



reflection of sound] // Magazine of Civil Engineering [Magazine of Civil Engineering]. 2018. № 1 (77). P. 13–22.

14. Antonov A. I., Ledenyov V. I., Zhogoleva O. A., Gusev V. P. Raschyot zvukovykh poley v krupnogabaritnykh vozdukhovodakh i na prilegayuschey territorii [Calculation of sound fields in large-sized air ducts and on the adjacent territory] // Svidetelstvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2019614160, 01.04.2019. Zayavka № 2019612536 ot 12.03.2019.

© А. И. Антонов, В. П. Гусев, О. А. Жоголева, Е. О. Соломатин, 2022

Получено: 30.03.2022 г.

УДК 624.072.2 (470.341-25)

Б. Б. ЛАМПСИ, канд. техн. наук, доц., зав кафедрой теории сооружений и технической механики; **Б. Б. ЛАМПСИ**, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры теории сооружений и технической механики; **Ю. Д. МАРКИНА**, аспирант, асс. кафедры теории сооружений и технической механики

УСИЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
Россия, 603950, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 430-54-96;
эл. почта: lampsi@yandex.ru, boris-lampsi@yandex.ru, poluektoff@bk.ru

Ключевые слова: подкрановая балка, предельные состояния, рабочие напряжения.

Рассмотрены варианты возможных усилений разрезных стальных подкрановых балок пролетом 6 и 12 метров в корпусе действующего промышленного предприятия в Нижнем Новгороде в связи с заменой кранового оборудования с 10 тс на 50 тс. Учитывая стесненные условия, обусловленные существующим технологическим процессом, разработаны проектные решения по усилению двух типов подкрановых балок с расчетным обоснованием всех принятых конструктивных решений, отвечающих требованиям действующих СП. Предложенные варианты усиления полностью реализованы в соответствии с разработанной проектной документацией и эксплуатируются под новыми технологическими нагрузками с 2020 года.

Необходимость в проведении усиления эксплуатируемых подкрановых балок действующих промышленных предприятий может быть вызвано различными факторами. Во многих случаях это связано с появлением и накоплением в конструкции недопустимых повреждений коррозионного, механического или усталостного характера. Чаще всего такие повреждения устраняются локальным усилением и не затрагивают принципиального изменения конструктивной схемы подкрановых балок [1, 2].

Необходимость в более серьезных усилениях связана с резкими изменениями технологического процесса, в частности с его модернизацией, требующей, например, применения более грузоподъемного кранового оборудования. Несомненно, что решение задачи в этом случае может быть выполнено кардинально путем замены существующих подкрановых балок новыми, спроектированными под новую технологическую нагрузку. В этом случае само понятие «усиление» достаточно



условно, так как этот подход не затрагивает каких-либо конструктивных изменений существующей подкрановой балки, ее просто заменяют новой. Подобный путь решения сложен в исполнении, требует значительных капитальных вложений на демонтаж существующих подкрановых балок, изготовление новых и последующий их монтаж. Кроме того, значительное увеличение крановой нагрузки приводит и к увеличению высоты поперечного сечения новой балки, а потому не позволит ее установить на прежнее место (уступ колонны или подкрановую консоль) без реконструкции этого ответственного опорного узла, а часто и колонны в целом. Существенным отрицательным фактором такого решения является и то, что его практически невозможно осуществить без остановки технологического процесса.

Другой путь усиления подкрановых балок подразумевает увеличение их поперечного сечения путем приварки, как правило, к поясам дополнительных элементов из листовой или профильной стали (швеллеров, уголков и др.). Такое усиление достаточно широко применяется при относительно небольшом увеличении крановой нагрузки (например, замена мостового крана грузоподъемностью 10,0 тс на новый, грузоподъемностью 20,0 тс), оно относительно просто с точки зрения производства работ и не требует значительных капитальных вложений [3].

В двухпролетном корпусе одного из промышленных предприятий Нижнего Новгорода возникла технологическая необходимость в замене в пролете «А-Д» мостового крана грузоподъемностью 10,0 тс на 50,0 тс. Размеры каждого из пролетов – 24,0 м, шаг колонн по среднему ряду «Д» – 12,0 м, по крайним рядам – 6,0 м. Несущие конструкции каркаса здания полностью выполнены в металле с покрытием стропильными фермами типа «Молодечно», уложенными с шагом 4,0 м на подстропильные балки по крайним рядам и подстропильные фермы по среднему ряду. Колонны постоянного сечения с консолями, на которые и опираются подкрановые балки, предназначенные для перемещения вдоль цеха мостовых кранов (в каждом пролете «А-Д» и «Д-К» – по два крана грузоподъемностью 10,0 и 25,0 тс, соответственно).

В нашем случае по технологическим соображениям в пролете «А-Д» потребовалась замена мостового крана грузоподъемностью 10,0 тс на грузоподъемность 50,0 тс, что несомненно влечет за собой резкое увеличение усилий в подкрановых балках от крановых воздействий и делает невозможным их безопасную эксплуатацию без дополнительного усиления. При этом отмеченные выше возможные варианты замены или усиления балок были отклонены по причине очень высокой трудоемкости их исполнения и стоимости работ в сочетании с длительностью проведения всех монтажных работ, требующих остановки технологического процесса в цеху.

В связи со значительным увеличением усилий в подкрановых балках крайнего и среднего рядов пролета «А-Д» было принято решение выполнить усиление путем изменения конструктивных схем балок. С этой целью была разработана необходимая проектная документация в соответствии с [4].

По ряду «Д» в связи со значительным количеством габаритного технологического оборудования (станков), расположенного вблизи, и по этой причине невозможностью увеличения высоты балок, было принято решение в проектировании дополнительных промежуточных опор в виде стальных рам, устанавливаемых в середине пролета существующих двенадцатиметровых подкрановых балок и превращающих их на длине каждого шага колонн в двухпролетные неразрезные статически неопределимые системы (рис. 1).

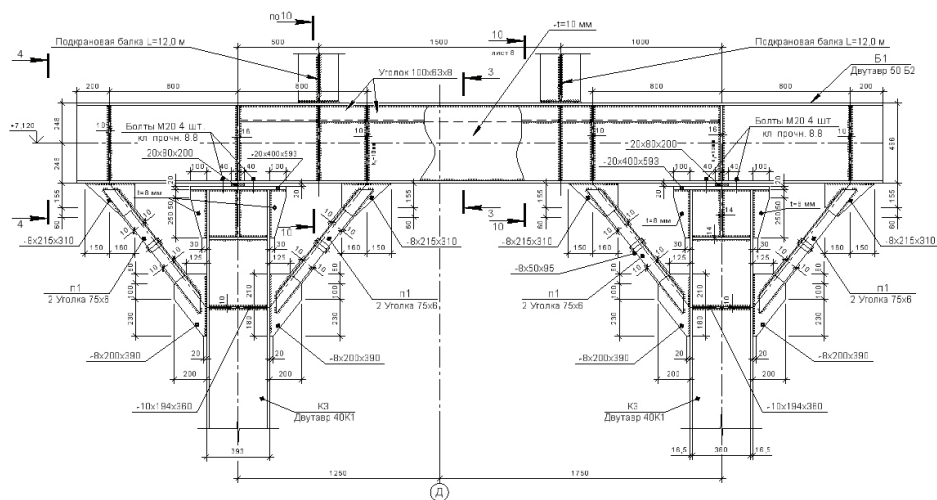


Рис. 1. Фрагмент проектной разработки опорной поперечной рамы усиления подкрановых балок пролетом $L = 12,0$ м по ряду «Д»

По крайнему ряду «А» было разработано усиление шестиметровых подкрановых балок путем введения по длине каждой из них шпренгельной системы, в которой подкрановая балка одновременно становится неразрезным верхним поясом фермы. Введение шпренгельной системы усиления подкрановых балок позволило существенно уменьшить их деформативность, снизить расчетные усилия и обеспечить выполнение условий прочности и устойчивости для всех элементов новой конструктивной схемы в соответствии с требованиями СП 16.13330.2019 [5] (рис. 2).

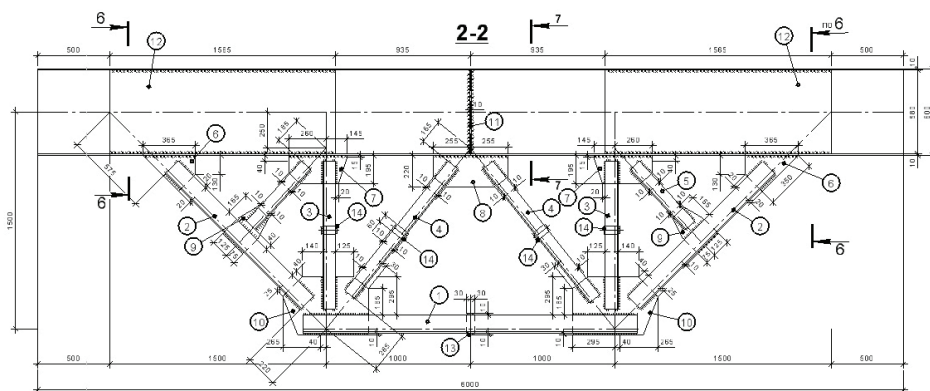


Рис. 2. Фрагмент проектной разработки шпренгельной системы усиления подкрановых балок пролетом $L = 6,0$ м по ряду «А»

**К СТАТЬЕ Б. Б. ЛАМПСИ, Б. Б. ЛАМПСИ, Ю. Д. МАРКИНОЙ
«УСИЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК ПРИ
МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА»**



Рис. 1. Реализованный проект усиления подкрановых балок пролетом 12 м по ряду «Д»



Рис. 2. Реализованный проект усиления подкрановых балок пролетом 6 м по ряду «А»



Следует подчеркнуть, что разработке предложенных вариантов усиления предшествовал детальный расчет двухпролетного каркаса здания. С этой целью была создана пространственная расчетная модель всего каркаса в расчетном комплексе *SCAD Office 21.1*, загруженная всей совокупностью постоянных и временных (снеговой, ветровой, крановой) нагрузок [6]. Проверочные конструктивные расчеты элементов всего каркаса и узлов их сопряжения подтвердили выполнение условий первого и второго предельных состояний для всех элементов за исключением подкрановых частей колонн и консолей колонн, являющихся опорами подкрановых балок. Для них были разработаны локальные усиления, обеспечивающие безопасную работу при новых технологических нагрузках.

Полученные расчетные усилия на обресе фундаментов и последующие проверочные конструктивные расчеты [7] с учетом фактических физико-механических характеристик грунта основания подтвердили надежность их работы при замене кранового оборудования.

Предложенные варианты усиления подкрановых балок в сочетании с локальными усилениями других конструкций каркаса полностью реализованы в 2020 году без остановки производственного процесса на одном из промышленных предприятий Нижнего Новгорода, что позволило обеспечить безопасную эксплуатацию всего каркаса промышленного здания при значительно возросших технологических нагрузках (рис. 1, 2 цв. вклейки).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усиление стальных конструкций производственных зданий. Выпуск 3. Серия 1.420.2-27. Подкрановые балки и пути подвешенного транспорта. – Москва : Центральный институт типового проектирования, 2007. – 64 с. – Текст : непосредственный.
2. Руководство по восстановительному ремонту подкрановых конструкций. – Москва : Министерство металлургии СССР, 1991. – 118 с. – Текст : непосредственный.
3. Металлические конструкции. В 3 томах. Том 2. Конструкции зданий / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов [и др.] ; под редакцией В. В. Горева. – Москва : Высшая школа, 1999. – 528 с. – ISBN 5-06-003538-7. – Текст : непосредственный.
4. СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования : свод правил : утвержден в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 828/пр : дата введения 1 декабря 2017 г. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456088764>. – Текст : электронный.
5. СП 16.13330.2019. Стальные конструкции : свод правил : утвержден в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр : актуализированная редакция СНиП II-23-81* : дата введения 28 августа 2017 г. – Москва, 2016. – 174 с. – Текст : непосредственный.
6. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. № 891/пр : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* : дата введения 4 июня 2017 г. – Москва : Минстрой России, 2016. – 80 с. – Текст : непосредственный.
7. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 970/пр : актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* . – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206>. – Текст : электронный.



LAMPSI Boris Borisovich, candidate of technical sciences, associate professor, holder of the chair of theory of structures and technical mechanics; LAMPSI Boris Borisovich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the chair of theory of structures and technical mechanics; MARKINA Yulia Dmitrievna, assistant, postgraduate student, the chair of theory of structures and technical mechanics

REINFORCEMENT OF STEEL CRANE BEAMS DURING TECHNOLOGICAL PROCESS MODERNIZATION

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

65, Iljinskaya St., 603950, Nizhny Novgorod, Russia. Tel.: +7 (831) 430-54-96, +7 (831) 433-98-64; e-mail: lampsi@yandex.ru, boris-lampsy@yandex.ru, poluektoff@bk.ru

Key words: crane beam, limit states, operating stresses.

The article considers variants of possible reinforcements of split steel crane beams with a span of 6 and 12 meters in the building of an operating industrial enterprise in Nizhny Novgorod in connection with the replacement of crane equipment of 10 tf to 50 tf. Taking into account the constrained conditions caused by the existing technological process, design solutions have been developed to strengthen two types of crane beams with a calculated justification of all design decisions made that meet the requirements of existing building rules. The proposed reinforcement options have been fully implemented in accordance with the developed design documentation and operated under new technological loads since 2020.

REFERENCES

1. Usilenie stalnykh konstruksiy proizvodstvennykh zdaniy [Strengthening steel structures of industrial buildings]. Vypusk 3. Seriya 1.420.2-27. Podkranovye balki i puti podvesnogo transporta [Issue 3. Series 1.420.2 – 27. Crane beams and overhead transport paths]. Moscow : Tsentr. in-t tipovogo proektirovaniya, 2007, 64 p.
2. Rukovodstvo po vosstanovitelnomu remontu podkranovykh konstruksiy [Guidelines for the restoration of crane structures]. Moscow : Ministerstvo metallurgii SSSR, 1991, 118 p.
3. Metallicheskie konstruksii [Metal structures] v 3 t. T. 2. Konstruksii zdaniy [Building structures] / V. V. Gorev, B. Yu. Uvarov, V. V. Filippov, et al. Pod red. V. V. Goreva. – Moscow: Vysshaya shkola, 1999. – 528 p. – ISBN 5-06-003538-7.
4. SP 294.1325800.2017 Konstruksii stalnye. Pravila proektirovaniya [Steel Structures. Design rules]. Svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilishchno-kommun. khoz-va RF ot 31 maya 2017 g. № 828/pr : data vved. 1 dekabrya 2017 g. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456088764>.
5. SP 16.13330.2019 Stalnye konstruksii [Steel structures]: svod pravil : utverzhd. v deystvie Prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilishchno-kommun. khoz-va RF ot 27 fevralya 2017 g. № 126/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp II-23-81* : data vved. 28 avgusta 2017 g. – Moscow, 2016, 174 p.
6. SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeystviya [Loads and effects]: svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilishchno-kommun. khoz-va RF ot 03 dekabrya 2016 g. № 891/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.1.07-85* : data vved. 04 iyunya 2017 g. Moscow : Minsstroy Rossii, 2016, 80 p.
7. SP 22.13330.2016. Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy [Foundations of buildings and structures] : svod pravil : utverzhd. i vved. v deystvie Prikazom Ministerstva stroitelstva i zhilishchno-kommun. khoz-va RF ot 16 dekabrya 2016 g. № 970/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNIp2.02.01-83* . – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206>.

© Б. Б. Лампси, Б. Б. Лампси, Ю. Д. Маркина, 2022

Получено: 30.03.2022 г.