

УДК 677.054.89:004.94

**ДИАГНОСТИКА БАТАННОГО МЕХАНИЗМА ТКАЦКОГО СТАНКА
МЕТОДАМИ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
И ВЕЙВЛЕТ-РАЗЛОЖЕНИЯ УСКОРЕНИЙ**

**DIAGNOSIS OF THE LOOM'S LATHE MECHANISM
BY THE METHOD OF HARMONIC ANALYSIS
AND WAVELET DECOMPOSITION OF ACCELERATIONS**

*В.В. СИГАЧЕВА
V.V. SIGACHEVA*

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)
(Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)
E-mail: sigacheva2006@mail.ru

Выявлена связь компонент амплитудно-частотного спектра ускорений с износом кинематических пар механизма. На основе вейвлет-анализа определены: износ кинематических пар на фазовом угле поворота главного вала и общий износ механизма по статистическим показателям детализирующих коэффициентов высокочастотных составляющих.

A relation of the amplitude-frequency spectrum's component to the mechanism's kinematics pairs wear. On the basis of wavelet analysis determined wear of kinematics pairs on the phase angle of rotation of the main shaft and the general deterioration of the mechanism by statistical indicators detailing coefficients of high frequency components.

Ключевые слова: диагностика, ткацкий станок, батанный механизм, износ, спектр, вейвлет-анализ.

Keywords: diagnostics, loom, lathe mechanism, wear, spectrum, wavelet analysis.

Диагностика ткацких станков, имеющих большое количество механизмов, взаимодействующих по жесткой и точной циклограмме, является актуальной задачей, обеспечивающей надежное качество своевременного ремонта. Учитывая большие

инерционные и технологические нагрузки тканеобразующих механизмов, нелинейный характер ускорений, рационально для диагностики использовать аппаратуру, измеряющую ускорения [1].

Ускорения получены с датчиков виброускорений, которые крепились на берде над двумя приводными механизмами (ветвями) батана. Эти ускорения существенно отражают реальное техническое состояние приводных механизмов, что подтверждено многолетним опытом фабричной диагностики.

Разложение сигнала, при диагностике на элементарные гармоники, основанного на преобразовании Фурье, позволяет определить интенсивность и частоту всех составляющих сигнала [1]. Исследование сигналов проводили как в собственных программах, так и в системе MATLAB [2].

Исходные сигналы – ускорения, полученные при диагностировании приводных левых ветвей батана станков № 5 (рис. 1-а), и № 11 (рис. 1-б), где по оси абсцисс для сигнала приведены: текущее время оборота t , с, и угол поворота, а для соответствующих спектров сигналов (рис. 1-в, г) – частота и номер гармоники. Размерность сигнала по оси ординат соответствует второй передаточной функции (отношению углового ускорения берда к квадрату угловой скорости главного вала).

На рис. 1 представлены ускорения и амплитудно-частотные спектры приводных механизмов батана станков № 5 (а, в) и № 11 (б, г).

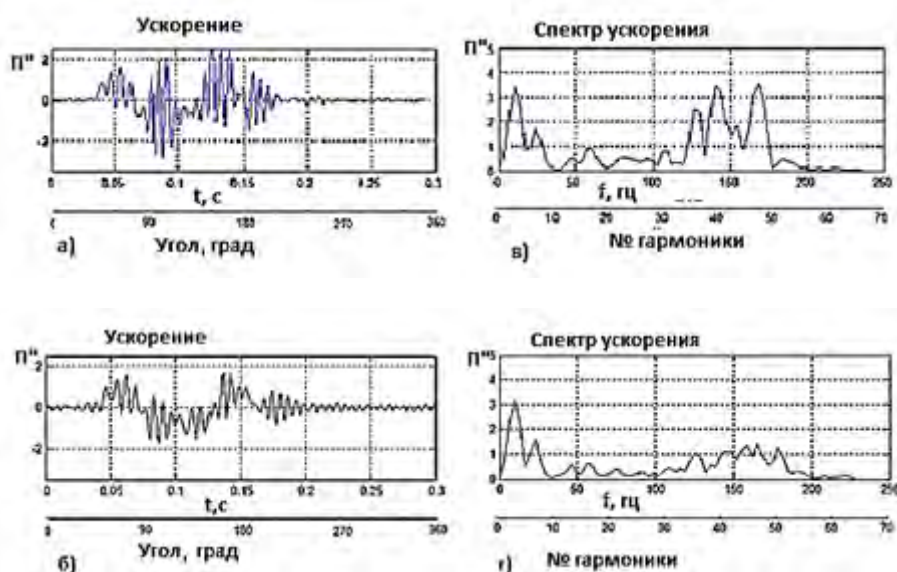


Рис. 1

По спектру сигнала, изображенного на рис. 1- в, г, видно, что наибольшую значимость имеют первые 65 гармонических составляющих. Также можно сказать, что станок № 11 имеет более гладкую спектральную характеристику, что свидетельствует о том, что он находится в более хорошем техническом состоянии. Связь гармоник спектра с износом кинематических пар механизма определена в [1], [4].

Нелинейный сложный характер перемещения батана формирует необходимость определения диагностических показателей по компонентам, состоящим из нескольких гармоник. Первые 8 гармоник спектра ха-

рактеризуют низкочастотную составляющую ускорения, и у механизма 11-го станка амплитуда на этом участке меньше, так как у него меньше дополнительных составляющих, вызванных повышенным износом. Сумма гармоник 9...24 отражает износ втулок подбатанного вала, судя по уровню амплитуд, он выше у 5-го станка. Повышенный износ пары кулак-ролик (гармоники 34...43), поверхности кулака (гармоники 52...60), подшипников (гармоники 44...51) также характерен для 5-го станка. Левая ветвь батана у станка №11 в удовлетворительном состоянии.

Таким образом, по гармоническим составляющим произведено сравнение двух приводных механизмов, имеющих различное техническое состояние. Однако, анализируя спектр сигнала, нельзя сказать о зависимости его амплитуд от угла поворота главного вала станка [1], [4].

Для выявления диагностических параметров в [3] использован вейвлет - анализ колебательного процесса ускорения на базе вейвлета Морле, задаваемого аналитически [2]. При этом для каждого информационного массива (механизма) приходилось подбирать свой вейвлет, а для выделения полосы частот – свой коэффициент масштабирования.

В настоящей статье приведены результаты обработки ускорений по более результативной методике. Большинство типов вейвлетов не имеют аналитического описания в виде одной формулы, а задаются итерационными выражениями, легко вычисляемыми компьютерами, например, вейвлет Добеши. Вейвлет - базисы могут быть хорошо локализованными как по частоте, так и по времени. При выделении в сигналах хорошо локализованных разномасштабных процессов можно рассматривать только те масштабные уровни разложения, которые представляют интерес.

Для обработки колебательного процесса ускорения, полученного при диагностировании механизмов ткацкого станка, использовали систему MATLAB, пакет Wavelet Toolbox. В данном приложении имеется возможность нахождения статистических характеристик для исследуемого сигнала и всех его составляющих на любом уровне разложения. Изначально данные загружаются в память программы, при помощи стандартных команд выделяется массив, описывающий сигнал. После загрузки сигнала указывается название вейвлета, в данном случае применялся вейвлет Добеши (db), его порядок 10-й и уровень разложения 4-й.

На рис. 2 (вейвлет-анализ ускорений механизма батана) представлены: график исходного сигнала ускорений для левой ветви батана 5-го станка - s, графики компонент, восстановленных чисто по аппроксимиру-

ющим коэффициентам – a_1, a_2, a_3, a_4 , детализирующим коэффициентам – d_1, d_2, d_3, d_4 и спектрограмма детализирующих коэффициентов cfs.

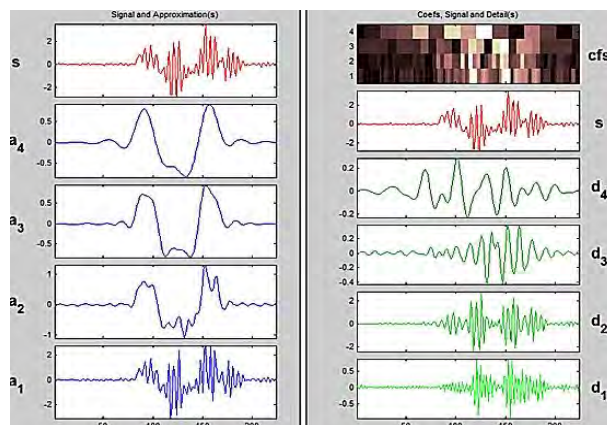


Рис. 2

Из графиков видно, что выделение низкочастотной составляющей происходит поэтапно, чем выше уровень, тем меньше высокочастотных составляющих. Компонента третьего уровня разложения по аппроксимирующим коэффициентам по форме наиболее приближена к кинематическому ускорению.

Анализ детализирующих коэффициентов показал, что наиболее информативными для диагностики являются коэффициенты второго уровня. Графики компонент, восстановленных по детализирующим коэффициентам второго уровня разложения – d_2 для исследуемых батанных механизмов станков № 5 (а) и № 11(б), приведены на рис. 3.

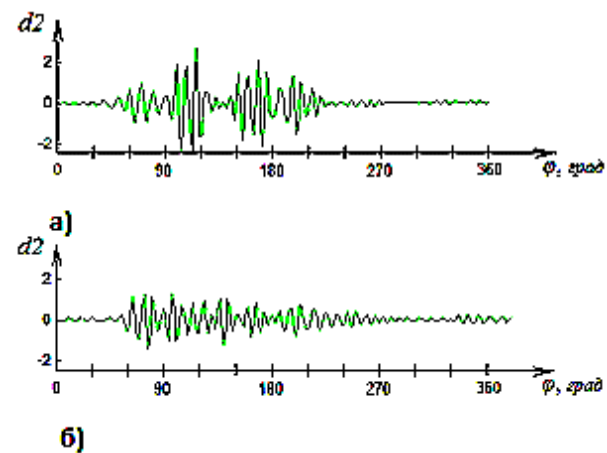


Рис. 3

Статистические характеристики детализирующих коэффициентов второго уровня разложения ускорений для исследуемых механизмов сведены в табл. 1. Из приведен-

ных результатов видно, что диапазон амплитуд и среднеквадратичное отклонение чувствительны к износу механизмов.

Т а б л и ц а 1

Номер станка, ветви левые	Среднее	Мода	Max	Min	Диапазон	Среднеквадратичное отклонение
№ 5	$1,9 \cdot 10^{-4}$	-0,062	2,71	-2,33	5,05	0,63
№ 11	$1,6 \cdot 10^{-5}$	-0,37	0,89	-1,029	1,91	0,3

Техническое состояние батанного механизма станка №11 удовлетворительное, так как статистические диагностические показатели детализирующих коэффициентов, такие как среднеквадратичное отклонение и математическое ожидание, в 2 раза ниже.

Как уже указывалось выше, при использовании вейвлет-преобразования имеется возможность сопоставить распределение показателей сигнала во времени. В данном случае речь идет об исследовании компонентных составляющих на угле поворота главного вала.

Из анализа детализирующих коэффициентов следует, что наиболее изношен механизм пятого станка, диапазон амплитуд для которого примерно равен 5, в то время как 11-й станок имеет диапазон, равный двум. Левая ветвь батана 11-го станка имеет равномерный разброс амплитуд высокочастотных составляющих ускорений на протяжении 2° , а у батана пятого станка наблюдаются всплески амплитуд на угле поворота $90...120^\circ$ и $150...180^\circ$, что соответствует прибору нити и возврату его в исходное состояние. Кулак левой ветви батана пятого станка подлежит замене – ввиду неравномерного износа по профилю.

ВЫВОДЫ

1. Диагностические показатели, полученные по компонентам гармонического анализа ускорения, характеризуют износ отдельных кинематических пар.

2. Вейвлет- анализ дополняет гармонический анализ статистическими оценками общего технического состояния и опреде-

лением области повышенного износа на фазовом угле поворота главного вала. По результатам анализа наиболее изношен приводной механизм батана 5-го станка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технические средства и методы виброакустической диагностики оборудования текстильной и легкой промышленности / Сигачева В.В. и др. – М.: Легпромбытиздат, 1993.
2. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК-Пресс, 2005.
3. Сигачева В.В. и др. Диагностирование дефектов кинематических пар батанного механизма ткацкого станка методом непрерывного вейвлет-преобразования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 4. С.85...88.
4. Сигачева В.В. и др. Диагностическая система оценки работоспособности ткацких станков // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 2. С.93...97.

REFERENCES

1. Tehnicheskie sredstva i metody vibroakusticheskoj diagnostiki oborudovanija tekstil'noj i legkoj promyshlennosti / Sigacheva V.V. i dr. – M.: Legprombytizdat, 1993.
2. Smolencev N.K. Osnovy teorii vejvletov. Vejvlety v MATLAB. – M.: DMK-Press, 2005.
3. Sigacheva V.V. i dr. Diagnostirovanie defektov kinematicheskikh par batannogo mehanizma tkackogo stanka metodom nepreryvnogo vejvlet-preobrazovanija // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2008, № 4. S.85...88.
4. Sigacheva V.V. i dr. Diagnosticheskaja sistema ocenki rabotosposobnosti tkackih stankov // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 1999, № 2. S.93...97.

Рекомендована кафедрой автоматизации производственных процессов. Поступила 10.10.16.