

УДК 69.059.032

**РАМНЫЕ НЕРАЗРЕЗНЫЕ ПОДКРАНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ:
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Гарькин Игорь Николаевич,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

*доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного
производства».*

Лаштанкин Алексей Сергеевич,

ООО «МонГрад» , г.Пенза,

Директор.

Аннотация

Доказывается эффективность перехода от разрезных подкрановых конструкций к рамным неразрезным подкрановым конструкциям. Приводятся все преимущества и методы рихтовки подобных конструкций.

Ключевые слова: подкрановые конструкции, выносливость, строительные конструкции, разрезные подкрановые конструкции, порталные конструкции.

FRAME UNCUT CRANE STRUCTURES: EFFICIENCY OF APPLICATION

Garkin Igor Nikolaevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

*Associate Professor of department “Quality management and construction
technologies”.*

Lashtankin Alexey Sergeevich,

“MonGrad”, Penza”

Director.

Abstract

Efficiency of the transition from split crane structures to frame continuous crane structures is proved. All the advantages and methods of straightening such structures are given.

Keywords: crane structures, endurance, building structures, split crane structures, portal structures.

Подкрановые конструкции составляют около 20% от металлического каркаса промышленного здания [1], однако срок их службы существенно меньше, чем других элементов каркаса. Соответственно, следует предусмотреть разработку способов и методов, повышающих технический ресурс и эксплуатационные свойства конструкции. Авторы предлагают выполнить переход от разрезных крановых конструкций к неразрезным. Вследствие чего возникают следующие преимущества [2]:

- уменьшается материалоемкость и увеличивается жесткость тормозных балок;
- исключаются перепады высот в месте сопряжения балок;
- снижение материалоемкости и усталостных разрушений (примерно в 1,5 раза, чем в разрезных);
- облегчается рихтовка балок по высоте и поперечному направлению.

Неразрезные подкрановые конструкции необходимо выполнять на 7-8 пролетов, а лучше на целый температурный блок здания. При грузоподъемности же крана до 50 т можно применять прокатные двутавровые профили. В этом случае устраняется самый повреждаемый узел подкрановой балки – сварной шов, со всеми присущими ему недостатками.

Однако даже самые мощные существующие прокатные двутавры с высотой сечения 1 м не обеспечивают прочности подкрановой балки на изгиб при кранах грузоподъемностью более 50 т. Для того чтобы использовать преимущества существующих прокатных профилей, необходимо уменьшить изгибающий момент путем перехода к рамным конструкциям. В таких

конструкциях пролетный изгибающий момент уменьшается, из-за увеличения опорных моментов, и поэтому необходимо увеличить жесткость на опорах по сравнению с жесткостью в пролете.

В зданиях, построенных на просадочных грунтах, возникают неравномерные осадки колонн и фундаментов, нарушающие нормальную безопасную эксплуатацию. Особенно остро эта проблема отражается на подкрановых конструкциях, работающих по неразрезной схеме.

В настоящее время для выравнивания по высоте под рельсы подкладываются выравнивающие прокладки различной толщины, что является недостаточно эффективным способом рихтовки. При этом локальные воздействия от колеса крана передаются сосредоточенно и вызывают усталостные повреждения. Для обеспечения прямолинейности пути рельсы зачастую смещают с оси балки на величину до 50...70 мм, значительно превышающую допустимый эксцентриситет 20 мм. При этом резко возрастает местное кручение верхнего пояса и поясных швов, приводящее к преждевременному износу подкрановых балок и появлению усталостных трещин.

Следовательно, необходима разработка эффективных способов рихтовки как подкрановых путей, так и всего каркаса в целом.

При разработке этой конструкции необходимо было решить следующие задачи – повышение долговечности подкрановой конструкции, путем применения существующих прокатных профилей, снижение материалоемкости и трудоемкости изготовления и обеспечение рихтовки каркаса здания.

Портальная подкрановая конструкция [3] выполнена из двухконсольных и однопролетных балок (рис. 1). Двухконсольная балка и две колонны соединены в единую портальную подкрановую конструкцию, причем двухконсольная балка соединена с каждой из колонн посредством оголовка колонны, а база каждой из колонн соединена с фундаментом анкерными болтами, снабженными болтами опорными и крепежными гайками, фундамент выполнен полым с соплом расширяющимся книзу, заполненным рабочим телом

(шлаком, щебнем), причем площадь выходного отверстия сопла составляет 30...50% площади подошвы фундамента. На шлак (щебень), заполняющий сопло, под колонной установлен гидродомкрат импульсного действия, упирающийся в базу колонны снизу (для рихтовки) и стабилизирующий проектную отметку фундамента и порталной подкрановой конструкции. База колонны снабжена домкратной балкой, жестко соединенной с фундаментом анкерными болтами, снабженными опорными гайками снизу под домкратной балкой и крепежными сверху ее, а по центру колонны под домкратной балкой имеется ниша для размещения гидродомкрата.

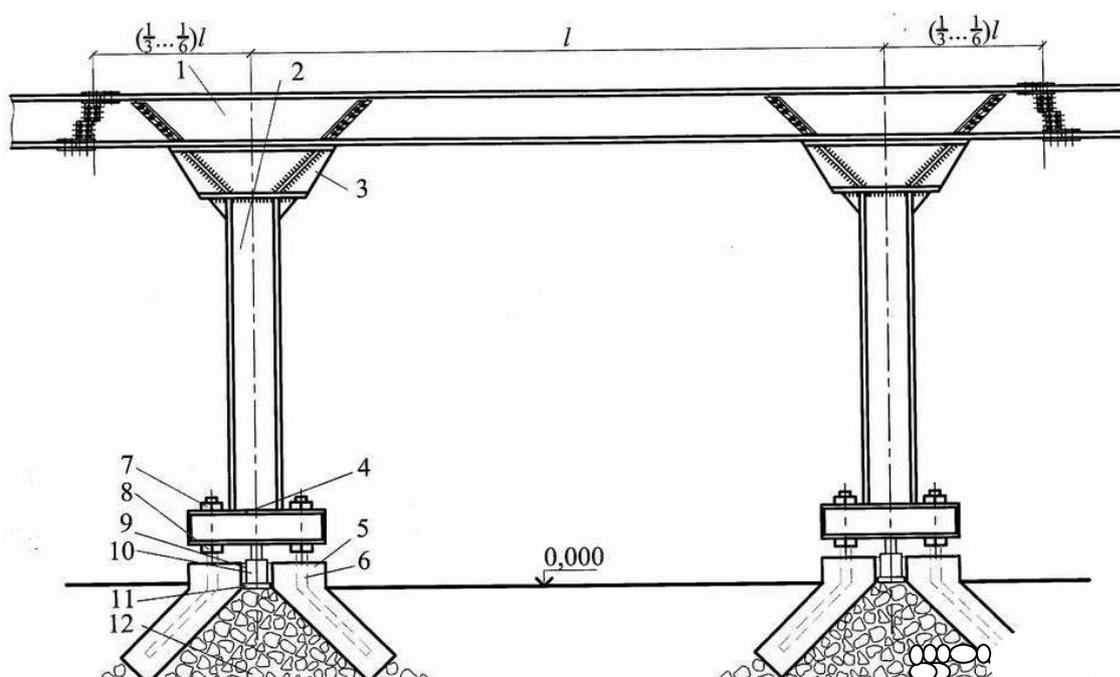


Рисунок 1 - Портальная подкрановая конструкция:

- 1 – двухконсольная балка, 2 – колонна, 3 – оголовок, 4 – домкратная балка,
 5 – фундамент, 6 – анкерный болт, 7 и 8 – гайки, 9 – ниша, 10 – домкрат,
 11 – пуансон, 12 – сопло

Двухконсольная балка 1 и колонны 2 соединены в единую неразрезную порталную подкрановую конструкцию, причем двухконсольная балка 1 соединены с каждой из колонн 2 посредством оголовка 3 колонны 2. Длина оголовка составляет $l_{ог} = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{6}\right)l$,

где l – длина пролета двухконсольной балки в порталной подкрановой конструкции.

Оголовок колонны 3 предназначен для упрочнения надколонной части порталной подкрановой конструкции и позволяет концентрировать изгибающие моменты над оголовком 3. Осуществлен принцип концентрации материала к опорам балки.

Все элементы порталной подкрановой конструкции выполнены из прокатных двутавров даже при пролетах $l = 12$ м и грузоподъемностью кранов $Q_{кр} = 50...100$ т.

Двухконсольная балка 1 подкреплена оголовками 3.

База каждой колонны 2 снабжена домкратной балкой 4. Последняя соединена с фундаментом 5 анкерными болтами 6, работающими как на растяжение, так и на сжатие, как сваи. Каждый из болтов снабжен крепежной гайкой 7 сверху и опорной 8 снизу. Гайкам 7 и 8 приданы также рихтующие функции. Они фиксируют порталную подкрановую конструкцию по высоте точно в проектном положении независимо от осадки фундамента 5. Под домкратной балкой 4 в фундаменте 5 выполнена ниша 9 для размещения силового пульсирующего домкрата 10. Домкрат 10 опирается на заостренный пуансон 11, являющийся поршнем в сопле 12 фундамента 5.

Впрессовывая с пульсацией домкратом 10 посредством заостренного пуансона 11 порциями щебень в сопло 12 создаем в последнем избыточное давление p_0 . Так как площадь сечения выходного отверстия в сопле 12 составляет 30...50% от площади подошвы фундамента, то в грунте основания под соплом возникают пластические деформации.

Грунт под соплом начинает течь, осаживаться, уплотняться и упрочняться. Причем более податливый грунт с меньшей несущей способностью упрочняется сильнее.

Производим выдавливание и выдергивание фундамента из грунта до необходимой отметки. Центральное сопло 12 расширяется книзу и заполнено шлаком, требующим утилизации, щебнем или другим материалом.

Портальная подкрановая конструкция работает как неразрезная рама. В такой конструкции легко регулировать распределение изгибающих моментов, изменяя отношение жесткостей ригеля и колонны, а также изменяя габариты жесткого ядра 3.

Эту конструкцию легко оптимизировать и достигать не только повышения выносливости подкрановой балки в 3...3,5 раза, но значительно снизить материалоемкость.

Другое важное достоинство конструкции – управление ее фактической осадкой и стабилизация осадки грунтового основания под фундаментами посредством силового домкрата, размещенного в нише под домкратной балкой, и взаимодействующего с сыпучим материалом, заполняющим сопло фундамента. Эффективней всего применить домкрат импульсного двойного действия.

Стабилизация осадки грунтового основания под фундаментами портальной подкрановой конструкции выполняется после возведения конструкций цеха, особенно на грунтах с неравномерной осадкой. Стабилизацию и выравнивание неравномерной осадки грунтового основания осуществляют следующим образом.

- Производят нивелировку рельсовых путей и устанавливают фактическое отклонение рельсовых путей от прямой линии, как по вертикали, так и по горизонтали (в плане).
- Поочередно стабилизируют грунтовое основание на всех колоннах портальных подкрановых конструкций.
- Перед стабилизацией основания создают в данной колонне максимальное сжимающее усилие, устанавливая над колонной два сближенных крана, нагруженных максимальной расчетной нагрузкой.
- В случае неравномерной осадки колонн и нарушении прямолинейности рельсовых путей, уложенных соосно с балками, производят восстановление проектного положения портальной подкрановой конструкции посредством домкрата 10, расположенного в нише 9.

- Устанавливают домкрат 10 и включают прямой ход поршня, впрыскивая заостренным пуансоном 11 первую порцию щебня в сопло 12 пластически деформируя и упрочняя этим самым грунт под подошвой фундамента, и стабилизируя осадку фундамента, которая неизбежно возникла бы с течением времени. Очевидно, что тот фундамент, который размещен на более слабом грунтовом основании с течением времени получит большую осадку по отношению к соседним и нарушит нормальную эксплуатацию подкрановых конструкций.

Очевидно, также, что при стабилизации свойств грунтового основания у грунта обладающего больше просадочностью возникнут большие пластические деформации, шлака (щебня) впрыснется больше и улучшение прочностных свойств будет большим, чем у грунта с меньшей просадочностью. Таким образом произойдет стабилизация, выравнивание механических свойств грунтового основания до одинаковой величины p_0 избыточного давления, создаваемого в сопле фундамента в зоне контакта с грунтовым основанием.

Сопоставление разработанной порталной подкрановой конструкции с традиционными решениями показывает ее существенные отличия.

- Портальная подкрановая конструкция при кранах грузоподъемностью 50...100 т выполнена из прокатных двутавров и снабжена жестким ядром, соединяющим ее с каждой из колонн.

- Применен принцип концентрации материала и принцип передачи опорных моментов на фундамент по кратчайшему пути. Этим достигнуто значительное (в 2 раза) снижение пролетных моментов. Это в свою очередь, позволило выполнить порталную подкрановую конструкцию из прокатных двутавров, повысить выносливость и снизить трудоемкость ее изготовления.

- База каждой колонны снабжена домкратной балкой и оперта на фундамент, снабженный расширяющимся книзу соплом с площадью сечения нижнего отверстия, составляющего 30...50% от площади подошвы фундамента, а под домкратной балкой установлен гидродомкрат импульсного действия, опертый на шлак (щебень), заполняющий сопло.

- Портальная подкрановая конструкция позволяет легко выполнять рихтовку ее посредством массы крана и поднимаемого им максимального груза. При размещении крана с грузом вблизи консольной части портала, то есть на балке вставке в ближайшей к крану колонне портала возникает сжатие, а в дальнейшем растяжение, превосходящее массу порталной конструкции. При ослаблении анкерных болтов на дальней колонне на необходимую величину Δ происходит автоматическое поддомкрачивание колонны и порталной подкрановой конструкции.

- Достигнуто повышение выносливости в 3...3,5 раза, так как конструкции выполнены из прокатных двутавров и сварные швы в балке отсутствуют, а работоспособность увеличена в 10... 20 раз.

- Достигнуто снижение трудоемкости в 2,5...2 раза, так как промежуточных ребер нет и ручная сварка исключена.

- Достигнуто снижение материалоемкости на 20...22%

На этом резервы снижения материалоемкости подкрановых конструкций не исчерпаны. Однако отказаться от необходимости наладить прокат мощных профилей, для изготовления подкрановых балок, способных воспринять нагрузки от кранов грузоподъемностью 50...250 т и более, не представляется возможным [5,6]. Отсутствие мощных прокатных профилей остается очень острой проблемой при производстве подкрановых балок.

Библиографический список:

1. Нежданов К.К., Гарькин И.Н. Подкрановая балка с повышенным техническим ресурсом эксплуатации // Региональная архитектура и строительство. 2017. № 3 (32). С. 119-122.

2. Лаштанкин А.С., Гарькин И.Н. Способы повышения выносливости подрельсовой зоны подкрановых балок: монография / А.С. Лаштанкин, И.Н. Гарькин. Москва: Издательство «Перо», 2021. 146 с.

3. Балка: патент на изобретение RU № 2232125 С2: МПК В66С 6/00, В66С 7/00, Е04С 3/04 / Нежданов К.К., Туманов В.А., Нежданов А.К., А, Лаштанкин

А.С.: правообл. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. № 2002112377/11, заяв. 07.05.2002, опубл. 10.07.2004. Бюл. №19, 9 с.

4. Шейн А.И., Бакушев С.В., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт обследования зданий и сооружений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №5. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/5.16/at_download/file

5. Туманов В.А. Повышение выносливости стальных подкрановых балок // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1. С. 75-82

6. Сабуров В.Ф. Использование моделей упругого основания для анализа распределения локальных напряжений в стенке стальных составных балок // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 4. Т. 14. С. 15-20.