

УДК 53.084.823

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДШИПНИКА ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Павел Юрьевич Недобуга

Студент 5 курса,

кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.В. Иванов,

доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

В прокатном производстве подшипники жидкостного трения (ПЖТ) нашли широкое применение. В первую очередь это связано с их высокой грузоподъемностью, устойчивостью при перегрузках и вибрациях. Однако при определенных режимах работы возникают ситуации, когда срок службы ПЖТ значительно сокращается, а в ряде случаев происходит выход их из строя из-за перегрева, контакта цапфы вала с вкладышем, повышенных вибраций и других причин (рис. 1).

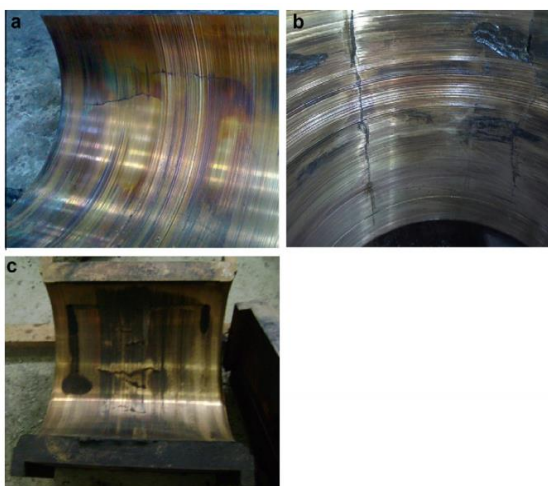


Рис. 1. Сгорание внутренней поверхности подшипника

Несмотря на то, что теории ПЖТ уже более 250 лет, до сих пор нет единой стройной теории, описывающей происходящие в подшипнике процессы, которая могла бы объяснить причины таких проблем.

Например, на Стане-5000, на котором прокатываются листы для труб большого диаметра, значительно сокращен срок службы ПЖТ опорных валков из-за интенсивного износа и сгорания поверхностного слоя контактирующих поверхностей.

В данной работе предпринята попытка математически описать процессы образования масляного клина в ПЖТ, зависимости величины давления от вязкости рабочей жидкости, скорости вращения вала, его диаметра и других факторов.

Для этого были разработаны математические модели ПЖТ, которые были численно решены в системе MATLAB. Так, в качестве тестовой была рассмотрена задача по взаимодействию вязкой жидкости с наклонной несущей поверхностью, движущейся относительно неподвижной поверхности. Полученные результаты полностью совпали с результатами аналитических решений.

Помимо этого, был проведён анализ параметров масляного клина при стационарном положении цапфы вала в подшипнике, а на основе полученного решения была построена модель движения центра вала под воздействием внешних сил (рис. 2).

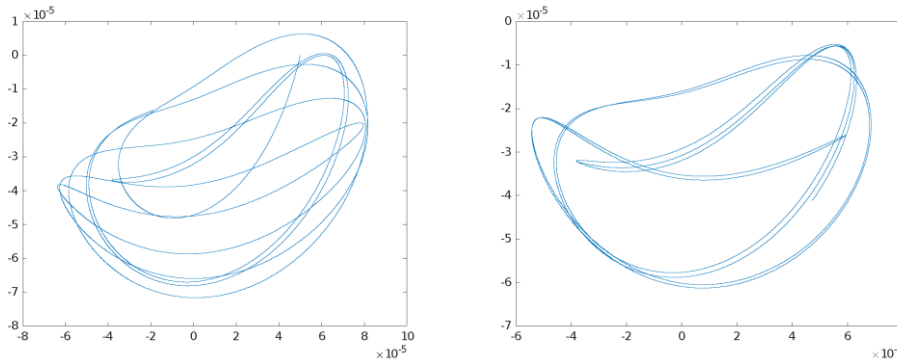


Рис. 2. Примеры траекторий движения центра вала при различных граничных условиях
Разработанные модели ПЖТ позволяют учитывать влияние температуры на вязкость рабочей жидкости, которая зависит от режима работы ПЖТ и условий его охлаждения.

Также была разработана динамическая модель поведения вращающегося вала на упругих опорах, позволяющая изучать траекторию движения центра масс вала в зависимости от различных массово-геометрических параметров вала, жёсткости и демпфирующей способности пружин. В результате удалось исследовать причины, приводящие к неустойчивому вращению и колебаний вала.

В результате проделанной работы:

1) созданы предпосылки для создания полной математической модели ПЖТ с учётом реальных условий работы. Разработанные модели ПЖТ реализованы в среде MATLAB;

2) анализ разработанных математических моделей ПЖТ позволил учесть влияние внешних факторов на траекторию движения цапфы ПЖТ и выявить вероятные причины выхода из строя ПЖТ на Стане-5000.

Литература

1. Бургвиц А.Г., Завьялов Г.А. Устойчивость движения валов в подшипниках жидкостного трения. М.: Машиностроение, 1964. – 148 с.
2. Никифоров А.Н. Проблемы колебаний и динамической устойчивости быстровращающихся роторов // Вестник научно-технического развития. 2010. №3(31).
3. Попов Д.Н., Панаиотти С.С., Рябинин М.В. Гидромеханика : учеб. пособие; под ред. Д.Н.Попова. — 3-е изд., испр. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2014. — 317, [3] с. : ил. ISBN 978-5-7038-3920-1.
4. Michael I. Friswell John E. T. Penny. Dynamics of Rotating Machines. Cambridge, 2010.