

1.2.2

Л.С. Сабитов^{2,3} д-р техн. наук, И.А. Гарькина¹ д-р техн. наук,
И.Н. Гарькин^{1,3} канд. техн. наук, И.К. Киямов³ д-р эконом. наук

¹ Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

² Казанский государственный энергетический университет, Казань

³ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЯВЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ САПР

Приводится метод прогнозирования появления усталостных трещин в металлических подкрановых конструкциях основанный на использовании программных комплексов, обработке данных полученных путем проведения физического эксперимента и эмпирических исследований (обследование зданий и сооружений). Доказывается, что экономически целесообразным является обеспечение гарантированной безопасности подкрановых конструкций на базе не менее шести миллионов циклов эксплуатации.

Ключевые слова: автоматизация расчетов, ANSYS, техническая экспертиза, промышленная безопасность, подкрановая балка, строительные конструкции

Статистика показывает, что в настоящее время подкрановые конструкции отечественного промышленного фонда эксплуатируются с нарушениями [1,2]. А именно активно используются металлические подкрановые балки даже с трещинами, что недопустимо нормативными документами [3]. Соответственно разработка модели для прогнозирования появления и развития усталостных трещин в подкрановых балках является актуальной задачей. Так предлагается использовать комбинированный подход при прогнозировании путем использования автоматизированных программных комплексов, проведение физического эксперимента и обработка эмпирических данных (в рамках проведения технических экспертиз) [4].

Нормативный срок службы стального каркаса промышленного предприятия составляет не менее чем 50 лет, а согласно эмпирическим данным (рис.1) срок без аварийной службы (без возникновения усталостных трещин) подкрановых балок составляет лишь 1-3 года [5,6].

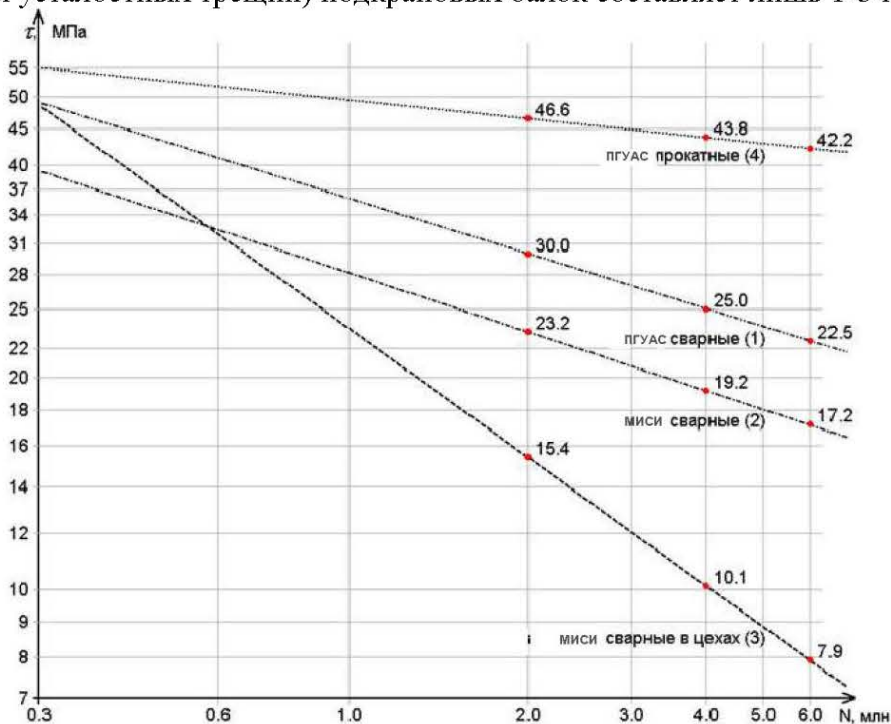


Рис.1 Характеристики различных видов подкрановых балок

Авторы использовали программный комплекс ANSYS с целью спрогнозировать появление усталостных трещин при испытаниях подкрановых конструкций (рис.2..4) [7..9]. Для расчета были заданы параметры:

- 6 миллионов циклов нагружений;
- неразрезная металлическая сборная подкрановая балка двутаврового профиля (в качестве креплений используются высокопрочные болты);
- тяжелый режим работы мостового крана;
- непрерывная эксплуатация.

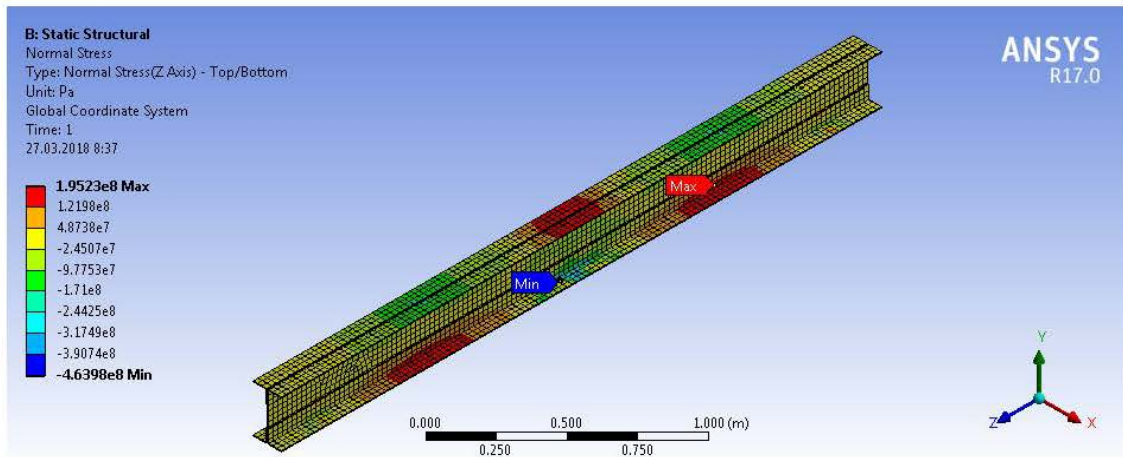


Рис.2 Эпюра нормальных напряжений от изгибающего момента

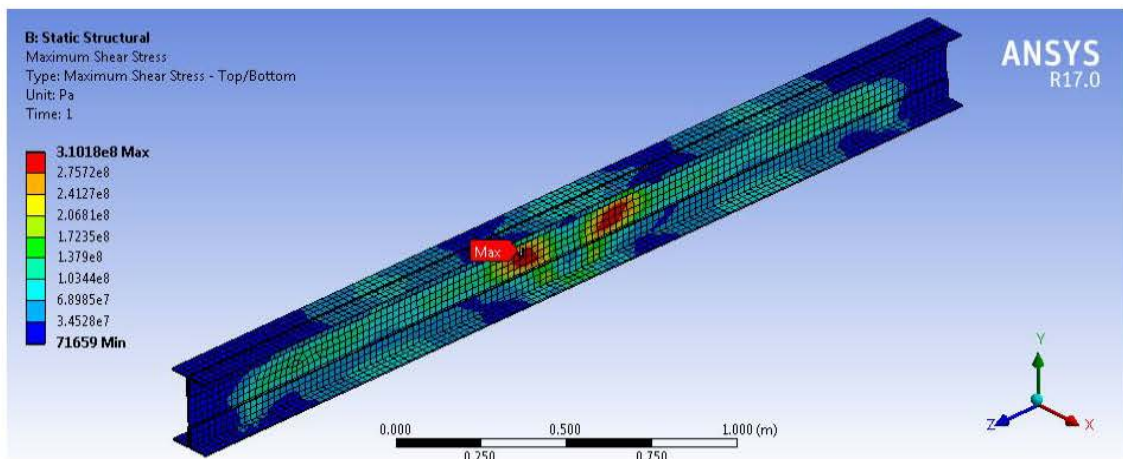


Рис.3 Эпюра наибольших касательных напряжений

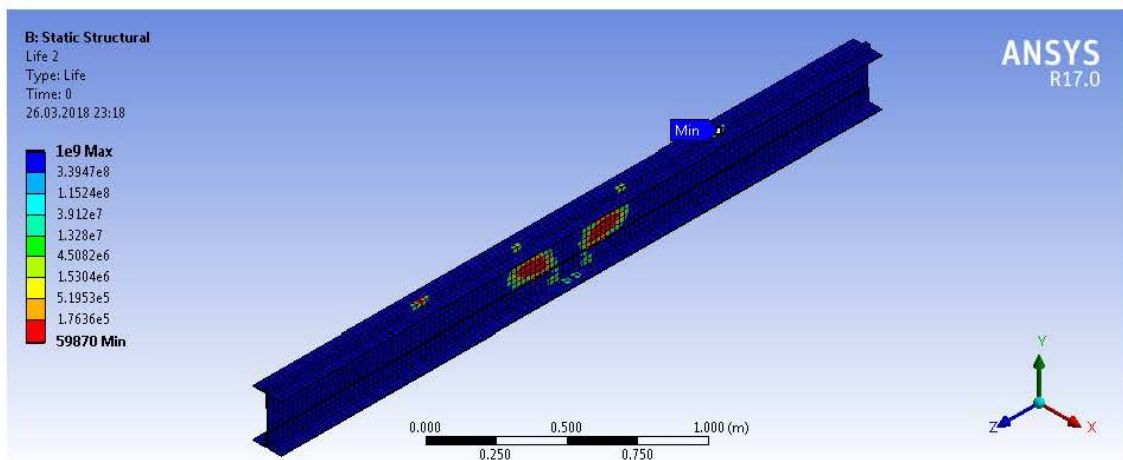


Рис.4 Количество циклов до появления разрушений по критерию превышения наибольшими касательными напряжениями предела прочности

Результат моделирования показал, что в предложенной подкрановой балке при шести миллионах циклов эксплуатации трещин не возникнет. Для подтверждения данного факта был проведен физический эксперимент, в ходе которого на специально разработанном стенде для испытаний подкрановых конструкций были «прокатаны» модели подкрановых балок. Результат совпал с полученным в ходе моделирования прогнозом – усталостных трещин не возникает.

Авторы использовали метод прогнозирования срока службы подкрановых конструкций при проведении экспертизы промышленно безопасности (ЭПБ) зданий и сооружений с крановыми нагрузками, и предлагают сделать расчет о прогнозировании срока службы подкрановых балок для ЭПБ на объектах I-го и II-го класса опасности обязательным разделом для заключения ЭПБ.

Список литературы

1. *Туманов В.А.* Повышение выносливости стальных подкрановых балок // Региональная архитектура и строительство. –2012. –№ 1. – С. 75-82
2. *Жуйков С.В.* Эксергетический анализ здания как ключевого элемента системы теплообеспечения // Строительные материалы и изделия. –2021. Т. 4. № 3.– С. 23 – 40.
3. *Туманов В.А., Абрашитов В.С., Туманов А.В., Абрашитов Н.В.* Натурные испытания подстропильной стальной фермы пролетом 12 м // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 82-85
4. *Byrd R. H., Hribar M. E., Nocedal J.* An interior point algorithm for large-scale nonlinear programming //SIAM Journal on Optimization. 1999. Т. 9. №. 4. С. 877-900.
5. *Efimenko E.A., Chepurnenko A.S., Mailyan D.R., Saibel A.V.* The industrial buildings reinforced concrete floor slabs with rational choice of the column pitch // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 896. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/896/1/012004/pdf>
6. *Нежданов, К.К., Кузьмишкин А.А, Гарькин И.Н.* Применение толстостенных двутавровых крановых рельсов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 3. – С. 79-84.
7. *Клюев С.В., Гарькин И.Н., Клюев А.В.* Сравнительный анализ неразрезных подкрановых балок // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – №3 (32). – С. 111–126
8. *Клюев С.В., Гарькин И.Н., Клюев А.В., Сабитов Л.С.* Результаты испытаний сборных подкрановых конструкций на выносливость // Строительные материалы и изделия. – 2022. – Т.5 №4. – С. 39–46
9. *Кузин Н.Я., Багдоев С.Г.* Оценка внешних факторов на несущую способность конструкций гражданских зданий // Региональная архитектура и строительство.– 2012.– №2– С.79-82
10. *Зиганишин А.Д., Ахтямова Л.Ш., Гатиятов И.З., Сабитов Л.С., Киямов И.К.* Определение напряженно-деформированного состояния конструкции сооружений башенного типа // Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 2. С. 61-64.
11. *Зиганишин А.Д., Ахтямова Л.Ш., Сабитов Л.С., Радайкин О.В., Киямов И.К.* Численное моделирование конструкций сооружений башенного типа в программных комплексах ANSYS и ЛИРА-САПР // Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 2. С. 65-67.