

УДК 669.019.02/09

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВАЛА ШПИНДЕЛЯ СТАНА ДУО-КВАРТО 320 ХП

Алексей Олегович Соколов

*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»*

Технологическое оборудование прокатного стана дуо-кварто 320 ХП включает в себя рабочую клеть дуо-кварто вместе с ее электроприводом (основное оборудование) и вспомогательное оборудование — рольганг, правую и левую моталки консольного типа со своими электроприводами, ножницы продольной и поперечной резки, сварочный аппарат, правильную машину [1].

В состав электропривода клетки дуо-кварто (главного электропривода) входят два универсальных шпинделя — верхний и нижний. Результаты математического моделирования крутильных колебаний (MathCAD-графики) показали, что валы шпинделей испытывают циклические нагрузки в процессе прокатки заготовок из высоколегированных прецизионных сплавов. То есть 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, например, в металле вала шпинделя, что рано или поздно приведет к усталостному разрушению вала, скорее всего, в его опасном сечении. Поэтому необходимо на основании теоретического расчета амплитуд и форм крутильных колебаний [2, 3] или на основании экспериментального исследования этих колебаний методом тензометрии.

Для извлечения из анализируемого процесса (MathCAD-графиков) информации, необходимой для оценки уровня нагруженности, широко используют методы, основанные на замене реального случайного процесса нагружения некоторым схематизированным процессом, который по уровню накопленного в детали усталостного повреждения должен быть эквивалентен реальному процессу.

MathCAD-графики обработаны согласно ГОСТу 25.101-83 «Расчеты и испытания на прочность. Методы схематизации случайных процессов нагружения элементов машин и конструкций и статистического представления результатов». Схематизация включает «предварительную подготовку процесса нагружения к схематизации; дискретизацию процесса нагружения; вычисление статистических характеристик последовательности ординат процесса нагружения; выделение экстремумов процесса нагружения; замену реального процесса нагружения схематизированным по выбранному методу схематизации; определение эмпирических распределений нагрузок схематизированного процесса и вычисление основных статистических характеристик распределений». Нами была использована двухпараметрическая систематизация нагрузочного режима методом укрупненных размахов, где параметрами являются амплитудное напряжение цикла τ_a и среднее значение цикла τ_m , взятые из графиков нагружения. Метод укрупненных размахов предпочтительнее, чем обыкновенный метод размахов, который приводит к схематизированному процессу с меньшим повреждающим действием, чем реальный процесс.

Расчет долговечности выполнен по формуле Когаева-Серенсена на основании линейной гипотезы суммирования усталостных повреждений. Параметры, входящие в формулу Серенсена-Когаева, имеют рассеяние и рассматриваются как случайные величины, т.е. долговечность рассчитывается в вероятностном плане. Согласно методу Монте-Карло, для разыгрывания некоторой случайной величины X , равномерно распределенной в интервале $[X_1, X_2]$, используется выражение $X = X_1 + X_{[0,1]}(X_2 - X_1)$, где $X_{[0,1]}$ — задаваемая генератором случайных чисел некоторая величина, равномерно распределенная в интервале $[0,1]$.

Внезапный выход из строя шпинделя прокатного стана при эксплуатации часто приводит к гораздо большим материальным затратам, чем заблаговременная замена шпинделя по причине выработки им ресурса, что делает актуальной задачу прогнозирования его усталостной долговечности.

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. Даетва Н. Н. Расчет крутильных колебаний в линии привода прокатного стана 280 ОАО «РМЗ». [\[Электронный ресурс\]](#) //Вторая Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая весна 2009: Машиностроительные технологии» / МГТУ им. Н.Э. Баумана. — Электрон. дан. — М.: МГТУ, 2009. — 1 электрон. опт. диск (CD-R). — Систем. требования: ПЭВМ, ОС Windows.
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.