

**Отчет по диагностике хвостовых приводных межвальных
подшипников отсасывающего вала бумагоделательных машин и
вспомогательного насосного оборудования
бумагоделательных машин АО «XXX»**

Инженер

Сушко А. Е.

Москва

Содержание

1. Введение
 2. Схемы исследуемых узлов и частоты неисправностей
 3. Общие методические замечания по выбору измерительных точек и типам замеров
 4. Результаты вибрационных обследований
 5. Выводы и рекомендации по диагностике узлов бумагоделательных машин
- Приложение 1. Основные виды дефектов подшипников качения

1. Схемы исследуемых узлов и частоты неисправностей

1.1. Схема исследуемой установки

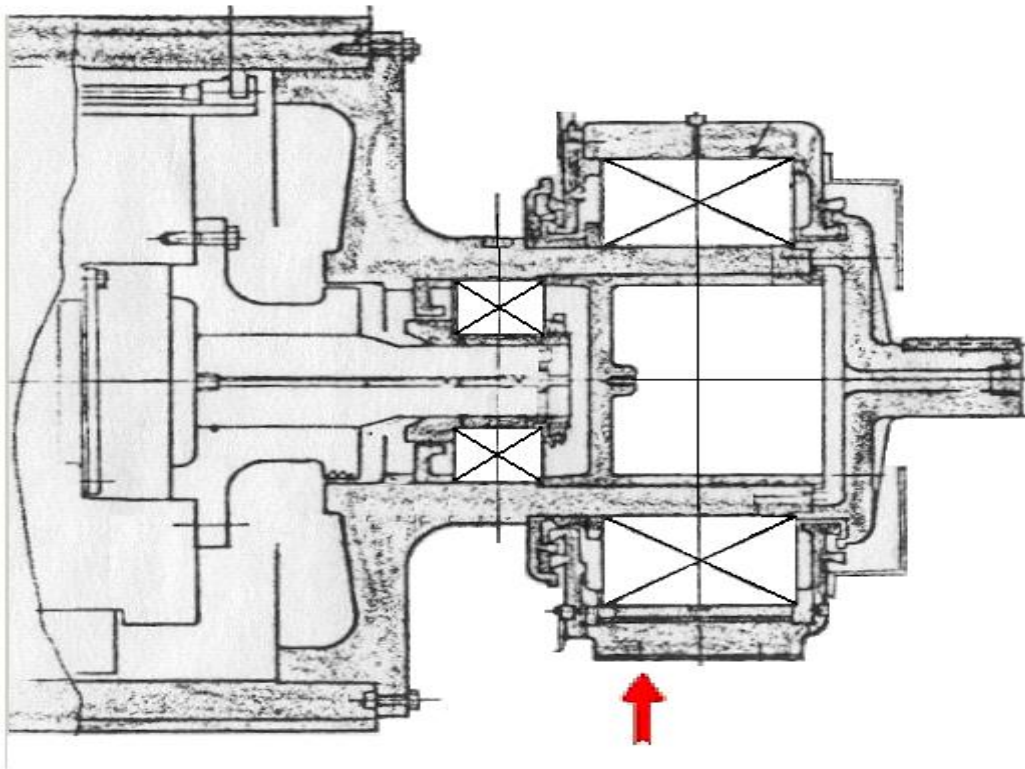


Рис. 1. Схематичное представление исследуемого узла (подшипники отсасывающего вала)

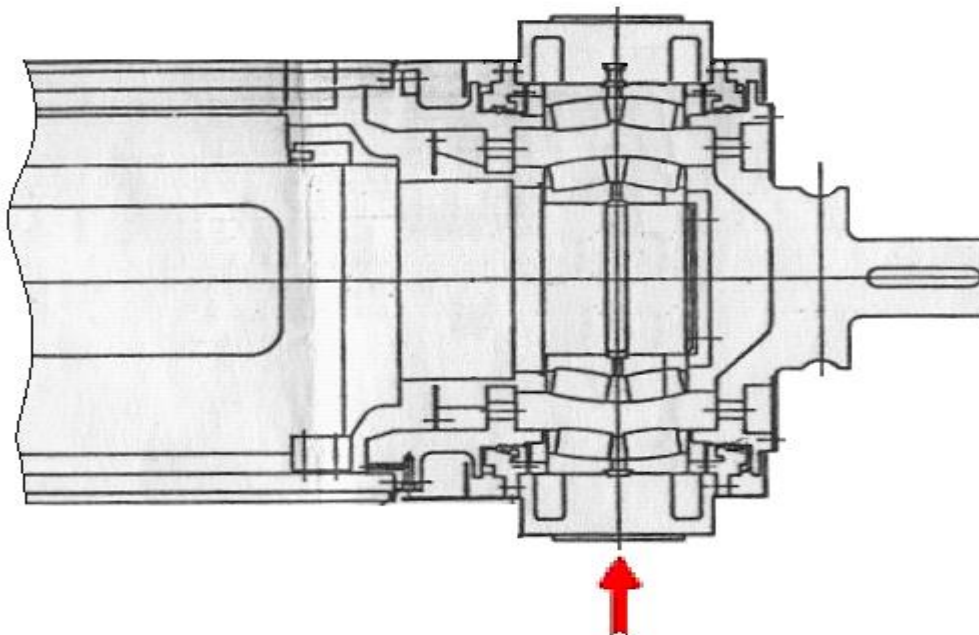


Рис. 2. Схематичное представление исследуемого узла (подшипники отсасывающего вала)

1.2. Частоты неисправностей подшипников

Агрегат	Подш.	Fвр, Гц	Fсеп, Гц	Fтк, Гц	Fнар, Гц	Fвн, Гц
БМ-1	23184	4,27	1,87	16,82	39,34	50,33
	22330	4,1	2,42	10,85	25,26	36,24
БМ-2	23184	4,27	1,87	16,82	39,34	50,33
	22330	4,1	2,42	10,85	25,26	36,24
БМ-3	230/560	4,5	2,04	23,68	57,13	68,87
	3536	4,0	1,72	13,81	32,7	43,3

Подш. – номер подшипника

Fвр, Гц – частота вращения вала в герцах

Fсеп, Гц – частота вращения сепаратора в герцах

Fтк, Гц – частота вращения тел качения в герцах

Fнар, Гц – частота перекатывания тел качения по наружному кольцу в герцах

Fвн, Гц – частота перекатывания тел качения по внутреннему кольцу в герцах

2. Общие методические замечания по выбору измерительных точек и типам замеров

2.1. Выбор измерительных точек

Для правильной оценки вибрационного состояния подшипника качения необходимо выбрать измерительные точки как можно ближе к нагруженной зоне. Для диагностики радиальных подшипников низкооборотных машин по возможности необходимо устанавливать датчик в вертикальном направлении снизу, для упорных – в осевом направлении (параллельно оси вала) в нижней части подшипникового корпуса. При измерениях для установки датчика должен быть использован магнит. Точки измерения рекомендуется выбирать в соответствии со схемами 1, 2 и 3.

2.2. Выбор контролируемых параметров

Для объективной оценки вибрационного состояния как всего агрегата в целом, так и его подшипниковых узлов необходимо измерение прямых спектров виброскорости, виброперемещения и виброускорения, дампов временных сигналов. С учетом специфики тихоходного оборудования рекомендуется проводить все замеры с максимальным спектральным разрешением. При диагностике подшипников качения необходимо измерение прямого спектра виброускорения до 10-20 кГц, на основании которого выбирается величина полосы 1/3 октавного фильтра спектра огибающей в необходимой полосе частот (граница задается на основании рассчитанных частот неисправностей с соответствующим фильтром). При измерении спектра огибающей для получения более точного результата рекомендуется выбирать количество усреднений не менее 16. Для количественного нормирования вибрации необходимо измерять общий уровень виброскорости в исследуемых полосах частот. Кроме того, для более точной оценки состояния подшипника может быть измерена форма огибающей сигнала и эксцесс.

4. Выводы и рекомендации по диагностике узлов бумагоделательных машин

В результате проведенного виброобследования хвостовых приводных межвальных подшипников отсасывающего вала бумагоделательных машин 1, 2 и 3 были выработаны некоторые методические замечания и рекомендации по организации вибромониторинга с учетом специфики данного оборудования. В ходе выполнения диагностических работ была выяснена невозможность определения состояния межвального подшипника методом спектра огибающей. Для выделения огибающей сигнала и последующего преобразования Фурье используется высокочастотная составляющая вибросигнала, которая быстро затухает по мере удаления от места ее возникновения. В силу конструктивных особенностей исследуемого узла невозможно установить датчик в непосредственной близости от межвального подшипника, что приводит к потере «полезного» высокочастотного сигнала. В ходе виброобследования были измерены спектры огибающей на БДМ-1, 2 и 3 с различными 1/3-октавными фильтрами. Наиболее информативные замеры приведены на рис. 5, 11, 16. На всех спектрах частоты межвального подшипника отсутствуют. Метод диагностики по спектру огибающей может быть применен лишь для определения состояния основного подшипника рис. 11.

Наиболее информативными и перспективными замерами при проведении периодического мониторинга для оценки состояния подшипников качения являются спектры виброскорости (до 50 и до 200 Гц) и виброперемещения (до 20 и до 100 Гц) с разрешением 1600 линий, что позволит, например, на спектре до 100 Гц получить точность 0,0625 Гц/линию. При проведении замеров с меньшим разрешением намного повышается вероятность пропуска дефекта из-за зашумленности вибросигнала в низкой полосе частот и невозможности отделить подшипниковую частоту от других составляющих вибрации. Другим информативным замером является дамп временного сигнала, который позволяет записывать колебания точки во времени (от нескольких миллисекунд до нескольких минут). При проведении периодического мониторинга будут полезны такие замеры как пик-фактор (отношение пикового значения вибрации к средне квадратичному) и эксцесс, который может быть использован в качестве дополнительного критерия оценки состояния подшипника.

Для получения хороших результатов при диагностике подшипниковых узлов рекомендуется осуществлять периодический мониторинг (виды измерений перечислены выше) с целью повышения надежности работы оборудования и сведения к минимуму возможных аварийных ситуаций. В качестве спектроанализатора для ведения периодического мониторинга и выборочной диагностики узлов рекомендуется использовать прибор _____ (низкочастотное или обычное исполнение) с датчиками _____, которые удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям. При необходимости прибор может быть модифицирован, так для диагностики подшипниковых узлов методом эксцесса могут быть уменьшены значения фильтров при расчете значения эксцесса ВЧ.

Приложение 1. Основные виды дефектов подшипников качения

№	Вид дефекта	Основные частоты	Дополнительные частоты модуляции	Наличие боковых ч.	Примечание
1	Проскальзывание кольца в посадочном месте	$f_{\text{вр}}$	$kf_{\text{вр}} \quad k=2,3,4\dots$ $k>10$	нет	Рост ОУ ВЧ, Нет других составляющих
3	Обкатывание наружного (неподвижного) кольца	$f_{\text{вр}}$	Возможно небольшое число гармоник, нечетных	отсутствуют	Роста ОУ ВЧ нет
4	Неоднородный радиальный натяг	$2f_{\text{вр}}$	$kf_{\text{вр}}+k_1f_{\text{вр}}$ $k=1,3,5\dots$ $k_1=4,6,8\dots$	нет	Роста ОУ ВЧ нет, спад амплитуд гармоник
5	Перекося наружного кольца	$2f_{\text{нар}}$	$kf_{\text{нар}}$ $k_1=1,3,4,5\dots$	нет	Проявляется преимущественно на четных гармониках
6	Износ наружного кольца	$f_{\text{нар}}$	$kf_{\text{нар}}$ $k=2,3,4, \dots$	При дисбалансе $kf_{\text{нар}}\pm k_1f_{\text{вр}}$ $k_1=1,2,3, \dots$	спад амплитуд гармоник с ростом k , Рост ОУ ВЧ
7	Раковины (трещины) на наружном кольце	$f_{\text{нар}}$	$kf_{\text{нар}}$ $k=2,3,4, \dots \quad k>10$	Нет	Спада амплитуд гармоник с ростом k нет
8	Износ внутреннего кольца	$f_{\text{вр}}$	$kf_{\text{вр}}+k_1f_{\text{вн}}$ $k=2,3,4\dots$ $k_1=1,2,3, \dots$	Нет	Рост ОУ ВЧ, спад амплитуд гармоник с ростом k небольшие $k_1f_{\text{вн}}$
9	Раковины (трещины) на внутреннем кольце	$f_{\text{вн}}$	$kf_{\text{вн}}$ $k=2,3,4\dots$	$kf_{\text{вн}}\pm k_1f_{\text{вр}}$ $k_1=1,2,3, \dots$ $k=1,2,3, \dots$	Рост ОУ ВЧ. Спада амплитуд гармоник с ростом k нет
10	Износ тел качения и сепаратора	$f_{\text{сеп}}$	$kf_{\text{сеп}}+k_1(f_{\text{вр}}-f_{\text{сеп}})$ (при дисбалансе) $+k_2f_{\text{вр}}$ $k=2,3,4, \dots$ $k_1=1,2,3, \dots$	нет	Рост ОУ ВЧ, спад амплитуд гармоник с ростом k
11	Раковины (сколы) на телах качения	$2f_{\text{тк}}$	$kf_{\text{тк}}+k_1f_{\text{сеп}}$ $k=2,3,4, \dots$	$kf_{\text{тк}}\pm k_1f_{\text{сеп}}$ $k_1=1,2,3, \dots$ $k=1,2,3, \dots$	спад амплитуд гармоник $f_{\text{сеп}}$ с ростом k_1 , Наличие, четных гармоник $f_{\text{тк}}$
12	Дефекты группы поверхностей качения	—	$kf_{\text{нар}}+k_1f_{\text{сеп}}$ или $kf_{\text{нар}}+k_1f_{\text{вн}}=f_{\text{вр}}z$ или $kf_{\text{нар}}+1/k_1f_{\text{вр}}$ или $kf_{\text{нар}}+k_1f_{\text{вр}}$ или $(f_{\text{вр}}-f_{\text{сеп}})(z+1)kf_{\text{вр}}$ $k=1,2,3, \dots$	—	Рост ОУ ВЧ