

## АННОТАЦИЯ

Диссертационной работы **Тлеужановой Гульнур Болатханкызы** на тему: **«Разработка автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов токарного станка с ЧПУ»** на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07102 – Машиностроение.

**Общая характеристика работы.** В диссертационной работе дан анализ и подтверждена возможность повышения эффективности работы технологического оборудования, в том числе токарных станков с ЧПУ, за счёт оперативного выявления нештатных аварийных ситуаций при их эксплуатации техническими средствами автоматического диагностирования состояния его функциональных узлов. Выявлены необходимые для создания систем диагностирования функциональные узлы, рассмотрены методы и алгоритмы работы таких систем для эффективной идентификации аварийных ситуаций. Рассмотрены варианты автоматических систем технического диагностирования, в том числе микропроцессорного исполнения, выполненная с возможностью взаимодействия с штатным УЧПУ станка. Для инструментального обеспечения функционирования автоматических систем контроля наезжания, поломки и износа инструментов разработан ряд измерительных преобразователей диагностирования состояния узлов станка. Все разработки защищены патентами РК. Моделирование различных аварийных ситуаций при экспериментальном исследовании разработанной микропроцессорной системы подтвердили её работоспособность, достигнуты приемлемые эксплуатационно-технические характеристики системы.

**Актуальность работы.** Опыт эксплуатации токарных станков с ЧПУ показал, что без дополнительного оснащения их средствами технического диагностирования и построения на их основе автоматических систем технического диагностирования невозможна надёжная и эффективная работа токарного станка.

Анализ технической и патентной информации показал ограниченность таких систем, а имеющиеся технические решения имеют ограниченные функциональные возможности и низкие технические характеристики. В первую очередь это относится к информационному обеспечению работы таких систем. Такие измерительные преобразователи должны быть надёжными в эксплуатации и высокоинформативными по своим характеристикам. Всем этим требования могут отвечать только встроенные в узлы станка измерительные преобразователи.

Алгоритм работы таких систем должен иметь минимальный объём вычислительных процедур, обеспечить корректную идентификацию аварийных ситуаций.

Наиболее перспективны автоматические системы технического диагностирования микропроцессорного исполнения с большим перечнем режимов функционирования. Важно при этом обеспечить визуализацию всех этапов процедуры технического диагностирования.

Научные исследования в решении этих задач являются новыми, перспективными и единственно верными по повышению эффективности работы станочного оборудования.

Настоящая диссертационная работа, направленная на разработку автоматических систем технического диагностирования токарных станков с ЧПУ, является актуальной, а само научное исследование - принципиально новым и не имеющим аналогов, что подтверждено 12 патентами Республики Казахстан.

**В результате диссертационного исследования получены результаты:**

- Проведён анализ существующих технических решений для реализации устройств автоматического диагностирования работы станочных систем. Установлено, что оперативное выявление и устранение потенциальных аварийных ситуаций можно устранить лишь при использовании автоматических систем технического диагностирования, в том числе за счёт использования систем контроля наезжания, поломки и износа инструментов. При этом такие системы должны быть приемлемыми для токарных станков с ЧПУ, например, мод. ТПК-125 ВН2, 16К20Ф3, МТД-901 и других, а в режиме обучения необходимо определение эталонных значений сигналов для всех возможных аварийных ситуаций.

- Распознавание аварийных ситуаций в работе токарного станка с ЧПУ целесообразно в режиме формирования и распознавания образа события наступления аварийной ситуации. В отличие от известных систем диагностирования состояния узлов станка, реализующих текущую обработку выбранного функционального параметра, использование бинарных параметров при формировании матрицы событий значительно уменьшило объём вычислительных процедур. Оригинальность такого подхода защищена Пат. РК 36029.

- Дальнейшее совершенствование систем диагностирования аварийных ситуаций в работе токарного станка с ЧПУ целесообразно осуществлять за счёт использования микропроцессорного блока управления с входящими в его состав центральным процессором, дешифратором адреса, АЦП, постоянным и

оперативным запоминающими устройствами и блоком отображения символьной информации для визуализации процесса технического диагностирования.

– Для токарных станков с УЧПУ класса CNC необходима микропроцессорная автоматическая система контроля наезжания, поломки и износа инструментов с встроенным измерительным преобразователем упругих деформаций наиболее нагруженных деталей станка, микропроцессорный блок управления с центральным процессором, дешифратором адреса, аналогово-цифровым преобразователем (АЦП), постоянное (ПЗУ) и оперативное (ОЗУ) запоминающие устройства, при этом визуализацию процесса технического диагностирования необходимо осуществлять через блок отображение символьной информации (БОСИ).

– Для функционирования микропроцессорной автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов необходимо семь режимов её работы: «Тест ОЗУ», «Ввод», «Обучение», «ЧПУ», «График», «Автомат» и «Износ».

– В условиях отсутствия детерминированных зависимостей измеряемых параметров, например, от износа инструментов, а также в условиях наличия в измеряемом сигнале помех, препятствующих установлению однозначных зависимостей, за счёт использования при выполнении процедуры технического диагностирования специальных методов алгоритмической фильтрации и аппарата теории корреляционных функций можно достичь высокой эффективности работы системы технического диагностирования.

– Разработана гамма нестандартизованных технических средств инструментального обеспечения (силоизмерительных средств – СИС). При их разработке использованы два новых принципа создания, а именно, принципа обеспечения наибольшей информативности и обеспечения наибольшей чувствительности вновь разработанных СИС.

– Предложена фасетная (многоаспектная) классификация СИС по одиннадцати классификационным признакам, что позволило каждому анализируемому ИП присвоить уникальное кодовое обозначение в виде последовательности одиннадцати индексов.

– На примере динамометрической револьверной головки (11100011010, Пат. РК 36003) дан анализ погрешностей измерения, подтверждены выявленные расчётом и эмпирически приемлемые эксплуатационные и метрологические характеристики данного СИС. Найденные составляющие погрешности измерения включены в аттестат МВИ с использованием данного СИС.

– Доказана возможность технического диагностирования состояния узлов токарных станков с ЧПУ за счёт использования реализованных на базе них автоматических систем контроля наезжания, поломки и износа инструментов за счёт введения в их состав встроенных ИП. Предотвращение аварийных ситуаций и поломок функциональных узлов станка, позволили повысить ресурс их функционирования, расширить функциональные возможности и улучшить технические характеристики.

– Моделирование различных аварийных ситуаций при экспериментальном исследовании микропроцессорной автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов токарного станка мод.16K20Ф3 подтвердили её работоспособность, достигнуты приемлемые эксплуатационно-технические характеристики системы.

**Цель работы** – повышение эффективности функционирования токарных станков с ЧПУ за счёт оснащения их автоматическими системами контроля наезжания, поломки и износа инструментов в микропроцессорном исполнении с возможностью стыковки и взаимодействия с штатными устройствами управления работой станка и с высокоинформативным обеспечением функционирования систем.

**Задачи исследования:**

- обосновать использование автоматических систем диагностирования для повышения эффективности функционирования токарных станков с ЧПУ;
- определить эталонные значения сигналов, идентифицирующих различные аварийные ситуации;
- найти пути повышения достоверности результатов идентификации аварийных ситуаций;
- определить состав и режимы работы системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов в микропроцессорном исполнении с возможностью стыковки и взаимодействия с штатными устройствами управления работой токарного станка, а также с визуализацией процесса технического диагностирования;
- разработать надёжные в работе высокоинформативные измерительные средства для информационного обеспечения функционирования автоматических систем технического диагностирования;
- провести моделирование различных аварийных ситуаций при экспериментальном исследовании разработанной системы в реальных условиях функционирования токарного станка с ЧПУ.

**Объектом исследования** является оснащённый системой технического диагностирования токарный станок с ЧПУ.

**Предмет исследования** – оснащённые встроенными измерительными преобразователями узлы токарного станка с ЧПУ и автоматическая система контроля наезжания, поломки и износа инструментов микропроцессорного исполнения.

**Научной новизной являются:**

- использование бинарных параметров при формировании матрицы событий для реализации алгоритма идентификации аварийных ситуаций (Пат.РК 36029) и реализующая данный алгоритм автоматическая система (Пат.РК 36099);
- состав и режимы работы микропроцессорной автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов токарного станка с ЧПУ;
- гамма новых нестандартизованных средств измерения (Пат.РК 35906, 35907, 35908, 35924, 36003, 36141), фасетная классификация данных средств измерения и анализ погрешностей измерения для динамометрической револьверной головки (Пат.36003) с составлением аттестата методики выполнения измерений;
- результаты экспериментального исследования микропроцессорной автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов токарного станка мод.16K20ФЗ.

**Практическая значимость** заключается:

- в возможности использования инвариантных встроенных измерительных средств для технологических машин различного назначения;
- в возможности применения алгоритмов идентификации аварийных ситуаций для технологического оборудования различного назначения.

**На защиту выносятся** следующие научные результаты:

- алгоритм идентификации аварийных ситуаций (ПатРК 36029) и реализующая данный алгоритм автоматическая система (ПатРК 36099);
- состав и режимы работы микропроцессорной автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов токарного станка с ЧПУ;
- гамма новых нестандартизованных средств измерения (Пат.РК 35906, 35907, 35908, 35924, 36003, 36141), фасетная классификация данных средств измерения и анализ погрешностей измерения для динамометрической револьверной головки (Пат.36003) с составлением аттестата методики выполнения измерений;

– результаты экспериментального исследования микропроцессорной автоматической системы контроля наезжания, поломки и износа инструментов токарного станка мод.16K20Ф3.

**Апробация работы.** Результаты каждого этапа научных исследований докладывались и обсуждались на семинарах кафедры ВКТУ им.Д.Серикбаева.

Опытные образцы инвариантных измерительных преобразователей испытаны на полигоне ТОО «Акмолаприбор» (г.Астана).

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 18 научных работ, в том числе статьи в журнале, индексируемом в базе данных Scopus, в научном журнале Торайгыров Университета «Наука и техника Казахстана», получено 15 патентов РК на изобретение.

**Реализация результатов исследований.** Опытные образцы плоскоколеблющегося и сферовращающегося распределителей щебня приняты к использованию на полигоне ТОО «Акмолаприбор» (г.Астана).

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа состоит из определений, обозначений и сокращений, введения, 4-х разделов, заключения и двух приложений. Работа изложена на \_\_141\_\_ страницах машинописного текста, включает\_88\_рисунка, \_7\_таблиц, список использованных источников из \_62\_наименований.