

**Методические указания
по организации периодического мониторинга
редукторов черновой группы клеток непрерывного
стана МПМ ТПЦ-3 ОАО «XXX»
при помощи комплекса стационарной диагностики**

Вед. Инженер

Сушко А.Е.

**Москва
Сентябрь ____**

Введение

Настоящие методические указания по организации периодического вибрационного мониторинга состояния приводов клетей черновой группы непрерывного стана МПМ ТПЦ-3 ОАО «ХХХ» при помощи стационарного комплекса диагностики производства разработаны на основании проведенных исследований и замеров различных параметров вибрации на редукторах №4, 6 и 7 в декабре _____ года. Они предназначены для формализации проведения измерений и сбора необходимых достоверных вибрационных данных в рамках работ по накоплению статистики для определения наиболее информативных параметров вибрации и выработки правил автоматизированной диагностики. Методические указания содержат необходимые сведения об используемых средствах измерения и способах их поверки, рекомендации по объемам измерений, контролируемым параметрам вибрации, периодичности вибрационных обследований и диагностическим критериям.

1. Средства измерения и способы их поверки

Методические указания для проведения работ по сбору необходимых вибрационных данных разработаны для специализированного комплекса стационарной диагностики. В состав комплекса входят 2 блока коммутации и 2 блока индикации, 63 датчика вибрации СМСР 1100, производства фирмы STI, и 7 датчиков оборотов IF 5645. В качестве сборщиков данных могут быть использованы виброанализаторы.

2. Контролируемые параметры

В ходе проведенных вибрационных исследований подшипниковых узлов и зубчатых зацеплений редукторов клетей черновой группы стана МПМ ТПЦ-3 все измерительные точки по количеству и типу контролируемых вибрационных параметров были разделены на четыре основные группы: подшипники электродвигателей, подшипники входных валов, подшипники промежуточных валов и подшипники выходных валов. Ниже приведены характеристики параметров замеров для каждой из групп.

- подшипники электродвигателей
 - амплитуда/фаза 1-й гармоники (мкм), 4 линейных усреднения
 - спектр виброскорости от 2 до 200 Гц, 4 линейных усреднения (800 линий)
 - спектр виброскорости от 20 до 2000 Гц, 4 линейных усреднения (1600 линий)
 - спектр виброускорения от 100 до 10000 Гц, 4 линейных усреднения (1600 линий)
 - спектр огибающей до 500 Гц, фильтр 16 кГц, 4 линейных усреднения (1600линий)
 - спектр огибающей до 500 Гц, фильтр 25 кГц, 4 линейных усреднения (1600линий)

- подшипники входных валов
.....

- подшипники промежуточных валов
.....

- подшипники выходных валов
.....

По мере накопления статистики вибрационных данных и анализа фактического состояния оборудования во время ремонтов количество контролируемых параметров вибрации может быть сокращено и (или) изменено.

3. Методология проведения измерений

- 3.1. По результатам проведенных работ в базе данных были созданы модели подконтрольного оборудования и его структура (иерархическое расположение) и составлены маршруты обхода и контроля его вибрационных параметров. Максимальная эффективность вибрационного мониторинга достигается при периодическом сборе всех вибрационных данных по всем измерительным точкам, внесенным в маршруты обходов (Приложение 1), с обязательным выполнением требований, изложенных в руководстве по эксплуатации комплекса стационарной диагностики, и рекомендаций приведенных ниже.
- 3.2. Рекомендуемый режим работы оборудования во время сбора вибрационных данных – холостой ход, частоты вращения приводов клетей - 800 об/мин.
- 3.3. Во время проведения очередного обследования важно обеспечивать повторяемость режимов работы контролируемого оборудования (нагрузка, частота вращения и т.д.) как во время текущих измерений, так и от обследования к обследованию.
- 3.4. В связи с отсутствием нормативной документации на допустимый уровень вибрации редукторов для оценки вибрационного состояния поднадзорного оборудования рекомендуется использовать пороговые значения для состояний «Норма», «Предупреждение» и «Авария», рассчитанные по алгоритмам, приведенным в Приложении 2.
- 3.5. Во время выполнения работ по сбору вибрационных данных для диагностического мониторинга поднадзорного оборудования необходимо обеспечить периодичность сбора данных не реже 1 раза месяца (для агрегатов с вибрационным состоянием «Норма»). Для агрегатов с вибрационным состоянием «Предупреждение» и «Авария» время между обследованиями должно быть сокращено. Решение об уменьшении интервала между обследованиями принимается индивидуально, на основании имеющегося опыта и накопленной статистики.
- 3.6. Срок между обследованиями оборудования может быть увеличен, если интервал между капитальными ремонтами превышает 1 год. В этом случае интервал между обследованиями должен составлять 1/10 – 1/12 межремонтного интервала.
- 3.7. Срок между обследованиями (даже для агрегатов с вибрационным состоянием «Норма») может быть сокращен при резком росте (более чем в 2 раза) какого-либо из параметров вибрации, в том числе и амплитуд отдельных составляющих на спектре виброскорости.
- 3.8. Перед выходом агрегата в ремонт или выводом из капитального ремонта в обязательном порядке должны быть в полном объеме, согласно существующим маршрутам обхода, проведены дополнительные внеочередные виброобследования.
- 3.9. Для повышения достоверности результатов вибрационной диагностики необходимо помимо периодического сбора вибрационных данных иметь полную информацию по проводимому техническому обслуживанию (ревизия подшипников, замена смазки и т.д.) и объемам ремонтных работ (центровка, замена подшипников, роторов электродвигателей и т.д.) подконтрольного оборудования. Эти сведения в обязательном порядке должны заноситься в поля

«Мероприятия» и «Ремонты» БД (соответствующие вкладки в форме редактирования агрегата в структуре).

- 3.10. Для прогноза состояния оборудования необходимо иметь сведения о графике работы оборудования (Останов – Неполная загрузка – Номинальный режим и т.д.). Эти данные фиксируются в поле «Статусы» БД (вкладка в форме редактирования агрегата в структуре).

4. Основные диагностические критерии

4.1. Оценка вибрационного состояния поднадзорного оборудования выполняется по результатам данных общего уровня виброскорости (могут быть рассчитаны по спектру до 200 Гц – замер «сп200v») с учетом значений пороговых уровней состояний «Предупреждение» и «Авария». Расчет значений пороговых уровней производится на основании алгоритма (Приложение 2).

4.2. Для выявления причин повышенной вибрации (в случае превышения значения порогового уровня «Предупреждение») необходимо использовать данные дополнительных замеров вибрации: спектров виброскорости и виброускорения, огибающей, амплитуды/фазы, дампов временных сигналов.

4.3. Для диагностики таких дефектов, как дисбаланс, расцентровка, излом, коленчатость, вибрации электромагнитной природы и т.д. рекомендуется использовать данные замеров спектров виброскорости. При выявлении расцентровок и дефектов муфт целесообразно использовать дополнительно данные амплитуды/фазы вибрации.

4.4. Для диагностики подшипниковых узлов и зубчатых зацеплений редукторов может быть эффективно применен узкополосный анализ. Для контроля рекомендуются следующие полосы:

.....

Приложение 1. Описание измерительных точек

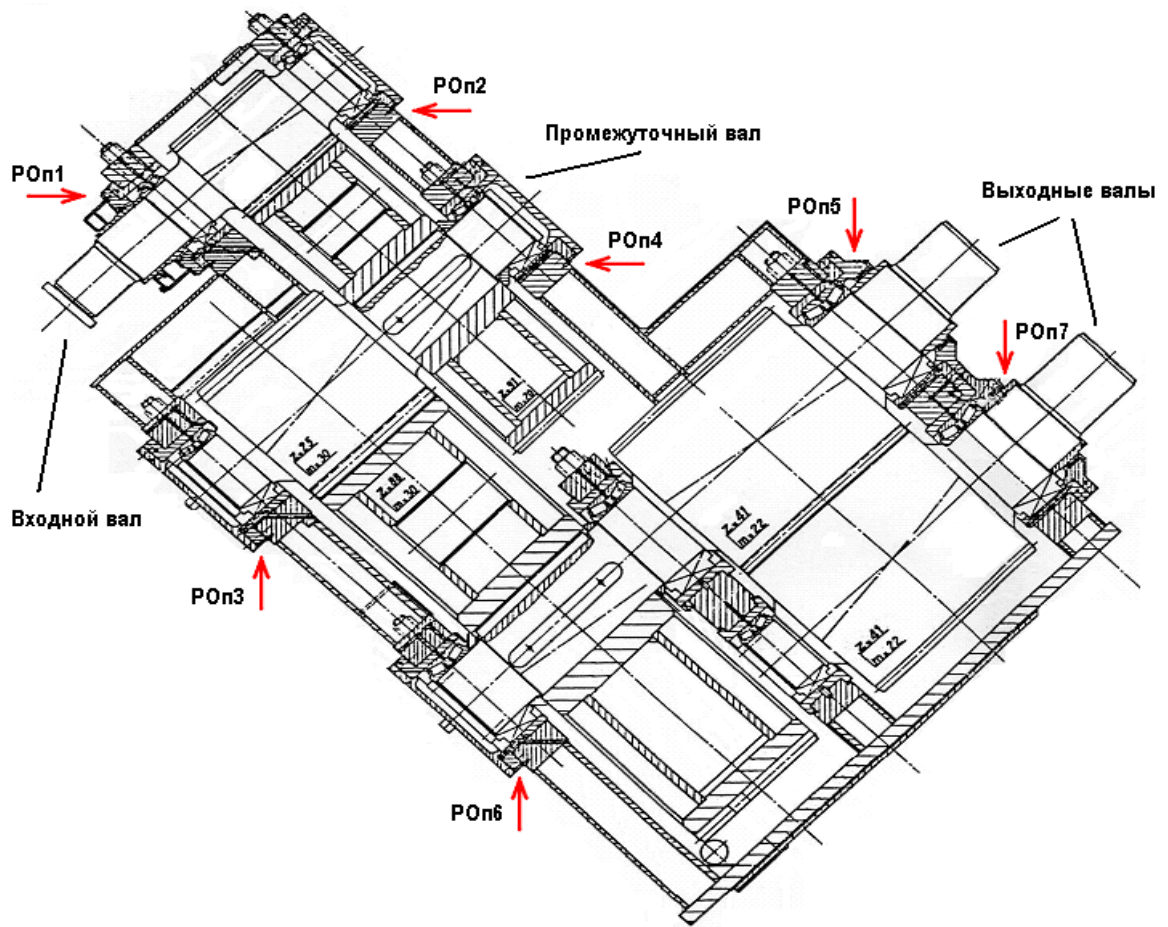


Схема редуктора клеток №1, 2 и 3 (7 измерительных точек)

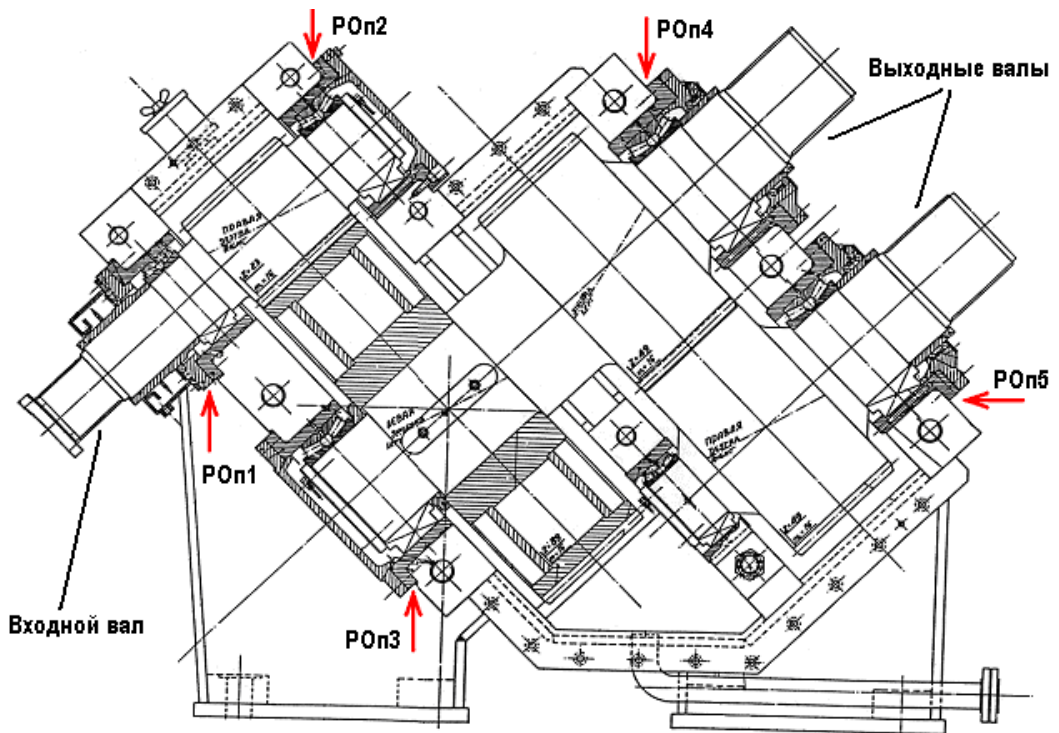


Схема редуктора клеток №4, 5, 6 и 7 (5 измерительных точек)

Нечетная сторона

Номер канала	Клеть	Обозначение в БД	Расположение точки
Канал 1	1	Кл1Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 2	1	Кл1Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 3	1	Кл1Д2Оп1	Полевая сторона электродвигателя №2
Канал 4	1	Кл1Д2Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №2
Канал 5	1	Кл1РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 6	1	Кл1РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 7	1	Кл1РОп3	Промежуточный вал (ближняя к э/д)
Канал 8	1	Кл1РОп4	Промежуточный вал (дальняя от э/д)
Канал 9	1	Кл1РОп5	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 10	1	Кл1РОп6	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 11	1	Кл1РОп7	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)
Канал 12	3	Кл3Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 13	3	Кл3Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 14	3	Кл3Д2Оп1	Полевая сторона электродвигателя №2
Канал 15	3	Кл3Д2Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №2
Канал 16	3	Кл3РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 17	3	Кл3РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 18	3	Кл3РОп3	Промежуточный вал (ближняя к э/д)
Канал 19	3	Кл3РОп4	Промежуточный вал (дальняя от э/д)
Канал 20	3	Кл3РОп5	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 21	3	Кл3РОп6	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 22	3	Кл3РОп7	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)
Канал 23	5	Кл5Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 24	5	Кл5Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 25	5	Кл5РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 26	5	Кл5РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 27	5	Кл5РОп3	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 28	5	Кл5РОп4	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 29	5	Кл5РОп5	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)
Канал 30	7	Кл7Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 31	7	Кл7Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 32	7	Кл7РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 33	7	Кл7РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 34	7	Кл7РОп3	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 35	7	Кл7РОп4	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 36	7	Кл7РОп5	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)

Четная сторона

Номер канала	Клеть	Обозначение в БД	Расположение точки
Канал 1	2	Кл2Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 2	2	Кл2Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 3	2	Кл2Д2Оп1	Полевая сторона электродвигателя №2
Канал 4	2	Кл2Д2Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №2
Канал 5	2	Кл2РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 6	2	Кл2РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 7	2	Кл2РОп3	Промежуточный вал (ближняя к э/д)
Канал 8	2	Кл2РОп4	Промежуточный вал (дальняя от э/д)
Канал 9	2	Кл2РОп5	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 10	2	Кл2РОп6	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 11	2	Кл2РОп7	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)
Канал 12	4	Кл4Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 13	4	Кл4Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 14	4	Кл4Д2Оп1	Полевая сторона электродвигателя №2
Канал 15	4	Кл4Д2Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №2
Канал 16	4	Кл4РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 17	4	Кл4РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 18	4	Кл4РОп3	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 19	4	Кл4РОп4	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 20	4	Кл4РОп5	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)
Канал 21	6	Кл6Д1Оп1	Полевая сторона электродвигателя №1
Канал 22	6	Кл6Д1Оп2	Рабочая сторона электродвигателя №1
Канал 23	6	Кл6РОп1	Входной вал (ближняя к э/д)
Канал 24	6	Кл6РОп2	Входной вал (дальняя от э/д)
Канал 25	6	Кл6РОп3	Выходной вал 1 (ближняя к э/д)
Канал 26	6	Кл6РОп4	Выходной вал 1 (дальняя от э/д)
Канал 27	6	Кл6РОп5	Выходной вал 2 (дальняя от э/д)

Приложение 2. Алгоритм расчета пороговых уровней вибрации

Для оценки вибрационного состояния электродвигателей клетей могут быть использованы нормы на допустимый уровень вибрации (критерии оценки вибрационного состояния) ГОСТ ИСО 10816-1-97 (Приложение Б) или более поздние редакции этого ГОСТа, а также специальные ГОСТы, регламентирующие допустимые уровни вибрации электрических машин (соответствующей мощности, частоты вращения и высоты оси вращения). Пороговые уровни вибрации редукторов (по причине отсутствия соответствующей нормативной базы) и более точные пороговые уровни вибрации электродвигателей должны быть рассчитаны статистическими методами на основании алгоритма, приведенного ниже. Для определения значений пороговых уровней состояний «Предупреждение» (машины непригодные для длительной непрерывной эксплуатации; данные машины могут функционировать ограниченный период времени, пока не появится подходящая возможность для проведения ремонтных работ) и «Авария» (машины с достаточно серьезными уровнями вибрации, которые могут вызвать повреждения) необходимо:

.....

Приложение 3. Характерные частоты поднадзорного оборудования

Ниже приведены таблицы характерных частот приводов и редукторов клеток № 1 – 7 при частоте вращения привода – 800 об/мин. Таблицы автоматического расчета характерных частот (в том числе подшипниковых – для описанных параметров подшипников) для произвольной частоты вращения привода находятся в файле freq.xls, который поставляется вместе с БД.

Редуктор №1

Точка	Фвр	Фзуб1	Фзуб2
Кл1Д1Оп1	13,33333		
Кл1Д1Оп2	13,33333		
Кл1Д2Оп1	13,33333		
Кл1Д2Оп2	13,33333		
Кл1РОп1	13,33333	333,3333	
Кл1РОп2	13,33333	333,3333	
Кл1РОп3	3,663004	333,3333	91,57509
Кл1РОп4	3,663004	333,3333	91,57509
Кл1РОп5	1,040626	42,66567	91,57509
Кл1РОп6	1,040626	42,66567	91,57509
Кл1РОп7	1,040626	42,66567	91,57509

Редуктор №2

Точка	Фвр	Фзуб1	Фзуб2
Кл1Д1Оп1	13,33333		
Кл1Д1Оп2	13,33333		
Кл1Д2Оп1	13,33333		
Кл1Д2Оп2	13,33333		
Кл1РОп1	13,33333	426,6667	
Кл1РОп2	13,33333	426,6667	
Кл1РОп3	5,140562	426,6667	128,5141
Кл1РОп4	5,140562	426,6667	128,5141
Кл1РОп5	1,460387	59,87587	128,5141
Кл1РОп6	1,460387	59,87587	128,5141
Кл1РОп7	1,460387	59,87587	128,5141

Редуктор №3

Точка	Фвр	Фзуб1	Фзуб2
Кл1Д1Оп1	13,33333		
Кл1Д1Оп2	13,33333		
Кл1Д2Оп1	13,33333		
Кл1Д2Оп2	13,33333		
Кл1РОп1	13,33333	333,3333	
Кл1РОп2	13,33333	333,3333	
Кл1РОп3	4,901961	333,3333	122,549
Кл1РОп4	4,901961	333,3333	122,549
Кл1РОп5	1,945223	79,75412	122,549
Кл1РОп6	1,945223	79,75412	122,549
Кл1РОп7	1,945223	79,75412	122,549

Редуктор №4

Точка	Фвр	Фзуб1	Фзуб2
Кл1Д1Оп1	13,33333		
Кл1Д1Оп2	13,33333		
Кл1Д2Оп1	13,33333		
Кл1Д2Оп2	13,33333		
Кл1РОп1	13,33333	306,6667	
Кл1РОп2	13,33333	306,6667	
Кл1РОп3	2,713864	306,6667	119,41
Кл1РОп4	2,713864	306,6667	119,41
Кл1РОп5	2,713864	306,6667	119,41

Редуктор №5

Точка	Фвр	Фзуб1	Фзуб2
Кл1Д1Оп1	13,33333		
Кл1Д1Оп2	13,33333		
Кл1Д2Оп1	13,33333		
Кл1Д2Оп2	13,33333		
Кл1РОп1	13,33333	306,6667	
Кл1РОп2	13,33333	306,6667	
Кл1РОп3	3,036304	306,6667	133,5974
Кл1РОп4	3,036304	306,6667	133,5974
Кл1РОп5	3,036304	306,6667	133,5974

Редуктора № 6, 7

Точка	Фвр	Фзуб1	Фзуб2
Кл1Д1Оп1	13,33333		
Кл1Д1Оп2	13,33333		
Кл1Д2Оп1	13,33333		
Кл1Д2Оп2	13,33333		
Кл1РОп1	13,33333	306,6667	
Кл1РОп2	13,33333	306,6667	
Кл1РОп3	3,445693	306,6667	168,839
Кл1РОп4	3,445693	306,6667	168,839
Кл1РОп5	3,445693	306,6667	168,839