

# СТРОИТЕЛЬСТВО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ И ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

УДК 69.059.032

## ПОДКРАНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ

*И. Н. Гарькин*

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства*

Приводится анализ состояния подкрановых конструкций в зданиях и сооружениях промышленных предприятий Пензенской области на основе обследования 23 объектов, проведенного в рамках экспертизы промышленной безопасности. Дается классификация подкрановых балок по различным характеристикам. Указывается на недопустимость эксплуатации стальных подкрановых конструкций с трещинами и важность исследований, направленных на повышение выносливости и долговечности подкрановых балок. Рассматривается ряд разработок Пензенского государственного университета архитектуры и строительства в области повышения эксплуатационных характеристик подкрановых путей (балок, рельс, устройств и т. д.).

**Ключевые слова:** подкрановые конструкции, строительные конструкции, здания и сооружения, обследование, техническая экспертиза, экспертиза промышленной безопасности.

## RAILWAYS OF OVERHEAD CRANE OF PENZA REGION ENTERPRISES: STATUS, PROSPECTS

*I. N. Garkin*

*Penza State University of Architecture and Construction*

An analysis of the status of railways of overhead crane in buildings and structures of industrial enterprises of the Penza region is given on the basis of a survey of 23 buildings and structures conducted within the framework of industrial safety expertise. Classification of crane beams according to various characteristics is given. It is pointed out that the use of steel crane structures with cracks and the importance of research aimed at increasing the endurance and durability of crane beams. A number of developments of the Penza State University of Architecture and Construction in the field of improving the operational characteristics of crane tracks (beams, rails, devices, etc.) are considered.

**Key words:** crane structures, building structures, buildings and structures, inspection, technical expertise, industrial safety examination.

В зданиях промышленных цехов предприятий цветной и черной металлургии сосредоточена треть фонда эксплуатируемых стальных строительных конструкций; значительную часть в них занимают подкрановые конструкции (подкрановые балки, подкраново-подстропильные фермы, элементы кранового пути), являющиеся неотъемлемыми элементами каркаса (в т. ч. обеспечивающие его пространственную жесткость). Однако подкрановые конструкции имеют срок службы значительно меньший, чем другие элементы каркаса. В зданиях цехов с тяжелым режимом работы мостовых кранов (7К, 8К) усталостные трещины возникают уже через 2–3 года интенсивной эксплуатации [1].

Соответственно, при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений следует особое внимание уделять подкрановым конструкциям [2, 3]. Стоит отметить, что существуют виды работ в области обследования, связанные именно с крановыми путями мостовых кранов:

- комплексное обследование крановых путей;
- экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений с крановыми нагрузками;

- проверочные расчеты подкрановых балок при смене грузоподъемности мостовых кранов.

Рассмотрим виды подкрановых конструкций и их дефекты, встречающиеся на промышленных предприятиях Пензенской области. Материал для этого был собран в ходе выполнения технических экспертиз (обследований) и экспертиз промышленной безопасности с крановыми нагрузками на особо опасных производственных объектах региона.

Подкрановые балки можно разделить (рис. 1):

- по материалу изготовления – металлические и железобетонные;
- по конструктивной схеме – разрезные и неразрезные;
- по способу изготовления – сварные, прокатные, на высокоресурсных соединениях (заклепки, болты).

Внедрение различных конструктивных схем подкрановых балок в разных странах происходило неравномерно. Так, на промышленных предприятиях стран Западной Европы в XX в. применялись (и применяются) в основном неразрезные (рис. 2) подкрановые балки; в СССР – разрезные (рис. 3) сварные с низким техническим ресурсом.

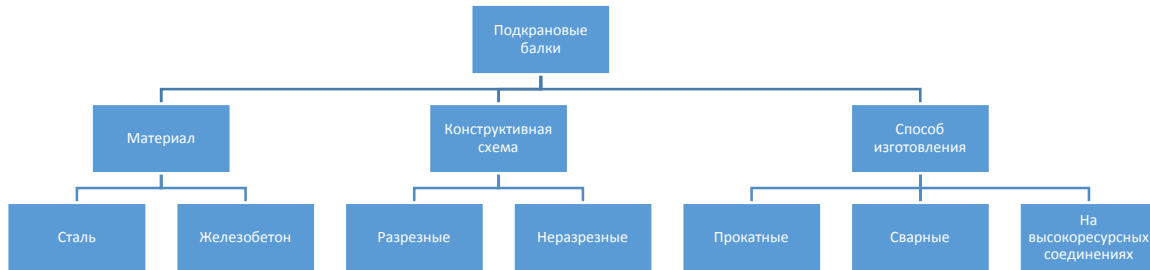


Рис. 1. Классификация подкрановых балок

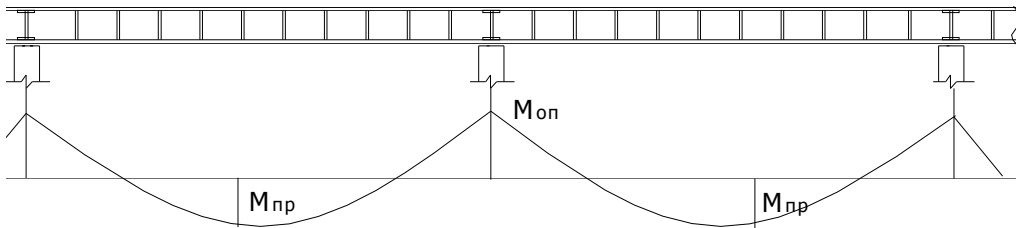


Рис. 2. Схема неразрезной подкрановой балки

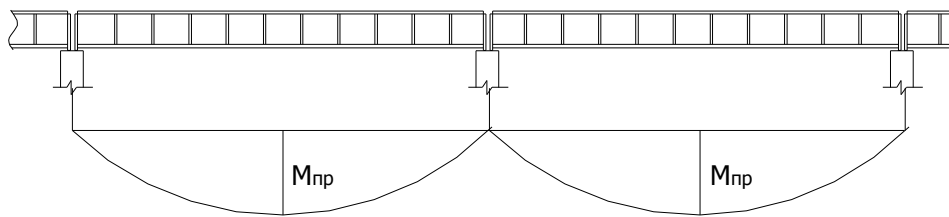


Рис. 3. Схема разрезной подкрановой балки

Неразрезные подкрановые балки более экономичны по сравнению с разрезными и имеют более высокий технический ресурс. Учитывая данный факт, при возведении (проектировании) новых промышленных цехов и реконструкции действующих следует применять их в первую очередь.

Из 23 обследованных автором предприятий на 19 имелись стальные, из них 14 сварных; на четырех – железобетонные подкрановые балки (рис. 4, 5). Это объясняется в целом высокими

экономическими издержками при строительстве и эксплуатации железобетонных балок: в настоящее время они практически не применяются во вновь возводимых зданиях и сооружениях.

Тем не менее в эксплуатируемых железобетонных балках основными дефектами явились сколы и оголение рабочей арматуры. На предприятиях области наметилась положительная тенденция постепенной замены таких балок на стальные.



Рис. 4. Железобетонные подкрановые балки

В стальных подкрановых балках наиболее опасным дефектом являются усталостные трещины. Процесс накопления повреждений протекает постепенно. В подрельсовой зоне стенки подкрановой балки развиваются усталостные трещины, увеличивающие до опасного уровня возможность разрушения конструкций. Этот процесс обычно определяют как усталость металла, а соответствующее разрушение называют усталостным [4]. Соответственно, эксплуатация подкрановых (или любых других металлических) конструкций с трещинами запрещена.

Однако в ходе обследований промышленных предприятий в Пензенской области в стальных подкрановых балках усталостных трещин обна-

ружено не было. Это объясняется незначительным числом предприятий, эксплуатирующих мостовые краны с тяжелым режимом работы и большой грузоподъемностью (в Пензенской области нет крупных предприятий металлургической и коксохимической промышленности). Подкраново-подстропильные фермы на предприятиях области также отсутствуют.

Лишь на одном предприятии области имеются мостовые краны (по два в каждом цеху) с грузоподъемностью 250 т каждый (рис. 5), с возможностью одновременного подъема груза более 500 т (двумя кранами). Следует отметить, что данное предприятие также и единственное в области, имеющее двухъярусные подкрановые пути.



Рис. 5. Двухъярусные подкрановые пути (верхний крановый путь под два крана г/п 250 т каждый)

Как объекты исследований интересными оказались цеха предприятий ЗАО «Сердобский машиностроительный завод», ОАО «Пензхиммаш», ОАО «Пензкомпрессормаш» (рис. 6а, б) в связи с тем, что часть строительных конструкций их цехов была вывезена по репарациям из Германии в середине XX в. Следовательно, была возможность сравнения особенностей подкрановых конструкций из Западной Европы и их отечественных аналогов (не в пользу последних). В немецких конструкциях реализованы технические решения, от которых отказались в СССР: высокоресурсные клепанные и фрикционные соединения; рельсы квадратного и прямоугольного сечения и т. д. Конструкции на всех трех указанных предприятиях находились в лучшем состоянии,

чем на предприятиях, построенных по отечественным проектам.

Подкрановые конструкции в целом и подкрановая балка в частности относятся к элементам каркаса, обеспечивающим его пространственную жесткость. При этом в ходе обследования промышленных цехов не раз были выявлены случаи демонтажа балок (рис. 7а, б), что значительно снизило безопасность эксплуатации зданий, подобных решений следует избегать.

Что касается такого элемента крановых путей, как рельсы, то необходимо отметить, что основная их масса – это стандартные фигурные крановые (или железнодорожные) рельсы марки от КР-70 до КР-140. В качестве подрельсовой подкладки повсеместно использовалась бетонная подливка.



а



б

Рис. 6. Подкрановые балки: а) подкрановая балка современного изготовления; б) подкрановая балка, вывезенная из Германии по репарациям



а



б

Рис. 7. а) вид цеха с демонтированными подкрановыми балками; б) вид колонны с демонтированными подкрановыми балками

Для повышения выносливости и долговечности подкрановых конструкций исследователями ПГУАС был предложен и реализован ряд способов:

- снижение динамической нагрузки на подкрановые конструкции за счет амортизирующих устройств и рельс (рис. 8);
- использование улучшенных профилей для подкрановых балок (рис. 9) [5, 6];
- применение рельсобалочных конструкций, (рис. 10) [7];
- использование крановых рельсов с повышенными моментами инерции при кручении [8, 9].

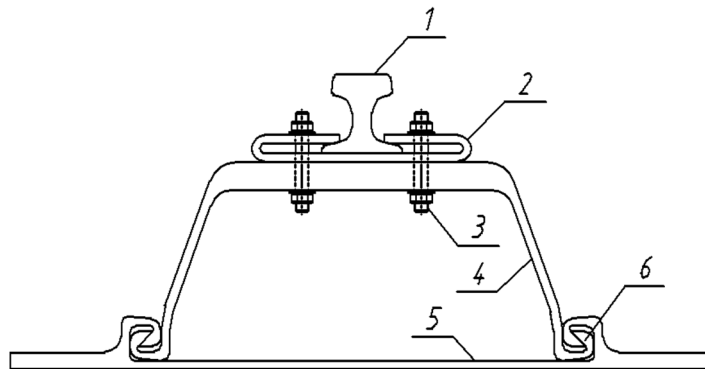


Рис. 8. Сборный амортизирующий рельс: 1 – рельс КР-140; 2 – расширитель подошвы; 3 – шпильки; 4 – шпунт; 5 – затяжка; 6 – ответные шпунтовые соединения

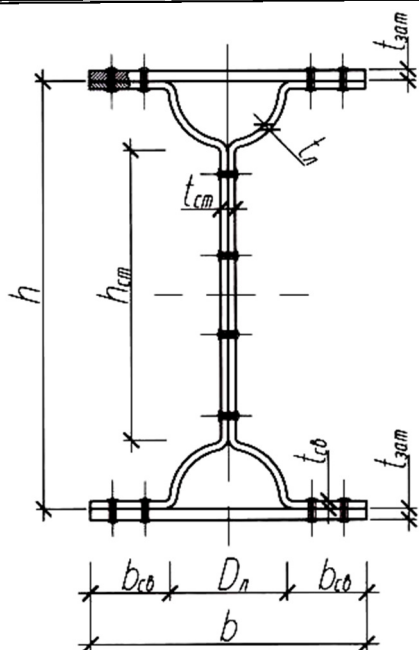


Рис. 9. Составная балка из гнутых элементов:  
 $h$  – высота сечения;  $A$  – площадь сечения;  
 $q$  – линейная плотность;  $b$  – ширина балки;  $t_l$  – толщина лотка;  $b_{cb}$  – ширина свеса;  $t_{cb}$  – толщина свеса;  
 $t_{cm}$  – толщина стенки;  $t_{zam}$  – толщина затяжки;  
 $D_n$  – внешний диаметр лотка;  $h_{cm}$  – высота стенки

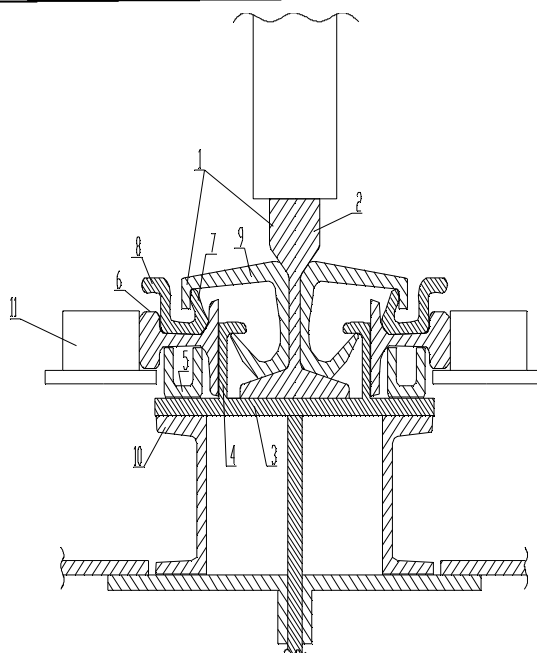


Рис. 10. Трехглавый рельсовый блок:  
 1 – трехглавый рельсовый блок; 2 – главный рельс;  
 3 – подрельсовая подкладка; 4 – Г-образный гребень;  
 5 – швеллер-фиксатор; 6 – боковой рельс; 7, 8 – эксцентрик с Z-образной ручкой; 9 – Г-образная клемма;  
 10 – поддерживающий швеллер; 11 – направляющий ролик

На основании анализа результатов обследования подкрановых балок, выполненного нами при обследовании промышленных предприятий Пензенской области, можно сделать следующие выводы:

- в основной массе на предприятиях используются разрезные сварные стальные подкрановые балки;
- подкрановых балок с усталостными трещинами обнаружено не было;
- подкрановые балки на высокоресурсных клепаных соединениях имеют большой эксплу-

атационный ресурс в сравнении со сварными балками.

Предлагается ряд рекомендаций:

- даже в случае временного прекращения эксплуатации здания демонтаж подкрановых балок запретить;
- в случае появления трещин в металлических подкрановых балках оперативно принимать меры по их замене;
- использовать новые разработки в области подкрановых балок для повышения их безопасности и эксплуатационного ресурса.

#### Список литературы

1. Нежданов К. К., Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Применение двухстенчатых подкрановых балок с амортизирующим эффектом // Региональная архитектура и строительство. 2013. № 3. С. 91–94.
2. Garkin I. N., Garkina I. A. System approach to technical expertise construction of building and facilities // Contemporary Engineering Sciences. 2015. Vol. 8, № 5. P. 213–217.
3. Гарькин И. Н., Зарипова Г. М. Обследование строительных конструкций здания корпуса № 1 АО «Балаковорезинотехника» // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2016. № 6-1. С. 116–121.
4. Нежданов К. К., Гарькин И. Н. Испытание неразрезных подкрановых балок на выносливость // Региональная архитектура и строительство. 2016. № 2 (27). С. 81–86.
5. Нежданов К. К., Железняков Л. А., Гарькин И. Н. Эффективный способ проката уголкового профиля // Строительная механика и расчет сооружений. 2014. № 1. С. 71–75
6. Нежданов К. К., Лаштанкин А. С., Гарькин И. Н. Сборные подкрановые балки из прокатных профилей // Строительная механика и расчет сооружений. 2013. № 3. С. 69–75.
7. Нежданов К. К., Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Трехглавый рельсовый блок для подкрановых балок // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 1. С. 66–68.
8. Нежданов К. К., Нежданов А. К., Гарькин И. Н. Экстремальное повышение моментов инерции рельсов при кручении // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. № 6. С. 30–31.
9. Нежданов К. К., Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Способ повышения моментов инерции крановых рельсов при кручении // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 1. С. 132–135.

© И. Н. Гарькин

#### Ссылка для цитирования:

Гарькин И. Н. Подкрановые конструкции на предприятиях Пензенской области: состояние, перспективы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 3 (21). С. 20–24.