

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ

© 2025 г. Артём Антонович Попков*, И.И. Снежков¹, М.А. Гуляев¹

¹ – ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»,
630049 Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, д. 191

* - zabagy@gmail.com

В конструкциях машин, механизмов и строительных сооружениях широко применяются болтовые и прессые соединения, неподвижность которых обеспечивается силами трения. Необходимый уровень этих сил создается упругими механическими напряжениями, формируемыми на этапе монтажа. В процессе эксплуатации при воздействии ударных и вибрационных нагрузок, износов, развития трещин под напряжением, коррозии и повышенного нагрева упругие механические напряжения снижаются. Это приводит к пропорциональному уменьшению сил трения. Когда эти силы становятся ниже рабочих нагрузок, нарушается неподвижность соединения, что является причиной отказов технических средств в эксплуатации. Контроль прочности соединений может быть выполнен в процессе монтажа по силе затяжки или запрессовки. Однако многократные операции демонтажа болтовых соединений и соединений с натягом повреждают поверхности деталей и негативно сказываются на их сроке службы [1]. Таким образом разработка методических и технических средств определения прочности болтовых и прессые соединений без снятия является актуальной.

Целью работы является оценка прочности болтовых и прессые соединений по результатам частотного анализа свободных и вынужденных колебаний. В ходе экспериментальных исследований объект контроля подвергался воздействию ультразвуковых колебаний определенной частоты и конфигурации, источником которых являлся пьезоэлектрический преобразователь, устанавливаемый на поверхность объекта. По характеристикам отраженных колебаний на резонансных частотах оценивалась величина трения, возникающего между поверхностями сопряжения [2].

С использованием технологии фотополимерной 3D печати была изготовлена оснастка для закрепления ультразвуковых преобразователей на болтовом соединении. Особенностью исследования стала схема возбуждения колебаний, которая предполагала одновременное воздействие ультразвуковыми колебаниями на все грани гайки болтового соединения, а также одновременную регистрацию отраженных колебаний. Для этого использовались шесть пьезоэлектрических ультразвуковых преобразователей, последовательно подключенных к источнику возбуждения и регистрации. Количество преобразователей совпадает с количеством граней на гайке болтового соединения,

используемого в мостовых конструкциях. Применение подобного подхода позволило уменьшить влияние неравномерности толщины слоя контактной жидкости, неплотности прижатия поверхности преобразователя к грани и других мешающих факторов за счет усреднения, а также ускорить процесс контроля одного болтового соединения. В результате проведенных экспериментов установлено, что зависимость амплитуд отраженных колебаний на резонансных частотах от силы затяжки болтового соединения удовлетворительно описывается линейной функцией с коэффициентом детерминации более 0,9.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Матлин М.М., Казанкин В.А., Казанкина Е.Н.* Методы повышения эффективности контроля затяжки резьбовых соединений // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2020. № 7. С. 40–42.
2. *Бехер С.А., Степанова Л.Н., Рыжова А.О., Бобров А.Л.* Контроль натяга колец подшипников поверхностными волнами с использованием эффекта акустоупругости // Дефектоскопия. 2021. № 4. С. 13–21.