

Опираясь на результаты проведенных исследований, можно констатировать, что процессы термомеханической обработки в электромагнитном поле целесообразно применять для упрочнения и восстановления:

- деталей, контактирующих с внешней абразивной средой;
- деталей для узлов агрегатов и машин, используемых для разделки материалов, содержащих слабосвязанную абразивную массу;
- деталей быстроходных узлов, использующих эффект масляного клина (шпиндели шлифовальных станков);
- посадочных мест под подшипники;
- крупногабаритных деталей, у которых интенсивному износу подвержены лишь небольшие поверхности.

Список использованных источников

1. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович. – Новополоцк: ПГУ, 1999. – 240 с.
2. Хейфец М.Л. Проектирование процессов комбинированной обработки. – М. : Машиностроение, 2005. – 272 с.
3. Акулович Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.

УДК 621.833

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

*Студент – Курило Д.Н., 40 тс, 4 курс, ФТС
Научный*

*руководитель – Акулович Л.М., д.т.н., профессор
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. На основе анализа современных методов изготовления зубчатых колес установлены инновационные схемы обработки на станках с ЧПУ и режущие инструменты, реализующие формирование зубчатого профиля на операциях зубофрезерования, шлифования и хонингования.

Ключевые слова: метод обкатки, зубошлифование, хон, зубофрезерование, хонингование.

Одним из основных требований, предъявляемых к зубчатым передачам является малозумность их работы. С другой стороны, тенденция

увеличения количества типоразмеров зубчатых колес вынуждает их изготовителей располагать гибкими быстропереналаживаемыми технологиями производства.

Современные технологии изготовления зубчатых колес ориентированы на применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ), реализующих формирование зубчатого профиля методом обкатки, что обеспечивает точность профиля зубчатого венца, соответствующая не менее 7-й степени по ГОСТ 1643-81.

Особенности современных технологий изготовления зубчатых колес:

- на основных операциях изготовления зубчатых колес (точение, зубонарезание, зубошлифование) используются станки с ЧПУ;
- при токарной обработке заготовки зубчатого колеса базовое отверстие и базовый торец обрабатываются окончательно с высокой точностью (до 0,01 мм) на токарных обрабатывающих центрах с ЧПУ;
- нарезание зубьев окончательно с высокой точностью (5-6 степень) выполняется на зубофрезерном или зубодолбежном станке с ЧПУ инструментами класса точности А и АА;
- в качестве финишной операции взамен зубошлифования, а также после зубошлифования получило широкое применение силовое зубохонингование охватывающим хоном.

Наибольшее применение в настоящее время получила обработка зубчатого венца фрезерованием червячными фрезами.

Тенденции современных технологий зубофрезерования:

- зубофрезерование становится основной операцией по обеспечению высокой и окончательной точности зубчатого венца;
- увеличение типоразмеров зубчатых колес требует повышения гибкости и быстрой переналадки оборудования;
- усложнение конструкции станков и оснащение их системами ЧПУ требует встроенных систем контроля за процессом нарезания и диагностики всех ответственных узлов станка;
- система обслуживания станка должна исключать возможные ошибки оператора, максимально исключить ручное обслуживание станка;
- модульная компоновка ведет к хорошему сочетанию цена/качество;
- наряду с «мокрым» фрезерованием получает широкое применение «сухое» фрезерование на высоких скоростях, которое на сегодняшний момент применяется в равной степени с «мокрым» фрезерованием (табл. 7.1);
- варианты автоматизации и дополнительных функций повышают гибкость и производительность.

Для обеспечения высокой точности *конструкции зубофрезерных станков* претерпели следующие изменения:

- литая станина с высокой динамической и статической стабильностью с встроенной системой терморегулирования;

- непосредственный безззорный привод вращения фрезы;
- встроенная система корректировки межосевого расстояния для компенсации температурных колебаний;
- двойной червячный привод стола с гидравлическим натягом;
- программно-управляемая система охлаждения и смазки фрезы;
- автоматическая смазка всех движущихся частей;
- установка шпинделя на конических роликоподшипниках с предварительным натягом;
- система удаления стружки – магнитный сепаратор удаления стружки с очисткой.

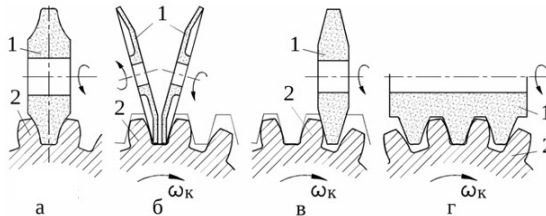
Совершенствование конструкций червячных фрез:

- посадочные шейки цилиндрической и конусной формы;
- применение модифицированного профиля;
- комбинированные червячные фрезы (фирмы Fette);
- совершенствование материалов и многослойных покрытий червячных фрез, направленных на повышение температурной стойкости, поверхностной твердости;
- применение многослойных покрытий на основе TiAlN.

Инновационные технологии финишной обработки зубчатых колес.

Методы шлифования впадин зубьев цилиндрических колес. Зубошлифование производят в основном при изготовлении колес повышенной точности, термически обработанных. Различают два метода шлифования: копирования и обкатки. Среди них превалирует обкатка профиля впадин зубьев.

При шлифовании методом копирования шлифовальный круг повторяет профиль впадины обрабатываемого зубчатого колеса (рисунок 1,а). Метод копирования отличается простой кинематикой движений, однако требует частой правки рабочего профиля по шаблону (копиру), обеспечивает точность 7-й степени и шероховатость поверхности по параметру $Ra = 1,25$ мкм. Метод копирования используют, в основном, для обработки прямозубых колес.



а – модульными абразивными кругами; б – тарельчатыми абразивными кругами;
 в – абразивными кругами с трапециодальным профилем;
 г – червячными абразивными кругами; 1 – абразивный круг, 2 – зубчатое колесо
 Рисунок 1 – Методы шлифования профиля зубьев цилиндрических колес

При шлифовании методом обкатки боковые поверхности шлифовального круга воспроизводят зуб рейки в зацеплении с обрабатываемым колесом (рисунок 1, б, в, г). Наиболее производительными и точными является шлифование червячными абразивными кругами (рисунок 1, г). Величина припуска на сторону зуба под шлифование составляет для модулей: до 2 мм – 0,05...0,15 мм; 2...5 мм – 0,15...0,20 мм; свыше 5 мм – 0,2...0,3 мм. Зубошлифование позволяет обеспечить высокую точность зубчатого венца, устранить погрешности предварительной и термической обработки. Однако шлифование ухудшает качество поверхностного слоя и его физико-механические свойства. Выделяемое при шлифовании тепло вызывает структурные изменения в поверхностном слое в виде прижогов и внутренних растягивающих напряжений.

Зубошлифовальные станки с ЧПУ имеют обычно 6 основных управляемых осей и несколько дополнительных осей в зависимости от уровня механизации и наличия дополнительных функций. Мировые лидеры по производству зубошлифовальных станков – фирмы Gleason и Liebherr.

Зубохонингование. Используется для доводки зубьев термически обработанных колес. Зубохонингование представляет собой процесс окончательной доводки зубьев цилиндрических колес с помощью зубчатого алмазного или абразивного колеса – хона. Алмазный хон представляет собой зубчатое колесо, на профильную поверхность зубьев которого нанесен гальваническим методом алмазный слой. Абразивный хон изготавливается литьем в пресс-форму смеси белого элекрокорунда с эпоксидными акриловыми и полиуретановыми связками. Жесткими являются эпоксидные и акриловые связки, упругими – полиуретановые. Жесткие связки обеспечивают равномерный сьем припуска и более точную обработку. Эластичные связки способствуют ускорению процесса и некоторому повышению производительности. В качестве СОЖ используется сульфозфрезол или веретенное масло.

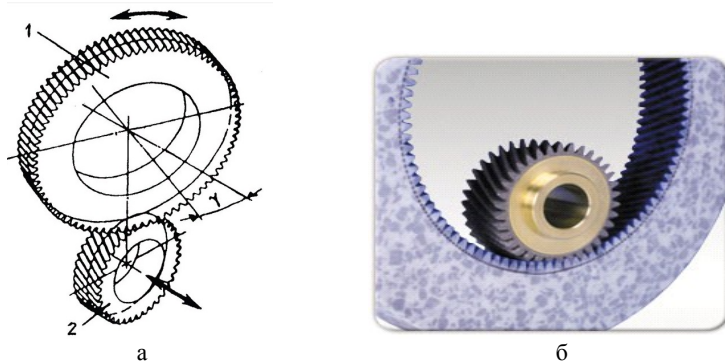


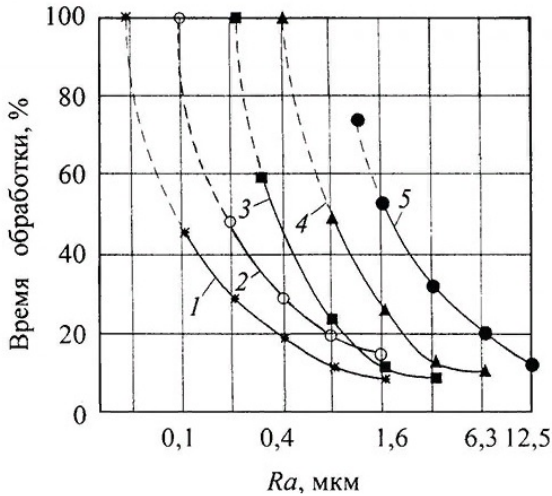
Рисунок 2 – Схемы обработки хонем с внешним (а) и внутренним зацеплением (б)

При зубохонинговании обрабатываемое колесо и хон устанавливаются на скрещивающихся осях. При этом происходят движения (рисунок 2):

- вращательное хона и колеса;
- осевое возвратно-поступательное хона или колеса;
- осциллирующее возвратно-поступательное с целью повышения производительности.

Припуск под хонингование зубьев обычно составляет не более 0,02...0,03 мм на сторону зуба. Зубохонингование может эффективно заменять зубошлифование при необходимости обеспечения 5–7 степени точности.

Зубохонингование позволяет повысить качество пятна контакта и плавность передачи, уменьшить шероховатость рабочих поверхностей зуба и уровень шума передачи. Благодаря высокой производительности процесс зубохонингования получил широкое распространение в качестве отделочной операции при массовом производстве шестерен.



1 – хонингование; 2 – фрезерование чистовое скоростное червячными фрезами;
 3 – шлифование; 4 – шевингование; 5 – фрезерование и долбление
 Рисунок 3 – Шероховатость поверхности зубьев, получаемая при различных методах обработки

Технологии изготовления цилиндрических зубчатых колес средних размеров (модуль 0,5÷8 мм, диаметр до 400 мм) могут обеспечивать: без зубошлифования 6-ю степень точности, с зубошлифованием – 4-ю степень. В зависимости от конфигурации и особых требований к зубчатому колесу зубошлифование также применяется и при изготовлении зубчатых колес 5–6 степени точности.

Список использованных источников

1. Антонюк В.Е. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колес и передач. Учебное пособие / В.Е. Антонюк [и др.]. – Минск : УП «Технопринт». 2003. – 766 с.
2. Калашников А.С. Технология изготовления зубчатых колес. / А.С. Калашников. – М. : Машиностроение. 2004. – 479 с.

УДК 631.35

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Магистрант – Лукашевич П.А., змаг 20 тс, 2 курс, ФТС
Научный
руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Режущие элементы рабочих органов уборочных сельскохозяйственных машин, упрочненные термической обработкой, имеют незначительный ресурс, что приводит к нарушению агротехнических требований, увеличению потерь урожая и повышению энергетических затрат на их проведение. В работе представлен анализ способов упрочнения режущих элементов и технологический метод получения композиционных электрохимических покрытий.

Ключевые слова: упрочнение, режущие элементы, технологические методы, хром, электрохимическое композиционное покрытие.

Повышение надежности режущих элементов уборочных машин, как правило, связано с изменением конструкции рабочего органа или его элементов, так и с изменением материала режущих элементов и увеличением износостойкости их рабочих поверхностей упрочнением (технологические методы).

Первая группа методов увеличения ресурса имеет ряд недостатков, к которым относятся сложность изготовления, потребность изменения стандартной конструкции деталей режущего аппарата и как следствие его усложнение, а также утяжеление конструкции режущего аппарата и увеличение нагрузки на приводные элементы.

В качестве материалов для изготовления рабочих органов режущих аппаратов (сегменты, противорежущие пластины, ножи) используют инструментальную углеродистую сталь (У8, У9, У10) со стандартным