

**О. О. ХАНИН, Б. А. ЕГОРОВ**, канд. техн. наук, профессор

### **Вибрация лобовых частей обмотки статора гидрогенератора**

Части обмотки статора генератора или электродвигателя находящиеся вне сердечника статора называются лобовыми частями. Лобовые части обмотки находятся под высоким напряжением и нуждаются в поддержке от механических вибраций обусловленных электромагнитными силами. Лобовые части обмоток машин сконструированы таким образом, что при нормальных обстоятельствах эти механические нагрузки достаточно контролируются, чтобы предотвратить повреждения. Тем не менее, лобовые части обмотки могут быть повреждены в результате:

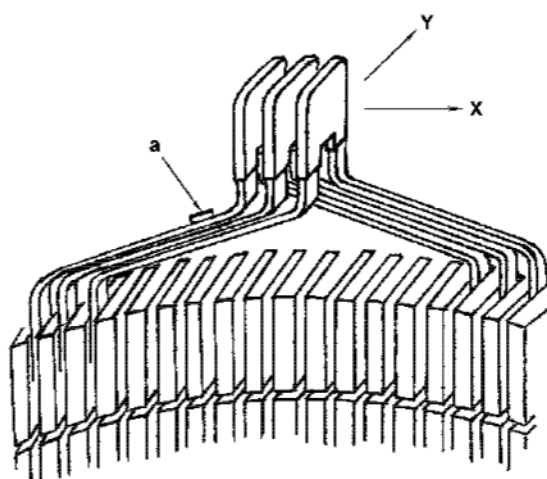
- ослабления поддержки лобовых частей и связующей структуры из-за механического старения и теплового расширения;
- плохой конструкции крепления лобовых частей в условиях близких к резонансу к первичным механическим силам частоты вращения и двойной частоты сети (100/120 Гц);
- ненормальных условий работы, таких как короткие замыкания, в результате которых силовые напряжения и пространственные отклонения компонентов обмотки превышают их механические пределы;
- относительное движение одного компонента относительно другого, которое может вызвать истирание высоковольтной изоляции катушек обмотки.

Вибрация лобовых частей обмотки может привести к растрескиванию изоляции катушки/стержня вблизи паза статора, а в тяжелых случаях может привести к усталостным трещинам медных проводников, что вызывает большие дуговые токи. В конце концов, любая из этих проблем может привести к замыканию обмотки статора на землю.

Цель мониторинга вибрации лобовых частей обмотки это непосредственное измерение возможной вибрации лобовых частей статора во время нормальной работы, таким образом, любая зарождающаяся вибрация может быть обнаружена (и исправлена) на ранней стадии, задолго до отказа. Система мониторинга состоит из четырех элементов:

- датчики (акселерометры) вибрации, установленные в критических местах лобовой части обмотки;
- оптоволоконный кабель для подключения датчиков вне корпуса генератора или электродвигателя;
- электрооптического блока для преобразования оптических сигналов в милливольты, пропорционально ускорению;
- система мониторинга для оцифровки, обработки и хранения данных вибрации.

На рис. 1 показана принципиальная схема установки датчиков измерения вибраций, и направления действующих вибраций на лобовые части обмотки статора.



а – место установки датчиков вибрации;  
у – радиальное направление измеряемой вибрации;  
х – тангенциальное направление измеряемой вибрации

Рис. 1 – Принципиальная схема лобовых частей двухслойной обмотки статора генератора

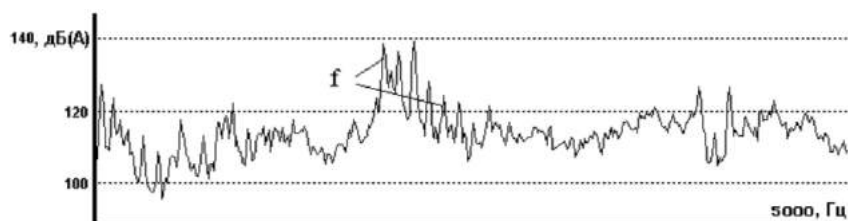


Рис. 2 – Спектры вибрации лобовых частей обмотки статора без дефектов

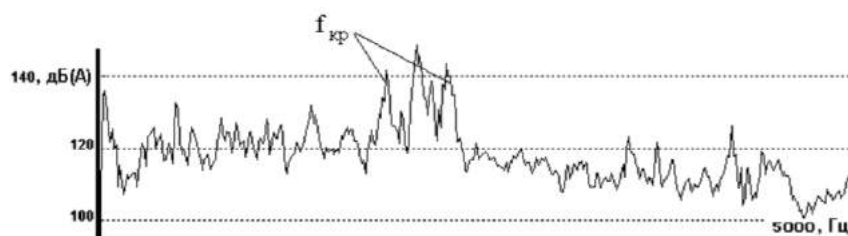


Рис. 3 – Спектры вибрации лобовых частей обмотки статора с дефектами

Таким образом, осуществление контроля вибрации лобовых частей и в целом обмотки статора гидрогенератора является неотъемлемой частью эксплуатации агрегата.

**Список литературы:**

1. В.И.Брызгалов «Из опыта создания и освоения Красноярской и Саяно-Шушенской гидроэлектростанций»
2. Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. Рекомендации для пользователей систем диагностики. Издательство СПбГМТУ, Санкт-Петербург, 2000.