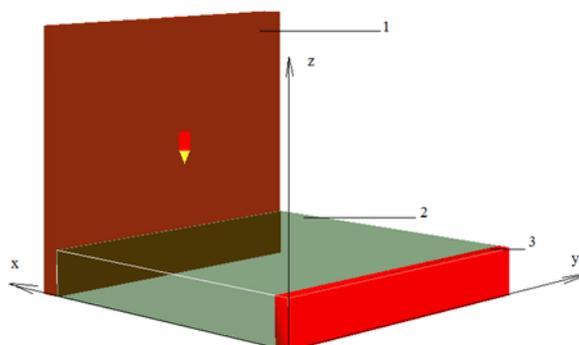


задача сводится к решению системы уравнений, полученной на основе общей математической модели лесных пожаров [1]. В рассматриваемой модели, лесной горючий материал представлен слоем опавшей хвои толщиной 0.03 м в области размером $4.2 \times 1 \times 0.9$ м. Зажигание производилось от начала слоя горючего материала размером $0.2 \times 0.2 \times 0.03$ м в направлении скорости ветра, и равномерно по всей его ширине. Слой хвои вплотную прилегает к деревянному образцу так, чтобы исключить захлестывание пламени снизу [2]. Скорость ветра составляет 0 – 3 м/с, влагосодержание лесного горючего материала 5.8% (рис. 1).



*Рис.1. Область построения модели
(1 – деревянный образец, 2 – площадка ЛГМ,
3 – полоса зажигания)*

Значения температуры были получены на поверхности стенки образца, противоположной полосе зажигания, в диапазоне высот $0.015 < h < 0.15$ м, в различных точках по всей ширине образца по истечению одной, двух и трех минут с начала распространения пожара от заданной полосы зажигания.

Созданная модель воздействия теплового фронта низового лесного пожара на деревянное строение в дальнейшем может служить эффективным инструментом для оценки и анализа текущего состояния лесного пожара, и что самое важное, для моделирования возможных его сценариев в будущем. Исследование влияния внешних условий при переходе лесного пожара на деревянные конструкции играет важную роль для понимания и решения проблем, связанных с угрозой уничтожения огнем поселений и дачных участков, расположенных вблизи лесных массивов.

Список публикаций:

[1] Сопруненко Э. Исследование воздействия фронта низового лесного пожара на деревянные строения// Сборник трудов XX Всероссийской научной конференции с международным участием "Сопряженные задачи механики реагирующих сред, информатики и экологии", Томск, 21-23 сентября 2016. - Томск: ТГУ, 2016 - Т. 2 - С. 52-54.

[2] Сопруненко Э. Е. Математическое моделирование комплексной оценки воздействия лесных пожаров на окружающую среду// XXI век. Техносферная безопасность: Изд-во: Иркутского национального исследовательского университета. 2016. №4. С.133-140.

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛОВ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Коломеец Андрей Олегович

Сибирский государственный университет путей сообщения

Научный руководитель: Бехер Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент

andreykolomeec@yandex.ru

На Западно-Сибирской железной дороге перед пунктом технического осмотра (далее ПТО) грузовых вагонов станции Инская установлен и запущен в эксплуатацию комплекс динамического контроля воздействия подвижного состава на верхнее строение пути. В процессе движения поезда измерительная тензометрическая система «Динамика-3» регистрирует сигналы с тензодатчиков, установленных на шейке рельса. Комплекс работает в автоматическом режиме: контроль запускается по сигналу извещения о приближении поезда и останавливается после проезда последнего вагона по измерительному участку. В рамках данной работы разработаны алгоритмы анализа первичных сигналов и вычисления их информативных параметров. Алгоритмы с использованием временной, частотной фильтрации и корреляционного анализа

позволяют выделить из сигналов тензометрической системы три составляющие деформаций рельса: от воздействия колес, шпал и импульсного воздействия дефекта поверхности катания.

В сигналах симметричных и асимметричных деформаций воздействие колес с дефектами поверхности катания проявляется в виде импульсов. В сигналах симметричных деформаций ударное воздействие приводит к появлению импульсов отрицательной полярности, связанных со сжатием шейки под действием приращения динамической силы. В сигналах асимметричных деформаций могут возникать как положительные, так и отрицательные импульсы. Полярность импульса зависит от траектории движения колеса по рельсу, боковой силы и эксцентриситета приложенной вертикальной силы. Повышение вероятности обнаружения дефектов поверхности катания достигается за счет использования алгоритмов, основанных на фильтрации пиковых составляющих сигналов на двух и более парах тензодатчиков. Критерием обнаружения дефекта является совпадение отрицательных пиков деформаций на двух и трех парах тензодатчиков, произведение которых превышает установленный порог. Для каждого зарегистрированного сигнала от дефекта определялись амплитудные параметры сигналов и амплитудное значение динамической силы. Результаты измерений сравнивались с результатами натурального осмотра поверхности колесных пар после остановки поезда на ПТО.

В целом, временные характеристики коррелируют с протяженностью дефектов поверхности катания, а коэффициент отношения амплитуд – с динамической силой. Достоверность результатов оценки косвенно подтверждается совпадением получаемых значений на двух независимых парах тензодатчиков. Определение коэффициента отношения амплитуд является ресурсоёмкой задачей и требует применения алгоритмов распознавания образов. Это связано с многообразием форм сигналов и их зависимостью от профиля дефекта, траектории движения колеса, характеристик подрельсового основания. Для оценки динамического воздействия дефекта поверхности катания на рельсы предложено использовать информативный параметр, равный произведению амплитуды импульсов деформаций на соседних парах тензодатчиков, вызванных воздействием дефектов поверхности катания. Зависимость силы от данного параметра P_3 носит корреляционный характер (рис. 1) с коэффициентом корреляции 0,83. Зависимость близка к линейной и описывается выражением (1):

$$F = 0,048 \cdot P_3 + 147 \quad (1)$$

где F – динамическая сила, кН; 0,048 и 147 – коэффициенты аппроксимации, полученные методом наименьших квадратов; P_3 – произведение амплитуды деформаций соседних пар тензодатчиков, млн^{-2} .

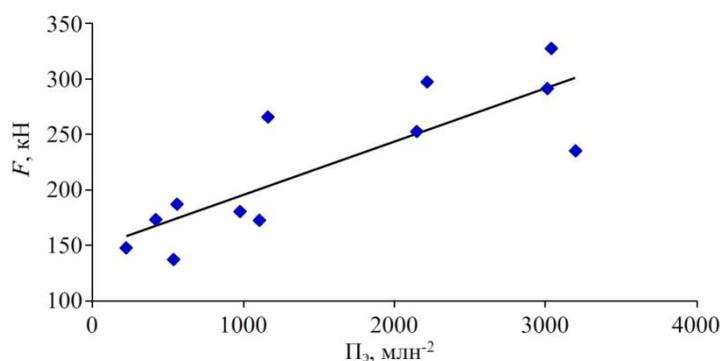


Рис. 1. График зависимости динамической вертикальной силы F , действующей от колес с дефектами поверхности катания на рельсы, от произведения амплитуды симметричных деформаций соседних пар тензодатчиков P_3

При малых значениях параметра P_3 вертикальная сила $F = 147$ кН, что соответствует динамической силе воздействия бездефектного колеса. Корреляционный характер зависимости связан с влиянием положения места взаимодействия дефекта с рельсом относительно мест расположения пар тензодатчиков. Используя полученные экспериментальные данные по 10 поездам, получено распределение количества обнаруженных дефектов по амплитудному значению вредней динамической силы. Динамическое воздействие в области малых значений силы характеризуется экспоненциальным распределением. В случае нормального качения колеса амплитудное значение силы составляет 140–150 кН и не превышает 200 кН для 90 % колесных пар. Локальный максимум амплитудного распределения динамической силы в области от 270 до 300 кН содержит около 9 % колесных пар. Все колесные пары, вызывающие динамическое воздействие свыше 280 кН, содержат дефекты поверхности катания, размеры которых близки к браковочному уровню.

Особенности прохождения бездефектных колесных пар по измерительному участку характеризуется амплитудным распределением силы, оцениваемым по зависимости количества колесных пар от значения

нормальной силы. Используя критерий Пирсона доказано, что распределение амплитуд динамических сил не принадлежит нормальному закону распределения с уровнем значимости 5 %. В амплитудных распределениях силы дифференцируются два локальных максимума над всеми шпалами. Для определения причины их наличия построены распределения силы отдельно для первых и вторых колесных пар в тележке грузового вагона вместе с общим распределением по всем колесам. При этом распределения объясняют наличием локальных максимумов в суммарном распределении. Движение первой колесной пары происходит по ненагруженному («мягкому») пути, при этом средние значения силы и средние квадратические отклонения на шпале $y = 3,5$ м составляют 100 кН и 13 кН соответственно. Для второй колесной пары, которая движется по нагруженному пути аналогичные величины имеют следующие значения: 119 и 6 кН. Эпюра силы реакции шпал на измерительном участке существенно зависит от осевой нагрузки подвижного состава. На шпале со значительными вертикальными перемещениями около 6 мм относительная сила реакции опоры увеличивается в два раза при переходе от подвижного состава с нормальной силой от колеса от 55 до 115 кН. Амплитудное распределение сил описывается суперпозицией двух различных колоколообразных распределений от первого и второго колес тележки. Все распределения не соответствуют нормальному по критерию Пирсона с уровнем значимости 5 %. Средняя сила от второго колеса в тележке грузового вагона почти на 20 % превышает силу от первого колеса, что связано с увеличенной жесткостью подрельсового основания, нагруженного первым колесом.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ВОЗБУЖДЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ВОЛН ПРИ АКУСТИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДНОМ КОНТРОЛЕ ТРУБ

*Мышкин Юрий Владимирович, Муравьева Ольга Владимировна
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования*

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашиникова»

E-mail: mubm@yandex.ru

В последние десятилетия активное развитие получили волноводные методы акустического неразрушающего контроля (НК) труб, в основе которых лежит использование нормальных упругих волн, способных распространяться вдоль протяженных объектов на значительные расстояния, что позволяет существенно повысить производительность контроля при экспресс-диагностике трубопроводов [1]. Использование крутильной волны при контроле труб целесообразно по причине отсутствия дисперсии скорости, более высокой чувствительности к дефектам, меньшему затуханию. Для оценки возможностей волноводного метода контроля требуется анализ особенностей распространения, эффективности возбуждения и отражения от дефектов крутильных волн в зависимости от условий нагружения, геометрических размеров труб и частоты возбуждения.

В работе получены обобщенные интегральные решения задачи возбуждения и распространения крутильных волн электромагнитно-акустическими преобразователями в свободных трубах и в условиях нагружения на контактные вязкоупругие среды, учитывающие параметры возбуждения (частота, геометрия преобразователей), геометрию, вязкость и упругие характеристики материала трубы и окружающих ее сред [2, 3, 4]. Исследованы особенности и эффективность возбуждения крутильных волн в свободных трубах, а также влияние вязкоупругих параметров окружающих сред и условий контакта на амплитуды угловых смещений крутильных волн в трубах с позиций выбора частотного диапазона, оценки дальности прозвучивания и чувствительности метода волноводного контроля труб (*рис. 1*). Проведены сравнительные экспериментальные исследования влияния условий нагружения на вязкоупругие внутренние и наружные среды на ослабление крутильной, симметричной, антисимметричной волн Лэмба в трубе.