

К ВОПРОСУ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ

Р.Д. Салимов, М.А. Иванов, И.А. Щербаков

Представлен численный расчет напряженно-деформационного поля методом конечных элементов. Выявлена наиболее благоприятная геометрия валика сварного шва. Сделаны рекомендации по выбору формы валика сварного шва при проектировании технологии сварки подкрановой балки.

Ключевые слова: дефекты, напряжения, работоспособность, угловой сварной шов, геометрия сварного шва, подкрановая балка.

Металлургические и машиностроительные предприятия Челябинской области активно используют мостовые краны, которые перемещаются в пролете цеха, опираясь на подкрановые балки. В настоящее время наибольшее распространение получили стальные подкрановые балки, которые представляют собой сварные двутавры.

При расчете стальной подкрановой балки по ГОСТ 23121–78 проводится расчет только основного сечения балки, при этом наличие сварных швов учитывается косвенно, применением коэффициента концентрации напряжений как для ненагруженных (поддерживающих) швов [1]. При этом неразрушающий контроль качества при выполнении углового сварного шва часто не включается в технологическую инструкцию, ограничиваясь только визуально-измерительным контролем.

Однако практика экспертизы промышленной безопасности показала, что зачастую именно в этих «связующих» сварных швах возникают трещины, при которых эксплуатация подкрановой балки должна быть запрещена [2, 4]. Учитывая условия работы промышленных цехов, а особенно металлургических, при безостановочном цикле производства обслуживанию и осмотру подкрановых путей службой механика цеха не уделяется достаточного внимания. В результате трещины не обнаруживают на начальном этапе, когда их ремонт не связан с большими затратами, связанными прежде всего с остановкой мостовых кранов на данном участке пути, что зачастую приводит к остановке всего производства [3].

Сложность рассмотрения напряженного состояния угловых сварных швов объясняется статической неопределенностью объемной подкрановой балки, усиленной ребрами жесткости. Для определения внутренних напряжений в сварных швах в выбранном опасном сечении балки был проведен численный расчет напряженно-деформационного поля методом конечных элементов.

Нами было рассмотрено влияние геометрии формы шва на распределение напряжений по сечению балки. Рассматривался угловой шов трех форм валика: прямой, выпуклой и вогнутой. Для каждого варианта формы валика использовались равнокатетный и неравнокатетный шов (рис. 1). На подкрановую балку были наложены нагрузки (горизонтальная и вертикальная), возникающие при работе мостового крана. Нагрузки прикладывались к подкрановому рельсу в центральной части балки как наиболее опасному месту, вызывающему максимальный изгибающий момент.

Результаты численного расчета изображены на рис. 2 и 3.

Как показал расчет, значения полученных напряжений в сварных швах гораздо выше, чем в основном теле подкрановой балки, что связано с комбинированным действием вертикальной и горизонтальных нагрузок.

Наиболее высокие напряжения наблюдаются у выпуклого валика, наименьшие значения напряжений имеет вогнутый валик. Сравнивая между собой равнокатетный (рис. 2, б) и неравнокатетный (рис. 3, б) швы, можно увидеть, что концен-

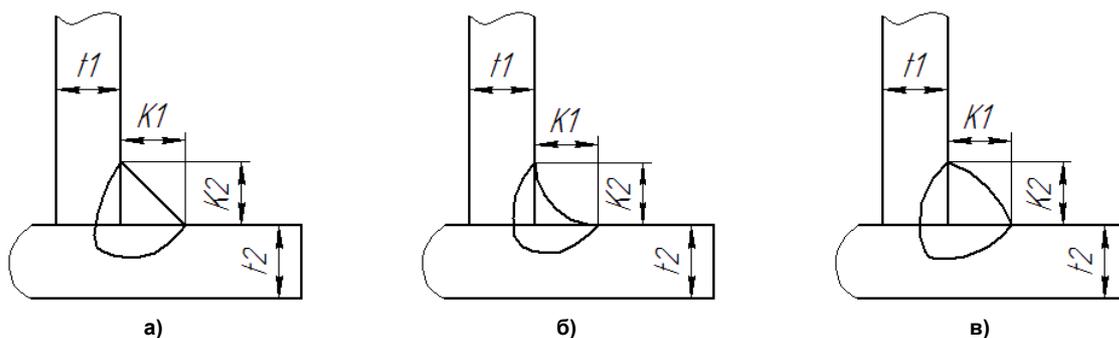


Рис. 1. Схема сварного шва: а – прямой валик; б – вогнутый валик; в – выпуклый валик

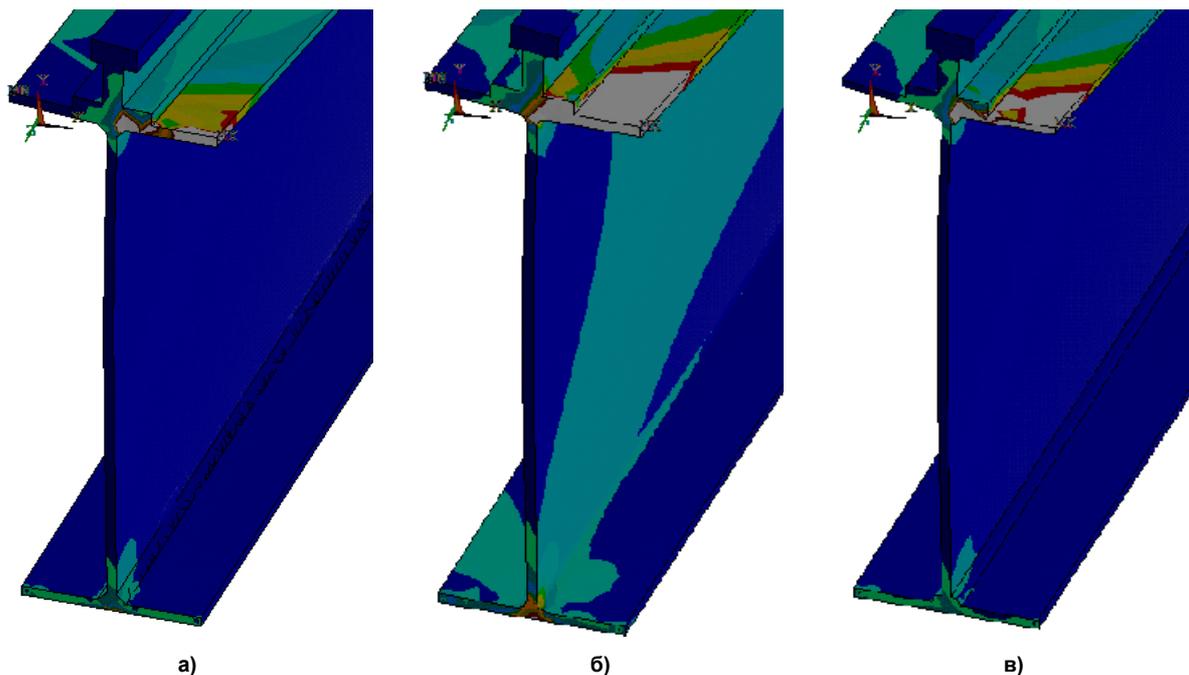


Рис. 2. Результаты расчетов балки с равнокатетными швами:
а – прямой валик; б – вогнутый валик; в – выпуклый валик

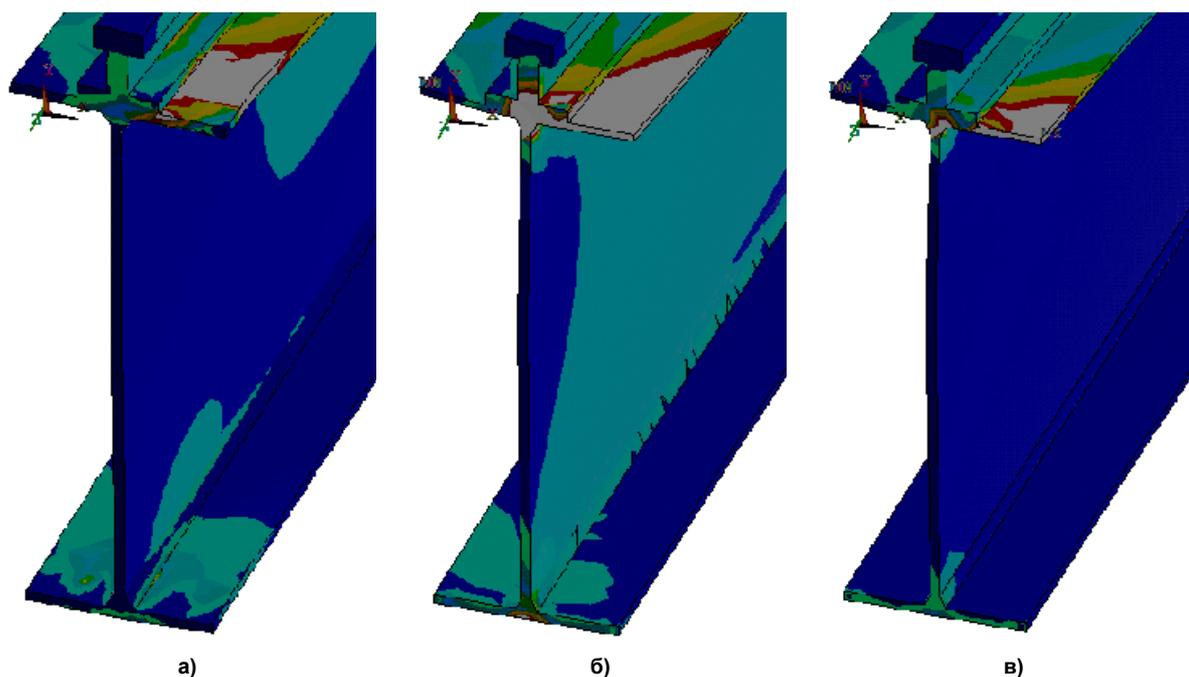


Рис. 3. Результаты расчетов балки с неравнокатетными швами:
а – прямой валик; б – вогнутый валик; в – выпуклый валик

трация напряжений в зоне перехода от шва к вертикальной стенке при использовании неравнокатетного шва меньше, чем в равнокатетном, что связано с большим радиусом перехода от катета к вертикальной стенке. В зоне перехода сварного шва к поясам балки существенных различий не наблюдается.

Таким образом, при расчете ресурса подкрановых балок необходимо учитывать форму валика

сварного шва, тем самым определяя фактический коэффициент концентрации напряжений сварного шва. При проектировании можно сделать рекомендацию по использованию неравнокатетных вогнутых швов, имеющих меньшие напряжения и соответственно высокую работоспособность. Другие формы валика шва вызывают большие напряжения, как в расчетном сечении балки, так и в сварных швах.

Литература

1. Справочник по кранам: в 2 т. Т. 1: Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций / В.И. Брауде, М.М. Гохберг, И.Е. Звягин и др.; под общ. ред. М.М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с.

2. Айметов, С.Ф. Усталый металл теряет прочность / С.Ф. Айметов // Технадзор. – 2008. – № 5 (18). – С. 81–82.

3. Айметов, С.Ф. Оценка работоспособности

и остаточного ресурса сварных конструкций мостовых перегружателей / С.Ф. Айметов, И.А. Щербаков, М.В. Ерофеев // Наука – образование – производство: тез. докл. науч.-техн. конф. – Н. Тагил: НТИ(Ф): УГТУ-УПИ. – 2007. – Т. 3. – С. 55–57.

4. Щербаков, И.А. Технологические дефекты сварных швов металлоконструкций грузоподъемных машин / И.А. Щербаков // Безопасность жизнедеятельности предприятий в угольных регионах: материалы VI Международ. науч.-практ. конф. – Кемерово, 2005. – С. 150–152.

Салимов Руслан Дамирович, студент кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. Тел.: (351)2679221. E-mail: ruslan_salimov@mail.ru.

Иванов Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. Тел.: (351)2679221. E-mail: IvanovM@yandex.ru.

Щербаков Игорь Александрович, старший преподаватель кафедры оборудования и технологии сварочного производства, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. Тел.: (351)7297089. E-mail: igor_shcherb@mail.ru.

Bulletin of the South Ural State University
Series “Metallurgy”
2013, vol. 13, no. 2, pp. 147–150

ON THE QUESTION OF WORKING CAPACITY OF A FILLET WELD OF CRANE GIRDERS

R.D. Salimov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
ruslan_salimov@mail.ru,

M.A. Ivanov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
IvanovM@yandex.ru,

I.A. Shcherbakov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
igor_shcherb@mail.ru

A numerical calculation of the stress-strain field by finite element method is presented. The most favorable geometry of the weld bead is revealed. Recommendations on the choice of the shape of the weld bead in the design technology of welding of crane girders are made.

Keywords: defects, stress, working capacity, fillet weld, weld geometry, crane girders.

References

1. Braude V.I., Gokhberg M.M., Zvyagin I.E. et al. *Spravochnik po kranam v 2-kh tomakh. Tom 1. Kharakteristiki materialov i nagruzok. Osnovy rascheta kranov, ikh privodov i metallicheskih konstruksiy.* [Guide to Cranes in 2 Vols. Volume 1. Characteristics of Materials and Loads. Basis of Calculation of Cranes, Their Drives and Metal Structures]. Ed. by M. Hochberg. Moscow, Mashinostroenie, 1988. 536 p.

2. Aymetov S.F. Fatigued Metal Loses Strength [Ustalyy metall teryaet prochnost']. *Tekhnadzor*, 2008, no. 5 (18), pp. 81–82.

Краткие сообщения

3. Aymetov S.F., Shcherbakov I.A., Erofeev M.V. Estimation of Working Capacity and Residual Life of Welded Structures of Bridge Cranes [Otsenka rabotosposobnosti i ostatochnogo resursa svarnykh konstruksiy mostovykh peregruzhateley]. *Tezisy dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferentsii "Nauka – obrazovanie – proizvodstvo"* [Abstracts of the Scientific and Technological Conference "Science – Education – Industry"]. Vol. 3. Nizhny Tagil, NTI(f), UGTU–UPI, 2007, pp. 55–57.

4. Shcherbakov I.A. Technological Defects in Welds of Metal Structures of Lifting Equipment [Tekhnologicheskie defekty svarnykh shvov metallokonstruksiy gruzopod"emnykh mashin]. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti predpriyatiy v ugol'nykh regionakh. Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Life Activity Safety of Enterprises of Coal Regions. Materials of the 6th International Scientific and Practical Conference]. Kemerovo, 2005, pp. 150–152.

Поступила в редакцию 10 сентября 2013 г.