

УДК 669.019.02/09

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАЛОПРОВОДА СТАНА ДУО-КВАРТО 320 ХП

Рамиль Вильданович Абдряшитов

Студент 6 курса,

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.А. Мальцев,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

Объектом исследования является валопровод реверсивного прокатного стана [1] дуо-кварто 320 ХП, предназначенного для холодной прокатки листов и полосы толщиной от 3...4 мм до 0,1 мм с допуском 10% и шириной 100...200 мм из прецизионных сплавов – пермаллой, пермендюр, сплавов инварного и эливарного классов на основе Fe-Ni-Co [2].

В процессе проведения экспериментов по прокатке сутунок на стане дуо-кварто 320 ХП, осуществляемой с большими обжатиями, после ударного захвата заготовки рабочими валками, на некотором участке или сразу нескольких участках валопровода могут возникнуть высокоамплитудные крутильные колебания. Если это произойдет, появляется опасность накопления усталостных повреждений в материале той или иной детали валопровода (вал шпинделя), что рано или поздно приведет к усталостному разрушению этой детали, скорее всего, в ее опасном сечении. Поэтому необходимы как теоретический расчет амплитуд и форм крутильных колебаний, так и экспериментальные исследования методом тензометрии.

Теоретический расчет выполнен на ЭВМ, для чего была построена математическая модель в среде MathCAD [2]. Дифференциальные уравнения движения крутильно-колеблющихся масс записаны на основании уравнений Лагранжа II рода. Моменты прокатки на валках заданы как экспоненциально-линейные функции времени. Решение уравнений движения найдено благодаря встроенной функции Rkadapt реализующей классический приближенный численный метод Рунге-Кутты четвертого порядка с переменным шагом интегрирования. В результате в среде MathCAD были построены компьютерные графики моментов сил упругости, от которых выполнен переход к касательным напряжениям, возникающим в опасном сечении шпинделя при его скручивании.

Для эксплуатационной диагностики крутильных колебаний, возникающих на разветвленном участке валопровода стана дуо-кварто 320 ХП, где расположены его универсальные шпиндели, оказалась вполне пригодной тензометрическая аппаратура (тензоаппаратура) контроля энергосиловых параметров (сил и моментов прокатки), давно установленная на стане дуо-160 в лаборатории кафедры МТ10 (МГТУ имени Н.Э. Баумана). Два канала этой аппаратуры настроены на косвенное измерение крутящих моментов: первый канал — на валу верхнего шпинделя, второй — на валу нижнего.

До появления персонального компьютера тензоаппаратура контроля моментов прокатки состояла из двух тензорезисторных полумостов (тензополумостов), токосъемных колец (токосъемников), тензометрического усилителя (тензоусилителя) ТА-5 и шлейфового светолучевого осциллографа Н-700 для записи аналогового сигнала в виде осциллограммы на специальную светочувствительную фотобумагу УФ-67. После приобретения стационарного персонального компьютера 4-канальный усилитель ТА-5 заменили 6-канальным измерительным блоком Ш74/1, а осциллограф Н-700 изъяли из состава тензоаппаратуры. К первому каналу измерительного блока Ш74/1 подключили через токосъемник тензомост, спаянный из четырех тензорезисторов, наклеенных на вал верхнего шпинделя, а ко второму каналу — тензомост, спаянный из тензорезисторов, наклеенных на вал нижнего шпинделя.

Долгое время предпринимались попытки использовать в качестве АЦП обычную компьютерную звуковую карту, у которой имеются линейный и микрофонный аналоговые входы. Звуковая карта способна воспринимать и преобразовывать в цифровую форму аналоговый сигнал напряжением до 2В и частотой до 20 кГц. Существует ряд небольших и удобных программ, таких как программа Oscilloscope 2.51 для Windows, которые легко превращают персональный компьютер в виртуальный осциллограф, анализатор спектра и регистратор данных. Звуковая карта не является полноценным АЦП и не предназначена для тензометрической аппаратуры. Кроме того, звуковую карту можно случайно вывести из строя, если по неосторожности подать на ее аналоговый вход сигнал напряжением выше 2В. Поэтому для безопасного подключения двух выводов измерительной диагонали тензомоста к звуковой карте (к моменту защиты дипломного проекта) планируем изготовить самостоятельно несложный делитель напряжения с потенциометром и стабилизаторами.

Литература

1. Колесников А.Г. Технологическое оборудование прокатного производства: учебное пособие / А.Г. Колесников, Р.А. Яковлев, А.А. Мальцев. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 158 с.
2. Стан дуо-кварто 320 холодной прокатки. Руководство по эксплуатации 1399100 РЭ.
3. Мальцев А.А. Исследование динамики и прогнозирование долговечности привода прокатного стана: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы динамики и надежности металлургического оборудования» – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 35 с.
4. Зубаль И. Компьютер в роли осциллографа, спектроанализатора, частотомера и генератора // Технический портал радиолюбителей России. http://www.cqham.ru/scope_07.htm.