



Научно – технический журнал  
Издается с 1995 года  
Выходит шесть раз в год  
**№ 3 - 2 (293) 2012**  
Май - июнь

# Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»  
(ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»)

## Редакционный совет:

Голенков В.А. д-р техн. наук, проф., председатель  
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф., зам. председателя  
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц., секретарь  
Астафичев П.А. д-р юрид. наук, проф.  
Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.  
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф.  
Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.  
Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.  
Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.  
Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.  
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

## Редакция

Главный редактор  
Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки Российской Федерации

## Заместители главного редактора:

Гордон В.А. д-р техн. наук, проф.  
Киричек А.В. д-р техн. наук, проф.  
Подмастерьев К.В. д-р техн. наук, проф.

## Члены редколлегии:

Бабичев А.П. д-р техн. наук, проф.  
Вдовин С.И. д-р техн. наук, проф.  
Дмитриев А.М. д-р техн. наук, проф., член-кор. РАН  
Емельянов С.Г. д-р техн. наук, проф.  
Зубарев Ю.М. д-р техн. наук, проф.  
Зубанчиков В.Г. д-р физ.-мат. наук, проф.  
Иванов Б.Р. д-р техн. наук, проф.  
Колесников К.С. д-р техн. наук, проф., академик РАН  
Копылов Ю.Р. д-р техн. наук, проф.  
Малинин В.Г. д-р физ.-мат. наук, проф.  
Мулюкин О.П. д-р техн. наук, проф.  
Осадчий В.Я. д-р техн. наук, проф.  
Панин В.Е. д-р техн. наук, проф., академик РАН  
Распопов В.Я. д-р техн. наук, проф.  
Смоленцев В.П. д-р техн. наук, проф.

## Ответственный за выпуск:

Василенко Ю.В. канд. техн. наук, доц.

## Адрес редакции

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29  
(4862) 41-98-48, 41-98-03, 55-55-24,  
55-05-81

www.gu-unpk.ru

E-mail: met\_lit@ostu.ru

Зарег. в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство ПИ № ФС77-47351 от 03 ноября 2011 года

Подписной индекс 29504

по объединенному каталогу «Пресса России»

© Госуниверситет – УНПК, 2012

## Содержание

### Естественные науки

Космодамианский А.С., Воробьев В.И., Пугачев А.А. Применение методов анализа размерностей к исследованию электромеханических характеристик тяговых асинхронных двигателей ..... 3

### Моделирование технологических процессов

Аникеева О.В. Реализация системы ТРМ на основе обеспечения технологической надежности станков ..... 12  
Антямонов И.А. Исследование прочностных характеристик зубчатых колес методом конечных элементов ..... 19  
Вехина А.П., Самойцев А.В. Разработка тренажера для обучения работе на экскаваторе ..... 25  
Ерзин О.А., Господынько Е.С. Энергетическая модель технологической системы ..... 29  
Жмурич В.В., Сальников В.С. Влияние качества балансировки на процесс резания ..... 36  
Зубкин Р.А., Афонин А.Н. Влияние припуска под накатывание при режущо-деформирующей обработке трапецеидальных резьб на эквивалентные деформации и силы деформирования ..... 43  
Каменских А.А., Адамов А.А. Численное исследование сферического контактного узла с полимерной антифрикционной прослойкой ..... 48  
Маркин С.А., Подрезова О.С., Брусов С.И. Исследование погрешностей обработки винтовых поверхностей при неравномерном распределении припуска между проходами ..... 55  
Тюхта А.В. Математическая модель взаимодействия частицы шлама со шторой из СОЖ при плоском шлифовании периферией круга ..... 60

### Конструирование, расчеты, материалы

Ерёмин А.А. Конструктивная сложность деталей и её применение ..... 68  
Киселева С.В., Глушкова А.Д. Изготовление прототипов деталей сложной формы на 3D принтере ..... 76

### Машиностроительные технологии и инструменты

Аверкина Н.Е. Обзор методов правки алмазных кругов на металлической связке ..... 82  
Александров А.А., Барсуков Г.В. Определение компонентного состава масс абразивной смеси для резания материалов сверхзвуковой гидроабразивной струей ..... 89  
Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Силачев С.А. Адаптация промышленных молотов для деформационного упрочнения деталей машин ..... 94  
Беликин Д.С., Цицын Ю.Д., Кучев П.С., Струков Н.Н. Технологические варианты плазменной закалки на токе обратной полярности ..... 99  
Ворожков А.В., Сымаков А.А., Василенко О.А., Василенко Ю.В. Экспериментальные исследования шероховатости при плоском шлифовании с поперечной осцилляцией заготовки ..... 104

### Машины, аппараты, технологии легкой и пищевой промышленности

Дьяченко С.В. Опыт нормирования расхода природного газа на отопление хлебопекарных предприятий ..... 110  
Сапронова Н.П., Махеев Е.А., Шищенко Б.В., Корячкин В.П. Изучение реологических свойств креккерного теста и качества креккеров с использованием кукурузной муки ..... 113  
Москина Е.Л., Селемев М.Ф., Кондратенко В.А. Совершенствование технологических процессов путем модернизации раскройного оборудования ..... 118

### Инновации и кадры в машиностроении

Кваскова Т.В., Шульдемова Н.В., Баркова Е.С. Оптимизация последовательности запуска моделей в производство на основе технологической однородности с использованием двухизольного оборудования ..... 124

### Приборостроение и биотехнические системы

Беликов П.П., Лебедева Л.И., Марков В.В. Получение эмпирической формулы силы сочленения прямоугольных электрических соединителей с произвольным количеством контактных пар по результатам определительных испытаний ..... 130  
Подмастерьев К.В., Моисеев С.А. Прогнозирующий контроль радиоэлектронной аппаратуры с адаптивными интервалами времени ..... 135

### Контроль, диагностика, испытания и управление качеством

Анисимов Р.В., Ревенков А.А. Контроль точностных параметров зубчатых колес с внутренними зубьями незвольентного профиля ..... 145  
Картацев И.С. Адаптивная оптимизация процесса текущего контроля и подналадки станка с ЧПУ ..... 151  
Тимошин М.И., Золотых С.Ф. Разработка методических основ использования динамических характеристик для сертификации токарных станков ..... 159

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 658.5

О.В. АНИКЕЕВА

### РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТРМ НА ОСНОВЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СТАНКОВ

*В работе рассмотрены вопросы обеспечения технологической надежности металлорежущих станков. Предложен метод обеспечения технологической надежности металлорежущих станков, поддерживающий внедрение системы ТРМ на машиностроительных предприятиях.*

*Ключевые слова:* ТРМ; металлорежущие станки; надежность.

Физически изношенное технологическое оборудование требует существенных затрат для обеспечения точности обрабатываемых на нем деталей, имея при этом достаточно низкую производительность. Затраты, главным образом, обусловлены проведением технического обслуживания и ремонта оборудования.

Широкое распространение на предприятиях различных отраслей получила система ТРМ (Total Productive Maintenance), целью которой является создание организации, которая постоянно стремится к предельному и комплексному повышению эффективности производственной системы. При этом перед предприятиями, несмотря на большое число источников информации об удачных примерах внедрения системы, возникает главная проблема достижения поставленной цели – определение параметров фактического состояния оборудования и прогнозирование их изменения при эксплуатации.

В работе предложен метод обеспечения технологической надежности металлорежущих станков (МРС) (рис. 1), поддерживающий внедрение системы ТРМ на машиностроительных предприятиях. Использование метода обеспечивает получение информации об узлах станка, требующих ремонта, с минимальными затратами, т.е. позволяет управлять технологическим оборудованием по его фактическому техническому состоянию – на этапе эксплуатации технологического оборудования. Кроме того, предприятие сможет предупредить отклонение точности технологического оборудования от требуемого уровня, тем самым максимально снизив вероятность изготовления бракованных изделий.

Метод обеспечения технологической надежности МРС решает задачи:

- поддержания работоспособности МРС;
- повышения прозрачности затрат на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) и истории эксплуатации МРС;
- повышения эффективности использования МРС;
- обеспечения производительности, выполнения производственного плана;
- повышения или обеспечение необходимого уровня надежности;
- повышения эффективности работы ремонтных работников;
- оптимизации затрат на материально-техническое обеспечение ТОиР;
- управления запасами для ТОиР;
- обслуживания оборудования по фактическому техническому состоянию.

Предложенный метод соответствует требованиям поэтапного внедрения системы ТРМ, так как позволяет:

1  
оборуд  
узлов об  
2  
3  
4  
рудован  
5  
6  
ния.  
М  
Do-Чек  
составл  
произво  
необход  
F  
выбран  
диагноз  
прогноз  
времени  
В  
МРС (р  
В  
геометр



Рисунок 1 – Метод обеспечения технологической надежности MPC

1) определить: взаимосвязь параметров точности изделия с параметрами точности оборудования, причины отклонений параметров точности изделий, последствия дефектов узлов оборудования;

2) идентифицировать состояние узлов оборудования;

3) определить возможность возникновения дефекта;

4) разработать и реализовать меры по устранению причин отклонений точности оборудования от требуемой;

5) оптимизировать процесс обслуживания оборудования;

6) повысить уровень знаний рабочих-ремонтников оборудования посредством обучения.

Метод обеспечения технологической надежности MPC реализует цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act): на этапе **планирования** происходит формирование групп MPC, составляющих одну производственную линию, затем выбирается группа MPC конкретной производственной линии, техническое состояние технологического оборудования которой необходимо оценивать.

На этапе **выполнения работ** необходимо провести процесс технической диагностики выбранной группы MPC. В данном случае техническая диагностика должна решить задачи диагноза (определения состояния, в котором в настоящий момент находится оборудование) и прогноза (предсказание состояния, в котором окажется оборудование в будущий момент времени) [1].

В работе [2] предложен и подробно рассмотрен метод функциональной диагностики MPC (рис. 2), основанный на вариационном методе расчета точности MPC [3].

В работе [4] предложена тестовая деталь, предназначенная для контроля параметров геометрической точности токарных и фрезерных станков (рис. 3).

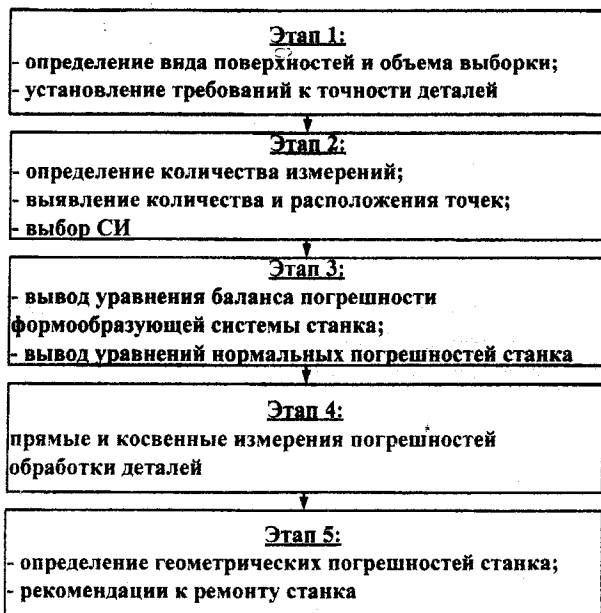


Рисунок 2 – Схема функциональной диагностики MPC

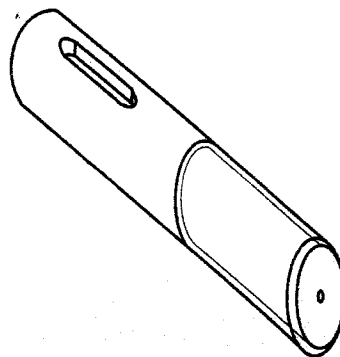


Рисунок 3 – Эскиз тестовой детали

Таким образом, после проведения процесса диагностики технологического оборудования, необходимо оценить его фактическое техническое состояние. При этом особо важным является процесс прогнозирования состояния станка в будущем (рис. 4).

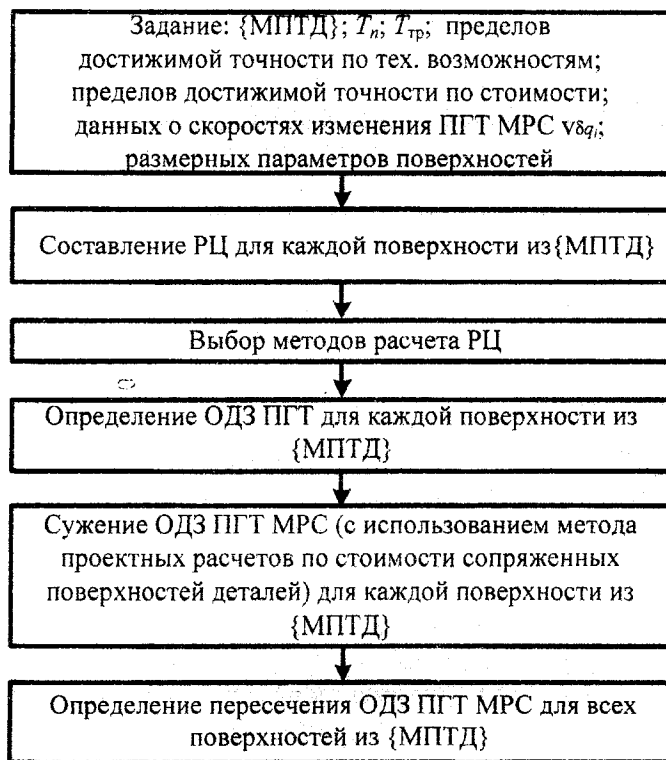


Рисунок 4 – Процесс прогнозирования состояния MPC

П  
поверхн  
технолог  
размера  
геометри  
достижи  
узлов ст  
формооб  
изменен  
обработать  
В:  
из всего  
формооб  
Н:  
на второ  
Н:  
каждой и

где  $\delta q_{ik}$  –  
 $\delta q_{in}$  –

П:  
проектн  
поверхн  
точности  
Н:  
МПТД.

Та  
значения  
П:  
руководс  
конкретн  
календар  
П:  
показали  
M<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>-C-  
O – осмо  
циклу д  
планово-  
периода  
вероятно  
оборудов  
проведен  
M:  
ошибок,  
техничес  
П:  
будет вк  
этапы не  
лишь в 1  
параметр

Первый этап процесса включает в себя задание исходных данных: множество поверхностей, необходимых для технической диагностики (МПТД), задается балансами технологической точности поверхностей, обрабатываемых на МРС [3];  $T_n$  – отклонение размера  $n$ -ой поверхности из {МПТД} после обработки на МРС, обусловленное геометрическими погрешностями МРС;  $T_{mp}$  – необходимое время работы МРС; пределы достижимой точности  $\delta q_i$  параметров геометрической точности (ПГТ) формообразующих узлов станка исходя из технических возможностей; пределы достижимой точности ПГТ формообразующих узлов станка исходя из затрат по их достижению;  $v\delta q_i$  – скорости изменения значений ПГТ формообразующих узлов станка; размерные параметры обрабатываемых на станках поверхностей.

Второй этап включает составление размерной цепи (РЦ) для каждой из поверхностей из всего МПТД. При этом составляющими звеньями размерной цепи будут являться ПГТ  $\delta q_i$  формообразующих узлов МРС, замыкающим звеном – отклонение  $T_n$ .

На третьем этапе происходит выбор методов расчета размерной цепи, составленной на втором этапе [5].

На четвертом этапе определяется область допустимых значений (ОДЗ) ПГТ МРС для каждой из поверхностей из МПТД при известных  $T_{mp}$  и  $v\delta q_i$  из выражения:

$$\delta q_{ik} = \delta q_{in} + v\delta q_i \cdot T_{mp} \quad (1)$$

где  $\delta q_{ik}$  – конечные значения ПГТ МРС;

$\delta q_{in}$  – начальные значения ПГТ МРС.

Пятый этап включает в себя сужение ОДЗ ПГТ МРС с использованием метода проектных расчетов по стоимости сопряженных поверхностей деталей для каждой поверхности из МПТД или с помощью заданных на первом этапе пределов достижимой точности ПГТ формообразующих узлов станка исходя из затрат по их достижению.

На шестом этапе определяются пересечения ОДЗ ПГТ МРС всех поверхностей из МПТД.

Таким образом, результатами процесса прогнозирования являются начальные значения и ОДЗ ПГТ МРС.

После получения результатов процессов диагностирования и прогнозирования руководство предприятия должно принять решение о дальнейшем использовании конкретного МРС. При этом необходимо провести процессы рационализации загрузки и календарного планирования ремонтного цикла МРС.

Проведенные на базе ОАО «Курский завод Маяк» практические исследования показали, что график ремонтного цикла МРС, выпущенных с 1967г., имеет вид: К-О<sub>1</sub>-М<sub>1</sub>-О<sub>2</sub>-М<sub>2</sub>-О<sub>3</sub>-С-О<sub>4</sub>-М<sub>3</sub>-О<sub>5</sub>-М<sub>4</sub>-О<sub>6</sub>-М<sub>5</sub>-О<sub>7</sub>-М<sub>6</sub>-О<sub>8</sub>-К (К, М, С – капитальный, текущий, средний ремонт, О – осмотр). Утвержденный и действующий ремонтный цикл соответствует разработанному циклу для МРС (весом до 10 т, выпускаемых с 1967г.), входящему в Единую систему плано-предупредительного ремонта [6]. При этом продолжительность  $t_{MP1}$  межремонтного периода и продолжительность  $t_{Э1}$  эксплуатации постоянны. В таком случае велика вероятность возникновения ошибок первого и второго рода, когда ремонту будет подлежать оборудование, не израсходовавшее свой ресурс точности, или возникнет необходимость проведения внепланового ремонта.

Метод обеспечения технологической надежности МРС снижает вероятности таких ошибок, т.к. позволяет осуществлять ремонт оборудования по его фактическому техническому состоянию (рис. 5).

При этом каждый процесс эксплуатации для МРС на ОАО «Курский завод Маяк» будет включать в себя этапы диагностики и прогнозирования состояния МРС. Указанные этапы не требуют остановки и простоя станка; затраты времени на их выполнение состоят лишь в изготовлении тестовой детали (не более 15 мин), измерении ее геометрических параметров, диагностики и прогнозирования состояния МРС в автоматическом режиме [7,8].

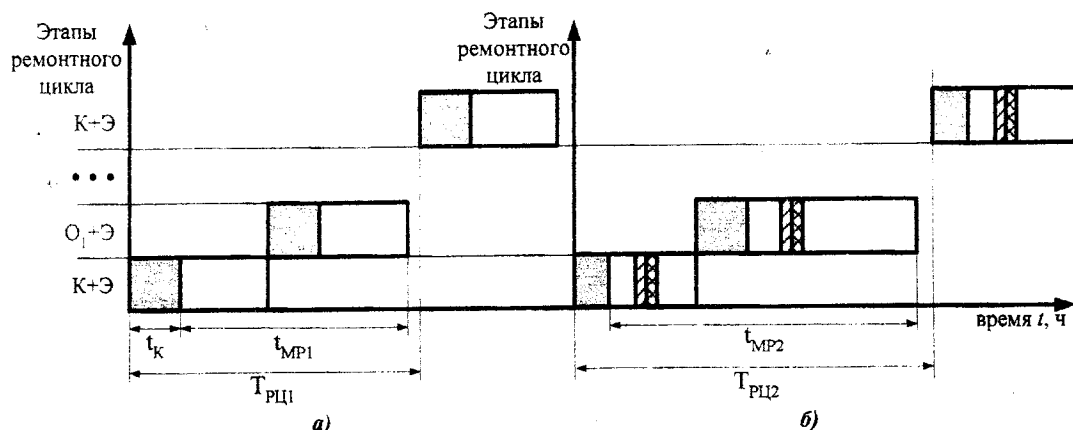


Рисунок 5 – График ремонтных циклов MPC на ОАО «Курский завод Маяк»: а) действующий ремонтный цикл; б) ремонтный цикл по предложенному методу; ■ – капитальный, текущий, средний ремонт, осмотр; □ – эксплуатация;  $t_k$  – продолжительность капитального ремонта, ч;  $T_{PЦ}$  – продолжительность PЦ, ч.

Результаты проведенных этапов могут быть следующими:

- MPC работоспособен (не исчерпал свой точностной ресурс) и будет таковым в течении  $n$  часов: в этом случае возможен перенос даты очередного запланированного ремонта (ранее или позднее) или его исключение);

- MPC неработоспособен (исчерпал свой точностной ресурс): в этом случае необходим внеплановый ремонт или принятие решения перевода MPC на линию, выпускающую менее точные изделия.

Кроме того, в результате проведенной диагностики, сократятся затраты времени на капитальные, текущие, средние ремонты и осмотры MPC. Указанные факторы являются причиной непостоянства продолжительности эксплуатации:  $t'_Э > t_Э$  или  $t'_Э < t_Э$ .

В первом случае обеспечивается производительность и выполнение производственного плана MPC предприятия, во втором случае повышается эффективность использования оборудования на предприятии. Но в любом случае снижается вероятность изготовления бракованных изделий, что влечет за собой снижение затрат, связанных с производственным браком (в т. ч. и рекламации).

На этапе **контроля** необходимо проанализировать эффективность эксплуатации оборудования. Для этого необходимо определить следующие показатели:

- среднее время наработки между капитальными ремонтами, ч;
- среднее время восстановления, ч;
- среднее число отказов и ремонтов;
- длительность простоев, связанных с поломками и ремонтами, ч.

На этапе **регулирования** необходимо провести корректировку этапов метода обеспечения технологической надежности MPC с целью улучшения его показателей.

Экспериментальные исследования проводились на базе ОАО «Курский завод Маяк» и ЗАО «Курский электроаппаратный завод». На станках УТ16В и 676П при режимах соответственно  $s_1=0,16\text{мм/об}$ ,  $n_1=630\text{ мин}^{-1}$  и  $s_2=125\text{ мм/мин}$ ,  $n_2=1120\text{ мин}^{-1}$  была изготовлена тестовая деталь (рис. 6).

Для диагностики состояния УТ16В были проведены измерения значений отклонений профиля поперечного сечения цилиндрической поверхности детали от круглости в десяти сечениях. На рисунке 7 представлены профили цилиндрической поверхности тестовой детали.

Для  
исключить  
такие режи  
Анал  
- о  
обеспечива  
геометриче  
- про  
Посл  
системы П  
электроапп  
предварите  
работоспос  
производит  
уровня наде  
Работ  
инновационн

1. Би
2. Ан
- Аникеева, А. Г  
(286). – С. 133
3. Ре
- Машиностро
4. Ан
- функциональн  
лодежи «ЭРЭУ
5. Бу
- Баталов [и др.]
6. Я
- технологическ  
сроение, 1967.
7. Сви
- винторезного  
[Текст] / О. В.

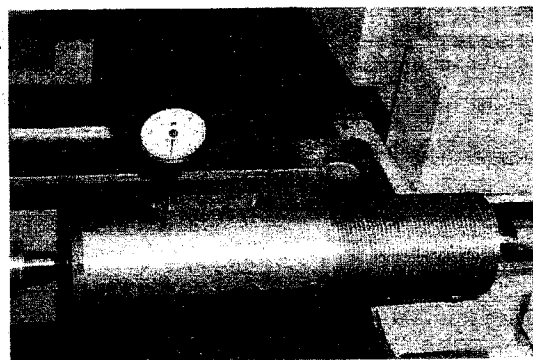


Рисунок 6 – Тестовая деталь

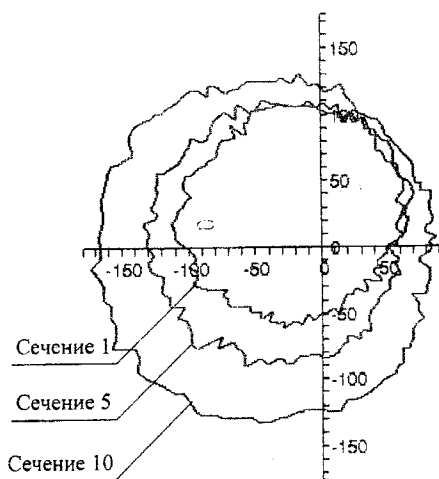


Рисунок 7 – Профили цилиндрической поверхности тестовой детали в сечениях

Для увеличения точности результатов диагностики необходимо максимально исключить воздействие колебаний и упругих деформаций на процесс обработки, т.е. выбрать такие режимы резания МРС, которые максимально исключают указанные влияния.

Анализ предварительных результатов позволил:

- обосновать выбор режимов резания при обработке тестовой детали, обеспечивающих снижение влияния колебаний на результаты диагностики параметров геометрической точности МРС;

- проверить и отладить методики измерений и программного обеспечения.

После данного этапа исследований начата апробация метода, в т.ч. реализация системы ТРМ на предприятиях г. Курска (ОАО «Курский завод Маяк», ЗАО «Курский электроаппаратный завод») и Курской области (ОАО «Геомаш», г. Щигры), предварительные результаты которой показывают, что решены задачи: поддержания работоспособности МРС, повышения эффективности их использования МРС, обеспечения производительности, выполнения производственного плана, повышения необходимого уровня надежности, обслуживания оборудования по фактическому техническому состоянию.

Работа выполнялась в соответствии с ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер, И. А. Техническая диагностика [Текст] / И. А. Биргер. - М. : Машиностроение, 1987. - 240 с.
2. Анисеева, О. В. Организация функциональной диагностики металлорежущих станков [Текст] / О. В. Анисеева, А. Г. Ивахненко // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. - 2011. - № 2/3 (286). - С. 133-138.
3. Решетов, Д. Н. Точность металлорежущих станков [Текст] / Д. Н. Решетов, В. Т. Портман. - М. : Машиностроение, 1986. - 336 с.
4. Анисеева, О. В. Контроль параметров геометрической точности металлорежущих станков при их функциональной диагностике [Текст] / О. В. Анисеева // *Материалы Всероссийской конференции научной молодежи «ЭРЭЛ-2011» в 2 т. Т.1.* - Якутск, 2011. - С. 56-59.
5. Булатов, В. П. Расчет точности машин и приборов [Текст] / В. П. Булатов, И. Г. Фриндлендер, А. П. Баталов [и др.] / Под общ. ред. В. П. Булатова и И. Г. Фриндлендера. - СПб. : Политехника, 1993. - 495 с.
6. Яковсон, М. О. Единая система плано-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий [Текст] / М. О. Яковсон. - М. : Машиностроение, 1967. - 592 с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Диагностика токарно-винторезного станка при обработке цилиндрических, торцовых и винтовых поверхностей. № 2011613642 [Текст] / О. В. Анисеева, А. Г. Ивахненко, 11.05.2011 г.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Диагностика вертикально-фрезерного станка при обработке закрытого шпоночного паза. № 2011615190 [Текст] / О. В. Аникеева. 01.07.2011 г.

**Аникеева Олеся Владимировна**

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск  
Аспирант кафедры управления качеством, метрологии и сертификации  
Тел: (4712) 32-61-00  
E-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru

O.V. ANIKEEVA

## REALIZATION OF A TPM SYSTEM ON BASIS OF A TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF MACHINE TOOLS SECURING

*In work questions are considered of a technological reliability of metal cutting machine tools securing. The method of a technological reliability of metal cutting machine tools securing supporting the implementation of a system TPM in machine-building enterprises is introduced.*

**Keywords:** TPM; metal cutting machine tools; reliability.

### BIBLIOGRAPHY

1. Birger, I.A. Technical diagnostic [Text] I.A. Birger – Moscow: Mashinostroenie, 1987. – 240 p.
2. Anikeeva, O.V. Organization of a functional diagnostics of metal cutting machine tools [Text] / O.V. Anikeeva, A.G. Ivakhnenko // Fundamental and Applied Problems of Engineering and Technology. – 2011. - № 2/3 (286). – Pp. 133-138.
3. Reshetov, D.N. Precision of metal cutting machine tools [Text] / D.N. Reshetov, V.T. Portman – Moscow: Mashinostroenie, 1986. – 336 p.
4. Anikeeva, O.V. Control of geometric relationship of metal-cutting machine tools' characteristics as their functional diagnostics [Text] // Materials of a All-Russian scientific young people conference «EREL-2011» bipartite. V.I. – Yakutsk, 2011. – Pp. 56-59.
5. Bylatov, V.P. Calculating of machines' and devices' precision [Text] / V.P. Bylatov, I.G. Frindlender, A.P. Batalov, etc / Under, V.P. Bylatov and I.G. Frindlender. – St. Petersburg: Polytechnika, 1993. – 495 p.
6. Yacobson, M.O. Unified system for preventative maintenance and efficient operation of process equipment engineering companies [Text]. – Moscow: Mashinostroenie, 1967. – 592 p.
7. Anikeeva, O.V., Ivakhnenko, A.G. Registration Certificate 2011613642 for a Computer Program.
8. Anikeeva, O.V. Registration Certificate 2011615190 for a Computer Program.

**Anikeeva Olesya Vladimirovna**

Southwest State University, Kursk  
The post-graduate student of Quality Management, Metrology and Certification department  
Phone: (4712) 32-61-00  
E-mail: olesya-anikeeva@yandex.ru

УДК

устой  
расче  
элем  
будут  
начал  
дейст  
и над  
частей  
дорог

маши  
проме  
одним  
некот  
шпоно  
станки  
экспл  
показ  
целом  
средс

мощи  
стано  
а так

возни  
ИЖ25  
метод

оценк  
испол  
подоб  
позто  
снижа  
подоб  
время  
модел  
иссле