

УДК 621.83/.85; 62-585; 621.817

**О.Н. ЩЕБЕТУН**, аспірант ХНАДУ, Харків

## СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Отличием реального формообразования от номинального является наличие отклонений геометрии реальных профилей от номинальных. Управление невозможно без контроля. Модель процесса реального формообразования должна отражать факторы, обуславливающие погрешности, с учетом связей между ними. Основываясь на данных системах контроля, существуют возможности построения высокоточной системы контроля зубчатых колес, которая обеспечивала бы требуемые эксплуатационные показатели.

**Ключевые слова:** системы получения информации, поэлементный контроль, структура факторного контроля, технологическая система.

**Постановка проблемы.** Острота проблемы производства зубчатых колес определяется тем, что многие практические задачи точности не решаются комплексно на всех стадиях жизненного цикла, начиная от стадии проектирования и заканчивая эксплуатацией. Основная проблема обеспечения точности заключается в перевооружении машиностроения на основе микропроцессорной техники, роботизированных комплексов и гибких автоматизированных производств (ГАП).

**Формулировка цели статьи.** Целью исследования является выявление и описание возможных систем контроля точности зубчатых колес.

**Анализ основных достижений и литературы.** Понятие качества изготовления зубчатого колеса включает требования к его точности по нормам кинематической точности, плавности работы, контакта сопряженных поверхностей зубьев, регламентирует вид сопряжения и вид допуска на боковой зазор, а также предполагает создание определенных физико-механических свойств рабочих участков профилей (высота микронеровностей, твердость и глубина упрочненного поверхностного слоя, его структура и т.д.) [10]. Кроме перечисленных условий, понятие качества изготовления охватывает геометрическую и размерную точность и качество поверхностей технологических, измерительных баз зубчатых колес.

Управление технологическим процессом основано на различных формах активного контроля. Развитие последних привело к созданию систем активного контроля и автоматизированных систем адаптивного управления [1,3,4]. В области зубообработки разработаны системы адаптивного управления осевой подачей зубофрезерных станков [2,3,7], система стабилизации мощности резания [5,6]. Третьей разновидностью форм управления, широко распространенной в современном машиностроении, являются статистические методы управления и регулирования. Теоретические основы управления точностью обработки деталей машин в условиях автоматизации сбора, переработки информации и управления станками от ЭВМ разработаны в [8,9].

**Изложение основного материала.** Одной из важных задач повышения точности для зубчатых колес является настройка на размер. В последние годы начинают внедряться автоматические системы размерной настройки, но многие конструктивные,

технологические, схемные, методологические вопросы создания таких систем в практике до сих пор не решены.

Точная настройка на размер зубчатых колес дает возможность выявить кинематические параметры, и определить комплекс рациональных мероприятий по их метрологическому обеспечению[3].

При этом необходимо, чтобы система измерения гарантировала изготовление зубчатого колеса с необходимой точностью, т. е., чтобы после окончания обработки не требовалось бы измерять готовую деталь. Следовательно, средства измерения должны нести в себе качественно новую функцию - служить для предупреждения появления брака.

Традиционные системы контроля точности зубчатых колес базируются на двух способах:

- непосредственном (прямом), предусматривающем получение информации о точности детали путем измерения фактических погрешностей обработанного колеса;

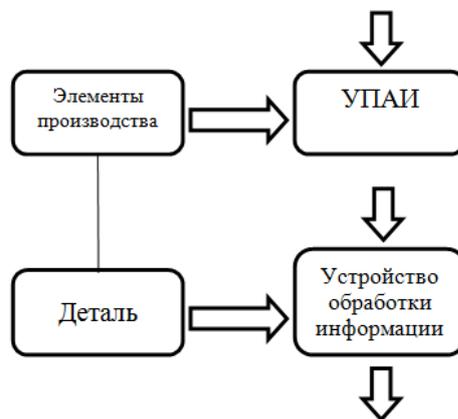


Рисунок 1– Схема получения информации при непосредственном способе контроля.

- косвенном, основанном на периодической проверке точности элементов технологической системы.



Рисунок 2– Схема получения информации при косвенном способе контроля.

Прямой поэлементный контроль зубчатых колес наиболее трудоемок. Для его осуществления требуется большое число наименований измерительных приборов.

Косвенный контроль заключается в контроле таких погрешностей станка, инструмента и приспособлений, по которым можно судить о точности зубчатых колес. При осуществлении косвенного контроля сокращается трудоемкость контрольных операций и потребность в измерительных средствах. Однако это достигается только при обоснованной системе контроля, охватывающей все элементы производства и устанавливающей виды контрольных проверок, методы, средства и периодичность их проведения [4].

Достоинствами систем контроля, основанных на первом способе, является высокая точность и достоверность полученной информации.

Однако имеются и существенные недостатки, заключающиеся в:

- затруднительности контроля непосредственно в момент обработки детали;
- необходимость введения специальных операций контроля, требующих дополнительной трудоемкости и применения множества сложных зубоизмерительных приборов, не всегда имеющих достаточную производительность и требуемый уровень автоматизации.

Системы, базирующиеся на втором способе получения информации, хотя и менее трудоемки, но не могут быть признаны оптимальными, так как часто не позволяют обеспечивать допустимую степень риска пропустить бракованную деталь, не позволяют получать информации о текущих значениях погрешностей и, следовательно, не могут быть применены в адаптивных системах управления точностью [3].

На основе проведенных исследований можно утверждать, что всего можно реализовать три принципиально различные способы контроля:

- непосредственный;
- поэлементный;
- факторный.

Трем перечисленным способам контроля, которые можно назвать простыми, соответствуют четыре комбинированных.

Информация о нормированных показателях точности должна состоять из отдельной информации о точности элементов технологической системы. Такой способ контроля называется поэлементным [1].

В его основе лежит процесс преобразования информации о фактических ошибках и приведение к геометрически-кинематическим параметрам технологической системы.

В соответствии с этим каждая приведенная первичная ошибка является следствием воздействия строго определенных факторов, параметры которых поддаются измерению. Зная и контролируя параметры факторов можно однозначно судить о точности колеса (рис.3).

Систему контроля, основанную на таком способе получения информации можно назвать поэлементной.

На рис. 3: Д - датчики линейных и угловых ускорений; П - преобразователи; БУ- блок управления; БВАИ- блок ввода априорной информации; РУ- регистрирующее устройство.

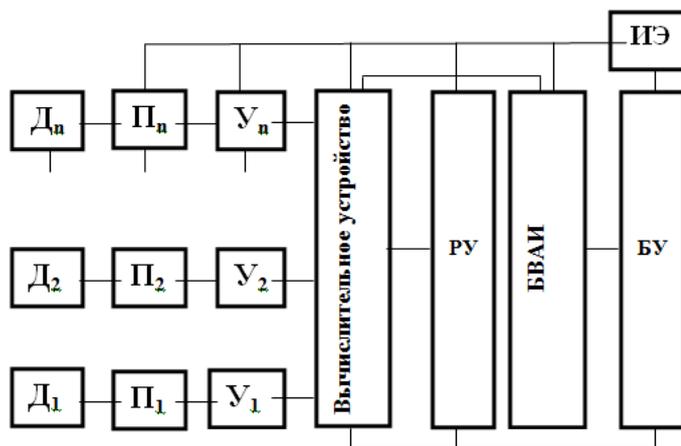


Рисунок 3 – Схема структуры получения информации при поэлементном способе контроля.

Существенным достоинством поэлементной системы контроля является возможность получения необходимой информации о точности зубчатого колеса непосредственно в момент обработки.

Факторные системы основаны на контроле параметров факторов, вызывающие погрешности. Контролю могут подвергаться либо все параметры, либо их отдельные группы.

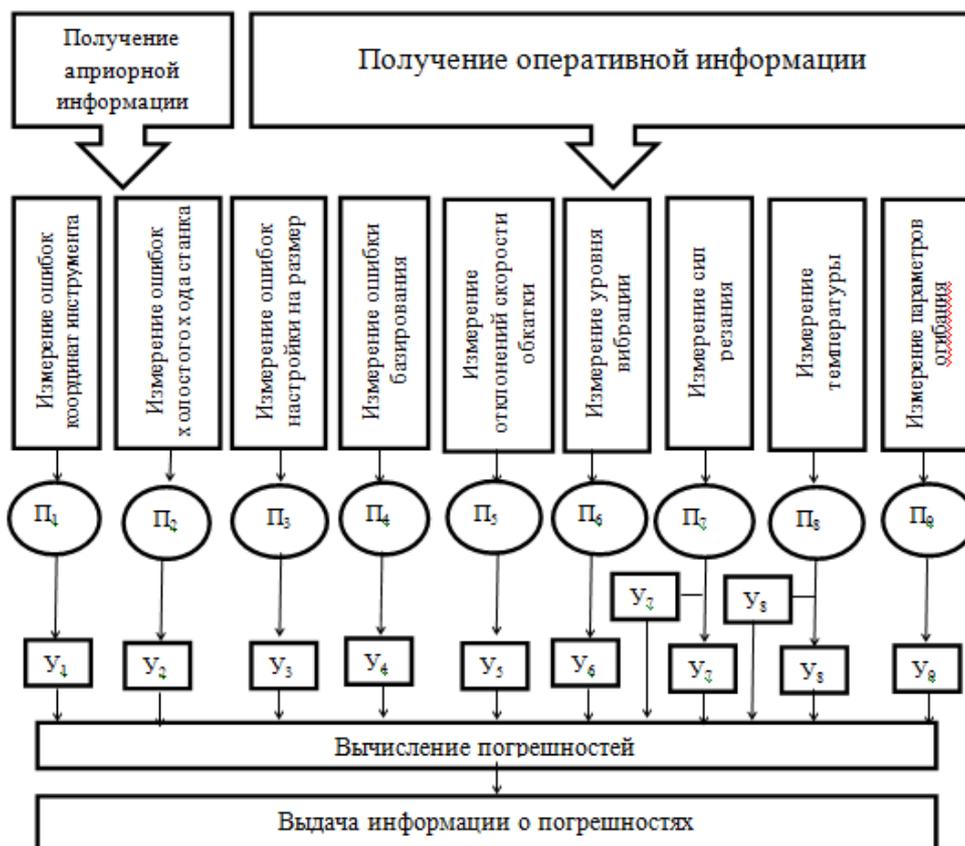


Рисунок 4 –Общая схема структуры получения информации при факторном способе контроля.

Выбор системы факторного контроля определяется особенностями процесса обработки; характером касания инструментальной поверхности и заготовки, тепло напряженностью процесса, величинами возникающих сил, сложностью кинематики движений, требованиями к точности колес.

Двух-, трех- и четырехфакторные системы контроля увеличивают объем получаемой информации о погрешностях зубчатых колес. Поэтому они увеличивают и достоверность оценки показателей точности.

Два последних способа контроля могут осуществляться непосредственно в момент формообразования зубьев.

Данные способы контроля позволяют измерять либо все, либо какую-то часть параметров, определяющих точность зубчатого колеса, а также проводить контроль зубчатого колеса.

Все это указывает на дальнейшее проведение исследований, направленных на комплексное решение вопроса обеспечения точности автоматизированного производства зубчатых передач, формируемых от стадии проектирования до окончательного изготовления является весьма важной и актуальной задачей.

#### **Выводы:**

1. Существуют три принципиально разные, не выводимые друг из друга виды систем контроля: непосредственный, поэлементный и факторный. Им соответствует четыре комбинированных видов контроля.

2. Поэлементный и факторный способы контроля могут давать информацию о погрешностях непосредственно в момент их возникновения, что позволяет их применять в системах автоматического регулирования качеством продукции в ГАП.

3. Комбинированные виды контроля могут давать избыточную информацию о погрешностях зубчатых колес. Основываясь на данных системах контроля, существует возможность построения высокоточной системы контроля зубчатых колес, которая обеспечивала бы требуемые эксплуатационные показатели.

**Список литературы:** 1. *Гаврилов В.А.* Расчет и испытание станков на точность. – Учебное пособие, Омск: Изд-во ОмГТУ, 2004.–91 с. 2. *Завистовский С.Э.* Оборудование механической обработки материалов, его эксплуатация и ремонт. – Учебно-методический комплекс. Новополюк: Полоцкий госуд. ун-т, 2008. – 392 с. 3. *Подлеснов В.Н.* Кинематика и настройка металлорежущих станков. – Учебное пособие – Волгоград: ВолгГТУ, 2002. – 89с. 4. *Схиртладзе А.Г.* Технологическое оборудование машиностроительных производств. – Учеб. для машиностроит. спец. вузов/ Под ред. Ю. М. Соломенцева. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. ,2001. –407 с. 5. *Схиртладзе А.Г., Выходец В.И., Никифоров Н.И., Отений Я.Н.* Оборудование машиностроительных предприятий. – Учебник – Волгоград: ВолгГТУ, 2005. – 128 с. 6. *Григорьев С.Н., Маслов А.Р.* Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. –Под.общ. ред. А. Р. Маслова. –М.: Машиностроение,2006. –544 с. 7. *Борискин О.И.* Комбинированная обработка зубьев цилиндрических зубчатых колес шевингованием –прикатыванием текст./ *О.И. Борискин, Е.Н. Валиков, В.А. Белякова.*– Тула: ТулГУ, 2005.–123 с. 8. *Валиков Е.Н.* Использование ЭВМ для разработки технологического процесса на изготовление шевера–прикатника текст.// *Е.Н. Валиков, В.А. Белякова.*–Изд. ТулГУ. Сер. Технология машиностроения. – 2004. –Вып. 2. –С. 142-145. 9. *Маликов А.А.* Типовые технологические процессы изготовления цилиндрических зубчатых колес текст./ *А.А. Маликов, А.В. Сидоркин* Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – 128 с. 10. *Тайц Б.А.* Точность и контроль зубчатых колес. М.: Машиностроение, 1972. 368 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Gavrilov V.A.* Calculation and testing machines for accuracy. - Tutorial, Omsk Univ OmSTU, 2004. -91 SE s. 2. *Zavistovsky S.E.* Hardware machining materials, its maintenance and repairs . - Teaching Materials. Navapolack: Polotsk govt. University, 2008. - 392. 3. *Podlesnov V.N.* Kinematics and adjustment of machine tools. - Tutorial - Volgograd Volgograd State Technical University, 2002. - 89s. 4. *Shirtladze A.G.* Technological equipment engineering industries. - Studies. for building equipmen . specials. Universities / Ed. *M. Solomentseva*. - 2nd ed., Rev. and add. - M.: Higher. wk. 2001. -407 P. 5. *Skhirtladze A.G., Vyhodec V.I., N.I. Nikiforov , Autun Y.N.* Equipment engineering enterprises . - Tutorial - Volgograd Volgograd State Technical University, 2005. - 128 p. 6. *Grigorev S. Maslov, A.R.* Tooling CNC Handbook. - Pod.obsch . Ed. AR Maslov. -M.: Mechanical Engineering, 2006 . -544 With . 7. *Boriskin O.I.* Combined treatment of tooth spur gears - shaving by rolling text. / *O. Boriskin , E.H. Rollers, V.A. Belyakov.* - Tula Tula State University , 2005.-123 with . 8. *Valikov E.H.* The use of computers for process design for manufacturing shaver - prikatnika text. // *E.H. Rollers , V.A. Belyakova.* Izv. TSU. Ser. Engineering Technology. - 2004., Vol. 2 . -С . 142 145. 9. *Malikov A.A.* Typical manufacturing processes spur gears text. / *A.A. Malikov , A.B. Sidorkin* Tula Univ TSU 2008 . - 128 s. 10. *Tayts B.A.* Tochnost and control gears. M.: Engineering, 1972. 368.

*Надійшла (received) 28.02.2014*