

Исх. № 028/

## ОТЧЕТ О ВИБРАЦИОННОМ ОБСЛЕДОВАНИИ

### ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ М-1 И М-2, РЕДУКТОРА, ОПОР МАХОВИКА И ФУНДАМЕНТНЫХ РАМ СТАНА ШИХАУ ПРОКАТНОГО ЦЕХА №1 ОАО «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОСТАЛЬ»

Нач. отдела, д.т.н.

Сидоров В.А.

Квалификационное удостоверение  
№ ЭВД2-221/10 до 16.04.2013 г.

Москва,  
Июль 20xx

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>3</b>
1. Методология проведения измерений .....	<b>4</b>
1.1. Средства измерения .....	<b>4</b>
1.2. Нормативно-техническая база .....	<b>4</b>
1.3. Места установки и способы крепления датчиков .....	<b>5</b>
1.4. Контролируемые параметры вибрации .....	<b>6</b>
2. Результаты вибрационного обследования .....	<b>7</b>
2.1. Сводка общего уровня .....	<b>7</b>
2.2. Спектральный анализ .....	<b>8</b>
2.3. Расширенный анализ .....	<b>11</b>
3. Выводы и рекомендации .....	<b>13</b>

## **Введение**

Настоящее вибрационное обследование электродвигателей, редуктора, опор маховика и фундаментных рам стана Шихау Прокатного цеха №1 ОАО «Металлургический завод «Электросталь» было выполнено в рамках договора на выполнение работ ДМ-\_\_\_\_\_ года между ООО НПО «ДИАТЕХ» и \_\_\_\_\_, согласно перечню Календарного плана (Приложение 1) в объемах, предусмотренных Программой виброобследования (Приложение 2).

Основанием к выполнению данного виброобследования послужила необходимость определения текущего состояния указанного оборудования и оценки возможности его дальнейшей эксплуатации.

Основной целью данного виброобследования являлась оценка текущего технического состояния электродвигателей, подшипников узлов, зубчатого зацепления редуктора и фундаментной рамы по различным параметрам вибрации в соответствии с действующей нормативной базой, а также углубленная диагностика отдельных узлов и механизмов для выявления возможных отклонений в их работе, препятствующих дальнейшей эксплуатации.

# 1. Методология проведения измерений

## 1.1 Средства измерения

1.1.1 Контроль вибрационного состояния оборудования осуществлялся с использованием виброанализатора \_\_\_\_\_ во взрывозащищенном исполнении с серийным номером \_\_\_\_ (№ \_\_\_\_\_ в Государственном реестре средств измерений). Свидетельство о поверке (ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА) № 1924 от \_\_\_\_\_

1.1.2 При измерениях были использованы пьезоакселерометры РА023 в стандартном исполнении.

1.1.3 Последующие обработка и анализ данных осуществлялись с использованием специализированного программного обеспечения.

1.1.4 Расчет характерных частот производился при помощи частотного калькулятора.

1.1.5 Аппаратура и программные средства, применяемые во время виброобследования, а также при обработке и анализе результатов измерений, разработаны и производятся \_\_\_\_\_ (РФ, г. Москва).

## 1.2 Нормативно-техническая база

Настоящее виброобследование произведено в полном соответствии с действующей нормативной базой:

- ГОСТ 24346-80. Вибрация. Термины и определения.
- ГОСТ ИСО 5348-2002. Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров.
- ГОСТ ИСО 10816-1-97 Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования
- ГОСТ ИСО 10816-3-99. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000 мин<sup>-1</sup>.
- ГОСТ Р ИСО 17359—2009 Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство по организации контроля состояния и диагностирования
- ГОСТ Р ИСО 13373-2-2009 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 2. Обработка, анализ и представление результатов измерения вибрации.
- ГОСТ Р ИСО 13379-2009 Контроль состояния и диагностика машин. Руководство по интерпретации данных и методам диагностирования
- ГОСТ 20815-93 Машины электрические вращающиеся. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотой оси вращения 56 мм и выше. Измерение, оценка и допустимые значения.

### 1.3 Места установки и способы крепления датчиков

1.3.1 Контроль текущего вибрационного состояния оборудования осуществлялся путем поочередной установки датчика на трубчатом магните или ручном щупе (в случае невозможности установки датчика на магните) в вертикальном, поперечном и осевом направлениях по всем доступным измерительным точкам в полном соответствии с действующей нормативной базой (ГОСТ ИСО 10816-3-99).

1.3.2 На рис. 1 представлены примеры расположения измерительных точек согласно требованиям ГОСТ ИСО 10816-3-99.

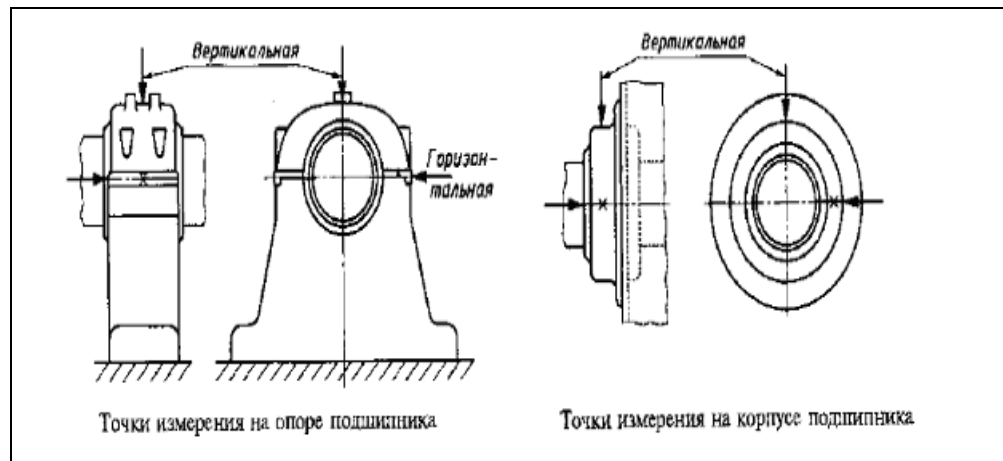


Рис. 1. Примеры расположения измерительных точек (ГОСТ ИСО 10816 – 3 – 99)

На рис. 2 в схематичном виде представлена модель контролируемого оборудования с указанием всех измерительных точек.

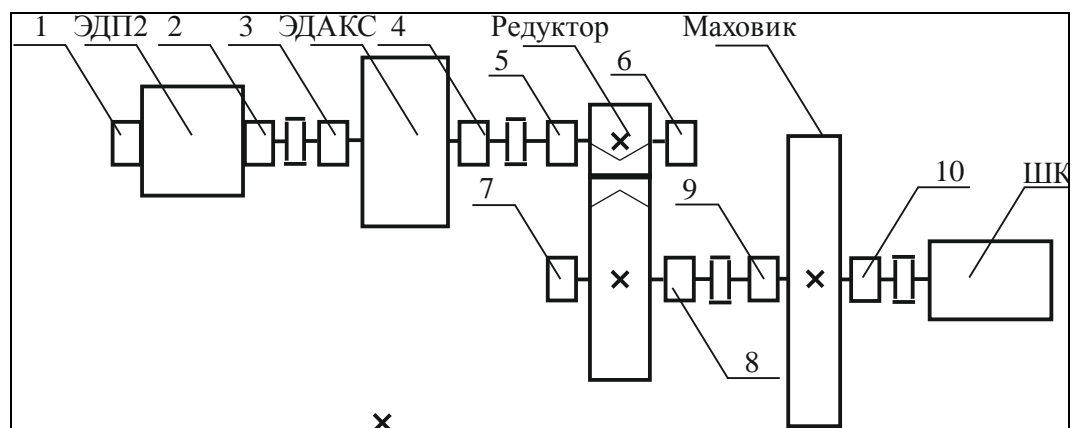


Рис. 2. Схематичное представление диагностируемого агрегата (вид сверху)

ЭДП2 – электродвигатель постоянного тока, ЭДАКС - электродвигатель асинхронный, ШК – шестеренная клеть

На рис. 3 представлено фотографическое изображение диагностируемого агрегата.



*Рис. 3. Общий вид стана Шихау (со стороны привода)*

#### **1.4 Контролируемые параметры вибрации**

1.4.1 При оценке текущего вибрационного состояния оборудования в полном соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 10816-3-99 и других нормативных документов во всех точках (1 - 10 согласно обозначениям рис. 2) в полосе частот от 2 Гц до 1 кГц производились измерения общего уровня виброскорости (мм/сек, представление СКЗ).

1.4.2 Для оценки спектрального состава вибрации во всех точках производились дополнительные измерения спектров виброскорости (мм/сек, представление СКЗ) и виброускорения (м/с<sup>2</sup>, представление ПИК) в стандартной полосе частот, согласно положениям ГОСТ ИСО 10816-3-99.

1.4.3 Контроль текущего состояния подшипниковых узлов производился с использованием замеров пик-фактора, эксцесса и спектра огибающей (м/с<sup>2</sup>, представление ПИК) с настройками для наиболее информативных полос частот.

1.4.4 Дополнительно, для оценки характеристик колебательных процессов, производились замеры формы сигнала в пользовательских полосах частот.

1.4.5 Для оценки состояния фундаментной рамы производилось снятие контурных характеристик и выполнялись различные замеры вибрации.

1.4.6 Все измерения производились в полном соответствии с утвержденной Программой виброобследования.

## 2. Результаты вибрационного обследования

В результате настоящего виброобследования была проведена оценка текущего состояния электродвигателей, редуктора, опор маховика и фундаментных рам стана Шихау Прокатного цеха №1 ОАО «Металлургический завод «Электросталь» в полном соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 10816-3-99, других нормативных документов п.1.2 настоящего отчета в объемах, предусмотренных Программой виброобследования (Приложение 2). Для этого по каждой точке во всех направлениях в полосе частот 2 – 1000 Гц измерялись значения общего уровня виброскорости (мм/сек). Дополнительно, для диагностики наиболее ответственных узлов осуществлялся контроль различных вибрационных параметров, таких как эксцесс, пик-фактор и форма сигнала с выбранными настройками. Для оценки спектрального состава вибрации во всех измерительных точках производились замеры прямых спектров виброскорости и виброускорения в стандартных полосах частот со стандартным представлением единиц и спектра огибающей. Оценка состояния фундаментной рамы выполнялась путем снятия контурных характеристик. Ниже представлены основные результаты виброобследования.

### 2.1 Сводка общего уровня

В таблице 1 представлена сводка общего уровня виброскорости, полученная во всех контролируемых точках в плоскостях подшипников и максимальные значения общего уровня виброускорения, согласно обозначениям п.1.3.2 настоящего отчета соответственно.

**Таблица 1.** Сводка общего уровня виброскорости (мм/сек, СКЗ) и виброускорения (м/с<sup>2</sup>, Пик) подшипниковых узлов

Точка измерения	Среднеквадратичное значение виброскорости (мм/с), для направлений измерения, частотный диапазон 10...1000 Гц			Виброускорение $a_{СКЗ}/a_{Пик}$ , м/с <sup>2</sup> (10...10000 Гц)
	Вертикальное	Поперечное	Осевое	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
ШК				

Примечания: \* - значения на лапе механизма; \*\* - значения на фундаменте.

Анализ проведенных замеров показал, что уровень вибрации во всех точках по всем направлениям не превышает границу зоны состояния «ДОПУСТИМО»

## 2.2 Спектральный анализ

2.2.1 Ниже, на рисунках 4, 5 и 6 представлены спектры виброскорости (мм/сек, СКЗ) в низкочастотном диапазоне, измеренные в точках с максимальной вибрацией (точки 2, 4 и 5 соответственно).

*Рис. 4. Спектр виброскорости (Точка 2, поперечное направление)*

*Рис. 5. Спектр виброскорости (Точка 4, осевое направление)*

*Рис. 6. Спектр виброскорости (Точка 5, вертикальное направление)*

На спектре в точке 2 доминируют составляющие на частоте вращения и ее гармониках, а также составляющая на частоте 42,5 Гц, на спектре в точке 4 – составляющая электромагнитной природы на частоте 50 Гц, а на спектре в точке 5 – гармонический ряд от частоты вращения. Однако, амплитуды составляющих 0,5 мм/сек, что свидетельствует об отсутствии развитых дефектов.

2.2.2 На подшипниках редуктора и на его корпусе доминируют составляющие на частоте зубозацепления (145 Гц). На рис. 7 представлен спектр виброскорости (мм/сек, СКЗ) в стандартной полосе частот, полученный в точке 6 в вертикальном направлении.

2.2.3 На рис. 8 представлен спектр виброускорения (м/с<sup>2</sup>, Пик) в стандартной полосе частот, а на рис. 9 представлен сравнительный анализ амплитудно-частотного состава вибрации в точках 1 и 2 в вертикальном направлении.

*Рис. 7. Спектр виброскорости (Точка 6, вертикальное направление)*

*Рис. 8. Спектр виброускорения (Точка 2, вертикальное направление)*

*Рис. 9. Окно сравнения спектров (Точка 1, вертикальное направление – ближний график, Точка 2, вертикальное направление – дальний)*

## 2.3 Расширенный анализ

Проведенный расширенный анализ результатов измерений также выявил ряд незначительных замечаний. Так в точке 6 в вертикальном направлении на временном сигнале присутствуют удары с частотой вращения быстроходного вала редуктора (рис. 10).

*Рис. 10. Форма сигнала (Точка 6, вертикальное направление)*



На спектре огибающей в точке 1 (привод М-2) в вертикальном направлении наблюдается составляющая на частоте 43,75 Гц и ее гармонике, свидетельствующая об ухудшении смазки подшипника (рис. 11).

*Рис. 11. Спектр огибающей (Точка 1, вертикальное направление)*

Однако в целом, на большинстве измерительных точек наблюдается стабильный временной сигнал (рис. 12), подтверждающий удовлетворительную работу оборудования.

*Рис. 12. Форма сигнала (Точка 9, вертикальное направление)*

### 3. Выводы и рекомендации

В результате настоящего виброобследования в рамках работ по оценке текущего технического состояния было проведено диагностирование электродвигателей, редуктора, опор маховика и фундаментных рам стана Шихау Прокатного цеха №1 ОАО «Металлургический завод «Электросталь» в полном соответствии с требованиями действующей нормативной базы (ГОСТ ИСО 10816-3-99 и др.). Для этого во всех доступных контролируемых точках (рис. 2) в полосе частот 2 – 1000 Гц измерялись значения общего уровня виброскорости (мм/сек, СКЗ). Для выявления возможных причин повышенной вибрации во всех измерительных точках производился контроль и последующий анализ спектров виброскорости и виброускорения в стандартных полосах частот. Дополнительно производился спектральный анализ в низкочастотной области при высоком спектральном разрешении. Оценка состояния подшипниковых узлов выполнялась на основании результатов замеров спектра огибающей. Дополнительно, для углубленной диагностики наиболее ответственных узлов осуществлялся контроль различных вибрационных параметров, таких как эксцесс, пик-фактор и форма сигнала с выбранными в процессе работы настройками. Оценка состояния фундаментных рам производилось по данным контурных характеристик. Кроме того, в рамках данных работ был произведен визуальный осмотр болтовых соединений и оценка состояния наиболее ответственных узлов с использованием стетоскопа.

Краткая сводка результатов измерений общего уровня вибрации по всем контролируемым точкам представлена в таблице 2 пункта 2.1 настоящего отчета. Проведенные измерения показали, что общий уровень виброскорости во всех точках не превышает значения 1 мм/сек, а состояние агрегата относится к зоне «ДОПУСТИМО».

В результате проведения спектрального анализа результатов полученных виброизмерений, а также оценки дополнительных параметров, таких как пик-фактор, эксцесс, форма сигнала и т.д. были выявлены следующие отклонения в работе диагностируемого оборудования:

- расцентровка в районе муфты М1 – редуктор,
- износ подшипникового узла Точка 2 (рабочая сторона привода постоянного тока М-2),
- нарушение жесткости и значительные повреждения фундамента шестеренной клетки.

При условии низкой загрузки данного агрегата возможна его длительная эксплуатация. Для устранения выявленных неисправностей рекомендуется в ближайший плановый ремонт произвести следующий комплекс мероприятий:

- осмотр подшипника в точке 2, проведение дополнительного смазывания и организация дальнейшего контроля изменения параметра виброускорения;
- контроль режима смазывания и температуры масла (постоянно);
- контроль пятна контакта подшипников скольжения (точки 4 - 10) с периодичностью 1 раз в год (угол контакта не должен превышать  $100...110^{\circ}$ ).

Для повышения уровня загрузки агрегата и одновременной работе двух или трех клеток дополнительно необходимо:

- провести восстановление фундамента и зафиксировать положение рамы под шестеренной клетью;
- выполнить проверку соосности валов редуктора и двигателя АКС, при необходимости выполнить центровку;
- провести визуальный осмотр зубьев зубчатой передачи;
- выполнить проверку целостности валов редуктора и маховика.