

15. Барсук И.В. Об эффективности роботизированного комплекса выгрузки посылок из контейнера // Логистика. – № 1. – С. 16-19.

16. Барсук И.В. Система управления роботизированным комплексом выгрузки посылок из контейнера // Т – Софт – Телекоммуникации и транспорт. – 2013. – № 10. – С. 11-13.

17. Барсук И.В. Определение параметров роботизированного комплекса выгрузки посылок из контейнера // Т – Софт – Телекоммуникации и транспорт. – 2015. – Том 9. – № 4. – С. 77-82.

порт. – 2015. – Том 9. – № 4. – С. 77-82.

18. Барсук И.В. Увеличение пропускной способности комплекса сортировки и накопления посылок // Подъёмно-транспортное дело. – 2018. – № 1-2. – С. 6-10.

19. Толмачев К., Иванов А. Логистические критерии перехода от ручной сортировки товара к автоматизированной // Логистика. – 2013. – № 9. – С. 22-25.

20. Завьялов К., Санкина Е. Индустриально-логистический парк KENON:

расширение рынка сбыта и оптимизация логистики на территории Китай – Забайкальск – Восточная Сибирь // Логистика. – 2014. – № 7. – С. 12-15.

21. Толмачев К. Повышение эффективности автоматизированной сортировки на складе // Логистика. – 2014. – № 8. – С. 30-34.

И.В. Барсук.

Тел. (phone): 8-903-197-47-11.

E-mail: igor.v.barsuk@yandex.ru



УДК 621.87

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ЕЗДОВОЙ БАЛКИ КОЗЛОВОГО КРАНА

Антон Владимирович ВАВИЛОВ, д-р техн. наук, профессор,
Митрофан Митрофанович ГАРОСТ, канд. техн. наук, доцент,
Алексей Адамович ШНАРКЕВИЧ, магистрант
Белорусский национальный технический университет

Рассмотрены основные виды конструкций ездовых балок козловых кранов. На основании проведенного прочностного расчета определено рациональное сечение ездовой балки, обеспечивающее повышение ее надежности, снижение массы и снижение затрат при изготовлении.

Ключевые слова: ездовая балка, козловой кран, конструкция, рациональное сечение, гофра, 3D-модель, двутавровая балка.

Козловые краны эксплуатируются на открытых погрузочно-разгрузочных площадках, складах, лесозаготовительных и лесоперерабатывающих предприятиях, площадках для монтажа строительных сооружений и оборудования, перегрузки крупнотоннажных контейнеров и длинномерных грузов в условиях переменных температур при атмосферных осадках и различной скорости ветра.

Наиболее важной и сложной при проектировании козловых кранов является разработка металлоконструкций мостов и ездовых балок. Эти элементы, кроме нагружения от собственного веса крана и веса груза, воспринимают перекосные нагрузки от неравномерного движения крановых опор.

Для изготовления мостов козловых кранов используют различные профили с ездовыми балками, основные виды которых показаны на рис. 1. Наиболее распространенным исполнением являются коробчатые балки с прямолинейными стенками (рис. 2) [1].

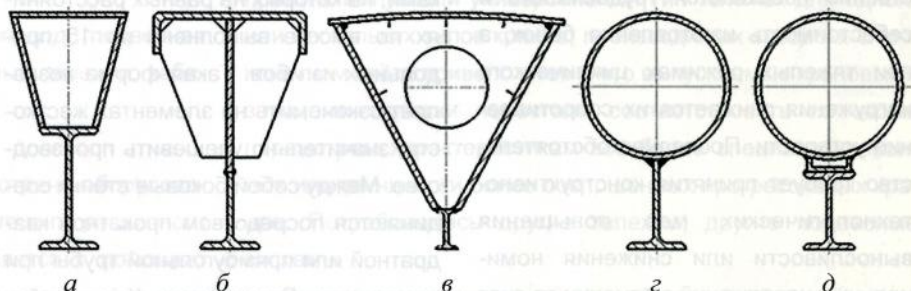


Рис. 1. Поперечные сечения мостов с ездовыми балками из листовых и профильных элементов: а – трапецевидное; б – открытого профиля; в – треугольное; г – трубчатое с тавровым монорейсом; д – трубчатое с креплением двутавровой балки через швеллер

Их элементы технологичны в изготовлении и сборке, осуществляемой, как правило, при помощи сварки, однако ввиду большого количества свариваемых элементов значительно увеличивается трудоемкость и себестоимость изготовления балок.

Верхний и нижний поясы 1 балок коробчатого сечения делают толще стенок 3 для оптимизации массы [2]. При больших пролетах определяющим критерием обеспечения несущей способности становится не прочность, а жесткость, что требует увеличения высоты сечения балки при относительно невысоких номинальных напряжениях. Местная устойчивость высоких стенок в сжатой зоне не обеспечивается. Поэтому их разделяют продольными и поперечными ребрами 2, а также

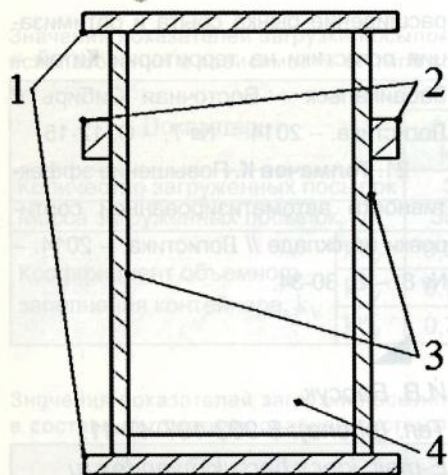


Рис. 2. Балка коробчатого сечения:
1 – верхний и нижний поясы;
2 – продольные ребра жесткости;
3 – стенки; 4 – диафрагмы

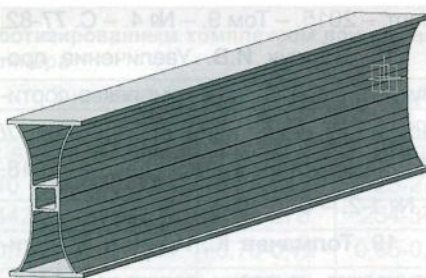


Рис. 3. 3D-модель ездовой балки с криволинейными стенками и изгибами на них

тов в коробчатых балках является использование стенок с гофрами, а также криволинейных или многогранных стенок. По результатам анализа существующих исполнений ездовых балок предлагается конструкция сече-

более рациональные с точки зрения прочности и жесткости формы сечения и экономию металла.

Чтобы подтвердить повышенную несущую способность балок с криволинейными стенками, необходимо произвести их прочностной расчёт методом предельных состояний или конечных элементов (МКЭ) [1, 4]. Последний наиболее эффективен, позволяя моделировать работу металлоконструкции под нагрузкой в условиях, приближенных к реальным, с последующей корректировкой размеров поперечного сечения с целью получения оптимальной конструкции. Он исключает возможность возникновения дефектов металлокон-



Рис. 4. Схемы закрепления ездовых балок слева направо: двутавровой; с криволинейными стенками; предлагаемой конструкции с изгибами на боковых стенках

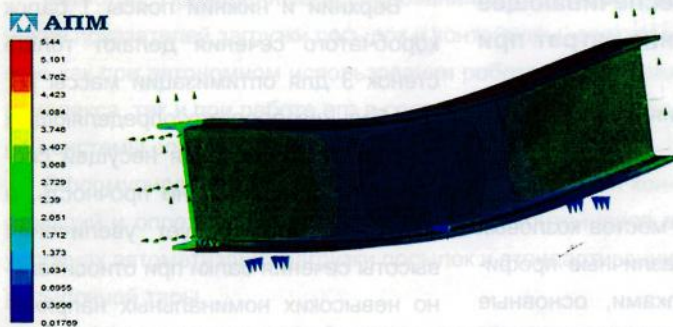


Рис. 5. Результаты расчета двутавровой балки

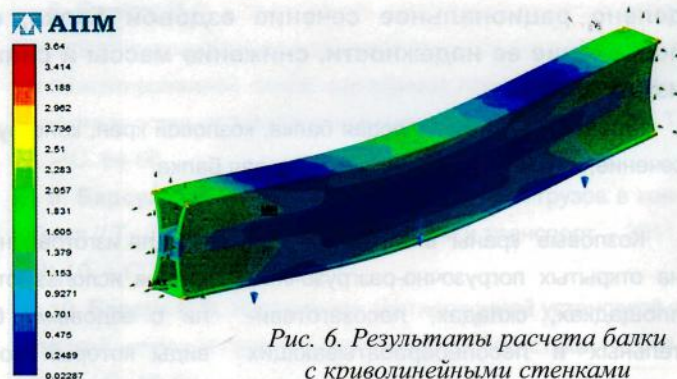


Рис. 6. Результаты расчета балки с криволинейными стенками

диафрагмами 4, незначительно увеличивая массу балки. Но при этом существенно повышается трудоемкость и себестоимость изготовления балок, а при тяжелых режимах циклического нагружения снижается их сопротивление усталости. Последнее обстоятельство требует принятия конструктивно-технологических мер повышения выносливости или снижения номинальных напряжений в сечении за счет увеличения толщины стенки [2].

Одним из способов сокращения количества дополнительных элемен-

тов балки (рис. 3) с двумя штампованными криволинейными боковыми стенками, на которых на равных расстояниях по высоте выполнено по 15 продольных изгибов. Такая форма позволяет сэкономить на элементах жесткости, значительно удешевить производство. Между собой боковые стенки соединяются посредством прокатной квадратной или прямоугольной трубы при помощи электрозаклепок. К верхней и нижней полкам привариваются электросваркой боковые стенки. Штампованные профили обеспечивают наи-

более рациональные с точки зрения прочности и жесткости формы сечения и экономию металла.

струкции в эксплуатации ещё на стадии её проектирования. В программе КОМПАС 3D при помощи библиотеки APM FEM, реализующей МКЭ, проведены сравнительные расчеты трех сечений ездовых балок, схемы закрепления которых показаны на рис. 4: из двутавра №30 Б2 ГОСТ 19281; с криволинейными стенками и спроектированной нами конструкции, на боковых стенках которой выполнены изгибы. Для расчета ездовые балки разбиты на конечные элементы. Условная нагрузка принята равной 20 кН.



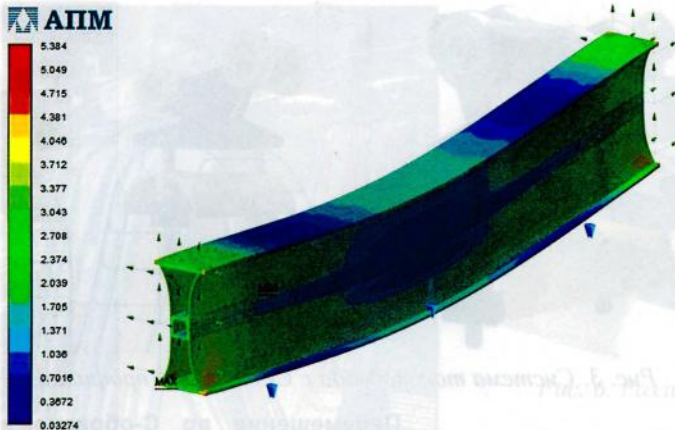


Рис. 7. Результаты расчета спроектированной предлагаемой балки

По результатам расчета максимальные значения эквивалентных напряжений в двутавровой балке равны 5,44 МПа (рис. 5), в балке с криволинейными стенками – 3,64 МПа (рис. 6), в ездовой балке, имеющей в сечении две криволинейные боковые стенки с изгибами на них и прокатные элементы – 5,38 МПа (рис. 7).

Это позволяет сделать вывод, что спроектированная и предлагаемая нами конструкция ездовой балки имеет напряжения, не превышающие их значения в широко применяемых известных конструкциях, но по сравнению с ними отли-

чается меньшей массой. Масса 1 м пог. спроектированной ездовой балки составляет 46,6 кг, тогда как массы аналогичных по длине двутавровой балки и балки с криволинейными стенками равны 50 и 83,6 кг соответственно.

Литература

1. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин : учеб. пособие. – СПб: Политехника, 2005. – 423 с.
2. Наумов А.В. Ездовые балки с криволинейными стенками // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: матер. Междунар. науч.-техн. конф. / Под общ. ред. Ш.М. Мерданова. – Тюмень: ТИУ, 2015. – С. 195-200.
3. Манжула К.П. Прочность и долговечность конструкций при переменных нагрузках : учеб. пособие / К.П. Манжула, С.В. Петин. – СПб: СПбГТУ, 2001. – 76 с.
4. Котельников А.А., Алпеева Е.В. Применение метода конечных элементов при выборе материала сварных конструкций // Сварочное производство. – 2014. – №10. – С. 3-5.

А.В. Вавилов. E-mail: ftkcdm@bntu.by



СИСТЕМЫ ПОДВЕСНОГО КАБЕЛЬНОГО ТОКОПОВОДА КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА

Борис Георгиевич МОСКОВСКИЙ, генеральный директор

ООО «Кондактикс-Вампфлер», г. Москва

Рассмотрены системы внутреннего кабельного токопровода кранов для подачи питания и сигналов к грузовой тележке. Представлены способы перемещения кабельных тележек, их конструкции и исполнения, применяемые кабели и виды их укладки.

Ключевые слова: кабельный токопровод, подвесная система, способы перемещения, кабельные тележки, кабели, укладка кабелей.

В ряде публикаций [1 - 3] было рассмотрено оборудование для подачи питания к кранам мостового типа различного назначения. В основном оно осуществляется с помощью шинопроводов и контактных рельсов. Поступивший в кран электрический ток нужно подвести к различным его механизмам, некоторые из которых находятся на элементах крана, перемещающихся относительно моста. Для этого в самом

кране применяют внутренние системы токопровода. Наиболее популярным их видом является система кабельного подвесного токопровода (фестунная система, festoon). В мостовых кранах она применяется примерно в 80% случаев и устанавливается для подачи питания и сигналов к грузовой тележке.

Исторически данные системы считались частью кранов, и крановые заводы тележки для них изготавливали самостоятельно. С целью сокращения собственных издержек предприятия выпускали универсальный тип тележек для одного или нескольких типов кранов, производимых заводом. Это в конечном счёте привело к тому, что выпускаемые крановыми заводами тележки перестали соответствовать по своим параметрам характеристикам всё более специализированных или технически более совершенных прогрессивных кранов. Потребовались другие тележки, другие подвесные системы.

Вместо самостоятельной разработки новых видов тележек гораздо эффективнее стало покупать их на рынке у специализированных компаний-производителей, осуществляющих производство тележек и их поставку. В настоящее время