



## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОМОЩИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА

Представлено описание экспериментального стенда для исследования характеристик электромеханической системы с распределенными параметрами и проверки адекватности их математического описания. Получены графики переходных процессов тока двигателя при частоте меньше резонансной частоты и равной ей. Выполнен анализ графиков тока.

Система с распределенными параметрами, резонансная частота, переходный процесс.

Объекты в разных областях техники являются системами с распределенными параметрами (СРП). Это длинные линии электропередач, трубопроводы для перекачки воды или нефти, объекты, включающие длинные стержни (например, в бурении – колонна труб, в подъемных механизмах – трос и канат) и т.д. Упругие деформации звеньев механических передач СРП являются одним из факторов, препятствующих повышению эффективности управления электромеханическими объектами [1, 2].

Увеличение быстродействия современных машин при одновременном возрастании пространственных размеров, повышение требований к точности перемещений, появление принципиально новых конструкций определяют условия, при которых невозможно создание высококачественных систем управления машин и механизмов без учета свойств механической части электропривода. Непосредственное исследование СРП является очень сложным и затруднительным из-за их пространственных размеров, но необходимым.

Основной податливый элемент системы – грузовая ветвь каната, жесткость которого намного меньше жесткости других звеньев. Поэтому поведение системы можно оценить по расчетным схемам, рассматривая канат только как упругий элемент.

Большое влияние на работу электроприводов оказывают упругие деформации, возникающие в СРП. Недостаточно точное математическое описание такого оборудования приводит к большим погрешностям при анализе и синтезе систем управления, к уменьшению точности работы, к потере устойчивости электропривода, а в наиболее неблагоприятных случаях – к разрушению установки. При описании принимаются следующие допущения: механическая часть идеализируется как стержень, испытывающий продольные колебания, а сосредоточенные массы представляются как бесконечные скачки плотности.

Для исследования электромеханических характеристик СРП и проверки адекватности их матема-

тического описания был разработан экспериментальный стенд, позволяющий заменить реальный объект. Для уменьшения габаритных размеров и унификации разрабатываемого стенда по сравнению с изучаемым оборудованием необходимо получить соотношения между механическими параметрами стенда и параметрами установки для определения частотных и временных характеристик. Используя приведенные соотношения, можно из частотных характеристик, полученных на разработанном стенде, получить частотные характеристики исследуемого оборудования [3].

Расположение установки может быть горизонтальным, наклонным или вертикальным. В качестве примера рассмотрено горизонтальное расположение установки (рис. 1).

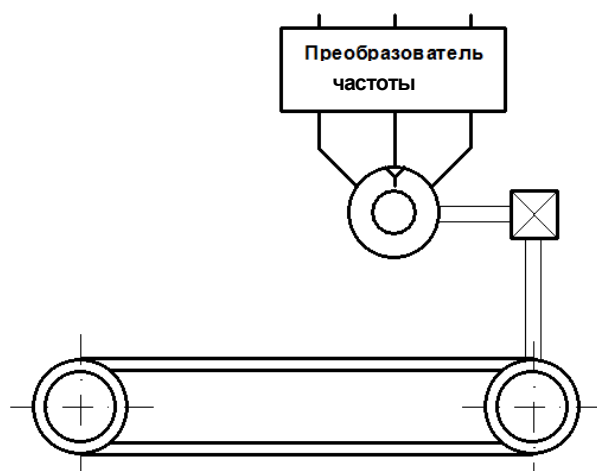


Рис. 1. Схема установки

В качестве СРП в стенде использована пружина с невысоким коэффициентом упругости, внутри которой натянута струна для отсутствия эффекта провисания.

Для приведения установки в движение применяется электропривод переменного тока Siemens Micro Master, представляющий собой преобразователь частоты со звеном постоянного тока мощностью 250 Вт, и асинхронный двигатель Siemens мощностью 90 Вт.

Эксперимент проводился с помощью подачи на асинхронный двигатель переменного напряжения разной частоты с помощью преобразователя частоты и измерения тока двигателя [4]. Частота подающего напряжения последовательно изменялась. Резонанс определялся по графикам тока, также его можно было определить визуально.

В результате эксперимента получены следующие графики переходных процессов тока двигателя. Об-

щий вид переходных процессов в СРП рассмотрен в [2]. При частоте  $f=1,5$  Гц, которая меньше резонансной частоты СРП, получен график тока двигателя постоянного тока, представленный на рисунке 2.

При частоте  $f=1,8$  Гц, равной резонансной частоте СРП, получен график тока двигателя постоянного тока, который представлен на рисунке 3.

Амплитуда графика тока при резонансной частоте увеличивается примерно в 2 раза, как и должно быть при резонансной частоте.

Проведенное экспериментальное исследование СРП во временной области подтверждает теоретические расчеты.

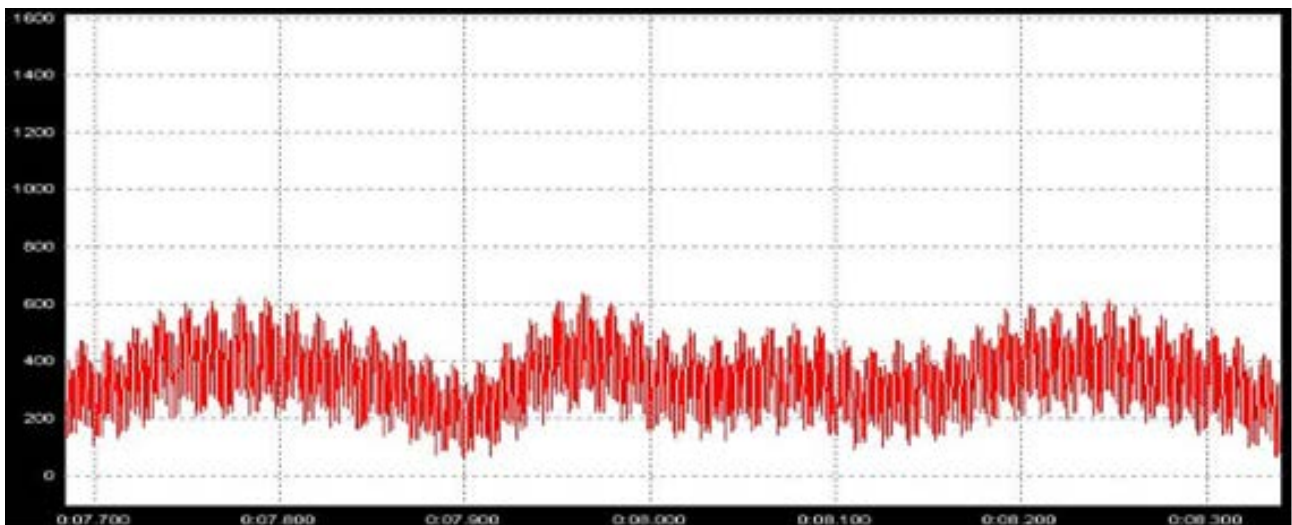


Рис. 2. Ток двигателя при частоте меньше резонансной частоты

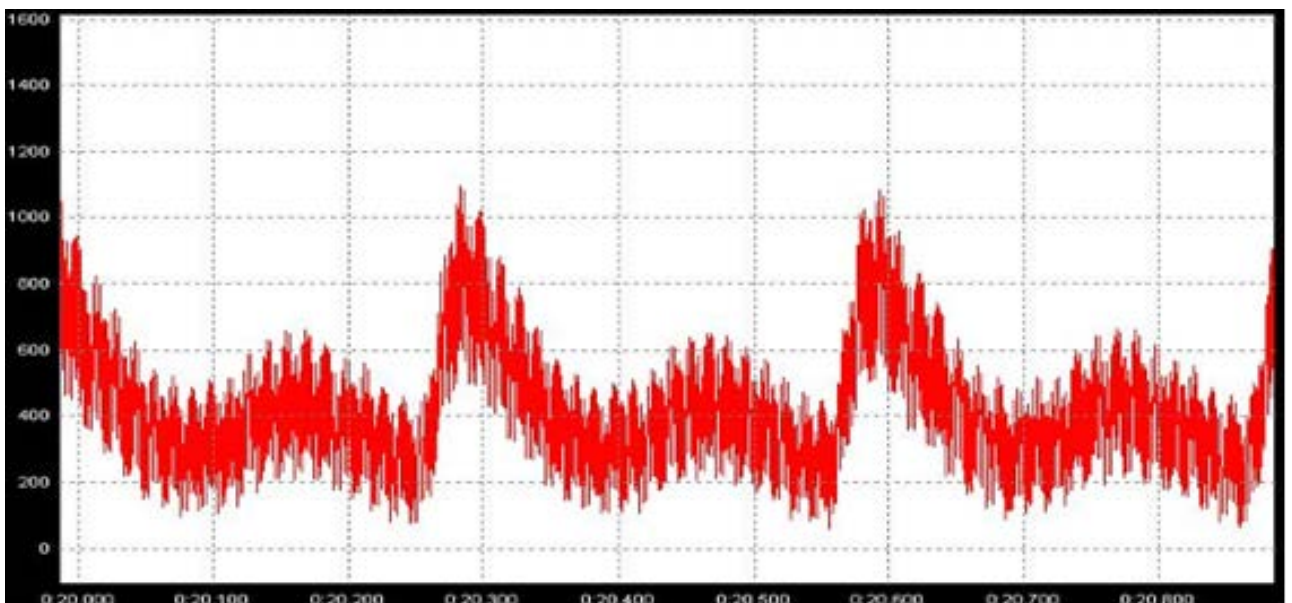


Рис. 3. Ток двигателя при частоте равной резонансной частоте

### Литература

1. Рассудов, Л. Н. Электроприводы с распределенными параметрами электромеханических элементов / Л. Н. Рассудов, В. Н. Мяздель. – Ленинград : Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1987. – 144 с.

2 Бутковский, А. Г. Методы управления системами с распределенными параметрами / А. Г. Бутковский. – Москва : Наука, 1975. – 230 с.

3. Karneyev, A. P. Development of a stand for research of systems with the distributed parameters / A. P. Karneyev, G. S. Lenevsky // Journal of the Technical University of Gabrovo. – 2011. – Vol. 41. – P. 32–35.

4. Корнеев, А. П. Стенд для исследования систем с распределенными параметрами / А. П. Корнеев, Г. С. Ленеvский // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : Тезисы международной научно-технической конференции молодых ученых (Могилев, 17–18 ноября 2011 г.) / Белорусско-российский университет. – Могилев, 2011. – С. 215–216.

*A.P. Korneev*

*Belarusian-Russian University*

### **STUDY OF SYSTEMS WITH DISTRIBUTED PARAMETERS IN THE TIME DOMAIN USING AN EXPERIMENTAL STAND**

The description of the experimental stand for studying the characteristics of the electromechanical system with distributed parameters and checking the adequacy of their mathematical description is presented. The graphs of the transient processes of the motor current at a frequency less than the resonant frequency and equal to it are obtained. The analysis of the current graphs is carried out.

System with distributed parameters, resonant frequency, transient process.