

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2023)

---

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**  
выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано  
Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/SWLL9958>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,342**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

МРНТИ 55.51.31

<https://doi.org/10.48081/MBPF9114>

**\*Н. К. Байдильдин<sup>1</sup>, Ж. К. Мусина<sup>2</sup>, А. Ж. Касенов<sup>3</sup>,  
Л. Р. Мусина<sup>4</sup>, Р. Б. Кусаинов<sup>5</sup>**

Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

\*e-mail: [bai\\_nurs@mail.ru](mailto:bai_nurs@mail.ru)

## **РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ СВАРНЫХ КАРКАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*В настоящее время в промышленности наблюдается сильная изношенность технологического оборудования и участились случаи аварий, поэтому актуальным является обеспечение безопасности эксплуатации ответственных сварных конструкций. К технологическому оборудованию помимо станков и транспорта, относят и мостовые краны, которые являются главным звеном в транспортной цепочке. От технического состояния мостового крана зависит не только нормальное осуществление технологических процессов, но и безопасность труда персонала. При работе кранов износу подвергаются силовое оборудование и сварные металлоконструкции, у большинства которых истек нормативный срок службы.*

*После сравнительного анализа различных мостовых кранов, конструкций балок и наблюдения за их рабочими процессами, пришли к выводу о том, что они имеют при сварке деформацию. В процессе литературного обзора были выявлены виды сварки, применяемые для сборки мостового крана и способы решения актуальной проблемы. Для мостовых конструкций применяют электродугую сварку, которую необходимо поменять на сварку под флюсом. Исследование показало, что сварка под флюсом – оптимальное решение этих проблем. В данной статье представлен анализ сварных мостовых конструкций, анализ параметров прочности сварного соединения с использованием Ansys Workbench.*

*Ключевые слова: сварка под флюсом, мостовой кран, балка, угловые швы, сталь.*

### **Введение**

Мостовые краны – главная несущая конструкция, на которую помещают грузовую тележку, механизмы передвижения и кабину управления крана.

Конструктивно мост выполняется в виде рамы, которая образуется при помощи главных и концевых балок. Главные балки расположены поперёк пролёта цеха, по ним передвигается грузовая крановая тележка. На концевых балках располагаются ходовые колёса для передвижения моста и привод крана.

Основной проблемой при производстве главных коробчатых балок является большие размеры стальных конструкций. Цель исследования состоит в том, чтобы получить высокий уровень качества сварки при изготовлении коробчатой

балки. В базовую конструкцию коробчатого балочного крана входят концевые балки, подъемник, двигатель, приводы и главная балка, но могут быть вариации в конструкции в зависимости от подъем груза или условия эксплуатации. Основной процесс сборки коробчатой балки – сварка под флюсом [1].

При сварке конструкций из стали 09Г2С возможно появление следующих дефектов: горячие трещины, поры. Горячие трещины, возникают по причине выдержки большого времени между сваркой и термообработкой, повышенной скорости охлаждения, ошибок в проектировании сварного шва.

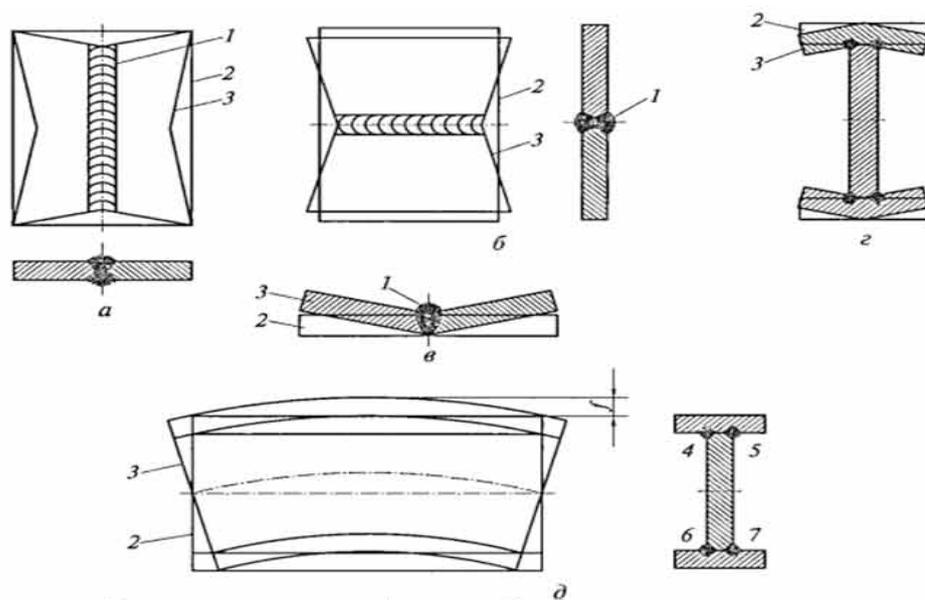


Рисунок 3 – Виды сварочных деформаций:  
 а, б – линейные; в, г – угловые; д – серповидная;  
 1 – сварной шов; 2, 3 – форма изделия до и после сварки;  
 4–7 – последовательность выполнения швов

В процессе сварки участки соединяемых деталей, которые оказываются в зоне сварного шва и вокруг него, подвергаются интенсивному температурному воздействию: вначале быстро нагреваются до температур плавления, а затем почти с такой же интенсивностью остывают. Деформации и напряжения при сварке – неизбежное следствие таких процессов.

### Материалы и методы

Проблемы, связанные со сваркой, исследуются путем проведения испытаний с продольной сваркой. Смысл этих сварочных экспериментов в том, чтобы найти параметры для каждой толщины пластины [10]. Когда сварка выполнена успешно, ее необходимо повторно испытать до тех пор, пока она не станет пригодной для использования в производстве. Для проведения эксперимента по угловой сварке применяются пластины с различной толщиной. Выполняются следующие виды работ:

– полное проплавление пластин с толщиной стенок 6 мм – Т-образное соединение;

– полное проплавление пластин с толщиной стенок 8 мм – Т-образное соединение.



Рисунок 2 – Сварка под флюсом: 1 – квадратная опорная планка, 2 – стенка, 3 – пластина, 4 – устройство слежения за флюсом, 5 – рабочая часть, 6 – устройство подачи флюса.

Сравнение одно проволочной и двух проволочной сварки под флюсом будет выполнено с помощью 8-миллиметровой пластины. Цель состоит в том, чтобы увидеть, какие параметры требуются для полного проплавления электродами с одной проволокой в сравнении с двойной проволокой. Одинарная проволока более управляемая, чем двух проволочная [2].

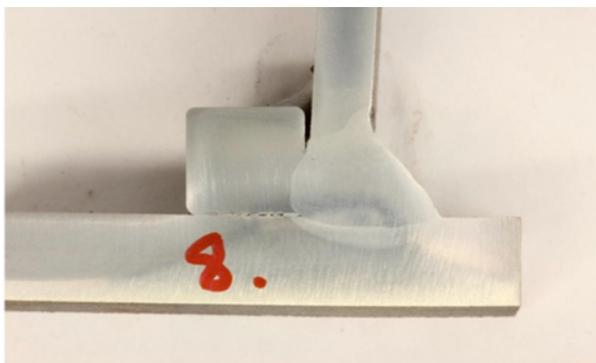


Рисунок 3 – Тест VIII (толщина пластины 6 мм) при силе 800 А

Как видно из рисунка 3, сварной шов располагался слишком далеко от планки, в то время как он должен быть больше на стороне стены. Проникновение было недостаточно, и не полностью проварен по всей длине сварного шва.



Рисунок 4 – Испытательный образец номер IV с толщиной стенки 10 мм

Самая большая проблема такой толщины заключалась в том, чтобы заполнить канавку за один проход. Следовательно, были испытаны различные выравнивания и вылет проводов. На рисунке 4 показан лучший результат, который был тестом номер IV [3].

В любой конструкции в первую очередь могут выйти из строя соединения, как самый слабый элемент. Проектируем сварное соединение в программном обеспечении САПР с использованием Solid work. Затем импортируем сборку соединения в ANSYS. Для анализа параметров прочности сварного соединения с использованием низкоуглеродистой стали и материала сварного шва, выполняем на них дуговую сварку металлическим электродом и проводим испытания на усталость. Применяем условия нагрузки, при которых эти соединения испытывают напряжение и деформацию, усталостную долговечность и повреждение соединения за счет изменения толщины сварного шва от 3 мм, 4 мм и 5 мм. Весь анализ будет выполнен с помощью ANSYS и будет проанализированы их кривые производительности и результаты [4, 9, 10].

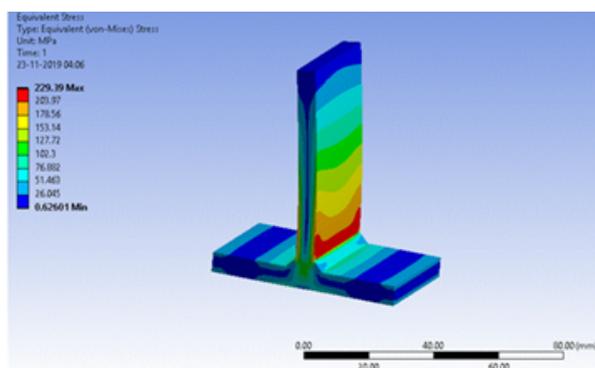


Рисунок 5 – Эквивалентное напряжение сварного Т-образного соединения

### Результаты и обсуждение

Сварочная конструкция представляет собой комбинацию многих частей, каждая из которых имеет разные функции и условия работы. Поэтому необходимо исходить

из технических требований к каждой детали, чтобы выбрать основные материалы. Производится механическая обработка для обеспечения требуемых размеров, а затем детали соединяются сварными швами, для создания Т-образной конструкции [5].

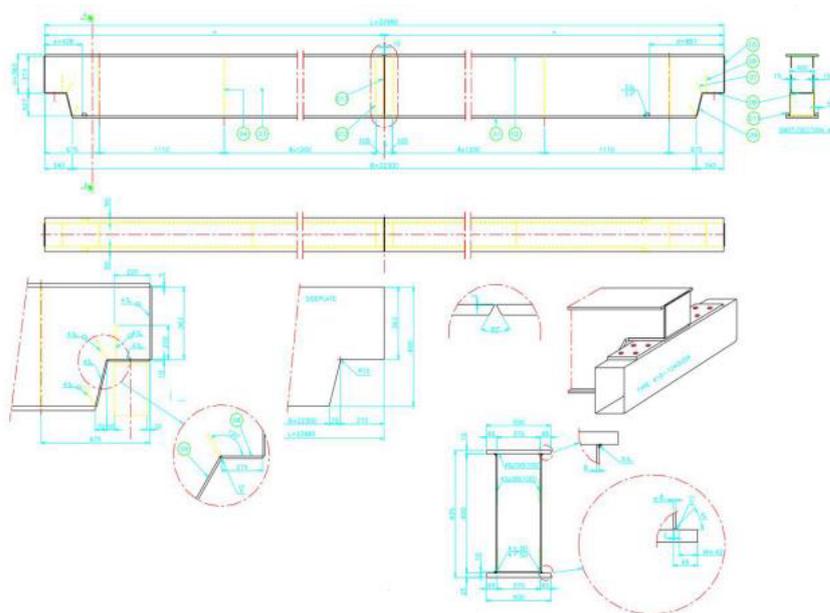


Рисунок 6 – Балочная конструкция для сварки

Рабочие балки в основном подвержены конструктивному исполнению мостового крана. Конструкция листа выполнена для обеспечения механических показателей, высокой надежности при работе. Нагрузка не предъявляет особых требований к материалу, выбранному для изготовления стальной балки из стали Ст 38 [6]. Прочность:  $k \text{ (Н/мм}^2 \text{)} < 0,045$ .

При выполнении сварки балок и балок коробчатого сечения мы выбираем метод сварки – сварки под флюсом. Структура подготовки балки под сварку показана на рисунке 6 [7, 8, 9].

#### Выводы

В работе была поставлена цель – повышение качества и производительности сварки мостовых кранов. Использование в ручной дуговой сварки штучными электродами имеет следующие недостатки:

- 1) низкую производительность;
- 2) малую стабильность качества, зависящую от квалификации сварщика, большое число возникающих дефектов.

Повышение производительности механизированной сварки может быть достигнуто при увеличении плотности тока, однако это сопровождается разбрызгиванием металла и существенным падением качества шва. На основании литературных исследований в работе предложено применить сварку под флюсом.

Результаты, полученные при угловой сварке с полным проплавлением, были достаточно высокими, как при одно проволочном и двух проволочном. Полное

проникновение было достигнуто для всех испытательных толщин, но параметры должны быть повторно протестированы несколько раз [9, 10], прежде чем представить достоверные данные. В течение проведения экспериментов возникли некоторые погрешности, так например, недостаточность источника питания, которая в настоящее время составляет 1000 А.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Muhammad Abid, Muhammad Jawad Qarni.** 3D thermal finite element analysis of single pass girth welded low carbon steel pipe-flange joints, // Turkish Journal Engineering Environment Science, 2009.

2 **Rajashekhhar S. Sharma, Pal Molian.** Yb: YAG laser welding of TRIP780 steel with dual phase and mild steels for use in tailor welded blanks // Material and design, Elsevier, 2009.

3 **Fidelis Rutendo Mashiri, Xiao-Ling Zhao, Paul Grundy.** Fatigue Tests and Design of Welded T Connections in Thin Cold-Formed Square Hollow Sections Under In-Plane Bending // Journal of Structural Engineering. – Vol. 128. – № 11. – 2002.

4 **Yang Mingliang, Xu Gening, Chang Zhengyan, Jin Minjie.** Finite Element Modal Analysis of Overhead Traveling Crane's Structure[J]; Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering; 2012-01

5 Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r. y. Hitsauksen Materiaalioppi, 2009. Helsinki, Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r. y. – 288 p.

6 Esab Welding & Cutting Products, Submerged Arc Welding Handbook [e-document]. Retrieved February 3, 2012.

7 **Olson, D. L., Siewert, T.A., Liu, S. and Edwards, G. R.** ASM Handbook Volume 06 : Welding, Brazing, and Soldering. ASM International, 1993. – 1299 p.

8 **Albus, James; Bostelman, Roger; Dagalakis, Nicholas.** The NIST Robo Crane, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – Vol. 97. – Number 3. – May-June, 1992.

9 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К., Ткачук, А. А.** Вероятностная модель имитационного моделирования формирования точности исполнительного размера при множественном возмущении процесса механической обработки // Вестник ТУ, 2021. – № 1. – С. 45–57.

10 **Дудак, Н. С., Итыбаева, Г. Т., Мусина, Ж. К., Касенов, А. Ж.** Методика планирования экспериментальных исследований при обработке новыми стержневыми инструментами [Текст] // Вестник Пермского университета. История, 2007. – № 4. – С. 154.

#### REFERENCES

1 Muhammad ABID, Muhammad Jawad QARNI. 3D thermal finite element analysis of single pass girth welded low carbon steel pipe-flange joints, // Turkish Journal Engineering Environment Science. – 2009.

2 **Rajashekhar S. Sharma, Pal Molian.** Yb: YAG laser welding of TRIP780 steel with dual phase and mild steels for use in tailor welded blanks // Material and design. – Elsevier. – 2009.

3 **Fidelis Rutendo Mashiri, Xiao-Ling Zhao, Paul Grundy.** Fatigue Tests and Design of Welded T Connections in Thin Cold-Formed Square Hollow Sections Under In-Plane Bending, Journal of Structural Engineering. – Vol. 128. – №. 11. – 2002.

4 **Yang Mingliang, Xu Gening, Chang Zhengyan, Jin Minjie.** Finite Element Modal Analysis of Overhead Traveling Crane's Structure[J]; Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering; 2012-01

5 Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y. Hitsauksen Materiaalioppi, 2009. Helsinki, Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y. – 288 p.

6 Esab Welding & Cutting Products, Submerged Arc Welding Handbook [e-document]. [Retrieved February 3, 2012].

7 **Olson, D. L., Siewert, T.A., Liu, S. and Edwards, G. R.** ASM Handbook Volume 06: Welding, Brazing, and Soldering. ASM International. – 1993. – 1299 p.

7 **Olson, D. L., Siewert, T.A., Liu, S. and Edwards, G. R.** ASM Handbook Volume 06: Welding, Brazing, and Soldering. ASM International. – Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys. – 1993. – 1299 p.

8 **Albus, James; Bostelman, Roger, Dagalakis, Nicholas.** The NIST Robo Crane, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – Vol. 97. – Number 3. – May-June, 1992.

9 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Mussina, Zh. K., Tkachuk, A. A.** Probabilistic model of simulation modeling of the formation of the accuracy of the executive size with multiple perturbation of the machining process // Vestnik TU. – 2021. – № 1. – P. 45–57.

10 **Dudak, N. S., Itybaeva, G. T., Mussina, Zh. K., Kasenov, A. Zh.** Methodology for planning experimental studies when processing with new rod tools [Text] // Bulletin of the Perm University. History. – 2007. – № 4 – P. 154.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

*\*Н. К. Байдильдин<sup>1</sup>, Ж. К. Мусина<sup>2</sup>, А. Ж. Касенов<sup>3</sup>,*

*Л. Р. Мусина<sup>4</sup>, Р. Б. Кусаинов<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4,5</sup>Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

## ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ҚАҢҚА БҰЙЫМДАРЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

*Қазіргі уақытта өнеркәсіпте технологиялық жабдықтардың қатты тозуы байқалады, өйткені апаттар жиілеп кетті, сондықтан жауапты дәнекерленген конструкцияларды пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз ету өзекті болып табылады. Технологиялық жабдыққа станоктар мен көліктерден басқа, көпір крандары да кіреді, олар көлік тізбегіндегі негізгі буын болып*

табылады, технологиялық процестердің қалыпты жүзеге асырылуы ғана емес, сонымен қатар қызметкерлердің еңбек қауіпсіздігі көпір кранының техникалық жағдайына байланысты. Крандар жұмыс істеген кезде электр жабдықтары мен дәнекерленген металл конструкциялары тозуға ұшырайды, олардың көпшілігінде нормативтік қызмет мерзімі өткен.

Әртүрлі көпір крандарын, арқалық конструкцияларын салыстырмалы талдаудан кейін олардың жұмыс процестерін бақылау олардың дәнекерлеу кезінде деформациясы бар деген қорытындыға келді. Әдеби шолу барысында көпір краны үшін дәнекерлеу түрлері және өзекті мәселені қалай шешуге болатындығы анықталды. Көпір құрылымдары үшін электр доғасы қолданылады, дәнекерлеу жартылай автоматтары ағын астында дәнекерлеуге ауыстырылады. Зерттеу көрсеткендей, ағынмен дәнекерлеу бұл мәселелердің оңтайлы шешімі болып табылады. Бұл мақалада дәнекерленген көпір құрылымдарын әзірлеу және талдау, ANSYS Workbench көмегімен дәнекерленген қосылыстың беріктік параметрлерін талдау ұсынылған.

Кілтті сөздер: ағынды дәнекерлеу, көпір краны, арқалық, бұрыштық дәнекерлеу, болат.

\*N. K. Baidildin<sup>1</sup>, Zh. K. Mussina<sup>2</sup>, A. Zh. Kassenov<sup>3</sup>,

L. R. Mussina<sup>4</sup>, R. B. Kussainov<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 01.06.23.

## DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF WELDED FRAME PRODUCTS

Currently, there is a strong deterioration of technological equipment in the industry, since accidents have become more frequent, therefore, it is urgent to ensure the safety of operation of responsible welded structures. Technological equipment, in addition to machine tools and transport, also includes overhead cranes, which are the main link in the transport chain, not only the normal implementation of technological processes, but also the safety of personnel depends on the technical condition of the overhead crane. During the operation of cranes, power equipment and welded metal structures are subject to wear, most of which have expired their standard service life.

After a comparative analysis of various bridge cranes, beam structures, observation of their working processes led to the conclusion that they have deformation during welding. In the course of the literature review, the types of welding for the bridge crane were identified, and how to solve the actual problem. For bridge structures, electric arc, semi-automatic welding machines are used to change to submerged welding. Research has shown that submerged welding is the optimal solution to these problems. This article presents the development and analysis of welded bridge structures, analysis of the strength parameters of the welded joint using Ansys Workbench.

Keywords: submerged welding, overhead crane, beam, corner seams, steel.

Теруге 01.06.23 ж. жіберілді. Басуға 26.06.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4087

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[nitk.tou.edu.kz](http://nitk.tou.edu.kz)