

УДК 677.054.89:004.94
DOI 10.47367/0021-3497_2022_2_237

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА
ТКАЦКОГО СТАНКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУШИЛЬНЫХ СЕТОК**

**DIAGNOSIS AND DEVELOPMENT OF THE WEAVING MACHINE
OPERATIONAL MONITORING SYSTEMS
FOR THE PRODUCTION OF DRYING NETS**

В.В. СИГАЧЕВА, И.Е. МЕНЯЙЛО

V.V. SIGACHEVA, I.E. MENIAILO

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна)

(St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design)

E-mail: sigacheva2006@mail.ru

Современные сушильные сетки, применяемые в производстве бумаги, не должны иметь технологических дефектов, возникающих при неудовлетворительном техническом состоянии оборудования. Приведены данные пред-

варительного диагностического обследования ткацкого станка с использованием переносного многовходового микропроцессорного прибора с энергонезависимой памятью, работающего с датчиками ускорения.

Датчики ускорения измеряют вибрацию в местах установки, отражающую износ кинематических пар механизмов ткацкого станка. Установлены диагностические показатели, критерии достоверности информации и выполнена ее идентификация реальному состоянию.

Разработан встраиваемый в ткацкий станок аппаратно-программный комплекс мониторинга технического состояния ткацкого станка, на основе датчиков вибрации, контроллера сбора данных и базы данных. Программа диагностирования выполняет обработку информации, определяет диагностические параметры, которые сравниваются с базовыми показателями, формируется вывод о техническом состоянии механизма или станка в целом. Результаты записываются, выводятся на экран, что позволит своевременно устранять технические неполадки. Предусмотрена сигнализация персоналу о предельных отклонениях технического состояния объекта. Все полученные измерения и основная диагностическая информация записываются в базу данных архива.

Modern drying nets used in the paper production should not have process defects that occur when the technical condition of the equipment is unsatisfactory. The data of a loom preliminary diagnostic using a portable multi-input microprocessor device with non-volatile memory, working with acceleration sensors, is presented. Acceleration sensors measure vibration at installation sites, reflecting the wear of kinematic pairs of loom mechanisms. Diagnostic indicators, criteria for the information reliability were established and its identification to the real state was performed.

A hardware-software complex for monitoring the technical condition of the loom, built into a loom, based on vibration sensors, a data collection controller and a database, has been developed. The diagnostic program performs information processing, determines diagnostic parameters that are compared with baseline parameters, and forms a conclusion about the technical condition of the mechanism or loom as a whole. The results are recorded and displayed on the screen, which will allow timely elimination of technical problems. Signaling to personnel about the maximum deviations of the technical condition of the facility is provided. All obtained measurements and basic diagnostic information are recorded into the archive database.

Ключевые слова: ткацкий станок, техническое состояние, мониторинг, программно-аппаратный комплекс, контроллер, вибрация, измерительный блок, диагностические параметры, сигнализация.

Keywords: loom, technical condition, monitoring, hardware-software complex, controller, vibration, measuring unit, diagnostic parameters, signaling.

Введение

Сушильные сетки, применяемые в производстве бумаги, должны обеспечивать их технологическую работоспособность и эксплуатационную надежность [1]. Эксплуатация сеток происходит в течение длительного срока в условиях высокой темпера-

туры (до 170°C), влажности, кислой среды (рН = 4±0,5), при скоростях до 1000 м/с и больших динамических нагрузках. Тканые полотна сетки вырабатываются из химических монопитей и специальных комплексных нитей с высокими механическими характеристиками, на тяжелых ткацких стан-

ках с рабочей шириной от 2 до 10 м. Требования к качеству сеток очень высокие. Сетки не должны иметь технологических дефектов, возникающих в процессе изготовления при неудовлетворительном техническом состоянии оборудования.

Модернизация эксплуатируемого оборудования посредством внедрения встроенной в станок диагностической системы позволит своевременно устранять технические неполадки и стабилизировать технологический процесс.

Дополнительная вибрация валов, приводных кулачково-рычажных механизмов рабочих органов возникает вследствие износа подшипников, муфт, соединений, способы диагностики которых описаны в трудах [2], [3]. Специфика ткацких станков, оснащенных всеми типами механизмов, требует индивидуального подхода к их диагностированию. Современный уровень приборостроения, увеличение сроков службы датчиков позволил разработать концепцию встроенной диагностической аппаратуры [4].

Разработан встраиваемый в ткацкий станок аппаратно-программный комплекс мониторинга технического состояния ткацкого станка на основе датчиков вибрации, контроллера сбора данных и базы данных.

Результаты и обсуждения

Разработке предшествовало предварительное диагностическое обследование

ткацкого станка с использованием переносного многоходового микропроцессорного прибора с энергонезависимой памятью, работающего с датчиками ускорения. Обработка массивов данных всех механизмов для определения диагностических параметров (ДП) технического состояния выполнялась на компьютере с использованием специально разработанного программного обеспечения [5]. По диагностическим параметрам оценивается остаточный рабочий ресурс, ремонтпригодность механизмов. Как показали исследования [6], при плановом использовании автоматизированной диагностической системы механизмов повышается ресурсосбережение ткацких станков за счет снижения энергопотребления, увеличения сроков эксплуатации.

Результаты предварительного диагностического обследования механизма батана показали: спектр колебаний отражает собственные частоты механизмов; низкочастотная составляющая ускорения подобна кинематическому ускорению, анализ ДП для механизма батана показал их корреляцию с износом муфтовых соединений, подшипников.

Для механизма батана одного из станков приведены результаты анализа экспериментального ускорения (рис. 1: а) – исходный процесс, б) – низкочастотная составляющая, в) – частотный спектр).

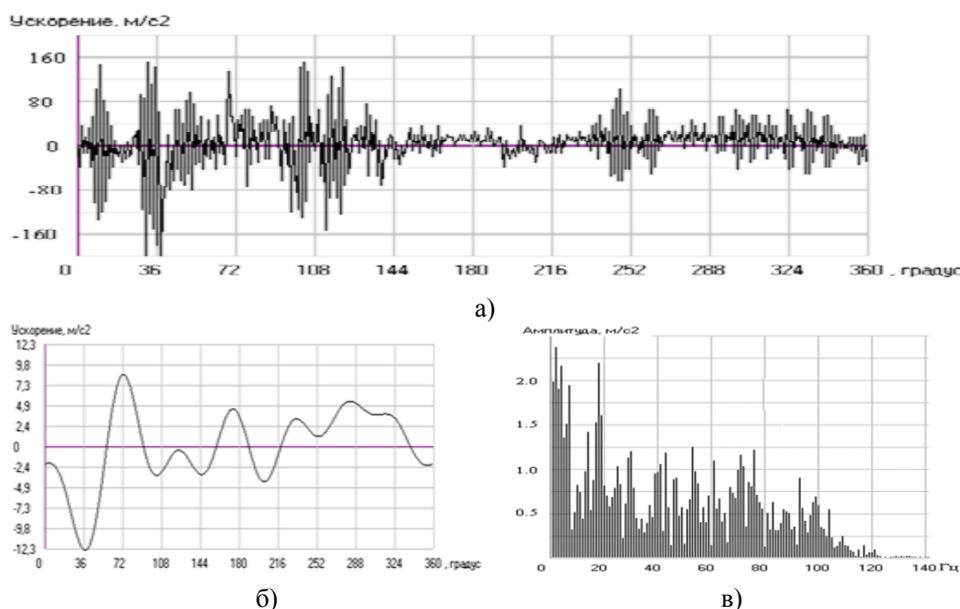


Рис. 1

У механизма батана станка № 5, в области частот 10-50 Гц, ДП в 2 раза выше нормы. Этот диапазон частот связан с узлом главного вала. Неисправность может быть в муфтовых соединениях главного вала, подшипниках. По процессу исходного ускорения, где 0 угла поворота главного вала соответствует началу прибоа утка, видно, что в связи с неисправностями в узле главного вала в период прибоа, поскольку нити сетки жесткие, возбуждаются колебания, амплитуда которых в 10 раз превосходит кинематическое ускорение. В то же время низкочастотная составляющая ускорения, определяющая инерционную силу прибоа? недостаточна по уровню. Это ухудшает качество прибоа утка. В начале движения батана назад снова возбуждаются колебания, как и при возврате в крайнее положение. Возбуждение колебаний в период выстоя ухудшает условия пролета челнока, повышает обрывность как уточной, так и основных нитей.

Предварительно установлены диагностические показатели, критерии достоверности информации и выполнена ее идентификация реальному состоянию. В качестве информационного сигнала выбрано ускорение. Для каждого параметра должна быть установлена "диагностическая точка", которая должна отвечать следующим требованиям: доступность для крепления датчика без нарушения технологического процесса; достаточный уровень выходного сигнала, формируемого датчиком.

Результаты предварительного эксперимента позволили обосновать техническое, алгоритмическое, программное и информационное обеспечения встроенной системы диагностирования и прогнозирования технического состояния станка.

Аппаратно-программный комплекс мониторинга технического состояния ткацкого станка (рис. 2 – структурная схема встроенной автоматизированной системы мониторинга технического состояния ткацкого станка (ПА – процессор автоматизированного комплекса; ЦМ – центральный модуль; ИМ – исполнительный механизм; DI/DO – модули дискретного ввода/вывода, AI/AO – модули аналогового ввода/вывода,

АРМ – автоматизированное рабочее место)) включает датчики вибропараметров, которые устанавливаются на ткацком станке, подлежащем обследованию. Датчики соединены с модулями сбора и обработки данных (модули дискретного и аналогового ввода DI/AI) [7]. Модули принимают и обрабатывают информацию с датчиков и передают ее в ЦМ, выполняющий обработку полученных данных, формирование пакета сообщений и передачу их через коммутатор на автоматизированное рабочее место (АРМ), и в архив. Пакеты сообщений формируются в соответствии с требуемыми протоколами передачи данных.

Данные по параметрам вибрации сравниваются с эталонными значениями. При превышении пороговых значений сформированные указания – управляющие сигналы поступают от ЦМ на модули аналогового и дискретного вывода, к которым подключаются исполнительные механизмы.

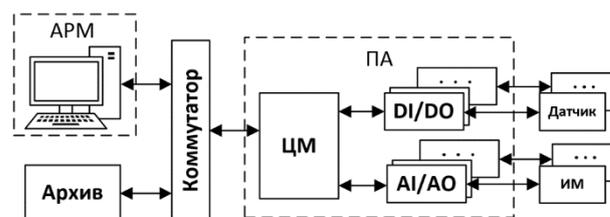


Рис. 2

Управление оборудованием также можно осуществлять и удаленно через автоматизированное рабочее место (АРМ) с использованием встроенного программного обеспечения. Все текущие основные контролируемые параметры отображаются на мониторе АРМ. Оператор может контролировать данные параметры и, при необходимости, собственноручно управлять оборудованием станка.

Архив данных необходим для сбора контролируемых параметров и анализа данных. С помощью архива можно отслеживать изменение параметров вибрации за определенный промежуток времени, а также архив данных позволяет организовать алгоритмы диагностики текущего состояния оборудования по полученным данным [8]. Данные собираются за определенный промежуток времени и, в соответствии

с динамикой изменения контролируемых параметров, позволяют отследить изменение состояния оборудования.

Оператор также может самостоятельно отследить динамику изменения контролируемых параметров с помощью АРМ. АРМ подключается к архиву данных через коммутатор, и с помощью соответствующего программного обеспечения оператор в любой момент времени может произвести запрос и анализ состояния оборудования станка.

Программное обеспечение встроенной диагностической системы мониторинга технического состояния ткацкого станка состоит из двух основных частей: сканирование модулей и штатного функционирования.

При включении системы в работу сразу запускается процесс сканирования модулей, который включает в себя процесс создания таблицы данных, в которой отображен список подключенных модулей, их функции, состояние и значение контролируемого параметра.

Далее программа переходит к выполнению запуска штатного функционирования, где выполняется обработка полученных данных, их сравнение с эталонными значениями и формирование пакета сообщений для передачи данных в автоматизированное рабочее место (АРМ) и в архив. Штатное функционирование также отслеживает изменение определенных параметров, например, при изменении текущего состояния оборудования оператором.

После выполнения штатного функционирования программа переходит в начало цикла, тем самым данный процесс повторяется заново. Поэтому программное обеспечение каждый раз формирует таблицу данных, в которой отображено текущее состояние оборудования станка.

ВЫВОДЫ

В результате предварительного диагностического обследования ткацкого станка и разработки системы эксплуатационного мониторинга ткацкого станка для производства сушильных сеток были достигнуты следующие результаты.

1. На основании выполненного диагностирования ткацкого станка с использованием переносного многовходового микропроцессорного прибора с энергонезависимой памятью, работающего с датчиками ускорения, установлены диагностические показатели, критерии достоверности информации и выполнена ее идентификация реальному состоянию, в качестве информационного сигнала выбрано ускорение.

2. Разработана структура встраиваемого в ткацкий станок аппаратно-программного комплекса мониторинга технического состояния ткацкого станка, включающего автоматизированное рабочее место и архив, на основе контроллера сбора данных, базы данных и датчиков вибрации.

3. Программа диагностирования выполняет обработку информации, определяет диагностические параметры, которые сравниваются с базовыми показателями, формируется вывод о техническом состоянии механизма или станка в целом.

4. Результаты записываются, выводятся на экран, что позволяет своевременно устранять технические неполадки. Предусмотрена сигнализация персоналу о предельных отклонениях технического состояния объекта. Все полученные измерения и основная диагностическая информация записываются в базу данных архива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков А.В., Могильный А.Н., Попов Л.Н., Привалов С.Ф. Производство технических суконов и сеток – СПб.: Недра, 1999.
2. Ширман А.Р., Соловьев А.Б. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования – М.: Машиностроение, 1996.
3. Балицкий Ф.Я., Барков А.В., Баркова Н.А. и др. Вибродиагностика / Под ред. Клюева В.В. Неразрушающий контроль. – Том 7. Книга 2. – М.: Машиностроение, 2005.
4. Меняйло И.Е., Сигачева В.В. Разработка технического обеспечения мониторинга работоспособности ткацкого станка // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021, № 1. С. 123...126.
5. Технические средства и методы виброакустической диагностики оборудования текстильной и легкой промышленности / Сигачева В.В., Климов В.А., Маежов Е.Г. и др. – М.: Легпромбытиздат, 1993.

6. Сигачева В.В., Маежов Е.Г. Повышение ресурсосбережения ткацких станков при плановом использовании автоматизированной диагностической системы механизмов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна. Серия 1 Естественные и технические науки. – 2019, № 4. С.86...88.

7. Сигачева В.В., Меньяйло И.Е. Разработка встроенной системы мониторинга технического состояния ткацкого станка СТБ // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021, № 2. С. 130...133.

8. Gunerkar R.S., Jalan A.K. Classification of Ball Bearing Faults Using Vibro-Acoustic Sensor Data Fusion // Experimental Techniques 8 April 2019.

REFERENCES

1. Gusakov A.V., Mogilny A.N., Popov L.N., Privalov S.F. Production of technical cloths and nets - St. Petersburg: Nedra, 1999.

2. Shirman A.R., Soloviev A.B. Practical vibration diagnostics and monitoring of the state of mechanical equipment - M.: Mashinostroenie, 1996.

3. Balitsky F.Ya., Barkov A.V., Barkova N.A. Vibrodiagnostics / Ed. Klyueva V.V. Unbrakable control. - Volume 7. Book 2. - M.: Mashinostroenie, 2005.

4. Menyailo I.E., Sigacheva V.V. Development of technical support for monitoring the performance of a loom // Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and technical sciences. - 2021, No. 1. P. 123 ... 126.

5. Technical means and methods of vibroacoustic diagnostics of textile and light industry equipment / Sigacheva V.V., Klimov V.A., Maezhov E.G. etc. - M.: Legprombytizdat, 1993.

6. Sigacheva V.V., Maezhov E.G. Increasing the resource saving of looms with the planned use of an automated diagnostic system of mechanisms // Bulletin of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design. Series 1 Natural and technical sciences. – 2019, No. 4. P.86...88.

7. Sigacheva V.V., Menyailo I.E. Development of a built-in system for monitoring the technical condition of the STB loom // Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and technical sciences. – 2021, No. 2. P. 130...133.

8. Gunerkar R.S., Jalan A.K. Classification of Ball Bearing Faults Using Vibro-Acoustic Sensor Data Fusion // Experimental Techniques 8 April 2019.

Рекомендована кафедрой автоматизации производственных процессов. Поступила 24.02.22.