

## **МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГИДРОТУРБИН**

**Водка А.А., Трубаев А.И.**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Практика эксплуатации показывает, что надежность работы резьбовых соединений во многом определяет ресурс гидротурбин. Для достоверного прогнозирования ресурса резьбовых соединений гидротурбин (болтовых соединений рабочих колес, лопастей, шпилек крепления подпятников) необходимо иметь данные о напряженном состоянии элементов силового крепежа на переходных режимах работы гидроагрегата [1]. Эту информацию можно получить путем экспериментального определения гидродинамических нагрузок, действующих на рабочее колесо и последующего решения задачи о напряженно-деформированном состоянии резьбового соединения. В качестве альтернативного можно использовать подход, базирующийся на экспериментальном определении напряженного состояния болтового соединения во время пуско-наладочных работ гидроагрегата. Проведены лабораторные эксперименты, которые подтверждают возможность реализации этого подхода на реальном гидроагрегате в условиях воздействия электромагнитных помех и различного рода акустических шумов.

Методика предполагает построение полной трехмерной конечно-элементной модели ротора гидроагрегата (ГА) без учета резьбовых соединений; определение собственных частот и форм колебаний ротора; проведение спектрального анализа зависимостей крутящего момента и осевого усилия на валу ГА и сопоставление их частот с собственными частотами ротора; построение модели фрагмента ротора ГА, содержащего исследуемое резьбовое соединение. Модель резьбового соединения выполняется с учетом предварительной затяжки и контактного взаимодействия сопрягаемых деталей в области головки болта и в резьбе.

Предлагается вероятностная модель накопления повреждаемости, учитывающая деградацию механических свойств материала и статистические данные об эксплуатации гидроагрегатов. Получены результаты, свидетельствующие о существенном влиянии снижения предела выносливости материала на ресурс силового крепежа. Для определения деградации механических свойств материалов элементов силового крепежа необходимо проведение усталостных испытаний образцов, изготовленных из деталей, эксплуатировавшихся длительное время (30-50 лет).

Предлагаемая методика позволяет повысить надежность работы резьбовых соединений и разработать нормативно-техническую документацию для силового крепежа гидротурбин.

### **Литература:**

1. Водка А.А., Трубаев А.И. Методика прогнозирования ресурса болтовых соединений рабочих колес гидротурбин Вибрация гидроагрегатов гидроэлектрических станций. – Харків.: Вісник НТУ «ХПІ», 2013. – №13(987). – С. 115–12