

И. Е. Меньяло

I. E. Menyailo

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна», Санкт-Петербург*

*Saint-Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design, Saint-Petersburg*

menyailo96@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТКАЦКОГО СТАНКА

USING FUZZY MODELING FOR DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF A LOOM

***Аннотация.** Определены методы, определяющие срок проведения ремонта ткацкого станка с помощью нечеткого моделирования в программном пакете «MATLAB». Разработано программное обеспечение, оценивающее степень износа механизмов ткацкого станка и сроки проведения следующего ремонта по рассчитанным параметрам среднеквадратичного отклонения информационного сигнала с трех осевого акселерометра системы диагностирования ткацкого станка.*

***Abstract.** The methods that determine the period for the repair of a loom using fuzzy modeling in the software package «MATLAB» are defined. Software has been developed that estimates the degree of wear of the loom mechanisms and the timing of the next repair according to the calculated parameters of the information signal standard deviation of the from the three-axis accelerometer of the loom diagnosing system.*

***Ключевые слова:** ткацкий станок; техническое состояние; диагностирование; датчик; параметры вибрации; среднеквадратичное отклонение; ремонт; информационный блок; модуль связи; программное обеспечение.*

***Keywords:** loom; technical condition; diagnostics; sensor; vibration parameters; standard deviation; repair; information block; communication module; software.*

Ткацкие станки, используемые для производства различных тканей, подвержены повышенной нагрузке, вследствие возникающей вибрации узлов при износе кинематических пар и других дефектах технического состояния. Рабочие механизмы ткацких станков имеют сложную разветвленную структуру. Нелинейные законы движения рабочих органов реализуются кулачково-рычажными или шарнирно-рычажными многозвеньными механизмами. Разветвленность структуры некоторых механизмов, включающая несколько идентичных параллельных ветвей, необходима для приведения в движение длинных рабочих органов (двух, трехметровой длины). Они имеют значительную массу по сравнению с другими звеньями, например, батанный и ремизоподъемный

механизмы ткацких станков. Другие механизмы в своей разветвленной структуре не содержат параллельных ветвей шарнирно-рычажного привода, как, например, боевой механизм ткацкого станка. Однако для всего класса рассматриваемых механизмов характерна большая динамическая нагрузка на рабочие звенья, возникающая из-за большой массы, ускорений, технологической нагрузки. При этом от рабочих звеньев требуется высокая точность выполнения кинематических функций и жесткое соблюдение циклограммы работы технологической машины [1].

Для современного ткацкого производства характерна автоматизация отдельных машин и узлов в целях повышения качества продукции и эффективности использования технологического оборудования. Развивается централизация контроля и управления на базе диспетчеризации и систем автоматизированного сбора информации о техническом состоянии оборудования, включающая контроль механических систем и технологических параметров.

Возникающие в механизмах дефекты приводят к невыполнению ими своих функций, аварийным остановам, выпуску бракованной продукции. Для повышения надежности оборудования и эффективности его работы целесообразна разработка методов и средств экспериментальной технической диагностики.

Для усовершенствования системы диагностирования важна разработка новых методов анализа информации для получения диагностических параметров с дальнейшим использованием их в моделях, включая нечеткие для определения работоспособности механизмов станка. Современный уровень технической базы, развитие средств моделирования и программирования позволяет существенно улучшить параметры ранее разработанных экспериментальных систем.

Для решения задач диагностирования технического состояния ткацких станков предложено использовать систему диагностирования ткацких станков с использованием метода оценки дефектности, основанного на нечетком моделировании.

Для поддержания работоспособности ткацкого станка основной задачей является определение его технического состояния на наиболее ранней стадии образования неисправностей или дефектов и обеспечения последующего ремонта.

Разработка системы диагностирования ткацкого станка, ранее была представлена в работах [2; 3]. Система диагностирования определяет техническое состояние ткацкого станка по полученным вибрационным показателям, используя трех осевой датчик вибрации, модуль связи, выполненный в виде контроллера, и информационный блок, осуществляющий сбор и обработку диагностических показателей, и представление результатов оператору. Обобщенная структурная схема работоспособности системы диагностирования ткацкого станка представлена на рис. 1.

Принцип действия системы основан на измерении виброускорения узлов ткацкого станка, с помощью датчиков вибрации (трех осевые акселерометры). Сигналы от датчика вибрации передаются в модуль связи для первичной обработки и далее в информационный блок, в котором определяется техническое состояние ткацкого станка по полученным данным и предоставление данных оператору. Датчик вибрации может устанавливаться не только на подвижных звеньях, но и на станине, соединяющей основные подвижные элементы и узлы станка.

Выбор мест крепления датчиков связан с информативностью точек крепления. При закреплении трех осевого датчика ускорения на общей станине осуществляется анализ вибрационного процесса, частотного спектра сигнала для диагностирования отдельных механизмов в зависимости от направления их движения. Для решения задач диагностирования было разработано программное обеспечение информационного блока.

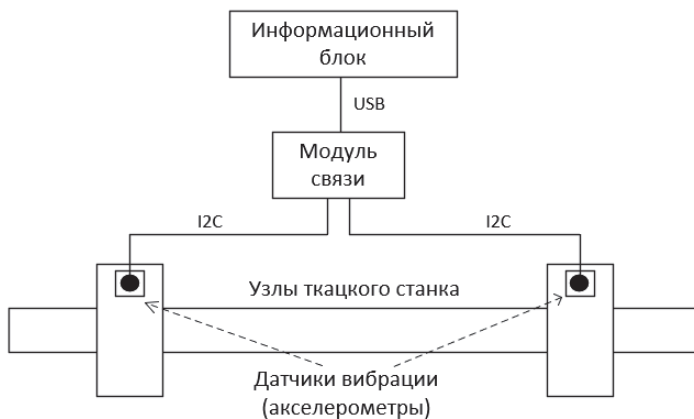


Рис. 1. Обобщенная структурная схема работоспособности системы диагностирования ткацкого станка

Информационный блок считывает полученные параметры вибрации, обрабатывает их и выполняет функции по определению технического состояния ткацкого станка с последующим представлением результатов [4]. В информационном блоке отображаются на экране сигналы вибрации в графическом и табличном виде по каждой из осей X, Y и Z с разной чувствительностью измерения виброускорения.

Определение технического состояния ткацкого станка основано на методах обработки сигналов: статистический анализ амплитудно-частотного спектра, спектральный анализ и вейвлет-анализ. В зависимости от состояния

узлов оборудования определяется степень дефектности узлов и сроки проведения следующего ремонта.

Таким образом реализуется задача проведения ремонта по потребности с коррекцией установленных опытно-эксплуатационным путем последовательных сроков планового-предупредительного ремонта (ППР), включающего: текущий, средний и капитальный ремонт ткацких станков [5].

Возможность определения текущих сроков ремонта ткацкого станка, позволяет осуществить заблаговременный внеплановый ремонт или подготовиться к нему, что предотвращает возможные простои технологического оборудования. Прогнозирование сроков проведения следующего ремонта основано на обработке диагностических показателей, рассчитанных по среднеквадратическому отклонению реальных информационных сигналов. Для оценки сроков ремонта ткацкого станка используется программный пакет «Fuzzy Toolbox» в среде «MATLAB».

Программа позволяет проводить оценку технического состояния и сроки проведения следующего ремонта ткацкого станка с использованием нечеткого моделирования [6]. Для этого произведена настройка входных переменных нечеткой системы согласно полученным параметрам среднеквадратичного отклонения, рассчитанного по сигналам вибрации от трех осевого акселерометра. Далее было установлено соотношение значений среднеквадратичного отклонения в соответствии с выходным значением, определяющим срок проведения следующего ремонта, в месяцах.

В связи с этим, для сопоставления соотношений входных (значения среднеквадратичного отклонения) и выходных значений (количество месяцев), необходимо построить зависимость диапазонов среднеквадратичного отклонения относительно сроков проведения ремонта ткацкого станка и задать правила, по которым будет определяться техническое состояние оборудования.

В результате этого, полученная система позволяет определять время, через которое необходимо проверить оборудование и провести соответствующий ремонт в соответствии с текущим значением среднеквадратичного отклонения виброускорения. Работа функции определения сроков ремонта ткацкого станка представлена на рис. 2 и 3.

Рис. 2 показывает текущее состояние ткацкого станка, согласно которому, можно сделать вывод о необходимости проведения ремонта оборудования через 30 месяцев. В данном случае, значение среднеквадратичного отклонения составляет 0,126, что соответствует низкому износу оборудования и, следовательно, состоянию нормальной эксплуатации узлов ткацкого станка.

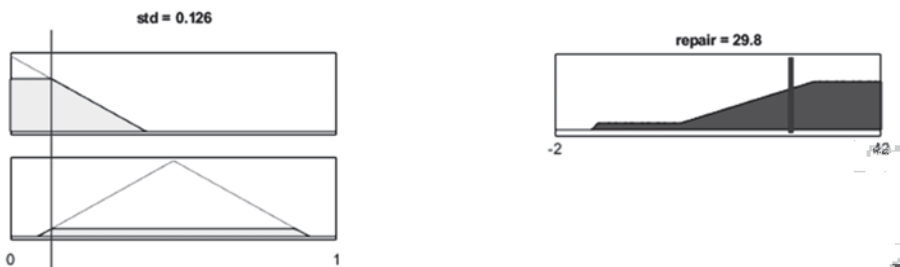


Рис. 2. Графическая интерпретация нечеткого вывода функции определения сроков ремонта (вибрация оптимальная)

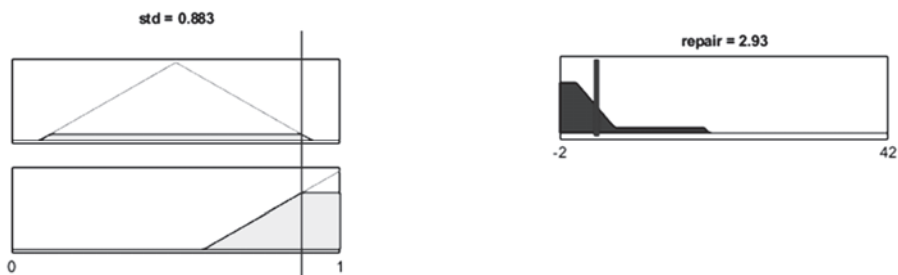


Рис. 3. Графическая интерпретация нечеткого вывода функции определения сроков ремонта (вибрация повышенная)

Рис. 3 показывает нечеткий вывод программы при повышенных значениях параметров вибрации, при которых, среднеквадратичное отклонение составляет 0,883. В данном случае, срок проведения ремонта составляет около трех месяцев, что соответствует повышенному износу узлов ткацкого станка, характеризуемому высокой вибрацией.

Таким образом, разработано программное обеспечение информационного блока, позволяющее проводить:

- считывание и отображение параметров вибрации с модуля связи, подключенного к трех осевому акселерометру;
- необходимый анализ параметров вибрации, определение дефектности основных узлов ткацкого станка;
- нечеткое моделирование прогнозирования сроков проведения ремонта ткацкого станка.

Список литературы

1. Сигачева, В. В. Автоматизация экспериментальных исследований : учебное пособие / В. В. Сигачева. – Санкт-Петербург : СПбГУПТД, 2017. – 164 с. – ISBN 978-5-7937-1363-4.
2. Меняйло, И. Е. Разработка программного обеспечения встроенной системы диагностирования ткацкого станка / И. Е. Меняйло, В. В. Сигачева // Международная научная

конференция, посвященная 135-летию со дня рождения профессора В. Е. Зотикова : сборник научных трудов ; Москва, 25 мая 2022 года. – Москва : Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2022. – С. 38–43.

3. Сигачева, В. В. Диагностирование и разработка системы эксплуатационного мониторинга ткацкого станка для производства сушильных сеток / В. В. Сигачева, И. Е. Меньяйло // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2022. – № 2. – С. 237–242.

4. Сигачева, В.В., Меньяйло И.Е. Система диагностирования ткацкого станка для бумагоделательных сеток с определением диагностических параметров вейвлет-анализом 3-D ускорений // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. №6. Иваново. 2022. С. 160-165.

5. Худых, М. И. Ремонт и монтаж оборудования текстильной и легкой промышленности : учебное пособие / М. И. Худых. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытгиздат, 1987. – 304 с.

6. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с. – ISBN 5-94157-087-2.

УДК 006.91

Н. В. Сариго

N. V. Sarigo

ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова», Курск

Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, Kursk

nadezhda.sarigo@yandex.ru

О МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ABOUT METROLOGICAL SUPPORT OF TECHNICAL LEVEL AND PRODUCT QUALITY IN MECHANICAL ENGINEERING

***Аннотация.** В статье дается анализ состояния метрологического обеспечения производства в машиностроении, проанализированы возможные пути повышения уровня метрологического обеспечения предприятия.*

***Abstract.** The article analyzes the state of metrological support of production in mechanical engineering, analyzes possible ways to increase the level of metrological support of the enterprise.*

***Ключевые слова:** метрологическое обеспечение; средства измерения; поверка; калибровка; автоматизация измерительных процессов.*

***Keywords:** metrological support; measuring instruments; verification; calibration; automation of measuring processes.*