

УДК 621.873.12

Т. В. ЛУЦКО, О. В. БРАГОВСКИЙ, Е. В. НОВАК, Н. Н. ПУДЛИЧ
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
КОЗЛОВОГО КРАНА КК-12,5-25**

С помощью программы SCAD Office исследовано напряженно-деформированное состояние металлоконструкции козлового крана КК-12,5-25. Обоснованы рекомендации по рациональной схеме опирания крана.

кран козловой, металлоконструкция, мост, опора, пролет, напряжение, деформация

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Совершенствование конструктивных схем грузоподъемных кранов с целью повышения эффективности их эксплуатации является одним из направлений развития грузоподъемной техники. В настоящем исследовании рассматривается вопрос рациональной конструктивной схемы опирания для козлового крана КК-12,5-25. Существуют три разновидности схем соединения пролетного строения козловых кранов с опорными стойками [1]:

- обе жесткие опоры (рисунок 1а);
- одна жесткая, а другая шарнирная опора (цилиндрический шарнир) с осью, параллельной оси кранового рельса (рисунок 1б);
- одна жесткая, а другая гибкая опора (рисунок 1в).

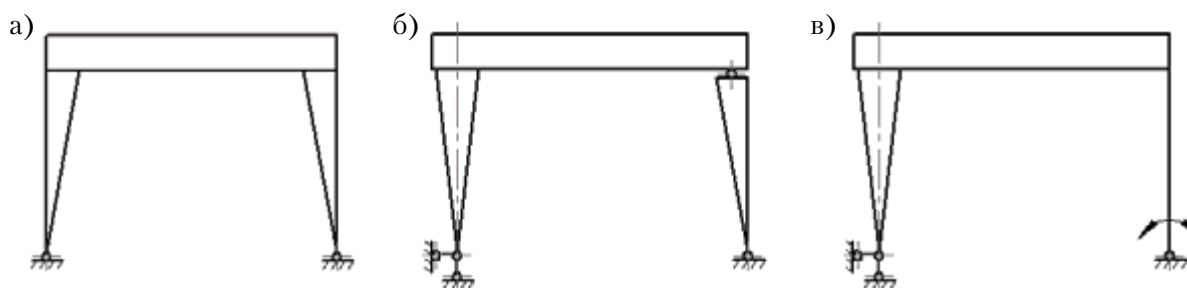


Рисунок 1 – Разновидности опор козловых кранов: а) обе жесткие; б) одна жесткая, а другая шарнирная; в) одна жесткая, а другая гибкая.

Шарнирные соединения опоры с ригелем и гибкие опоры применяются при пролетах более 25 м для компенсации деформации остова крана и перекосов его пролетного строения. Опорные стойки интенсивно работают в поперечном направлении, что обуславливает их размеры и конструктивные особенности – сечения стоек жестких и гибких опор не развивают в направлении плоскости опор. Размеры сечений ограничивают из условий продольного изгиба [2, 3].

Рассматриваемый кран имеет традиционные двухстоечные опоры. Напряженно-деформированное состояние крана в зависимости от схем его опирания, а также от положения грузовой тележки на пролетном строении является одной из предпосылок определения рациональной конструктивной схемы крана.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Для кранов мостового типа, к которым относятся и козловые краны, характерна одна из проблем – усталостное разрушение крановых металлоконструкций при перекосе моста [1–5]. Влияние силы перекоса на козловые краны было проанализировано в работе [4], которое показало, что у кранов с двумя жесткими опорами характерны меньшие значения перемещений (деформаций) приблизительно на 10 % по сравнению с одной жесткой, а другой гибкой опорами. В настоящей статье рассматривается вопрос общего напряженно-деформированного состояния козлового крана решетчатой конструкции с разными видами опор без учета перекосных нагрузок.

Целью исследования является анализ напряженно-деформированного состояния козлового крана КК-12,5-25 в зависимости от нагружения и положения грузовой тележки на мосту при двух разновидностях опирания крана: 1) две жесткие опоры; 2) одна жесткая, а другая гибкая опоры.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для моделирования и расчетов использован программный комплекс SCAD Office [6].

Металлоконструкция двухконсольного козлового крана КК-12,5-25 является решетчатой, стержневые конструкции моста и опорных стоек выполнены из труб различного диаметра. Стойки двухстоечных опор связаны стяжками, прикрепляемыми к нижним частям стоек. Стяжки выполнены из швеллеров. Пролет крана $L = 25$ м, высота подъема груза $H = 10$ м, вылет консоли $l_k = 8$ м, база крана $B = 14$ м, общая масса крана $G_k = 55$ т, максимальная грузоподъемность $Q_{гр} = 12,5$ т.

На рисунке 2 представлены расчетные схемы козлового крана КК-12,5-25 с двумя схемами опирания и пронумерованными положениями грузовой тележки.

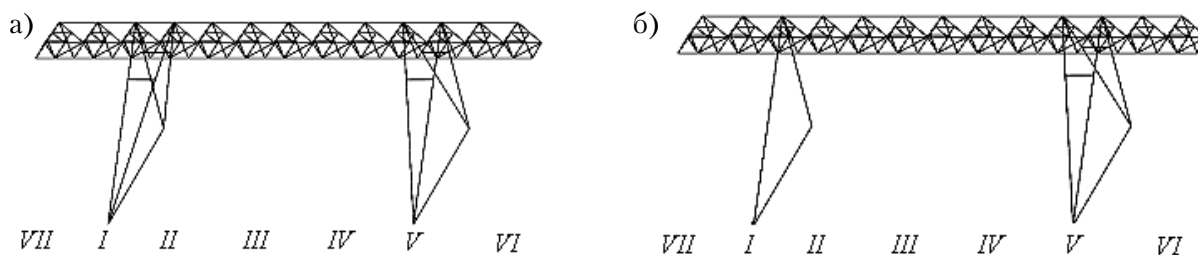


Рисунок 2 – Расчетные схемы козлового крана КК-12,5-25 с двумя жесткими опорами (а) и одной жесткой, а другой гибкой опорами (б).

Расчетные комбинации нагрузок на кран:

I – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т над первой опорой крана (в случае гибкой и жесткой опоры расположение над гибкой опорой);

II – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т на расстоянии $L/3$ от первой опоры крана;

III – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т посередине пролета $L/2$;

IV – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т на расстоянии $2L/3$ от первой опоры крана;

V – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т над второй опорой крана (в случае гибкой и жесткой опоры расположение над жесткой опорой), то есть на расстоянии L от первой опоры крана;

VI – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т на консоли на расстоянии $L + l_k$ от первой опоры крана;

VII – расположение грузовой тележки с грузом 12,5 т на другой консоли на расстоянии l_k от первой опоры крана.

Ветровыми, инерционными и силами перекоса пренебрегаем.

Результаты расчета деформаций и усилий в стержнях металлоконструкции крана показали:

1. Наибольшие усилия возникают в опорных стойках, причем их значения не выходят за пределы допускаемых независимо от схемы опирания крана.

2. Более прочной конструкцией является схема крана с двумя жесткими опорами, значения напряжений ниже на 25 % по сравнению с конструкцией крана с гибкой и жесткой опорами.

3. Наибольшие деформации возникают при расположении грузовой тележки посередине пролета крана (на рисунке 3 приведены схемы деформаций, на рисунке 4 – значения максимальных деформаций). На втором месте по величине прогибов являются деформации при расположении тележки на

консоли, причем отличие деформаций в зависимости от того, где находится тележка со стороны гибкой или жесткой опоры, незначительно не более 10 %.

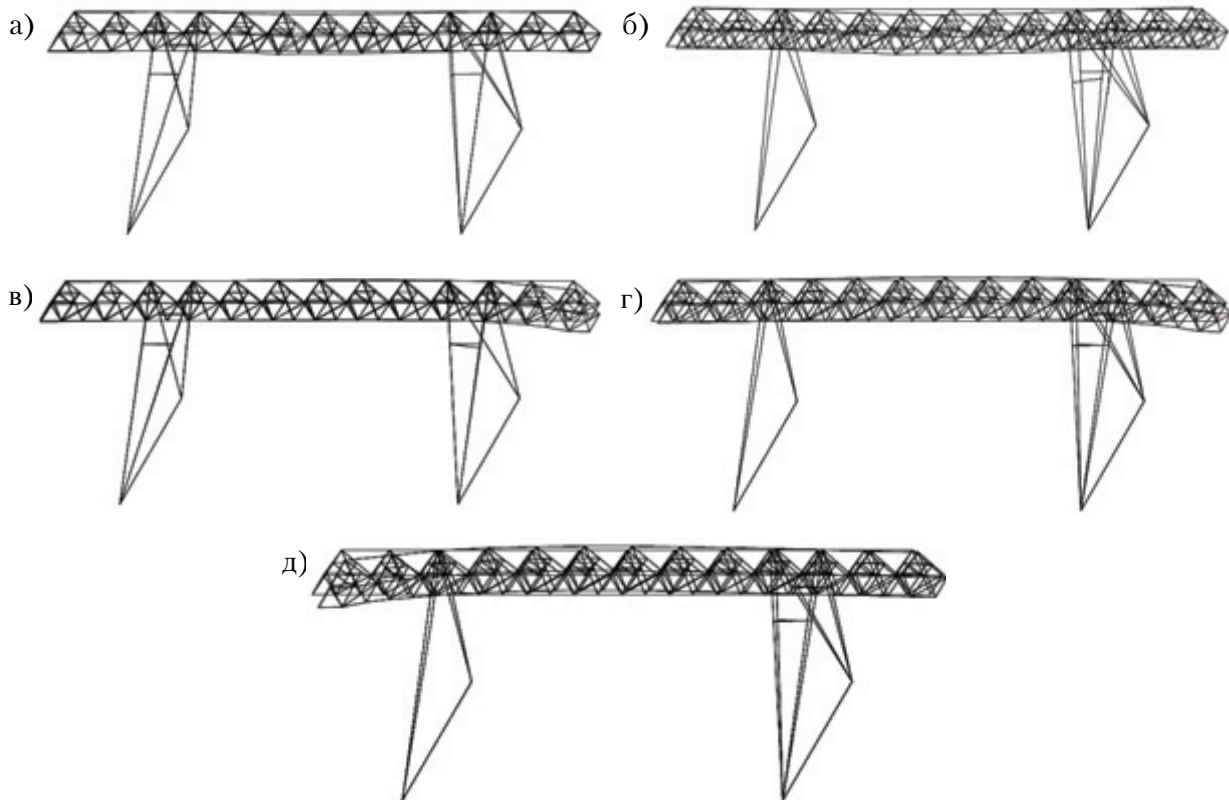


Рисунок 3 – Схемы деформированных состояний крана КК-12,5-25 при схемах опирания: а) две жесткие опоры (тележка посередине пролета); б) жесткая и гибкая опоры (тележка посередине пролета); в) две жесткие опоры (тележка на консоли); г) жесткая и гибкая опоры (тележка на консоли со стороны жесткой опоры); д) жесткая и гибкая опоры (тележка на консоли со стороны гибкой опоры).

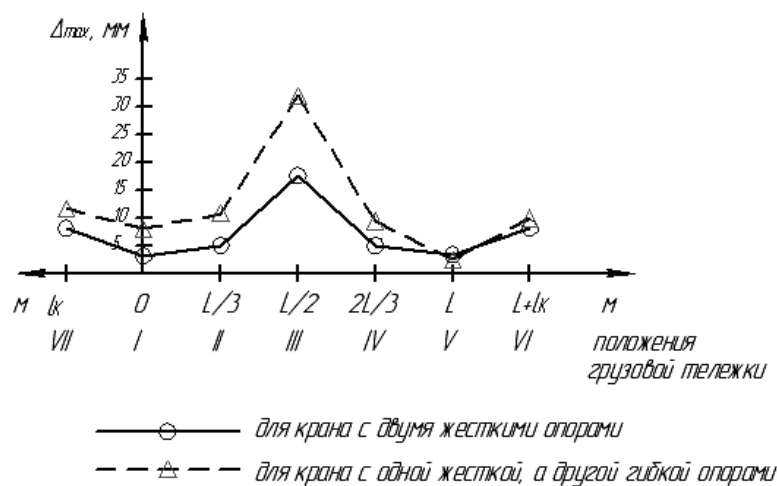


Рисунок 4 – График зависимости максимальных деформаций крана (Δ_{max} , мм) в зависимости от положения грузовой тележки с грузом на мосту.

4. Сравнительная оценка максимальных деформаций кранов с двумя схемами опирания показала, что меньшие значения характерны для схемы с двумя жесткими опорами в среднем на 40 %.

5. Расчет коэффициентов запаса местной устойчивости стержней показал, что наибольшие значения коэффициента характерны при расположении тележки над опорами крана независимо от способа опирания крана (результаты на рисунке 5).

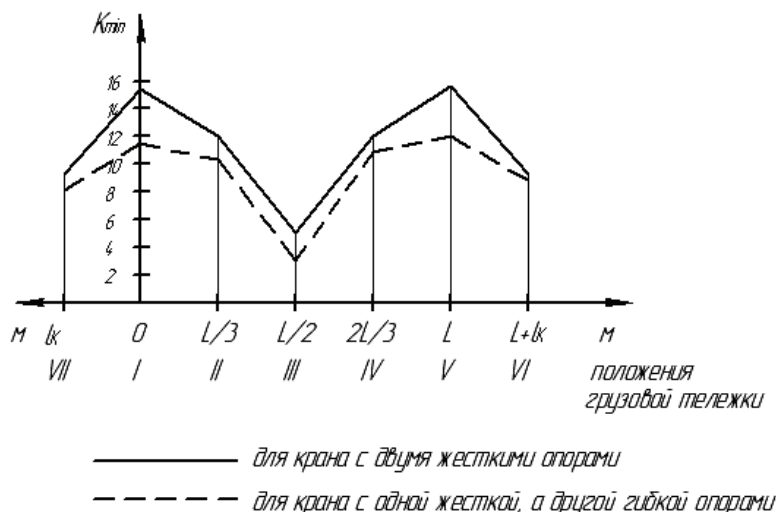


Рисунок 5 – График зависимости минимального коэффициента запаса местной устойчивости стержней крана K_{min} .

6. Наименьшие значения коэффициентов запаса местной устойчивости стержней при расположении тележки посередине пролета крана и также не зависят от схемы опирания крана (результаты на рисунке 5).

7. Коэффициенты запаса местной устойчивости стержней незначительно выше у крана с двумя жесткими опорами по сравнению с козловым краном с одной жесткой, а другой гибкой опорами приблизительно на 12 %.

8. Коэффициенты запаса устойчивости кранов с двумя схемами опирания не выходят за пределы значения 3.

ВЫВОДЫ

Рекомендуется для козлового крана КК-12,5-25 схема опирания на две жесткие опоры:

1. Прочностные параметры конструкции выше на 25 %, чем у крана с жесткой и гибкой опорами.
 2. Деформации в среднем ниже на 40 % по сравнению с краном, устанавливаемом на жесткую и гибкую опоры.

3. Показатели местной устойчивости стержней говорят о небольшой разнице между двумя схемами опирания, разница результатов расчета коэффициентов составляет 12 %, которая хоть и незначительна, но также в пользу схемы опирания крана на две жесткие опоры.

Таким образом, анализ напряженно-деформированного состояния крана КК-12,5-25 показал справедливость решения при пролетах до 25 м применять схему опирания крана на две жесткие опоры. При дальнейшем увеличении пролета необходимы дополнительные исследования крана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобзев, А. П. Специальные грузоподъемные машины [Текст] : Учеб. пособие : В 8 кн. Кн. 4: Козловые краны и мостовые перегружатели. Краны кабельного типа / А. П. Кобзев, В. П. Пономарев ; Под ред. К.Д. Никитина. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. – 140 с.
2. Абрамович, И. И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий [Текст] : Справочник / И. И. Абрамович, В. Н. Березин, А. Г. Яуре. – М. : Машиностроение, 1989. – 360 с.
3. Абрамович, И. И. Козловые краны общего назначения [Текст] / И. И. Абрамович, Г. А. Котельников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 232 с.
4. Луцько, Т. В. Дослідження напружено-деформованого стану козлових кранів з різними видами опор при перекосі мосту [Текст] / Т. В. Луцько, М. О. Баркалов // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Интенсификация рабочих процесов строительных и дорожных машин. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование.* – Днепропетровск : ВГУЗ ПГАСА, 2014. – Вып. 79. – С. 201–207.
5. Луцько, Т. В. До питання визначення впливу перекоосу кранового мосту на його напружено-деформований стан [Текст] / Т. В. Луцько, О. А. Шкарупа // *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование.* – Днепропетровск : ВГУЗ ПГАСА, 2013. – Вып. 72. – С. 295–299.

6. Кардаенко, А. П. SCAdOffice. Шаг за шагом [Текст] : Учебное пособие / А. П. Кардаенко. – Санкт-Петербург : проектно-строительная компания «КАПроект», 2011. – 87 с.

Получено 01.09.2016

Т. В. ЛУЦЬКО, О. В. БРАГОВСЬКИЙ, О. М. НОВАК, М. М. ПУДЛИЧ
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОЗЛОВОГО КРАНА
КК-12,5-25

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

За допомогою програми SCAD Office досліджено напружено-деформований стан металоконструкції козлового крана КК-12,5-25. Обґрунтовані рекомендації щодо раціональної схеми опирання крана.
кран козловий, металоконструкція, міст, опора, прогін, напруження, деформація

TATYANA LUTSKO, OLEG BRAGOVSKY, ELENA NOVAK, NIKITA PUDLICH
ANALYSIS OF THE STRAIN-DEFORMED STATE OF GANTRY CRANE KK-12,5-25
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The stress-deformed state of metal constructions of gantry crane KK-12,5-25 is investigated using the program SCAD Office. The recommendations for the rational scheme of the crane support are substantiated.
gantry crane, metal construction, bridge, support, span, strain, deformation

Луцко Тетяна Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідійомних кранів.

Браговський Олег Володимирович – магістрант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідійомних кранів.

Новак Олена Володимирівна – магістрант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідійомних кранів.

Пудлич Микита Миколайович – магістрант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідійомних кранів.

Луцко Татьяна Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Браговский Олег Владимирович – магистрант кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Новак Елена Владимировна – магистрант кафедры кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Пудлич Никита Николаевич – магистрант кафедры кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Lutsko Tatyana – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technical Maintenance and Service of Cars and Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: static's and dynamics of loading cranes.

Bragovsky Oleg – Master's Degree student, Technical Maintenance and Service of Cars and Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: static's and dynamics of loading cranes.

Novak Elena – Master's Degree student, Technical Maintenance and Service of Cars and Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: static's and dynamics of loading cranes.

Pudlich Nikita – Master's Degree student, Technical Maintenance and Service of Cars and Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: static's and dynamics of loading cranes.