

УДК 621.791.85.011:546.56:669

Шепотько В. П., Гавриш П. А.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Существенную роль в повышении усталостной прочности, а значит и в увеличении срока безаварийной эксплуатации сварных металлоконструкций играют конструктивные особенности сварных узлов [1]. За последние 50...80 лет значительно изменились конструктивные формы грузоподъемного оборудования. Результаты поиска методов снижения стоимости металлоконструкций, особенно крановых, привели к замене решетчатых конструкций – листовыми коробчатыми; более широкому внедрению трубчатых конструкций взамен открытых уголковых и швеллерных. Рассматривая теоретические предпосылки таких замен, надо отметить, что при сварных плоских фермах повышается коэффициент использования металла, однако из-за потери устойчивости при нагружении плоские фермы не применяются. При этом у пространственных ферм имеются малонагруженные связи. Это приводит к тому, что коэффициент использования металла у коробчатой конструкции выше. Коробчатая конструкция обладает требуемой жесткостью во всех направлениях [2].

Результаты экспертных обследований, выполненные лабораторией технической диагностики ДГМА, свидетельствуют о том, что при внедрении коробчатых и трубчатых конструкций существенного увеличения усталостной прочности не произошло.

Цель работы – разработка методологических основ анализа и по его результатам совершенствование конструктивных особенностей сварных металлоконструкций.

Обобщая исследования сварных металлоконструкций, в частности, мостов грузоподъемных кранов, выполненные сотрудниками лаборатории ДГМА, можно назвать несколько основных причин снижения долговечности металлоконструкций [3]:

- высокая концентрация напряжений, зависящая от типа шва и формы сварного соединения;
- дефекты швов и снижение пластичности стали, вызываемые деформационным старением;
- неоднородность структуры и химического состава металла шва;
- местная жесткость сварных соединений;
- остаточные сварочные напряжения, вызываемые нагревом металла концентрированным источником тепла;
- конструкционные концентраторы напряжений.

Методология анализа должна учитывать на всех этапах существования конструкции квалификацию кадров (рис. 1).

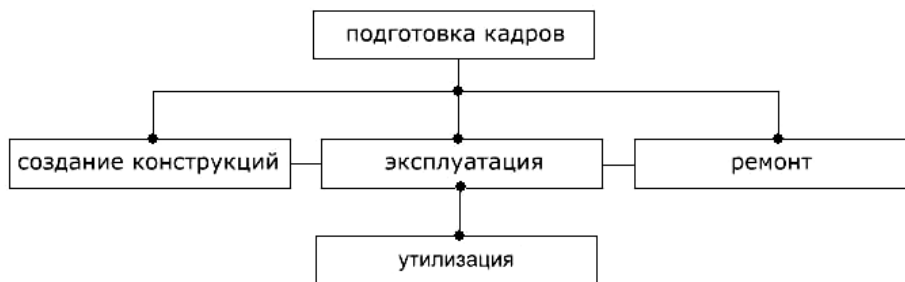


Рис. 1. Методологические основы анализа и совершенствования металлоконструкций

При совершенствовании конструктивных исполнений сварных металлоконструкций необходимо начинать с подготовки кадров (рис. 1). Для этого необходимы научно-методические пособия [4–6], направленные на обучение конструкторов, эксплуатационников, ремонтников с тем, чтобы не допускать:

- создание новых сварных конструкций с заранее заложенными недостатками;
- появления концентраторов напряжений при эксплуатации или ремонте [5, 6].

Специалисты лаборатории ведут работу в направлении совершенствования металлоконструкций [3]. Выполнена работа по совершенствованию технологических условий сварки при создании новых образцов металлоконструкций и при ремонте технологического оборудования [3, 7]. Исследована возможность контракции сварочной дуги с целью снижения остаточных напряжений и выполнены исследования по совершенствованию предварительного подогрева при ремонтной сварке [7].

В качестве примера, приведены результаты исследований влияния конструктивных концентраторов напряжений рудно-грейферного перегружателя (рис. 2) на работоспособность сварных конструкций.



Рис. 2. Расположение конструктивного концентратора напряжений на рудно-грейферном перегружателе

На (рис. 3) показано дренажное отверстие нижнего пояса с концентраторами напряжений. Дренажное отверстие выполнено в нижнем поясе главной балки рудно-грейферного перегружателя, выполнено в условиях эксплуатации небрежно с острыми краями-концентраторами напряжений. Нижний пояс главной балки – растянутый, поэтому наличие таких концентраторов напряжений не допускается.

При испытаниях образца с концентратором напряжений и без концентратора получены данные о росте усталостной трещины в зависимости от числа циклов нагружения, приведенные (рис. 4).

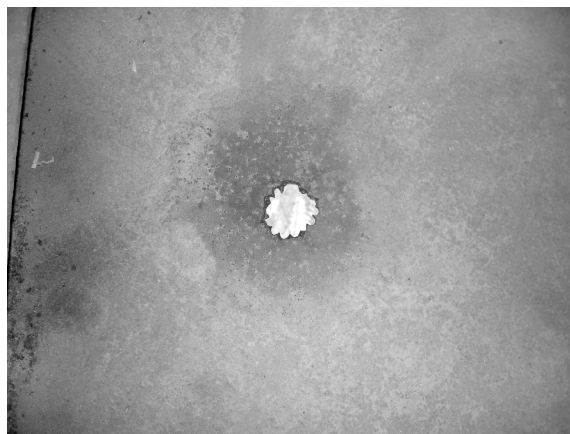


Рис. 3. Конструктивний концентратор напружень в нижньому поясі головної балки

Исследуя данные зависимости роста длины трещины, видно, что в начале испытаний на образце с трещиной – она развивается медленно, так как быстро выходит из области концентрации напряженности, сосредоточенной в небольшом объеме возле источника концентрации напряжений (рис. 3). Но затем, при нагружении образца большим количеством циклов, длина трещины развивается быстрее и наступает разрушение образца при значительно меньшем количестве циклов нагружения, чем при испытании образца без концентратора напряжения.

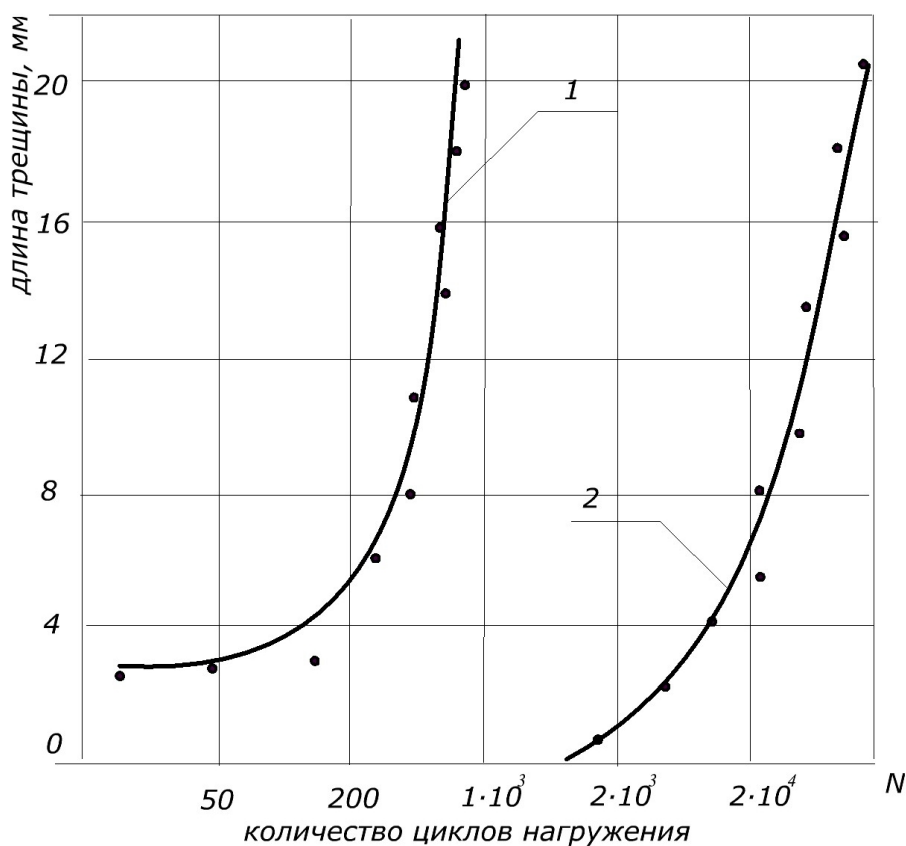


Рис. 4. Зависимость роста длины усталостной трещины при испытаниях:
1 – образец с концентратором напряжений; 2 – образец без концентратора напряжений

При эксплуатации сварной металлоконструкции с концентратором напряжения, если в отдельные периоды работы циклические нагрузки не достигают максимальных значений, рост трещины замедляется и процесс усталостного разрушения металлоконструкции может приостановиться. Тем не менее, нельзя допускать появления усталостных трещин, необходимо стремиться к созданию таких условий, при которых минимизируется возможность усталостных разрушений.

Рассматривая результаты испытаний образца без концентратора, следует отметить, что рост усталостной трещины начинается при нагружении образца значительным количеством циклов нагружений более чем $2 \cdot 10^3$. Развитие трещины и разрушение образца происходит при больших циклах нагружения порядка $2 \cdot 10^5$ циклов.

Таким образом, выполняя диагностику сварных металлоконструкций, в частности, грузоподъемных кранов нельзя допускать, чтобы усталостные трещины продолжали развиваться. Необходимо выполнять ремонты сварных конструкций, устраняя причины разрушений [8, 9].

ВЫВОДЫ

Исследованы и проанализированы зависимости наличия концентраторов напряжений на рост усталостных трещин и разрушение металлоконструкций. Выявлены особенности роста усталостной трещины.

Представлена схема методологической основы анализа и совершенствования сварных металлоконструкций, работающих в условиях циклических нагружений.

Предполагается продолжить исследования основных факторов, влияющих на долговечность металлоконструкций, с разработкой методики анализа и совершенствования сварных металлоконструкций машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов О. А. Основные факторы, снижающие долговечность сварных конструкций машин / О. А. Емельянов, В. П. Шепотько, В. И. Ярков // Горные машины и автоматика. – М., 2005. – № 1. – С. 13–15.
2. Задирака В. Ф. О повышении несущей способности и долговечности сварных конструкций мостовых кранов / В. Ф. Задирака, О. А. Емельянов // Автоматическая сварка. – 1983. – № 10. – С. 52–58.
3. Повышение эксплуатационной долговечности сварных металлоконструкций / В. В. Чижарев, Н. А. Макаренко, В. П. Шепотько, П. А. Гавриш, С. В. Лубенец, Н. А. Грановская // Захист металургійних машин від поломок : зб. наук. пр. – Маріуполь, 2010. – Вип. 12. – С. 231–237.
4. Труфьяков В. И. Повышение сопротивления усталости сварных соединений и конструкций / В. И. Труфьяков // Автоматическая сварка. – 1998. – № 11. – С. 11–19.
5. Гавриш П. А. Точність виготовлення зварних конструкцій / П. А. Гавриш, В. Д. Кассов // Навчальний посібник. Гриф МОНУ лист 14/18-Г-1167 від 21.11.2006 р. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – 160 с.
6. Ушкодження кранових металоконструкцій. Діагностика. Ремонт / О. А. Емельянов, П. А. Гавриш, В. П. Шепотько, С. В. Лубенец // Методичні вказівки. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 132 с.
7. Gavrish P. A. Preliminary heating at welding of copper with steel / P. A. Gavrish, V. I. Tulupov // The 10th International Conference «Research and Development in Mechanical Industry». RaDMI 2010. In Memoriam of Prof. Dr. Georgios Petropoulos. Donji Milanovac, Serbia, 16–17, Septemder 2010. – Vol. 1. – P. 156–158.
8. Шепотько В. П. Ремонт выполнен... Согласно чему? // Подъемные сооружения и специальная техника. – Одесса : Нац. технич. ассоциация, 2004. – № 7. – С. 19.
9. Емельянов О. А. Ремонт крановых металлоконструкций. Подготовка технических решений / О. А. Емельянов, В. П. Шепотько // Подъемные сооружения и специальная техника. – Одесса : Нац. технич. Ассоциация, 2004. – № 9. – С. 22.