

# **МОБИЛЬНЫЙ ИНДИКАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС**

## **МОДЕЛИ МИК-1 И МИК-2**

### **Инструкция**

по применению резонансного метода акустического неразрушающего контроля  
при обследовании состояния механической прочности покрышек

И 427680-001-30992818-2018

Настоящая инструкция содержит рекомендации по применению резонансного метода акустического неразрушающего контроля для обследования состояния механической прочности покрышек керамических армированных (покрышек), используемых для изоляции и крепления токоведущих частей в электрических аппаратах распределительных устройств переменного тока напряжением от 35 до 220 кВ.

Подробное описание резонансного метода акустического неразрушающего контроля содержится в методических указаниях Д 427618 – 003 – 30992818.

Целью обследования является определение текущего вида состояния механической прочности покрышки.

При обследовании покрышек выполняют следующие задачи:

- 1) мониторинг текущих частотных характеристик вибрационной реакции (ЧХВР) покрышки;
- 2) анализ ЧХВР покрышки и постановка диагноза.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Объекты контроля .....	4
2 Средства контроля.....	4
3 Организационно-технические мероприятия для обеспечения безопасного производства работ .....	4
4 Мониторинг ЧХВР покрышек .....	4
4.1 Подготовка к работе.....	4
4.2 Мониторинг ЧХВР покрышек, находящихся не в составе оборудования .....	5
4.3 Мониторинг ЧХВР покрышек, установленных на оборудовании .....	7
5 Анализ и выдача заключения.....	9
6 Рекомендации .....	13

## **1 Объекты контроля**

Основными объектами контроля являются покрышки керамические армированные ПВМО, используемые в маломасляных выключателях напряжением 35, 110, 220 кВ (ПВМО-35, ПВМг-35, ПВМО-110, ПВМг-110 и их аналоги).

Обследованию подлежат покрышки, установленные на маломасляных выключателях, демонтированные или находящиеся на хранении.

Допускается выполнять обследование покрышек керамических армированных, используемых в элегазовых выключателях, конденсаторах и реакторах, если габаритная высота покрышки не превышает 1300 мм и масса покрышки не превышает 120 кг.

Частотные характеристики прочих покрышек не соответствуют техническим характеристикам применяемых средств контроля.

## **2 Средства контроля**

Для обследования покрышек применяют мобильный индикаторный комплекс моделей МИК-1 и МИК-2 (Индикаторный Комплекс).

Мониторинг ЧХВР покрышки выполняют с использованием блока регистрации (БР).

Анализ ЧХВР покрышки и постановку диагноза выполняют с использованием программных приложений из пакета специализированного программного обеспечения (ПО), установленного на персональном компьютере (ПК) или портативном устройстве (ПУ).

Описание и порядок работы с Индикаторным Комплексом, требования к ПК и ПУ указаны в соответствующем руководстве по эксплуатации (РЭ) для каждой модификации Индикаторного Комплекса.

Порядок установки и удаления компонентов ПО указан в соответствующем руководстве по установке ПО для каждой модификации Индикаторного Комплекса.

Описание и порядок работы с программными приложениями из пакета ПО указаны в соответствующем руководстве пользователя для каждого программного приложения.

## **3 Организационно-технические мероприятия для обеспечения безопасного производства работ**

К работе с Индикаторным Комплексом допускается персонал, прошедший обучение для эксплуатации Индикаторного Комплекса и применения настоящей методики.

Все работы производить в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок и прочими нормативными документами, действующими в отрасли.

Для регистрации ЧХВР покрышки следует использовать исправный БР, прошедший техническое обслуживание в установленные сроки.

Эксплуатационные ограничения при использовании компонентов Индикаторного Комплекса указаны в соответствующем РЭ для каждой модификации.

Обследование покрышек в составе оборудования выполняют только при отключенном рабочем напряжении с выполнением требований для работ на высоте и на подъёмных механизмах (в случае их использования).

При мониторинге ЧХВР покрышек рекомендуется использовать рукоятку из комплекта поставки.

## **4 Мониторинг ЧХВР покрышек**

### **4.1 Подготовка к работе**

Перед проведением работ следует выполнить необходимые требования безопасности, ознакомиться с РЭ, подготовить БР к регистрации в соответствии с РЭ.

## 4.2 Мониторинг ЧХВР покрышек, находящихся не в составе оборудования

При мониторинге ЧХВР покрышки, не установленной на оборудовании, следует установить покрышку на ровную, устойчивую деревянную подставку.

Для регистрации ЧХВР покрышки используют боковую поверхность кольца фланца (рисунок 1) или отбортовку фланца (рисунок 2). Регистрацию выполняют последовательно в секторах №№ 1, 2, 3, 4 (рисунок 3) перпендикулярно опорной поверхности.



Рисунок 1



Рисунок 2

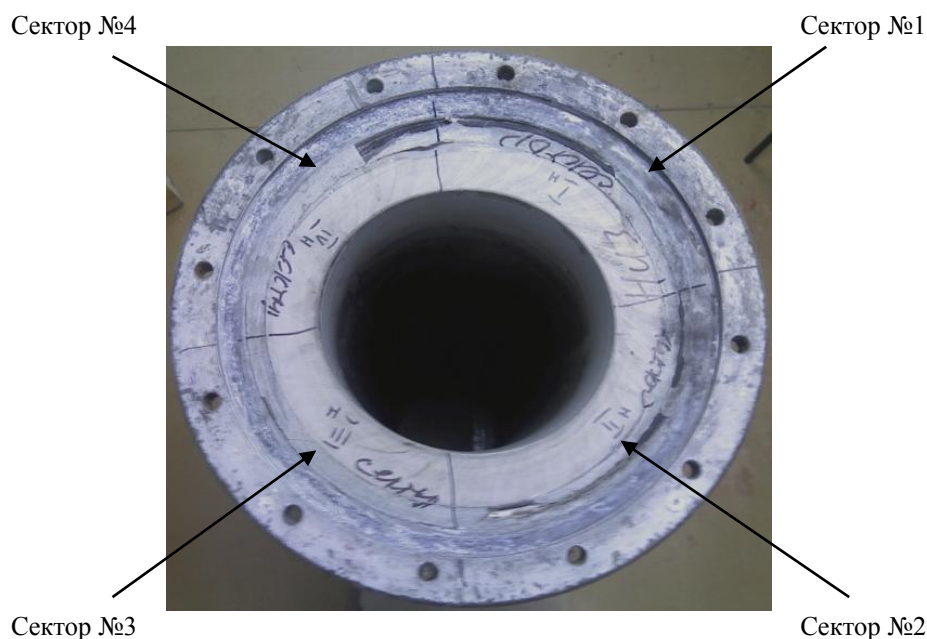


Рисунок 3

Для получения более подробной информации о состоянии механической прочности покрышки, не установленной на оборудовании, регистрацию выполняют в четырёх секторах каждого фланца покрышки при её нормальном вертикальном положении, когда на подставку установлен нижний фланец и при перевёрнутом положении, когда на подставку установлен верхний фланец.

Рекомендуется предварительно выполнить разметку на боковой поверхности фланцев покрышки. Важно, чтобы нумерация секторов совпадала на противоположных фланцах.

Установить наконечники шупов БР на поверхность фланца покрышки (рисунки 1, 2). При выполнении регистрации расположение шупов приёмника и излучателя произвольное. Прижать БР с усилием к фланцу покрышки и удерживать его в этом положении до окончания регистрации. При прижатии БР следует избегать соскальзывания и изгиба шупов БР. Отнять БР от фланца покрышки. В случае некорректного результата регистрацию следует повторить до получения приемлемого результата.

Результат регистрации занести в протокол регистрации.

Пример заполнения протокола регистрации для покрышки, не установленной на оборудовании.

Покрышка ПВМ-110 заводской №1234				
Сектор	Нормальное положение		Перевёрнутое положение	
	Нижний фланец	Верхний фланец	Верхний фланец	Нижний фланец
№1	1	5	9	13
№2	2	6	10	14
№3	3	7	11	15
№4	4	8	12	16

Примечания:

1 Номера с 1 по 16 – порядковые номера регистраций.

2 При работе с БР модели МИК-1 рекомендуется дополнительно вносить значение уровня принятого сигнала, соответствующее порядковому номеру регистрации.

### 4.3 Мониторинг ЧХВР покрышек, установленных на оборудовании

Для регистрации ЧХВР покрышек, установленных на оборудовании, используют боковую поверхность кольца фланца (рисунок 1) или отбортовку фланца (рисунок 2). Регистрацию выполняют последовательно для каждого фланца каждой покрышки в секторах №№ 1, 2, 3, 4 (рисунок 3) перпендикулярно опорной поверхности.

При мониторинге ЧХВР покрышек, установленных на оборудовании, существуют некоторые условия и ограничения.

Для регистрации ЧХВР покрышек, установленных на оборудовании, требуется выполнение работ на высоте с применением строительных лесов или грузоподъемных механизмов, например, автовышек (рисунок 4).



Рисунок 4

В большинстве случаев особенности расположения подъездных путей на ОРУ, ограничения на место установки автовышки около выключателя и плотность установленного оборудования не позволяют обеспечить полноценный доступ ко всем секторам всех фланцев покрышек каждой фазы выключателя при применении автовышки (рисунок 5). Таким образом, некоторые покрышки окажутся недоступными для обследования без их демонтажа, из чего следует низкая эффективность применения автовышек.





Рисунок 5

Установить наконечники щупов БР на поверхность фланца крышки (рисунки 1, 2). При выполнении регистрации расположение щупов приёмника и излучателя произвольное. Прижать БР с усилием к фланцу крышки и удерживать его в этом положении до окончания регистрации. При прижатии БР следует избегать соскальзывания и изгиба щупов БР. Отнять БР от фланца крышки. В случае некорректного результата регистрацию следует повторить до получения приемлемого результата.

Результат регистрации занести в протокол регистрации.



Пример заполнения протокола регистрации для покрышек, установленных на выключателе 110 кВ.

Подстанция: _____									
ОРУ: _____									
Ячейка: _____									
_____									
Диспетчерское наименование выключателя									
Фаза	Тип покрышки	Верхний фланец				Нижний фланец			
		Сектор				Сектор			
		№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
А	ПВМо-110	1	2	3	4	5	6	7	8
	ПВМг-110	9	10	11	12	13	14	15	16
В	ПВМо-110	17	18	19	20	21	22	23	24
	ПВМг-110	25	26	27	28	29	30	31	32
С	ПВМо-110	33	34	35	36	37	38	39	40
	ПВМг-110	41	42	43	44	45	46	47	48

Примечания:

1 Номера с 1 по 48 – порядковые номера регистраций.

2 При работе с БР модели МИК-1 рекомендуется дополнительно вносить значение уровня принятого сигнала, соответствующее порядковому номеру регистрации.

## 5 Анализ и выдача заключения

Основным критерием допуска при сохранении механической прочности покрышки является неизменность во времени частотных характеристик реакции покрышки на вибрационное возбуждение со спектром типа «белый шум».

Наиболее точные результаты анализа достигаются при использовании основного критерия допуска. Результаты первого обследования принимают как базовые, с которыми выполняют сравнения при последующих обследованиях. Покрышка находится в удовлетворительном состоянии при неизменности её частотных характеристик во всех секторах обследования в течение длительного времени.

На практике мониторинг ЧХВР покрышки, установленной на оборудовании, выполняют при отключениях рабочего напряжения или после её демонтажа, которые производят в период летних ремонтных кампаний с длительным межремонтным промежутком. Поэтому становится невозможным выполнение периодических (2 раза в год) сезонных (после смены положительных и отрицательных значений температуры воздуха) обследований. Для таких случаев следует использовать дополнительные критерии допуска.

При анализе ЧХВР покрышек без применения основного критерия допуска покрышки распределяют по следующим видам состояния механической прочности:

- 1) покрышка не имеет признаков дефектов;
- 2) покрышка имеет признаки не критических дефектов с сохранением несущей способности;
- 3) покрышка имеет признаки критических дефектов.

Дополнительным критерием допуска при отсутствии признаков дефектов является наличие на спектрограмме вибрации покрышки одного или нескольких близкорасположенных основных пиков с максимальной амплитудой в диапазоне частот 3800 – 4300 Гц (частота стоячей волны) во всех секторах обследования со стороны всех фланцев (рисунок 6).

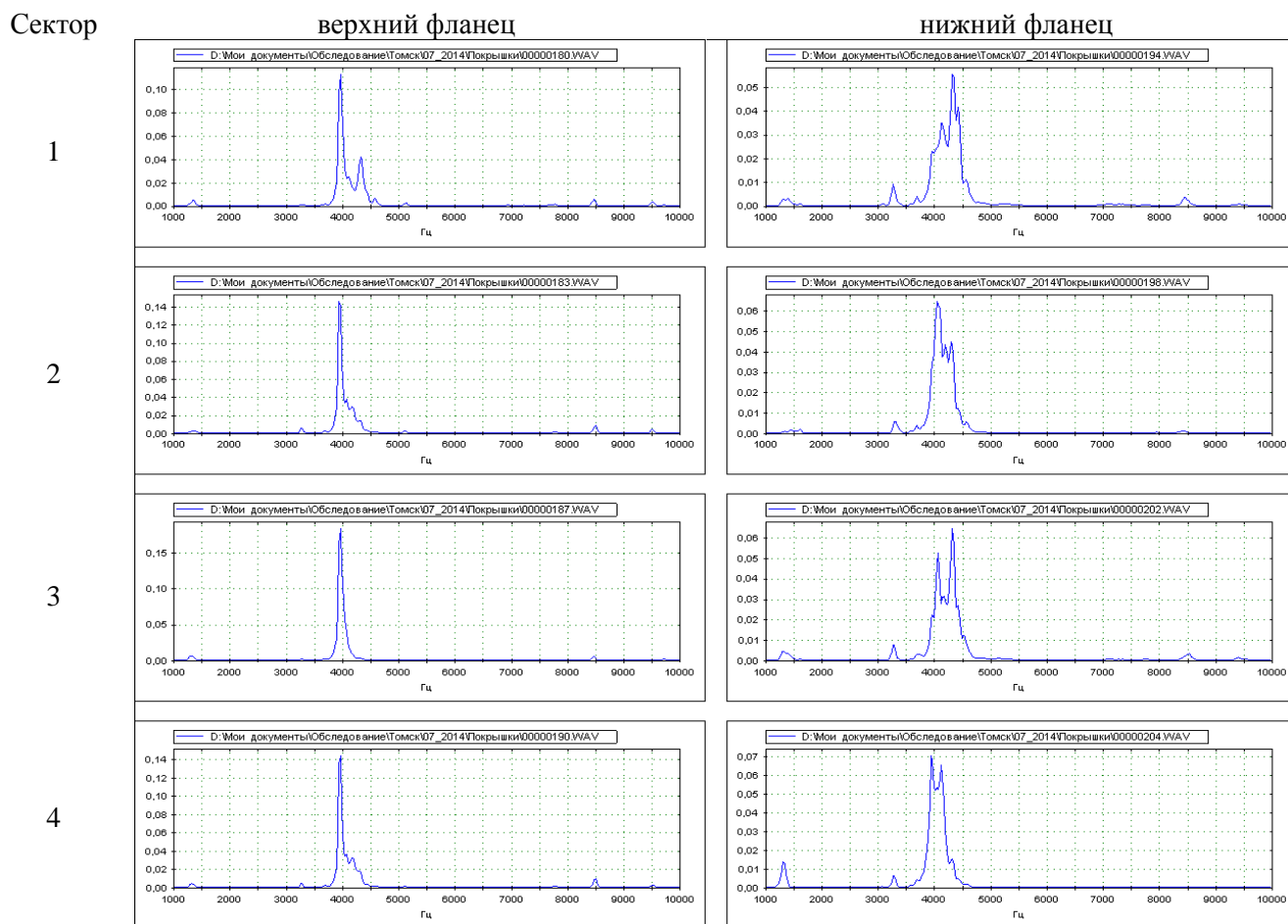


Рисунок 6

Дополнительным критерием допуска при наличии признаков дефектов является наличие дополнительных пиков в диапазонах частот 1000 – 2000 Гц или 8500 – 10000 Гц.

Наличие дополнительных пиков в диапазоне частот от 1000 – 2000 Гц указывает на присутствие дефекта в районе фланца, находившегося в момент регистрации на подставке.

Наличие дополнительных пиков в диапазоне частот от 8500 до 10000 Гц указывает на присутствие дефекта в районе фланца, находившегося в момент регистрации вверху.

Наибольшая амплитуда дополнительного пика будет наблюдаться у тех дефектов, которые находятся ближе к месту установки щупов БР.

Дополнительным критерием допуска при наличии признаков критических дефектов является наличие на спектрограмме вибрации покрышки дополнительных пиков в диапазоне частот 1000 – 2000 Гц или 8500 – 10000 Гц (рисунок 7). При этом дополнительные пики присутствуют на спектрограммах каждого сектора как со стороны ближайшего к дефекту фланца, так и со стороны противоположного фланца.

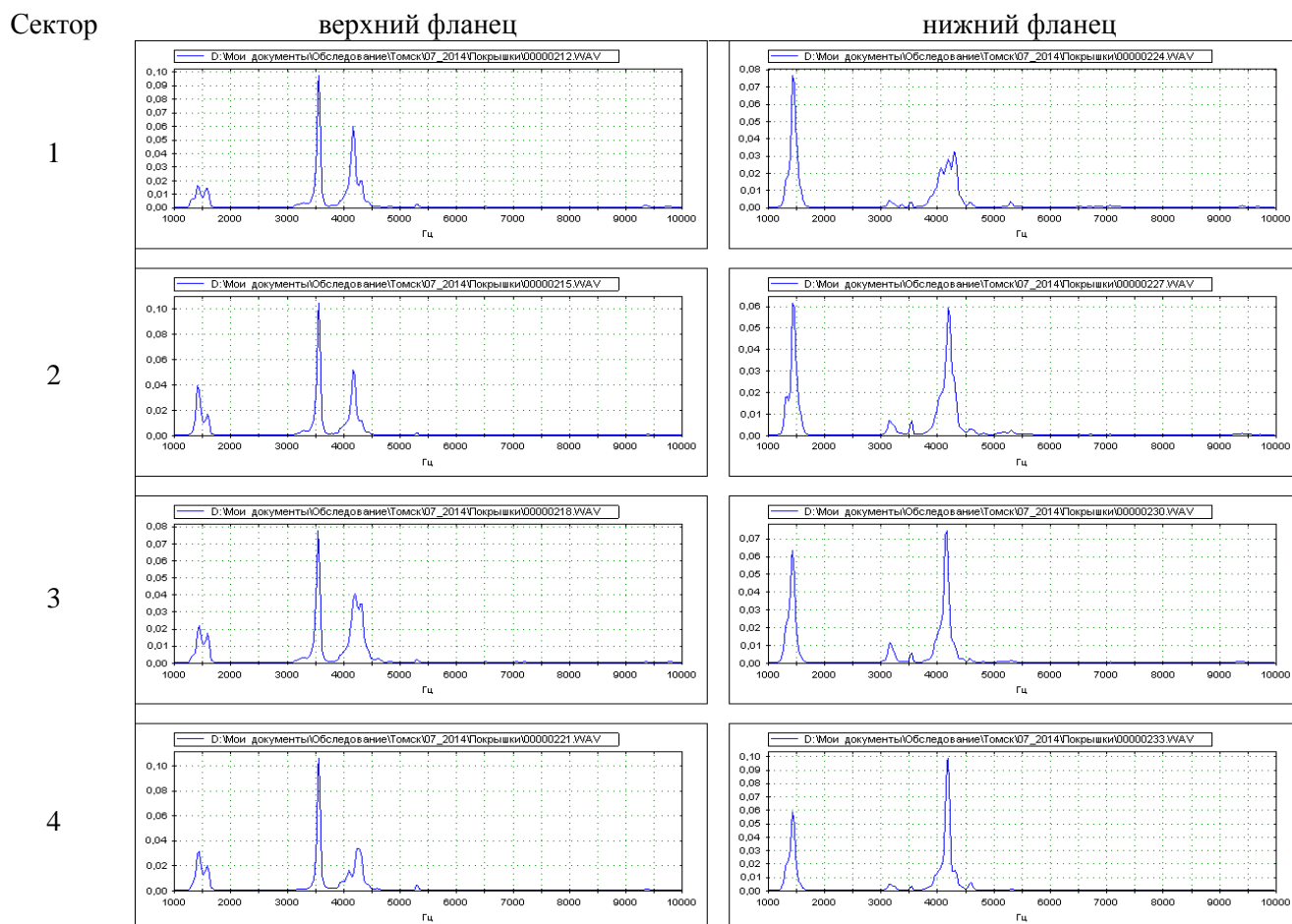


Рисунок 7

На рисунке 7 показано, что при установке щупов БР на верхнем фланце при нормальном положении покрышки во всех секторах присутствуют дополнительные пики в диапазоне частот 1400 – 1600 Гц с амплитудой выше 20 % от максимальной амплитуды на спектрограмме. При установке щупов БР на нижнем фланце при нормальном положении покрышки во всех секторах присутствуют дополнительные пики на частоте ~1400 Гц с амплитудой выше 50 % от максимальной амплитуды на спектрограмме. Совокупный анализ спектрограмм вибрации данной покрышки указывает на наличие признаков критического дефекта в районе нижнего фланца.

Покрышки, имеющие частотные характеристики, сходные с показанными на рисунке 7, использовать не рекомендуется.

Дополнительным критерием допуска при наличии признаков не критического дефекта является наличие на спектрограмме вибрации покрышки только одного из секторов обследования ближайшего от дефекта фланца дополнительных пиков в диапазоне частот 1000 – 2000 Гц или 8500 – 10000 Гц с амплитудой до 50 % от максимальной амплитуды на спектрограмме (рисунок 8). При этом дополнительные пики в указанных диапазонах, присутствующие на спектрограммах других секторов ближайшего от дефекта фланца, имеют амплитуду не выше 20 % от максимальной амплитуды на спектрограмме, а со стороны противоположного от дефекта фланца имеют амплитуду не выше 10 % от максимальной амплитуды на спектрограмме.

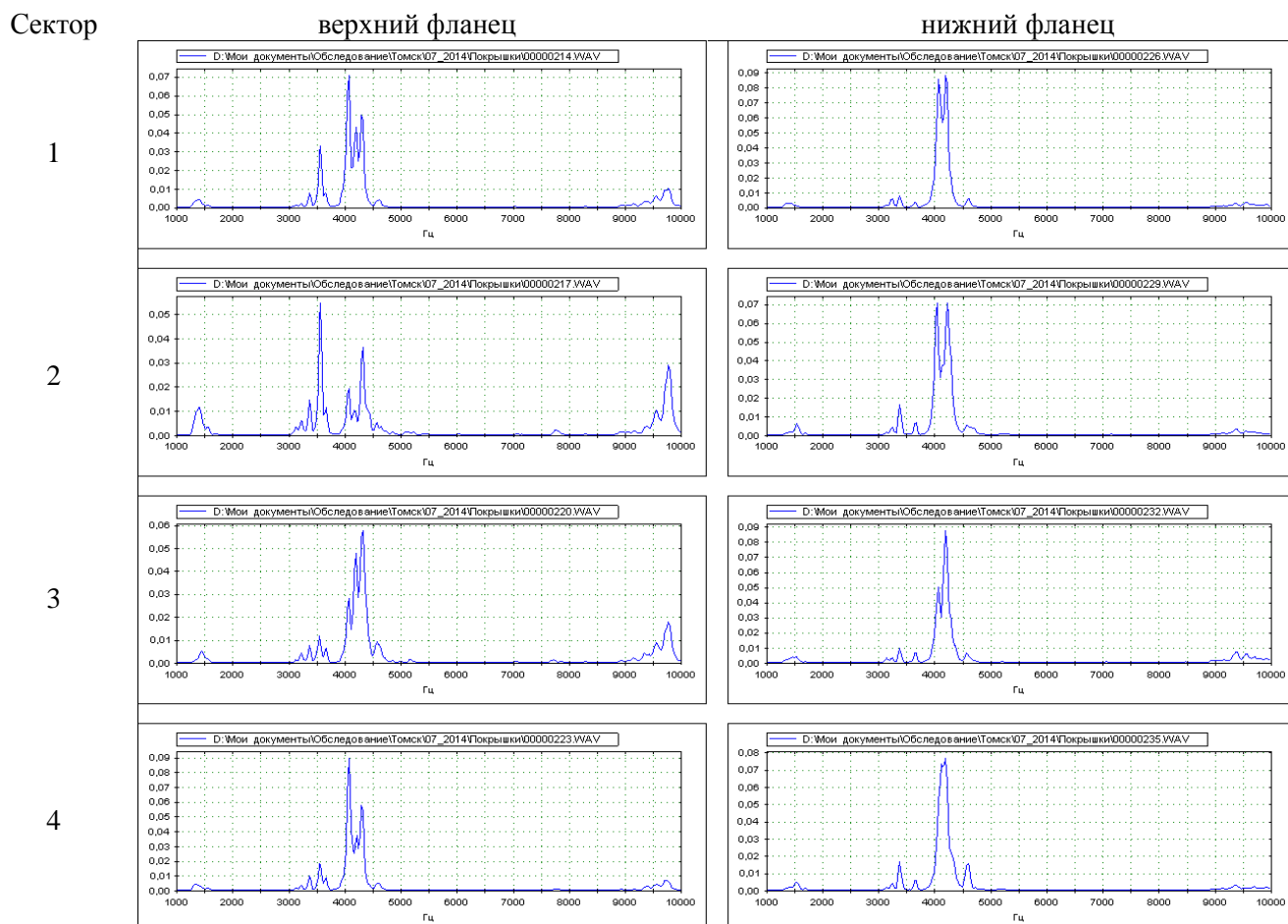


Рисунок 8

На рисунке 8 показано, что при установке щупов БР на верхнем фланце при нормальном положении покрышки присутствуют дополнительные пики в диапазоне частот 9500 – 9700 Гц во всех секторах, при этом амплитуда дополнительного пика в секторе №2 составляет 50 % от максимальной амплитуды на спектрограмме, в остальных секторах не выше 20 % от максимальной амплитуды на спектрограмме. При установке щупов БР на нижнем фланце при нормальном положении покрышки дополнительные пики в диапазоне частот 8500 – 10000 Гц имеют низкую амплитуду не выше 10 % от максимальной амплитуды на спектрограмме. Совокупный анализ спектрограмм вибрации данной покрышки указывает на наличие признаков не критического дефекта в районе сектора №2 верхнего фланца.

При перевороте покрышки и установке её верхним фланцем на опору дефекты, расположенные в районе верхнего фланца, будут выявляться наличием дополнительных пиков в диапазоне частот 1000 – 2000 Гц.

## 6 Рекомендации

Конструктивно покрывка является полый трубой с массой и механической жёсткостью большими, чем у стержневых изоляторов, что при применении МИК-1 и МИК-2 требует определения частотных характеристик минимум в четырёх секторах каждого фланца для выявления дефекта на ранней стадии его развития.

Наиболее точные результаты достигаются при обследовании покрывок, не установленных на оборудовании с использованием полного цикла (16 точек – см. п. 4.2). Наибольшая эффективность достигается, если выполнять обследования во время плановых ремонтных работ оборудования, при которых предусмотрен демонтаж покрывок.

Покрывки, установленные на оборудовании, для которых затруднён доступ ко всем секторам обследования (8 точек – см. п. 4.3), следует обследовать в демонтированном состоянии.

Покрывки, установленные на оборудовании, у которых выявляется нестабильность частотных характеристик между секторами обследования, рекомендуется дополнительно обследовать в демонтированном состоянии с использованием полного цикла (16 точек – см. п. 4.2).

Если результаты обследования невозможно трактовать однозначно, то для уточнения состояния механической прочности покрывки рекомендуется выполнить дополнительные обследования с использованием других доступных методик.