне Б8'

Figure 19 – The absence of three horizontal bolts at the junction of the crane beams on column А7' and two horizontal bolts on column В8'

– деформации элементов вертикальных связей между стойками рабочей площадки.



Рисунок 20 – Искривление и отрыв диагоналей вертикальной крестовой связи между стойками рабочей площадки по ряду А между осями 9'–10'

Figure 20 – Curvature and separation of the diagonals of the vertical cross connection between the work site posts along row А between the axes 9'–10'

Степень поражения коррозией (по [15÷16] СНиП 2.03.11-85 и СНиП 3.04.03-85) металлических колонн, металлических стропильных ферм, металлических подкрановых балок определялась путем измерения фактических размеров штангенциркулем. В момент обследования все металлические конструкции здания ОНЛЗ покрашены, поверхностная коррозия не обнаружена.

### Выводы

По результатам последней экспертизы, выполненной ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, техническое состояние конструкций каркаса здания ОНЛЗ оценивалось как **работоспособное, ремонтпригодное.**

Дефектов и повреждений особо ответственных элементов и соединений, представляющих непосредственную опасность разрушения (категории «А» согласно РД 22-01.97 [7]), в здании ОНЛЗ обнаружено не было.

Конструкции, имеющие дефекты или повреждения категории «Б», относящиеся к **ограниченно работоспособному** состоянию, требовали ремонта, после выполнения которого по рекомендациям и представленному Исполнителем экспертизы «Рабочему проекту», здание ОНЛЗ мартеновского цеха ОАО «Тагмент» допускалось к дальнейшей безопасной эксплуатации.

### Список документов

1. РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю». Москва: НТЦ «Промышленная безопасность». 2004.
2. СА-03-006-06 «Методические указания по проведению технического обслуживания, ремонта, обследования, анализа промышленной безопасности производственных зданий и сооружений предприятий, эксплуатирующих взрывоопасные и химически опасные объекты». Москва: Ростехэкспертиза. Серия 03, 2008.
3. СП 53-102-2004 «Общие правила проектирования стальных конструкций. Москва: Госстрой России. 2005.
4. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». Москва: Госстрой России. 2003.
5. СНиП 2.02.01-83\* «Основания зданий и сооружений». Москва: Госстрой СССР. 1995.
6. СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия». Москва: Госстрой СССР. 2003.
7. СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции. Нормы проектирования». Москва: Госстрой СССР. 1990.
8. РД 22-01-97 Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями). Москва: ЭКЦ-МЕТАЛЛУРГ.1997.
9. ПБ 03-246-98 Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. Вып. 9 (часть 1). Экспертиза промышленной безопасности (сборник документов). Москва: ГП НТЦ по безопасности в промышленности. ГГТН РФ. 2000.
10. РД 11-589-03 Положение о проведении экспертизы промышленной безопасности опасных металлургических и коксохимических производственных объектов. Москва: ГГТН РФ. 2003.
11. РД 11-405-01 «Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах металлургических и коксохимических производств». Москва: ГГТН РФ. 2001.
12. ПБ 11-493-02 «Общие правила безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств». Москва: ГГТН РФ. 2002.
13. ПБ 11-552-03 «Правила безопасности в сталеплавильном производстве». Москва: ГГТН РФ. 2003.
14. РД 11-126-96 «Методические рекомендации по организации и осуществлению контроля за обеспечением безопасной эксплуатации зданий и сооружений на подконтрольных металлургических и коксохимических производствах». Москва: ГГТН РФ.1996.
15. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии». Москва: ФГУП ЦПП. 2006.

16. СНиП 3.04.03-85 «Защита строительных конструкций от коррозии. Правила производства работ». Москва: Госстрой СССР. 1986.

### List of documents

- RD 03-606-03 «Instruktsiya po vizual'nomu i izmeritel'nomu kontrolyu». Moscow: NTC «Promyshlennaya bezopasnost'». 2004. [In Russian]
2. SA-03-006-06 «Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu tekhnicheskogo obsluzhivaniya, remonta, obsledovaniya, analiza promyshlennoj bezopasnosti proizvodstvennyh zdaniy i sooruzhenij predpriyatij, ekspluatiruyushchih vzryvoopasnye i himicheski opasnye ob"ekty». Moscow: Rostekhekspertiza. Seriya 03, 2008. [In Russian]
3. SP 53-102-2004 «Obshchie pravila proektirovaniya stal'nyh konstruksij. Moscow: Gosstroy Rossii. 2005. [In Russian]
4. SP 13-102-2003 «Pravila obsledovaniya nesushchih stroitel'nyh konstruksij zdaniy i sooruzhenij». Moscow: Gosstroy Rossii. 2003. [In Russian]
5. SNiP 2.02.01-83\* «Osnovaniya zdaniy i sooruzhenij». Moscow: Gosstroy SSSR. 1995. [In Russian]
6. SNiP 2.01.07-85\* «Nagruzki i vozdejstviya». Moscow: Gosstroy SSSR. 2003. [In Russian]
7. SNiP II-23-81\* «Stal'nye konstruksii. Normy proektirovaniya». Moscow: Gosstroy SSSR. 1990. [In Russian]
8. RD 22-01-97 Trebovaniya k provedeniyu ocenki bezopasnosti ekspluatatsii proizvodstvennyh zdaniy i sooruzhenij podnadzornyh promyshlennyh proizvodstv i ob"ektov (obsledovanie stroitel'nyh konstruksij specializirovannymi organizatsiyami). Moscow: EKC-METALLURG.1997. [In Russian]
9. PB 03-246-98 Pravila provedeniya ekspertizy promyshlennoj bezopasnosti. Vyp. 9 (chast' 1). Ekspertiza promyshlennoj bezopasnosti (sbornik dokumentov). Moscow: GP NTC po bezopasnosti v promyshlennosti. GGTR RF. 2000. [In Russian]
10. RD 11-589-03 Polozhenie o provedenii ekspertizy promyshlennoj bezopasnosti opasnyh metallurgicheskikh i koksohimicheskikh proizvodstvennyh ob"ektov. Moscow: GGTR RF. 2003. [In Russian]
11. RD 11-405-01 «Metodicheskie rekomendatsii po klassifikatsii avarij i incidentov na opasnyh proizvodstvennyh ob"ektah metallurgicheskikh i koksohimicheskikh proizvodstv». Moscow: GGTR RF. 2001. [In Russian]
12. PB 11-493-02 «Obshchie pravila bezopasnosti dlya metallurgicheskikh i koksohimicheskikh predpriyatij i proizvodstv». Moscow: GGTR RF. 2002. [In Russian]
13. PB 11-552-03 «Pravila bezopasnosti v staleplavil'nom proizvodstve». Moscow: GGTR RF. 2003. [In Russian]
14. RD 11-126-96 «Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii i osushchestvleniyu kontrolya za obespecheniem bezopasnoj ekspluatatsii zdaniy i sooruzhenij na podkontrol'nyh metallurgicheskikh i koksohimicheskikh proizvodstvakh». Moscow: GGTR RF.1996. [In Russian]
15. SNiP 2.03.11-85 «Zashchita stroitel'nyh konstruksij ot korrozii». Moscow: FGUP CPP. 2006. [In Russian]

16. SNiP 3.04.03-85 «Zashchita stroitel'nyh konstruktsij ot korrozii. Pravila proizvodstva rabot». Moscow: Gosstroy Rossii. 1986. [In Russian]

### **Информация об авторах / Information about authors**

**Фарфель Михаил Иосифович**, кандидат технических наук, заведующий сектором реконструкции и мониторинга уникальных зданий и сооружений лаборатории металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство». Москва, Российская Федерация

**Mikhail I. Farfel**, Cand. Sci. (Eng.), Head of Reconstruction and monitoring of unique buildings and structures Sector, Metal structures Laboratory, TSNIISK named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction. Moscow, Russian Federation  
[Farfelmi@yandex.ru](mailto:Farfelmi@yandex.ru).

**Гукова Маргарита Ильинична**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко АО «НИЦ «Строительство». Москва, Российская Федерация

**Margarita I. Gukova**, Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher of Metal structures Laboratory, TSNIISK named after V.A. Kucherenko, JSC Research Center of Construction. Moscow, Russian Federation  
[Gukova.Rita@yandex.ru](mailto:Gukova.Rita@yandex.ru).

**Кондрашов Дмитрий Владимирович**, старший научный сотрудник лаборатории металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство». Москва, Российская Федерация

**Dmitry V. Kondrashov**, Senior researcher of Metal structures Laboratory, TSNIISK named after V.A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction. Moscow, Russian Federation  
[dkondras@mail.ru](mailto:dkondras@mail.ru)

**Рожкова Лидия Сергеевна**, старший научный сотрудник Лаборатории высотных зданий и сооружений отдела металлических конструкций ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко АО «НИЦ «Строительство» ([www.tsniisk.ru](http://www.tsniisk.ru)), Москва, Российская Федерация

**Lidiya S. Rozhkova**, Senior Researcher at the Laboratory of High-rise Buildings and Structures of the Department of Metal Structures of the TSNIISK named after V.A. Koucherenko of JSC Research Center of Construction. Moscow, Russian Federation  
[soshnikova\\_lidia@mail.ru](mailto:soshnikova_lidia@mail.ru)