

УДК624: 620.19: 622.791

Чумак А.Н. аспирант каф. СГГМ**Научный руководитель: Иванова А.П.** к.т.н, доцент каф. СГГМ*(Государственный ВУЗ «Национальный горный университет» г. Днепр, Украина)*

ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ НА ФОРМУ И ЧАСТОТУ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ.

Розглянуто вплив пошкоджень елементів кроквяної сталеві ферми на форму і частоту власних коливань в програмному комплексі Autodesk Robot Structural Analysis. Враховано вплив експлуатаційних навантажень на конструкцію з ушкодженнями окремих елементів. Зроблено висновки які необхідно враховувати при проектуванні металевих стрижневих конструкцій.

Динамика и устойчивость сооружений являются важнейшими разделами строительной механики. Многолетний опыт проектирования и эксплуатации сооружений показывает, что для обеспечения их надежности недостаточно проведения только расчетов на прочность при статическом нагружении. В истории известны немало крупных катастроф и разрушений, произошедших из-за недостаточного учета при проектировании динамических явлений и потери устойчивости сооружения или его частей [1]. В настоящее время сооружения все больше усложняются. Тенденция к экономии строительных материалов зачастую приводит к уменьшению прочностных и жесткостных свойств сооружений. Кроме традиционных строительных материалов в строительную практику внедряются новые, еще не до конца изученные материалы. Вместе с тем, кроме обеспечения прочности и жесткости сооружений, к ним часто предъявляются требования по учету влияния колебаний на точные технологические процессы и на людей. По этим и другим причинам возрастает вероятность разрушения сооружений от колебаний и потери устойчивости. Поэтому рассмотренная в статье задача является важной и актуальной.

В статье исследуется влияние собственных колебаний на надёжность стропильной стальной фермы с уже накопившимися повреждениями.

Одним из основных параметров любой конструкции является ее собственные колебания. При изменении формы конструкции может изменяться и ее частота колебаний.

Моделирование заключается в следовании изменении форм и частоты собственных колебаний путем вырезания случайных элементов конструкций с дальнейшим модальным расчетом и анализом полученных результатов.

В данной работе для математического моделирования был использован расчётный комплекс Robot Structural Analysis, реализующий процедуру МКЭ и ориентированный на строительные конструкции. Этот комплекс имеет развитый модуль, позволяющий рассматривать отказы несущих элементов в динамической постановке с учётом геометрических и физических нелинейностей.

В качестве объекта исследования принята металлическая 47-ми элементная ферма, аналогом которой является стропильная ферма прокатного цеха Днепропетровского трубопрокатного завода (рис.1). Ферма имеет следующие параметры: максимально допустимый прогиб $[f] = 2,5 \text{ см}$; $[\sigma] = 250 \text{ МПа}$; суммарная нагрузка на верхнем поясе фермы $15,5 \text{ т}$. При расчёте учитывались коррозионные повреждения некоторых ее элементов. Прогибы конструкции пересчитывалась на каждом шаге моделирования [2].

По результатам сбора нагрузок произведён расчёт фермы с определением эксплуатационных усилий и прогибов в стержнях.

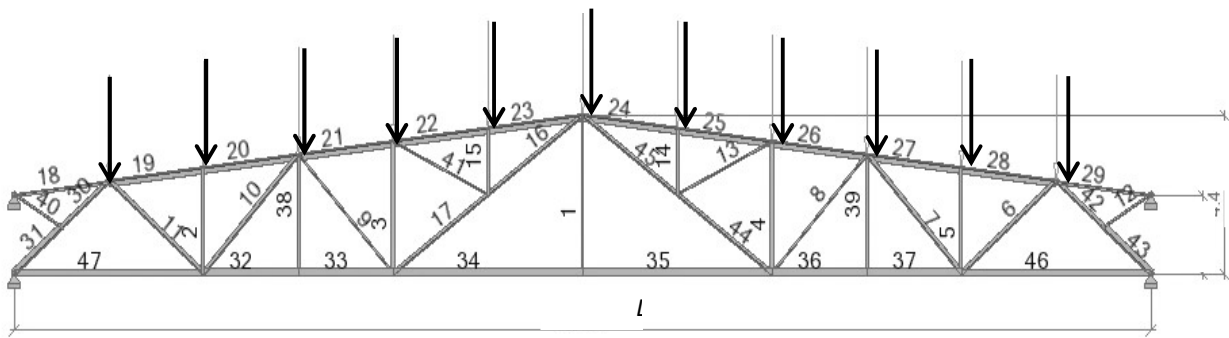


Рисунок 1 – Схема стропильной фермы

При удалении 7 и 44 стержней наблюдается изменение частотных характеристик и формы собственных колебаний (рис.2).

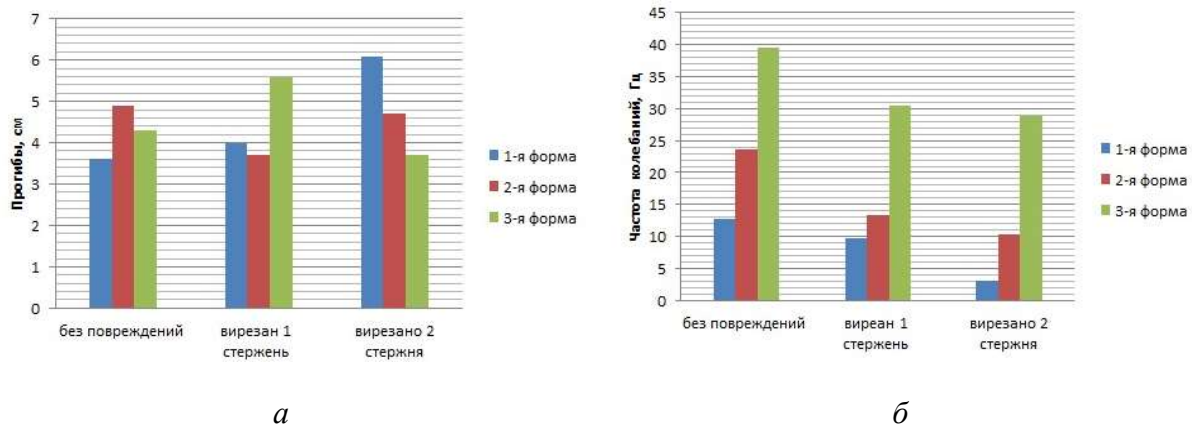


Рисунок 2 – Изменение прогибов (а), частоты и формы колебаний (б) фермы при выходе из строя отдельных ее элементов

Таким образом, детальный анализ спектров собственных и вынужденных колебаний конструкции и распределения напряжений позволяет исследовать направленно-деформированное состояние системы и на основе соответствующих данных давать практические рекомендации по защите длительно эксплуатирующихся сооружений [3].

Сейсмическая активность, аварийные остановки кранов вызывает низкочастотные колебания сооружений. При этом, поскольку они обладают большой массой, возникают значительные силы инерции и в различных местах конструкций возникают значительные механические напряжения сжатия-растяжения и сдвига.

Частота приложения нагрузки при разных ситуациях может совпасть с собственной частотой колебаний конструкции, что станет причиной явления резонанса.

Перечень ссылок

1. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. – М.: АСВ. – 2007. – 256 с.
2. Зеленцов Д.Г. Исследование влияния периметра на оптимальные параметры сечений корродирующих изгибаемых стержневых элементов/ Д.Г. Зеленцов, Т.Ю. Ускова // Вопросы химии и химической технологии. – 2004. – № 6. – С. 119-122.
3. Иванова А.П., Чумак А.Н. Оптимальное проектирование стропильной металлической фермы с учетом возможных повреждений ее отдельных элементов // Строительство и техногенная безопасность, Симферополь, 2014.