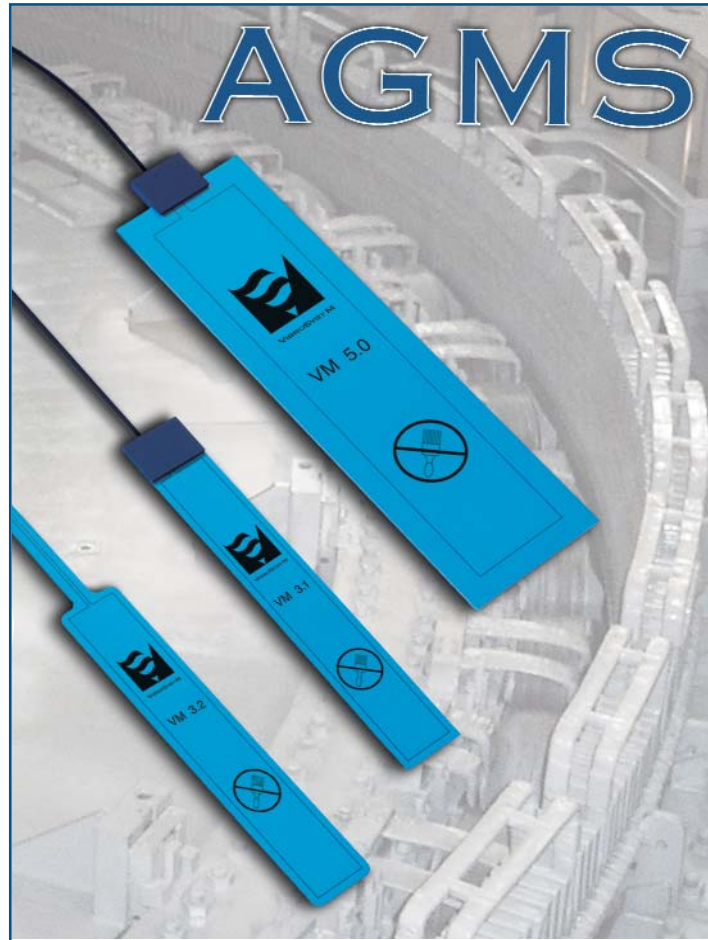




VIBROSYSTEM



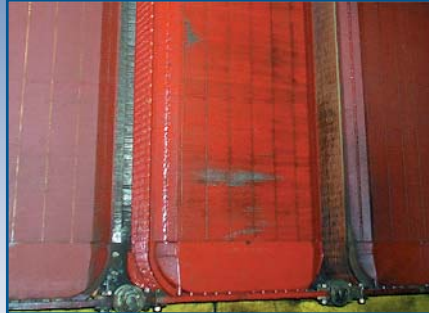
Система мониторинга воздушного зазора

# “ЗНАНИЕ Вашей МАШИНЫ с помощью ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА”

**Мониторинг воздушного зазора - это  
Улучшенная надежность, Увеличенная работоспособность и  
Оптимизированный ремонт**



*Расшатанные или заблокированные опорные клинья могут привести к старению изоляции статора и воздушных зазоров.*



*Небольшие следы старения на выступающем полюсе ротора обнаружены лишь после останова.*



*Деформированный воздушный зазор стал причиной стресса статора и привел к вздутию краски на полюсах*

Точный мониторинг воздушных зазоров поможет выявить количество типов старения оборудования. Изменение или уменьшение воздушных зазоров со временем ведет к снижению эффективности генератора, преждевременному старению, эксплуатационным ограничениям и, в конечном итоге, дорогостоящему внеплановому останову. В связи с этим, воздушные зазоры являются одним из самых важных параметров, мониторинг которых следует проводить.

Мониторинг воздушных зазоров в режиме on-line отображает реальную картину структурного состояния и динамических характеристик генератора под воздействием механического, электрического и термического воздействия. Данный мониторинг обеспечивает существенную информацию для оптимизации технического обслуживания на основе сравнения состояния на протяжении всего периода эксплуатации, выявить и определить отклонения, определить и запланировать меры по устранению неисправностей, сравнить результаты до и после восстановления, проверить допуски во время пуско-наладочных работ и продлить срок службы старого и неисправного оборудования.

## РОТОР И СТАТОР

### система **ДИНАМИЧЕСКОГО СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА**

- **Высокая точность, простота проведения анализа, точная диагностика**
- **Индустриальные эталоны, которые используются во всем мире**

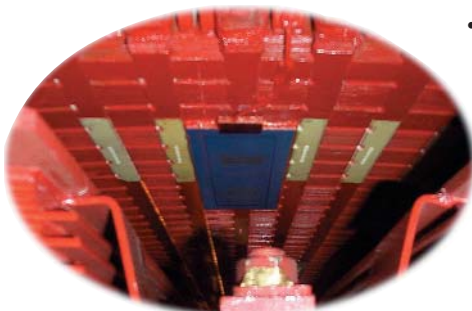


СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЗАЗОРОВ

Система для мониторинга воздушных промежутков (AGMS®) точно отображает техническое состояние гидрогенераторов. Оборудование разработано для: сравнения, анализа, технического обслуживания и защиты всего нового, восстановленного и действующего оборудования.

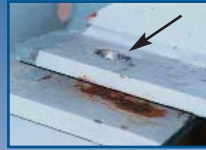
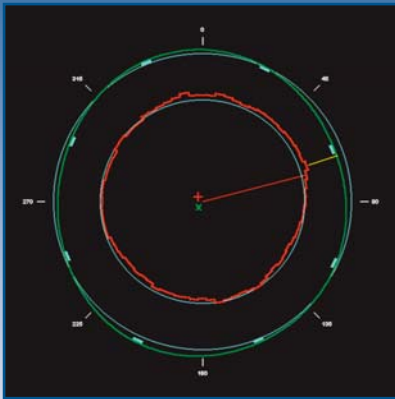
Эффективное программное обеспечение для проведения анализа объединяет информацию от известных ёмкостных датчиков с уникальным методом проведения мониторинга на основе сравнения полюсов, разработанного VibroSystM. Благодаря этому, у пользователей появляется возможность сопоставления результатов и оценки состояния генераторов.

Благодаря AGMS появилась возможность оптимизировать режимы работы генератора, график технического обслуживания, а также повысить продуктивность оборудования, что, в свою очередь, дает возможность сэкономить средства и повысить рентабельность производства. Но самое главное, что пользователь получает душевный покой!



- Реальный воздушный зазор при любых эксплуатационных и переходных режимах, от состояния покоя до повышенных оборотов
- Ёмкостные датчики: устанавливающиеся на статоре, независимые, бесконтактные, пассивные
- Иммуниет к неблагоприятной окружающей среде генератора (масло, угольная пыль, грязь, электромагнитные помехи, радиопомехи, температурные воздействия), не требует обслуживания
- Высокая точность <3%; отменная воспроизводимость <0,3%
- Простые в установке, не требуется деинсталляция полюсов ротора; минимальная длительность простоя генератора.

# ЧТО ЭТИ ГРАФИКИ ГОВОРЯТ ВАМ ...



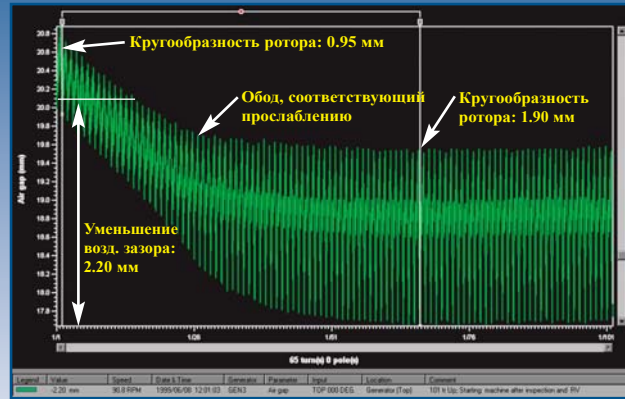
Широкое болтовое отверстие на верхней скобе



Втулка с нулевым расширением при закручивании болта

## Препятствие расширению статора

Отсутствие радиального зазора в арматуре корпуса статора привело к деформации недавно собранного генератора. Проблема была обнаружена два года назад во время гарантийного периода. Корректирующие воздействия включали в себя расширения отверстий под болты и обточка втулки, что помогло восстановить тепловой зазор.



## Плохо закрепленный обод при оборотах ниже номинальных

Диаграмма полюсов при запуске демонстрирует плохо закрепленный обод до того, как набраны нормативные обороты. Результаты исследования воздушного промежутка во время пуско-наладочных работ дали возможность производителю прибегнуть к незамедлительным корректирующим воздействиям на всех блоках.



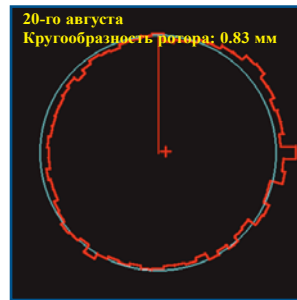
Верхняя плоскость



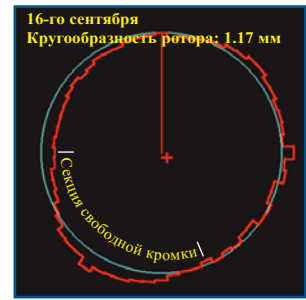
Нижняя плоскость

## Разница между верхним и нижним воздушными зазорами

Сравнение состояния ротора/статора при высоте статора 2,3 м. Существенная разница между верхним и нижним воздушными зазорами как результат мониторинга обеих плоскостей.



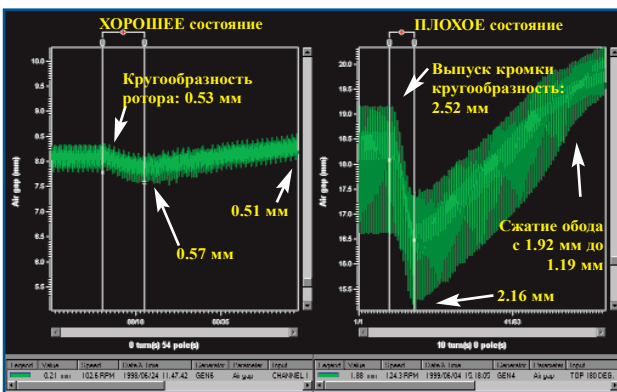
20-го августа  
Кругообразность ротора: 0.83 мм



16-го сентября  
Кругообразность ротора: 1.17 мм

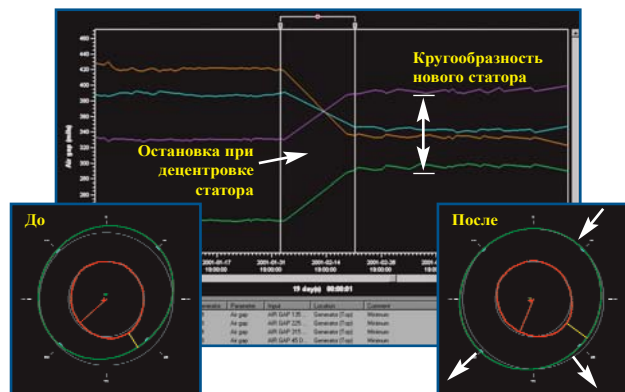
## Удалось избежать катастрофического отказа на новом оборудовании

Отдельная диаграмма полюсов, которая составлялась на протяжении месяца, дала возможность выявить плохо закрепленный участок ротора. Эта проблема развивалась на протяжении нескольких месяцев пуско-наладочных работ и усилилась на протяжении нескольких дней.



## Состояние, выявленное с помощью тестирования при сбросе нагрузки

Проведено сравнение примеров режимов работы и структурного состояния двух генераторов. Различные стадии тестирования при сбросе нагрузки помогут выявить жесткость статора, степень затяжки обода ротора и магнитные баланс.



## Внешние воздействия на воздушный промежуток генератора

Две полярных графика, которые сравнивают состояние до и после регулировки статора, дадут возможность восстановить однородность воздушного зазора. Сравнение параметров воздушного зазора дало возможность совершить оптимальное планирование вмешательств и их проверку.

Многочисленные случаи подробно описаны в технической документации и статьях (доступны по требованию).

# СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОГО ЗАЗОРА ДЛЯ ЗАЩИТЫ, СРАВНЕНИЯ, АНАЛИЗА И ДИАГНОСТИКИ

1  
КОНТРОЛЬ, АНАЛИЗ И ДИАГНОСТИКА

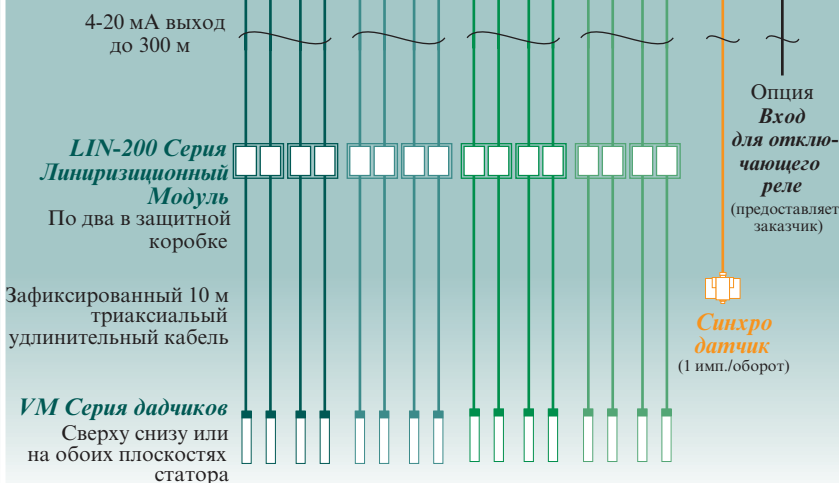


2  
On-line ОБРАБОТКА ДАННЫХ И МОНИТОРИНГ ТРЕВОГ

**ZOOM® Процессорное устройство (ZPU)**  
Поддерживает до 16 входов возд. зазора или других параметров (4-20 мА, 0-10 В)  
Блок устанавливается за корпусом генератора

Дополнительный ZPU для систем с другими параметрами (см. ZOOM - секцию)

3  
ФРОНТАЛЬНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЦЕПЬ



### Установка датчиков

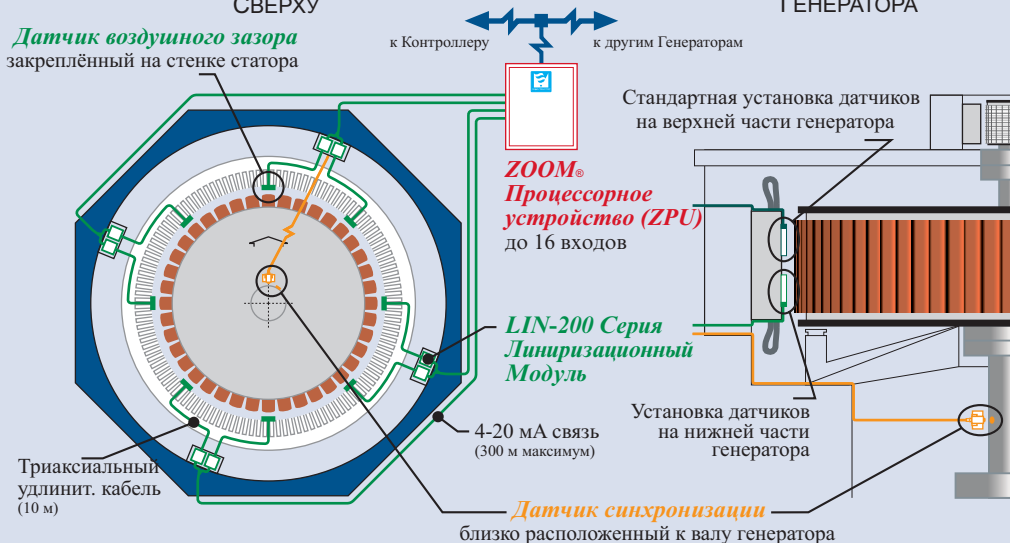
Кол-во датчиков зависит от диаметра и высоты генератора (см. раздел Конфигурация датчиков)

TM, © VibroSystem Inc., 2006

### ВИД ГЕНЕРАТОРА СВЕРХУ

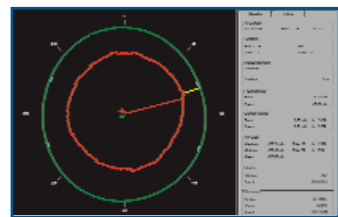
**Датчик воздушного зазора** закреплённый на стенке статора

### ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ ГЕНЕРАТОРА

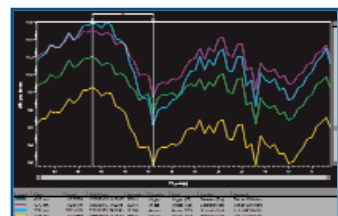


TM, © VibroSystem Inc., 2006

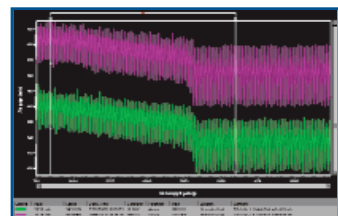
## ОТОБРАЖЕНИЯ



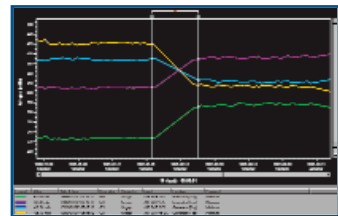
Полярный график, на котором отображен вид верхней части ротора в статоре в сочетании с цифровыми величинами.



Полярный график, на котором отображен вид верхней части ротора в статоре в сочетании с цифровыми величинами.



Полярный график изменения воздушного зазора во время нескольких оборотов машины.



Тренд изменения воздушн. зазора на протяжении месяцев и лет.

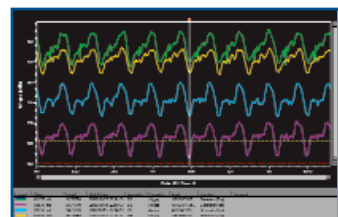
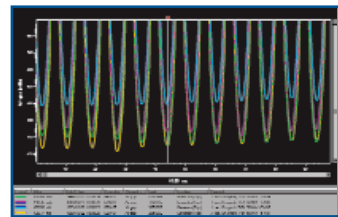


Диаграмма тревог состояния воздушного зазора до и после триггера тревог.

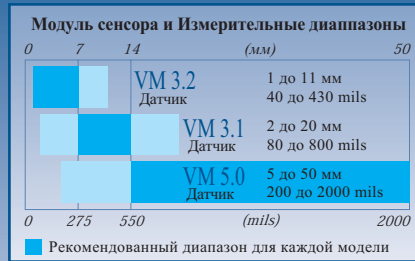


Необработ. замеры воздушн. зазора, которые обеспечивают очертаения полюса ротора.

## КОНФИГУРАЦИЯ ДАТЧИКА

### Расположение датчиков на статоре:

- Верхняя плоскость (стандартно) или нижняя плоскость
- Верху и внизу статора, высота которых более 1,8 м и на насосах турбогенераторов



### Количество датчиков на одной плоскости (в зависимости от диаметра расточки статора):

- $\varnothing < 7.5$  м: 4 датчика
- $\varnothing \geq 7.5$  м: 8 датчиков
- $\varnothing \geq 12$  м: от 12 до 16 датчиков

## ПРОБЛЕМЫ связанные с ВОЗДУШНЫМИ ЗАЗОРАМИ

- Неправильная форма ротора и статора (округлость)
- Смещение осей ротора и статора (концентричность)
- Коррозия клина обода ротора, ослабление и вибрация, трещины в паучковой центрирующей шайбе, перегрев полюсов
- Центрирование вала, биение (эксцентричность) и скатывание
- Прогиб/колебание статора, тепловое расширение, перегрев сердечника статора, разболтанность стержневой рамы и застревание плиты подпятника
- Дисбаланс магнитного потока и стресс
- Вибрация машины
- Ток расщепленной фазы
- Эффект расширения бетона (AAR)
- Касание ротора, статора или контакта возбуждителя (трение)
- Эффект геотехнического воздействия на структуру электростанции
- Преждевременное старение машины
- Износ и отказ подшипников
- Износ и отказ обмотки

В то время, когда **AGMS** делает много, с **ZOOM** можно **ДЕЛАТЬ** ещё **БОЛЬШЕ**

- От основных показателей до обширного мониторинга
- Различные параметры на одном графическом дисплее

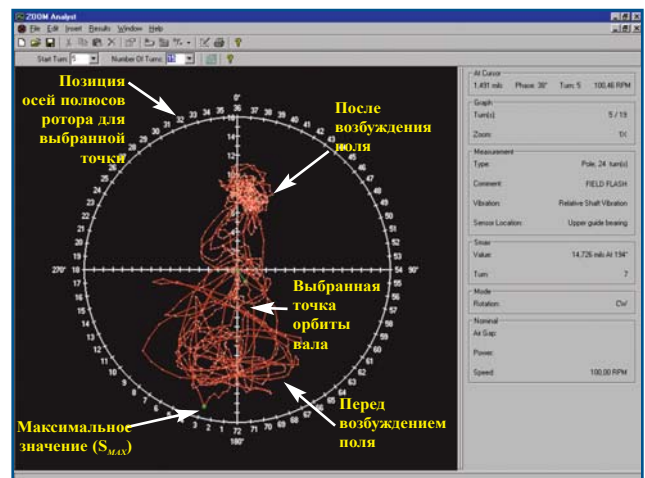


СИСТЕМА On-line МОНИТОРИНГА ДЛЯ МИНИМУМА ОСТАНОВОВ

В отличие от независимых систем, которые обеспечивают результаты, которые сложно сопоставить, ZOOM® - это системный интегратор, который дает возможность синхронно проводить замеры разных параметров и сопоставлять их на одном графике. Это дает возможность проводить глобальный и сравнительный анализ состояния и поведения машин.

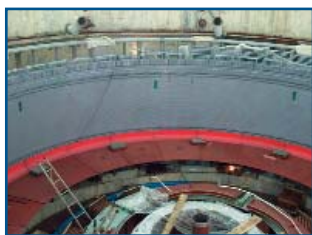
В дополнение к воздушному зазору, пользователь может интегрировать:

- Вибрация вала
- Смещение статора
- Магнитные потоки
- Просвет в турбине
- Вибрация обмотки
- Частичные разряды
- Температура статора
- Температура подшипников
- МВт, МВА, напряжение, сила тока
- Отверстие с гидротехническим затвором
- Поток жидкости через турбину
- Порообразование и т. д.



Уникальный график орбит системы ZOOM отображает отношение орбиты оси к текущему положению полюсов ротора для быстрой и простой балансировки.

# Система мониторинга воздушного зазора



*Гидрогенераторы*



*Турбогенераторы*



*Большие и двигатели с фазным ротором*



AGMS® - признанный в отрасли ориентир при мониторинге воздушных зазоров, который известен за свой стаж, эффективность, точность и надёжность при длительной эксплуатации. Во всем мире система используется на новых, восстановленных и действующих гидрогенераторах и турбогенераторах, больших производственных машинах, а также другом вращающемся оборудовании.

Еще в 1986 году VibroSystM ввела в действие применение технического обслуживания гидрогенераторов на основе их состояния. На данный момент компания является ведущим производителем систем для проведения мониторинга и измерений в режиме онлайн в гидроэлектрической отрасли .

Компания расширяет номенклатуру своей продукции путем приобретения разработок емкостных технологий, а также других инновационных продуктов для применения в отрасли вибрации, микрозазоров, смещения, а также других производственных отраслях.

**Контактная информация** для получения более подробной информации о преимуществе мониторинга воздушных зазоров и нашей продукции расположена ниже:



## VIBROSYSTM



**Ваш партнёр в мониторинге состояния машины**

2727 Jacques-Cartier East Blvd Longueuil (Quebec) Canada J4N 1L7

Phone: (450) 646-2157 or 1-800-663-8379 (U.S. toll free) Fax: (450) 646-2164

E-mail: [sales@vibrosystm.com](mailto:sales@vibrosystm.com)

[www.vibrosystm.com](http://www.vibrosystm.com)