

Состояние дорожки качения всех образцов идентично: характеризуется наличием полосы выработки покрытия шириной 1,2...2мм, на поверхности которой отдельные участки питтинга.

**Результаты испытаний.** Полученные результаты испытаний подтвердили предположения о положительном влиянии антифрикционных покрытий на повышение контактной выносливости рабочих поверхностей зубчатых колес.

Образцы с медным покрытием, нанесенным гальваническим методом, показали значения выше, чем образцы без покрытия в среднем на 20%.

Значения контактной выносливости поверхности с покрытием, нанесенным механофрикционным методом, повысились на 50% от значений характеристик образцов без покрытия.

Как и предполагалось при нанесении покрытия значительно снизилось влияние проскальзывания, такой вывод стал возможен при сравнении результатов испытаний без проскальзывания и с введением данного параметра.

В настоящее время для некоторых наименований зубчатых колес серийных двигателей разработки ГП "Ивченко-Прогресс" успешно применяется гальваническое меднение рабочих поверхностей. Рассматривается возможность внедрения механофрикционного метода нанесения.

**Список литературы:** 1. Леванцевич М.А., Максимченко Н.Н., Зольников В.Г. Повышение эксплуатационных свойств трибосопряжений нанесением покрытий металлическими щетками // Весті нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. – №1. – 2005. – С.67–72. 2. Буше Н.А., Копытько В.В. Совместимость трущихся поверхностей. – М.: Наука, 1981 – 127с. 3. Леванцевич М.А. Технологические возможности покрытий, нанесенных металлическими щетками // Прикладные науки. – Т.2. – №4. – 2005 – С.53–55.

Поступила в редколлегию 28.04.10

УДК 621/01

**А.Ю. ЗАРЕМБА**, к.т.н., докторант, ОАО НПО "Теплоавтомат», г. Харьков

**О.В. ДЕМЧЕНКО**, гл. инж. ГП ИМиС, г. Харьков

**Н.Э. ТЕРНЮК**, д.т.н., директор ГП ИМиС

## МЕТОДЫ АПРИОРНОГО И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОЧНОСТЬЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

Розвивається загальний підхід до створення систем, що управляють точністю машин. Показано два види оптимізаційних проблем як набори ієрархічних рівнів систем. Встановлені цілі, змінні, стадії реалізації і принципи управління.

The general approach to creation of control systems by accuracy of machines is developed. Two kinds of optimum problems and as sets of hierarchical levels of systems. Are established the purposes of the object, operating variables, stages of realization and principles of management are allocated.

**Введение.** Расширение требований к изделиям, а также появление новых способов и систем обработки деталей машин, гибких и трансформенных производств высокой и сверхвысокой производительности требуют разработки и создания более совершенных систем управления точностью изделий и, в частности, зубчатых колес. Существующие исследования в области точности [1-4] создают теоретическую базу для анализа, но не позволяют синтезировать комплексно оптимальные системы управления.

Как правило, искомые решения создаются путём поэтапного развёртывания информации, последовательных интерактивных приближений. Однако, для этого необходима выработка общего подхода, который позволил бы на единой основе формировать облик систем и их структуры.

**Целью статьи** является разработка общего подхода к созданию методов и систем управления точностью механической обработки зубчатых колёс.

Общую характеристику методов управления точностью механической обработки деталей машин можно получить путём выделения целей и уровней управления, управляющих переменных и характера их изменения во времени, а также этапов реализации.

Известно [5], что в инженерной практике создания и эксплуатации систем возможна постановка двух основных видов оптимизационных задач:

- а) получение желаемого эффекта при минимуме затрат;
- б) получение максимального эффекта при использовании заданных ограниченных ресурсов.

Поэтому в задачах оптимального управления точностью механической обработки зубчатых колёс можно выделить две возможные в реализации цели: а) обеспечение заданной точности при минимуме затрат (в первую очередь, трудоёмкости); б) достижение максимальной точности при ограничении на затраты (в том числе, на трудоёмкость).

Множество возможных уровней управления точностью может быть выявлено на основе рассмотрения технологического процесса как иерархического образования [6].

В соответствии с [5] мощность множества возможных уровней иерархической структуры технологического процесса управления точностью механической обработки зубчатых колёс равна четырём. Они соответствуют уровням технологического процесса, операции, перехода и рабочего хода.

На каждом уровне может реализоваться общая схема управления процессами (действиями), приведённая на рисунке 1. На этом рисунке обозначено:  $U(t)$ ,  $Y(t)$  – вход и вы-

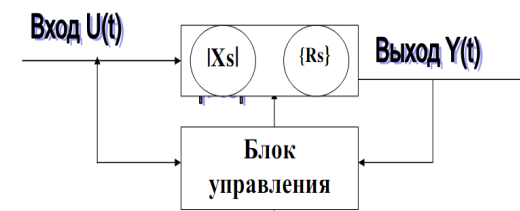


Рисунок 1 – Общая схема управления

ход системы соответственно в момент времени  $t$ .  $|Xs|$ ,  $R_s$  – структура и множество параметров системы.

Рассматривая точность как один из выходов системы, в соответствии с рисунком 1 можно утверждать, что управление точностью на каждом уровне, в общем случае, может обеспечиваться за счёт изменения  $U(t)$ ,  $Ct=[|Xs|(t), R_s(t)]$  и  $t$ . То есть, за счёт входа, состояния системы  $Ct$ , характеризуемого структурой и параметрами, а также времени  $t$  обработки.

В каждый момент времени  $t$  управление может охватывать все или часть факторов, допускающих варьирование, т.е. оно может быть полным или частичным.

В зависимости от характера изменения управляющих воздействий во времени можно выделить статическое управление, основанное на априорной информации о процессе, и динамическое управление, основанное на оперативной информации о процессе. Кроме того, может быть комбинированное управление, когда часть параметров или структура, реализующая управление, подготавливаются априорно и в процессе рабочего цикла не изменяются, а другая часть управляется динамически на протяжении рабочего цикла.

Статические изменения формируются на этапах проектирования (П), изготовления (И), наладки (Н), а реализуются на этапе работы (Р). Динамические и формируются, и реализуются на этапе работы.

В зависимости от применяемого принципа можно выделить управление точностью по отклонению и по возмущению.

Реализация этих принципов обеспечивается, в общем случае, действиями технических средств и человека.

Совокупность названных признаков, дающих общую характеристику методов управления точностью, приведена на рисунке 2

Рисунок 2 охватывает признаки, характерные для обеих из возможных методов обеспечения требуемой точности: ограничительного, заключающегося в ограничении, т.е. статическом изменении всех факторов, влияющих на погрешности, и адаптивного (или компенсационного), заключающегося в оперативном, т.е. динамическом изменении этих факторов.

Среди методов управления есть те, которые позволяют получать информацию о погрешностях в момент, предшествующий их проявлению на изделиях [5]. Такие методы особенно важны для многономенклатурных производств.

Полученные результаты позволяют перейти к системному исследованию управления точностью на всех возможных уровнях. При этом в качестве общей модели достигаемого результата можно использовать общие уравнения обрабатываемых поверхностей [5], связывающие показатели рабочих профилей со структурой технических систем.

### Выводы.

1. На базе общего подхода сформировано множество возможных методов управления точностью производства зубчатых колёс.
2. Выведены общие характеристики методов управления, точности ме-

ханической обработки этих изделий, необходимые для решения задач, анализа и синтеза технологических систем.



Рисунок 2 – Признаки методов управления точностью

**Список литературы:** 1. Борадачёв Н.А. Общие вопросы теории точности производства. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – 416с. 2. Базров Б.М. Определение изменений погрешности обработки детали // Вестник машиностроения. – 1978. – №8. – С.8–11. 3. Портман В.Т. Универсальный метод расчёт точности механических устройств // Вестник машиностроения. – 1981. – №7. – С.12–16. 4. Сулов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологического машиностроения. – М: Машиностроение, 2002. – 684с. 5. Тернюк Н.Э. Основы комплексной оптимизации технологических систем для производства зубчатых колёс. Дисс...докт.техн.наук. – Харьков, 1983. – 435с. 6. Тернюк Н.Э., Беловол А.В., Хунг В.Ф. Система структур технологических комплексов и методов их конкретизации // Автомобильный транспорт: Сборник научных трудов ХНАДУ. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2005. – Вып.18. – С.91–94.

Поступила в редколлегию 30.04.10