

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.

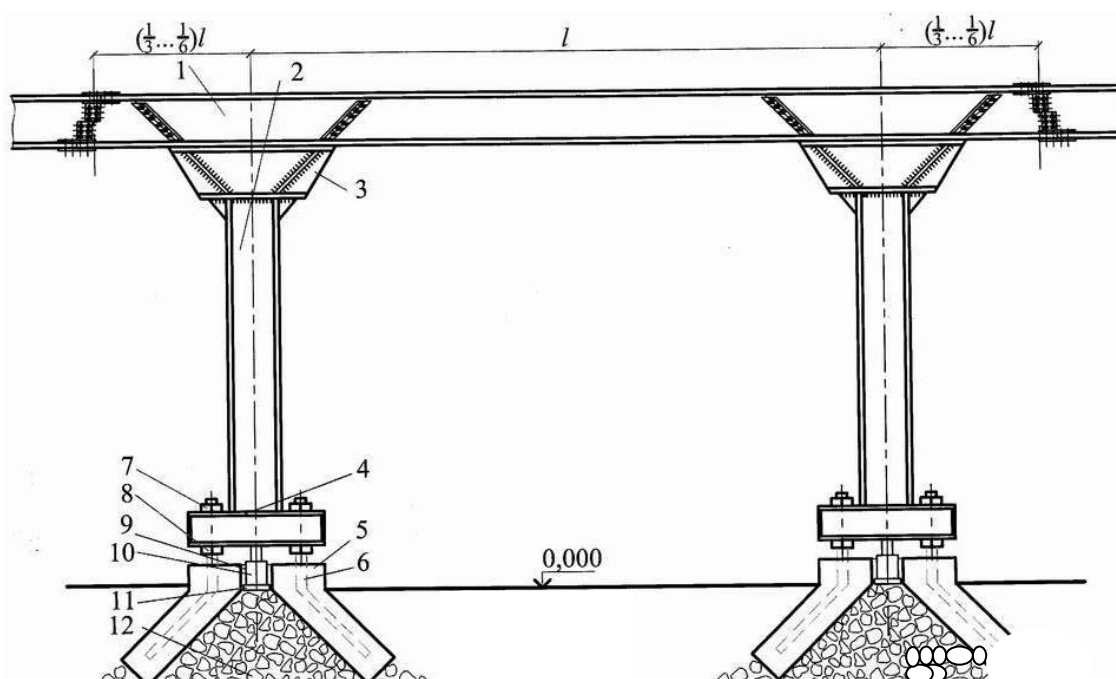


Рисунок 1 - Портальная подкрановая конструкция:

- 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 опирается 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, опирающийся 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  $\Delta$  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](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.