

Воякин С.Н., Шевченко М.В., Линенко А.В., Янченко А.С.

Диагностирование силовых трансформаторов методом вибрационного обследования

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

УДК 621.314.21

## Диагностирование силовых трансформаторов методом вибрационного обследования

*Воякин С.Н.\*, Шевченко М.В.\*, Линенко А.В.\*\*, Янченко А.С.\*\*\**

*\*Дальневосточный государственный аграрный университет*

*\*\*Башкирский государственный аграрный университет*

*\*\*\*Филиал «Амурские электрические сети» СП «ЦЭС»*

### Аннотация

*Выполнены эксперименты по измерению виброскорости активной части силового трансформатора ПС – 35 кВ Филиал «Амурские электрические сети» СП «ЦЭС». Представлены измерения среднеквадратичных значений виброскорости в точках замера до проведения ремонтных работ и после. Выполнена оценка технического состояния трансформатора.*

**Ключевые слова:** ПОДСТАНЦИЯ, ТРАНСФОРМАТОР, ЗАМЕРЫ, СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВИБРОСКОРОСТИ, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ, КРИТЕРИИ, ОЦЕНКА

В энергетике России эксплуатируется силовое электрооборудование с большим износом, около 60 – 80%. Вместе с тем действительное техническое состояние силовых трансформаторов, его физический износ и остаточный ресурс эксплуатации не определены. Его обновление составляет от 3-5 % в год. Замена такого количества электрооборудования с большим ресурсом эксплуатации на новое оборудование в короткие сроки экономически и технически невыполнимая задача, но, если даже менять на новое, как показала практика, это вовсе не гарантирует решение проблемы [1, 2]. Сложившуюся ситуацию усугубляет отсутствия в России эффективной системы по контролю качества вновь вводимых объектов, а также низкого качества комплектующих и работ по монтажу. Все

вышеперечисленное приводит к уменьшению нормативного ресурса эксплуатации в два раза, по сравнению с проектным.

В работе предлагается алгоритм контроля технического состояния оборудования с целью обеспечения требуемого уровня надежности и продления срока службы (с постепенным ремонтом или заменой).

### Задачи исследования

Вибрационная диагностика и обработка полученной информации на трансформаторах ПС-35 кВ «Степная» филиала «Амурские ЭС» СП «ЦЭС». Экспериментальные исследования проводились на двух трансформаторах ТМ-2500/35 и ТМ-6300/35 с помощью переносного виброанализатора и одного датчика, который устанавливался на баке последовательно в точках со стороны вводов высокого напряжения (ВН) и низкого напряжения (НН) трансформатора по схеме приведенной на рис. 1.

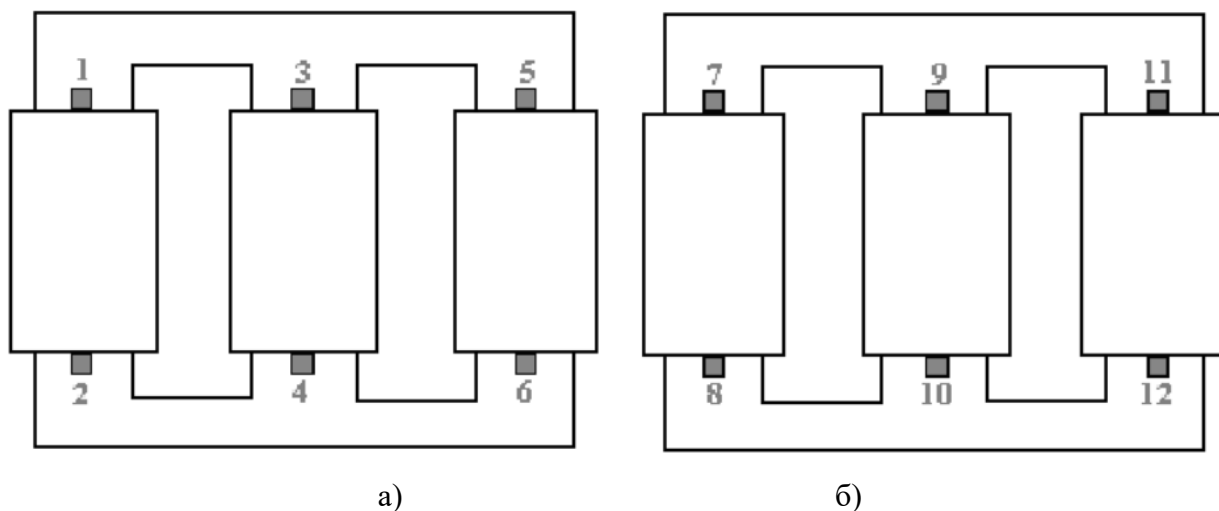


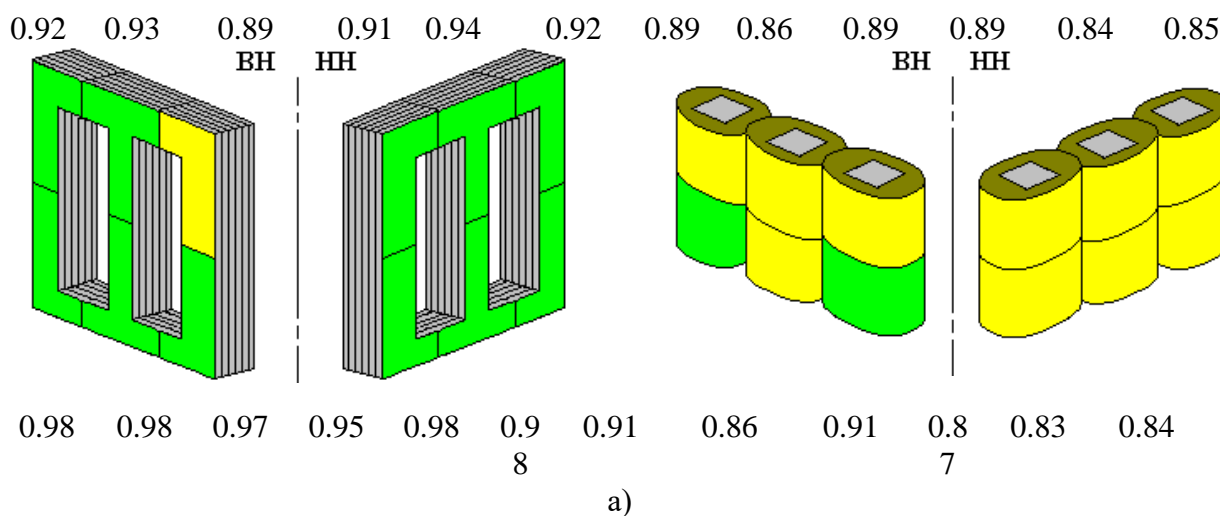
Рис. 1 Схема активной части трансформатора со стороны ВН (а) и стороны НН (б)

Измерения проводились, начиная с левой части, со стороны ВН, против часовой стрелки для каждой фазы. Полученные сигналы вибродатчиком в каждой точке записывались в спектроанализатор. Измерения выполнялись в двух режимах: нагрузки и холостого хода.

После записи полного цикла замеров вибрации в память виброанализатора эта информация переписывалась в компьютер, где производился ее анализ с помощью экспертной системы «ВЕСТА» [3], результаты приведены на рис. 2.

**Коэффициенты прессовки стали трансформатора. Коэффициенты опрессовки обмотки трансформатора**

Фаза А Фаза В Фаза С Фаза С Фаза В Фаза А Фаза А Фаза В Фаза С Фаза С  
Фаза В Фаза А



**Коэффициенты прессовки стали трансформатора. Коэффициенты опрессовки обмотки трансформатора**

Фаза А Фаза В Фаза С Фаза С Фаза В Фаза А Фаза А Фаза В Фаза С Фаза С  
Фаза В Фаза А

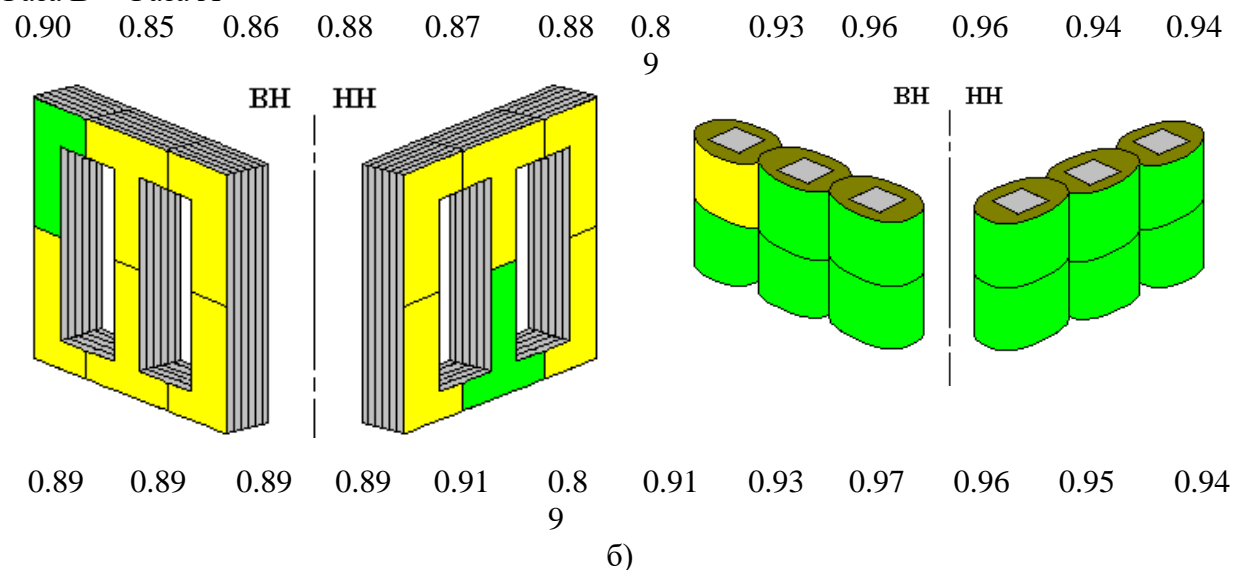


Рис. 2 Состояние прессовки магнитопровода и обмоток трансформатора  
а) ТМ-2500/35; б) ТМ-6300/35

Анализируя полученные результаты, в виде коэффициентов прессовки магнитопровода и обмоток по каждой фазе, в ходе вибрационного обследования трансформаторов было выявлено:

- на трансформаторе ТМ-2500/35 (рис. 2, а) – распрессовка обмоток всех фаз со стороны НН, верхней части обмотки фаз «А» и «С» со стороны ВН; обмотки фазы «В» со стороны ВН; незначительная распрессовка верхней части магнитопровода в районе фазы «С» со стороны ВН;
- на трансформаторе ТМ-6300/35 (рис.2, б) – распрессовка верхней части обмотки фазы «А» со стороны ВН; распрессовка нижней части магнитопровода в районе фазы «А» и верхней части магнитопровода в районе фазы «В» с обеих сторон, магнитопровода в районе фазы «С» с обеих сторон, магнитопровода в районе фазы «В» со стороны ВН, магнитопровода в районе фазы «А» со стороны НН.

По полученным экспериментальным данным, с целью недопущения изменений общего состояния работы трансформаторов ПС-35 «Степная» в «худшую» сторону, руководством филиала «Амурские ЭС» СП «ЦЭС» было принято решение о поочередном выводе их из работы для проведения капитального ремонта.

В ходе проведения работ, на каждом трансформаторе, была выполнена опрессовка магнитопроводов стяжными шпильками и полубондажами, а также подпрессовка катушек активной части прессующей системой и фиксация распорными болтами.

Через три года после капитального ремонта повторно было проведено вибрационное обследование трансформаторов ПС-35 «Степная», результаты которого представлены на рис. 3, а обобщенные коэффициенты в таблице 1.

Таблица 1. Обобщенные коэффициенты состояния трансформатора

Марка трансформатора	Коэффициенты				
	общий, состояния	технического состояния	опрессовки обмоток	прессовки стали	состояние конструкции
ТМ-2500/35	0,93		0,93	0,92	0,95
ТМ-6300/35	0,94		0,94	0,94	0,96

В результате обследования трансформатора ТМ-2500/35 выявлено: незначительная распрессовка верхней части магнитопровода в районе фазы «С».

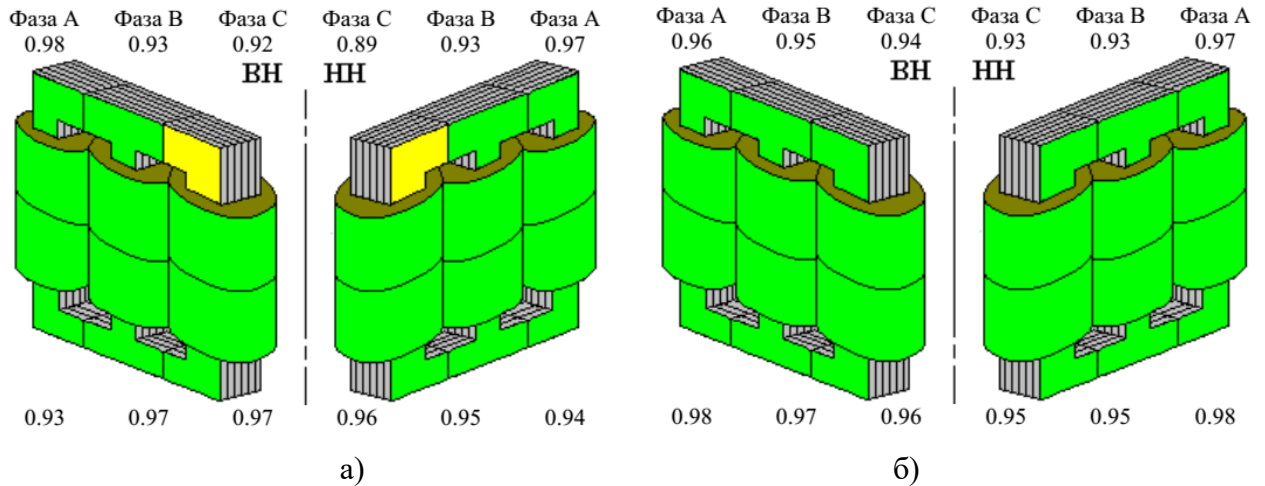


Рис. 3 Обобщенное состояние трансформаторов после капитального ремонта: а) ТМ-2500/35; б) ТМ-6300/35

При сравнительном анализе с предыдущим обследованием было выявлено улучшение состояния прессовки обмоток всех фаз, коэффициент опрессовки обмотки трансформатора ТМ-2500/35 изменился с 0,86 на 0,93, а ТМ-6300/35 0,88 на 0,94. Такое увеличение коэффициентов показывает улучшение состояния прессовки обмоток всех фаз после проведенного капитального ремонта с подпрессовкой активной части трансформатора.

Полученный результат экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что регулярное проведение диагностики силовых трансформаторов ПС-35 «Степная» позволило обнаружить на раннем этапе вероятные неполадки и спланировать проведение ремонтных работ. Все эти мероприятия обеспечивают рабочее состояние трансформатора вот уже 50 лет.

#### Список использованных источников

1. Давиденко И.В. Разработка системы многоаспектной оценки технического состояния и обслуживания высоковольтного маслонаполненного электрооборудования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Екатеринбург, 2009. 46 с.
2. Дарьян Л.А. Научные основы физико-химической диагностики высоковольтного маслонаполненного электрооборудования с изоляцией конденсаторного

Воякин С.Н., Шевченко М.В., Линенко А.В., Янченко А.С.

Диагностирование силовых трансформаторов методом вибрационного обследования

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

типа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Новосибирск, 2009. 48 с.

3. «Экспертная система диагностики качества прессовки активных материалов маслонеполненных трансформаторов по вибропараметрам», г. Пермь, «Вибро-Центр».

**Цитирование:**

Воякин С.Н., Шевченко М.В., Линенко А.В., Янченко А.С. Диагностирование силовых трансформаторов методом вибрационного обследования// АгроЭкоИнфо. – 2020, №3. – [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st\\_307.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_307.pdf).