

ПРИМЕНЕНИЕ LSTM ДЛЯ АППРОКСИМАЦИИ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРУЖИН

В. В. Власов, А. Р. Эйнбаум

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», Снежинск, Россия

Силовая характеристика пружины определяет связь между деформацией и силой, которая необходима для ее создания. В работе представлены результаты исследования возможности аппроксимации силовых характеристик пружин с целью прогнозирования их свойств в процессе эксплуатации. Моделирование объекта в целом позволяет описать общие закономерности, которые полезны на этапе проектирования и разработки. Однако в реальных условиях эксплуатации на пружину могут влиять множество факторов, таких как остаточные напряжения, неоднородность материала, износ и другие, что затрудняет использование аналитических моделей.

Машинное обучение, особенно методы глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (RNN) и долгосрочная краткосрочная память (LSTM), предоставляют новые возможности для аппроксимации силовых характеристик. RNN и LSTM [1] способны учитывать последовательность данных, что делает их эффективными для анализа временных рядов и зависимостей, таких как изменение силы при деформации пружины. LSTM-сети были разработаны для решения проблемы исчезающего градиента, характерной для RNN. Эта проблема возникает из-за затухания градиентов в процессе обратного распространения ошибки, что затрудняет обучение модели. LSTM-сети используют специальные архитектуры, такие как ячейки памяти с вентилями, которые позволяют эффективно обрабатывать временные зависимости и сохранять информацию о предыдущих состояниях системы.

В докладе представлены результаты применения LSTM для аппроксимации силовых характеристик отдельных пружин. Объединение нескольких пружин в пакеты позволяет управлять общей силовой характеристикой всего пакета. Для настройки модели пакетов использовались измерения по нескольким комбинациям пружин, в то время как общее число сочетаний позволяет рассмотреть большее число комбинаций. Возможность получения оценок силовых характеристик для произвольных сочетаний позволяет решить задачу выбора оптимального состава пакета для получения требуемой силовой характеристики.

Литература

1. **Frasconi, P.** Long short-term memory in recurrent neural networks [Text] // International Journal of Engineering and Technolog. – 2003.
-