

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Лахин А.М.¹, Михайлов А.Н.¹, Недашковский А.П.², Астапенков С.Г.¹
(¹ДонНТУ, г. Донецк, ²Снежнянский машинозавод, г. Снежное, Украина)

In the given work was considered possibilities application of the functional-oriented techniques in manufacture of gear wheels. Their application gives an opportunity of security of full conformity of properties of separate elements of gear wheels to conditions of their using.

1. Введение.

В современном машиностроении, при постоянном повышении требований качества и эффективности производства изделий, возникли новые направления реализации технологических процессов производства изделий [1, 5]. Одним из них являются функционально-ориентированные технологии машиностроения, основанные на полной адаптации изделия при его изготовлении к особенностям его эксплуатации в машине.

Технологические процессы производства зубчатых колес характеризуются высокой трудоемкостью операций высокими требованиями, предъявляемым к готовым изделиям. Готовые зубчатые колеса являются главными элементами зубчатых передач, от их качества зависит наиболее существенные эксплуатационные показатели работы всей машины. Поэтому в качестве основы проектирования комплексного технологического процесса производства зубчатых колес принят функционально-ориентированный подход.

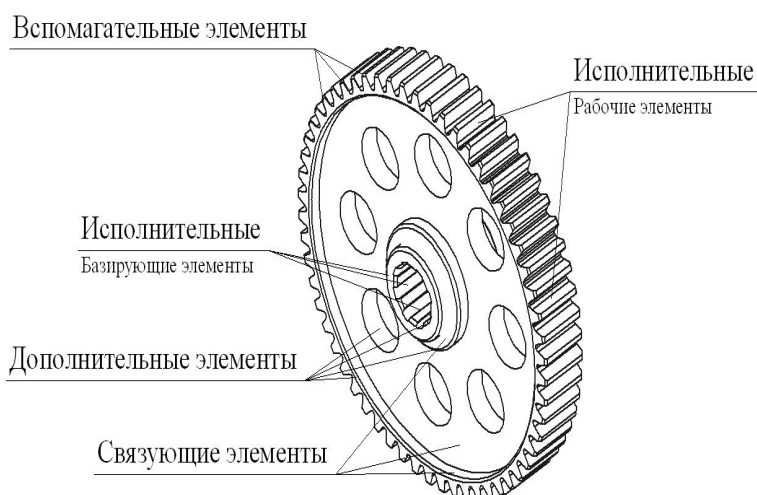
Целью данной работы является повышение эффективности производства и качества зубчатых колес на базе разработки структуры технологического преобразования с использованием функционально-ориентированного подхода.

В соответствии с целью, поставлены следующие задачи: выполнить деление элементов зубчатых колес по функциональному признаку, предложить схемы технологического воздействия к элементам зубчатых колес и возможные технологические методы реализации данных технологических воздействий.

2. Основное содержание и результаты работы.

Составление структуры технологических воздействий осуществляется после деления зубчатых колес на функциональные зоны и элементы. Процесс деления основывается на предварительной классификации элементов зубчатых колес в виде отдельных функциональных зон. При этом на каждую из зон предусматривается реализация определенного вида технологического воздействия, в зависимости от действия в ней заданных функций при эксплуатации. Каждая функциональная зона изделия формируется на основе следующих функциональных элементов: поверхностных точек, объемных точек, поверхностных линий, объемных линий, поверхностей, поверхностных слоев и объемных зон.

При рассмотрении конструкции зубчатого колеса, его элементы можно разделить на группы по функциональному признаку. Среди основных групп элементов зубчатого



колеса (рис.1) выделяются исполнительные (рабочие и базирующие), связующие, вспомогательные и дополнительные группы элементов [4]. Каждая группа содержит элементы, которые разделяются на функциональные зоны. Для каждой зоны характерно выполнение определенных функций в

Рис. 1. Элементы зубчатого колеса

процессе эксплуатации, на основе чего определяется вид технологического воздействия. Технологические воздействия прикладываются к функциональным элементам согласно их виду.

Особенностью функционально-ориентированных технологий является возможность их использования на всех уровнях глубины технологии, а именно на уровне изделия, функциональных частей, функциональных составляющих, зон, макро-, микро-, и нанозон. Внутри функциональных зон возможно изменение функциональных свойств макро-, микро- и нанозон, если этого требует функциональное назначение элемента изделия.

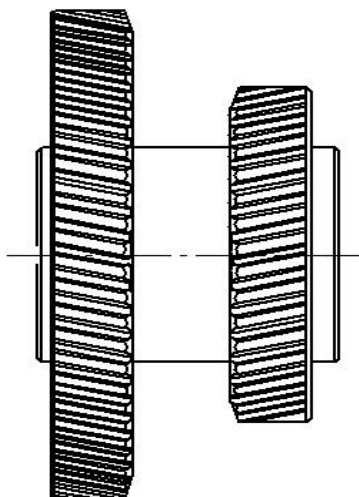


Рис. 2. Зубчатый блок

Рассмотрим возможность применения функционально-ориентированного подхода для исполнительных рабочих элементов зубчатого блока с наклонными зубьями (рис. 2). Зубчатый профиль каждого зуба зубчатого блока, в процессе работы зубчатой передачи испытывает неравномерное взаимное скольжение профиля, скорость которого изменяется от нуля – в полюсе зацепления, до его максимального значения у вершины и ножки зуба (рис. 3). Это обуславливает наибольший износ у вершины и у ножки зуба. Данное неравенство может быть компенсировано технологическими методами за счет термообработки зубчатого профиля на различную глубину по длине зуба. Данное технологическое преобразование основано на изменении свойств поверхностного слоя элемента изделия для случая прерывистой поверхности. Схема технологического воздействия в данном случае имеет следующий вид [1]:

$$TB^{sv} \otimes \bigcup_{v=1}^r \bigcup_{t=1}^p \{(m_{t,v}, e_{t,v}, i_{t,v}), (dl_t', dl_v', dl_w')\}$$

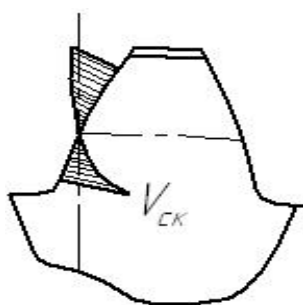


Рис. 3. Распределение взаимного скольжения по зубчатому профилю

где TB^{sv} – схема технологического воздействия на поверхностный слой изделия;
 $(m_{t,v}, e_{t,v}, i_{t,v})$ – кортеж параметров технологических воздействий материального, энергетического и информационного характеров в зависимости от параметров направлений t и v ;
 $(dl_t' \square dl_v' \square dl_w')$ – обозначение с помощью декартова произведения элементарного объема в направлениях t, v, w ;
 r – количество точек в направлении v .
 p – количество точек в направлении t .

При вхождении наклонных зубьев в зацепление, наибольшую изгибающую нагрузку имеют крайние части зуба, в момент начала и конца зацепления (рис. 4). Наиболее равномерно нагрузка распределена в момент полного вхождения зуба в зацепление с сопряженным, при этом нагрузка распределяется по всей длине зуба. Поэтому наибольший износ от действия изгибающих напряжений происходит в начале и конце зуба. Обеспечить равномерность износа зуба по длине можно при неравномерном упрочнении линии основания зуба. Данное технологическое преобразование основано на изменении свойств объемной линии элемента зуба для случая непрерывной объемной линии. Схема технологического воздействия в данном случае имеет следующий вид [1]:

$$TB^{LV} \textcircled{R} \bigcup_{i=1}^{\infty} \{ (m_t, e_t, i_t), (dl_t', dl_v', dl_w) \}$$

где TB^{LV} – схема технологического воздействия на объемную линию изделия;

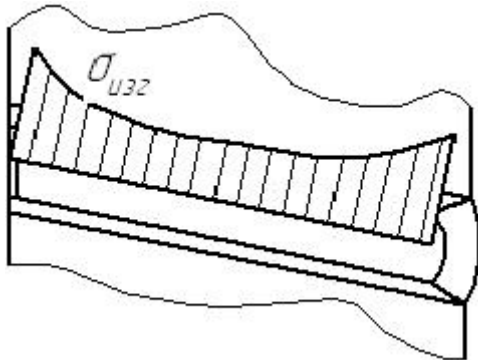


Рис. 4. Распределение напряжений изгиба для косозубой передачи



Рис. 5. Торцев зубчатого блока

В процессе переключения скоростей торцы зубчатого блока интенсивно изнашиваются, что связано с попаданием торцов зубьев при осевом смещении, друг на друга (рис. 5). Для уменьшения износа на торцах зубьев выполняют скосы и скругления, которые облегчают вхождение зубьев в зацепление сопряженного колеса. Однако это не исключает перекрытие зубьев колес. Износ торцов вызван повышенным трением торцов зубьев, что можно компенсировать применением покрытий, снижающих коэффициент трения, наносимых на закругления торцов зубьев. Данное технологическое преобразование основано на изменении свойств поверхности элемента зуба для случая непрерывной поверхности. В данном случае схема технологического воздействия следующая [1]:

$$TB^{SS} \textcircled{R} \bigcup_{v=1}^{\infty} \bigcup_{t=1}^{\infty} \{ (m_{t,v}, e_{t,v}, i_{t,v}), (dl_t', dl_v) \}$$

Где TB^{SS} – схема технологического воздействия на поверхность изделия.

При синтезе функционально-ориентированных технологий выполняется нахождение соответствия и адекватности технологических воздействий функциональных зон и участков изделия, осуществляемых на основе принципов ориентации [2].

Выводы.

Таким образом, в работе представлены возможные варианты реализации функционально-ориентированных для зубчатых колес на основе разработки схем технологического воздействия для функциональных элементов зубчатых колес. Применение функционально-ориентированного подхода дает возможность изготовления зубчатых колес со свойствами элементов, соответствующими эксплуатационным особенностям. Это позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики зубчатых колес в период их эксплуатации, а также дает возможность получения качественно новых свойств данных изделий.

Список литературы: 1. Михайлов А.Н. Общий подход в создании функционально-ориентированных и интегрированных технологий машиностроения // Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 12-17 сентября 2005 г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ, 2005. Т. 2. С. 261-275. 2. Михайлов А.Н. Основные принципы и особенности синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. // Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XIII международной научно-

технической конференции в г. Севастополе 11-16 сентября 2006 г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ, 2006. Т. 3. С. 61-77. 3. Лахин А.М., Михайлов А.Н. Особенности проектирования технологических процессов изготовления зубчатых колес на основе функционально-ориентированного подхода.// Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2008. Вып. 34. С. 96-54. 4. Базров Б.М. Модульные технологии. – М.: Машиностроение, 2000. – 368 с.