

Процесс суперфиниширования поверхностей деталей с переменным поперечным сечением носит неустойчивый характер по равномерному съему припуска. Теоретически невозможно обеспечить кинематически правильное формообразование бочкообразной поверхности ролика при суперфинишировании.

Процесс резания протекает по контактными площадкам. Положительное свойство контактных площадок, изменяющихся за каждый двойной ход бруска, в том, что осуществляется прерывистое резание, приводящее к уменьшению температуры резания в зоне обработки

При суперфинишировании шарнирно-закрепленным бруском дополнительное влияние на неравномерность давления вдоль образующей оказывает момент трения $M_{тр}$ в цапфе поворота и момент M_T от действия осевой силы резания. Момент сил инерции на порядок – два меньше этих величин и не может оказать заметного влияния на характер давления. $M_{тр}$ и M_T действуют в противоположных направлениях, поэтому регулируя $M_{тр}$ и подбирая высоту бруска, можно частично обеспечить их взаимную компенсацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билик Ш.М., Ройтерштейн Э.Х., Голев А.А. «Микропроводка внутренних и наружных поверхностей сложного профиля», «Вестник машиностроения», №4, 1970. 2. Зыков Е.И., Китаев В.И., Кулин Л.Г. Студенский Е.И. «Повышение надежности и долговечности роликоподшипников», «Машиностроение», 1969. 3. Кривко Г.П. Основы совершенствования способов и технологических процессов механической обработки деталей подшипников. - Мн.: УП «Технопринт», 2001.-220с. 4. Патент 5473 ВУ. МПК: В 24В 5/37, 35/00. Способ финишной групповой обработки рабочих поверхностей бочкообразных несимметрических роликов и устройство для его осуществления/ Кривко Г.П., Филонов И.П., Пенза В.Н. и др.– №19981151; Заявлено 22.12.1998; Опубликовано /Афіцыйны бюлетэнь. Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь – 2003. – №3. – 4с.

УДК 621.833.1

Благодарный В.М., Джачовский Ф.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

*Барановичский государственный университет, Барановичи, Белоруссия
Фирма «Регада», Прешов, Словакия*

Volts articles representation productive technology mode of production toothed wheel little modulus, rest myself in cooling sheeting semi-product and consecutive magneto-abrasive machined for cancel beard.

Введение

Мелкомодульные зубчатые передачи широко применяются в различных механизмах: сумматорах, счетчиках, измерителях скоростей, давления, сил, в приводах вентилях и других механизмах [1]. Поэтому изготавливается их большое множество, причем различных типоразмеров и конструкций. Для нарезания зубчатых колес применяются известные методы: зубофрезерование, зубодолбление, зубострогание, и в качестве отделочных: зубошлефование, зубошлифование. Эти методы требуют специального оборудования, высококвалифицированных специалистов, много труда и времени. Поэтому проблема повышения производительности изготовления мелкомодульных зубчатых колес является важной и актуальной.

1. Технология изготовления мелкомодульных зубчатых колес

Для мелкомодульных зубчатых колес применяются различные стали (Ст.45, 35, 20Х, 40Х, 20Х13, 38Х2МЮА и др.), бронзы (Бр КМц3-1Т, БрАЖМц10-3, БрАЖ9-4, БрОФ6,5-0,15 и др.), латуни (ЛА67-2,5, ЛАЖМц66-6-3-2 и др.), сплавы (В95, МЛ6 пластмассы. Процесс изготовления зубчатых колес содержит следующие операции: Заготовительная (штамповка или разрезка прутка), сверление и растачивание внутреннего отверстия, токарная наружных поверхностей (черновая), токарная или фрезерная (подрезка торцев), токарная наружных поверхностей (чистовая), зубофрезерование, термообработка (поверхностная), зубошлифование, плоскошлифовальная (торцев), сверление отверстия и нарезание резьбы в ступице колеса, сверление и растачивание отверстия под штифт в ступице колеса.

Если требуется изготовить колесо повышенной износостойкости, то в качестве термообработки применяется азотирование и в качестве стали используется азотируемые стали, например сталь 38ХМЮА. В этом случае зубошлифование не используется, так как азотируемый слой представляет всего лишь доли мм. При азотировании не происходит никаких деформаций колеса, поэтому перед азотированием производятся все окончательные операции с колесом (зубошевингование, снятие заусенцев).

Если к зубчатому колесу предъявлены повышенные требования по точности, а твердость рабочих поверхностей зубьев не лимитирована, то в этом случае после зубофрезерования обязательно производится зубошевингование колеса и снятие заусенцев. На этом изготовление колеса заканчивается. Обычно такие зубчатые колеса используются в точных механизмах, приводах точных устройств управления, приборах.

Очень часто мелко модульные зубчатые передачи используются в кинематических механизмах, типа счетчиков, сумматоров и других механизмов. В этом случае к мелко модульным зубчатым передачам особых требований ни по точности, ни по прочности не предъявляется. Однако и в этом случае, как правило, мелко модульные зубчатые колеса изготавливаются по схеме, в которой главной операцией является зубофрезерование. Зубофрезерование - это довольно сложная операция, требующая специального оборудования и инструмента, а также работников высокой квалификации. Более 50% стоимости зубчатого колеса приходится на зубофрезерование. Кроме того, зубофрезерование - длительный процесс, поэтому, как правило, предприятия, изготавливающие счетчики, сумматоры и другие подобные механизмы, испытывают трудности с выполнением производственной программы. Такая проблема в свое время возникла и на автомобильном заводе в Тольятти. Решена эта проблема была внедрением холодного накатывания мелко модульных зубчатых колес. Это позволило за смену на трех установках выполнять всю производственную программу завода по изготовлению мелко модульных зубчатых колес.

2. Холодное накатывание мелко модульных зубчатых колес

В 90-х годах прошлого столетия проф. Мазуровым Ю.Л. и инженером Пелехом А.И. были разработаны технология и установки для холодного накатывания мелко модульных зубчатых колес. Принцип накатывания мелко модульных зубчатых колес заключается в следующем (Рис.1). Заготовка колеса 1 в виде диска со ступицей закрепляется на оправке. Три накатника 2 вращаются и постепенно в радиальном направлении перемещаются к центру колеса. Накатники представляют собой зубчатые колеса, выполненные из более твердого материала, чем накатываемое зубчатое колесо. При вращении накатников постепенно в изготавливаемом колесе выдавливаются зубья, то есть образуются впадины. Выдавливаемый материал частично вдавливается в тело зубьев колеса, частично образует заусенцы по всему профилю зуба с обеих сторон.

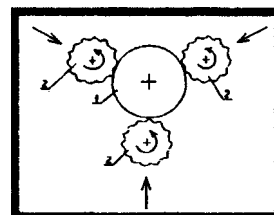


Рисунок 1 - Схема холодного накатывания мелко модульного зубчатого колеса:

1 - накатываемое колесо, 2 - накатники

Накатывание происходит при нормальной температуре, поэтому носит название «холодного».

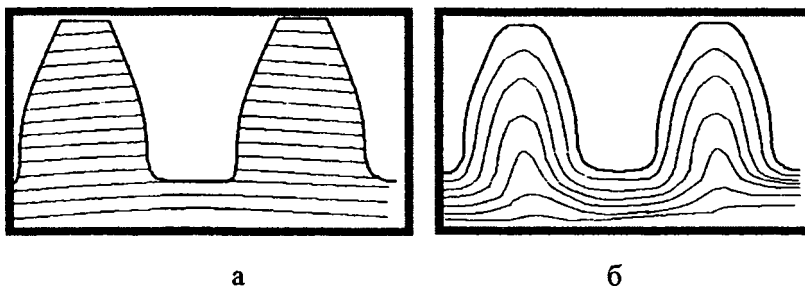


Рисунок 2 - Схема расположения слоев материала при: а - зубонарезании, б- накатывании

На рис.2 можно увидеть, что при зубонарезании слои материала прерываются и образуют на боковых поверхностях зубьев концентраторы напряжений, в результате чего разрушение зубьев наступает значительно быстрее. Более быстро происходит износ рабочих поверхностей зубьев. При накатывании срезанных слоев материала нет, поэтому нет и концентраторов напряжений. Слои материала повторяют профиль зубьев. Кроме того, как видно из рисунка (Рис.1 б), происхо-

дит уплотнение рабочих поверхностей зубьев, что приводит к повышению их прочности и износостойкости. Недостатком является образование заусенцев на торцах зубьев колеса.

Снимают заусенцы напильником или фрезерованием (шлифованием) торцев колес, если они не имеют ступиц. Однако более производительным методом является снятие заусенцев с помощью магнитно-абразивной обработки.

3. Магнитно-абразивная обработка мелко модульных зубчатых колес

Магнитно-абразивная обработка является технологическим процессом отделочных операций деталей (например, зубчатого колеса 1 на рис.3) путем воздействия на их поверхности магнитным абразивным порошком, находящимся в свободном состоянии в рабочей жидкости в кювете 2 под действием магнитного переменного поля, возникающего между двумя полюсами электромагнитов 3 (Рис.3).

В результате перемены полюсов магнитов меняется направленность магнитных линий, и абразивные зерна под действием магнитных сил прижимаются к обрабатываемой поверхности зубчатого колеса и сглаживают все микронеровности на поверхностях зубьев путем резания. При этом исходная геометрия поверхности не искажается. В результате так называемого «упругого резания» абразивными частицами отсутствуют прижоги, отпуск и цементация обработанных участков поверхности, что обычно встречается при обычном шлифовании. В незакрепленном состоянии зерна абразива более полно используют свои режущие способности, так как происходит нивелирование их рабочих кромок относительно обрабатываемой поверхности, а также переориентация и перемещение в процессе обработки [2]. Степень упругости абразивного резания поверхности регулируется изменением силы тока, подаваемого на электромагнитные катушки, то есть изменением напряженности магнитного поля в рабочей зоне. В результате многократного воздействия абразивного порошка и переманивающего действия магнитного поля, кроме снижения шероховатости поверхности, происходит еще и упрочнение тонкого поверхностного слоя за счет дробления элементов кристаллической решетки, образования мелкодисперсной структуры, снижения величины остаточных напряжений и увеличения микротвердости поверхности [3].

Механическое воздействие абразивных частиц на поверхность обрабатываемой детали при действии магнитного поля отличается от резания абразивным инструментом, прежде всего наличием магнитного поля, которое материально выступает в роли связки, однако с весьма специфическими свойствами.

В процессе МАО магнитное поле объединяет в себе функции силового источника и упругой связки, то есть оно является источником нормальных и касательных сил, действующих на абразивные частицы, тем самым, исполняя роль соответствующего звена в кинематической цепи станка. Эффективность силового воздействия абразивных частиц на поверхность иглы определяется магнитными свойствами абразивных частиц и среды, в которой они работают.

Пропорционально размерам абразивных зерен и их расположению в рабочем пространстве дифференцируются силы магнитного поля. На абразивные частицы, непосредственно контактирующие с обрабатываемой поверхностью, действуют суммарные силы, приложенные ко всему объему частиц, находящихся в рабочем пространстве между полюсами магнита.

Магнитное поле, выступающее в качестве связки при МАО, не обладает изотропностью, поэтому роль звена в кинематической цепи станка оно выполняет при условии, если соответствующая составляющая результирующего вектора магнитных сил, действующих на абразивные частицы, противоположна вектору движения.

Абразивные частицы могут занимать относительно обрабатываемой поверхности в магнитном поле различное пространственное положение. На их положение оказывает существенное влияние соседние частицы. Поэтому всю массу абразивных частиц в рабочем пространстве действия магнитного поля можно представить как постоянно меняющееся упругое тело.

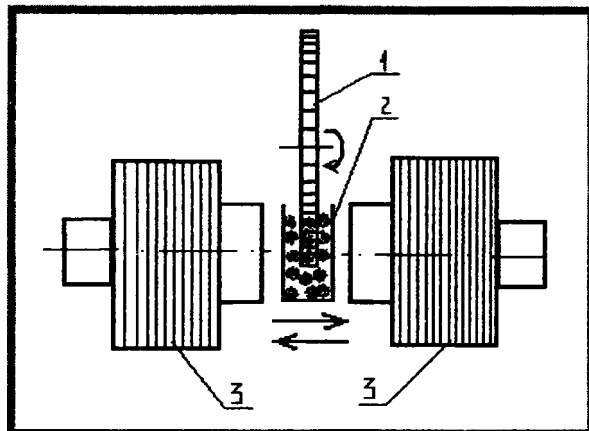


Рисунок.3- Схема магнитно-абразивной обработки мелко модульного зубчатого колеса

Исследования, проведенные рядом авторов, показали, что даже при жестком креплении абразивного зерна кинематика резания может отличаться от задаваемой станком. Там, где связкой является магнитное поле, это различие не только усугубляется изменением ориентации зерен, но может распространяться также на движение всей массы абразивных зерен как целого. Таким образом, по аналогии с жесткой кинематикой можно предположить, что при магнитно-абразивном резании кинематика движения определяется магнитным полем.

Абразивные зерна в магнито-абразивной системе не всегда могут выполнять свою функцию, т.е. обрабатывать поверхность детали.

Например, если масса абразивных частиц, находящаяся в рабочем зазоре под действием магнитного поля, жестко соединена с полюсами электромагнита, то в этом случае величина нормальных сил недостаточна, чтобы совершать резание поверхности детали. Или если абразивные частицы плотно прижаты к обрабатываемой поверхности и совершают движения относительно полюсов магнита вместе с деталью, то в этом случае никакой обработки также не будет.

На основе экспериментов установлено, что в установившемся режиме имеются четыре зоны распределения абразивных зерен, причем постоянно происходит перемещение порошка из одной зоны в другую. Перемещение зерен из одной зоны в другую вместе с поверхностью детали увеличивается с уменьшением поля в зазоре, увеличением зазора и уменьшением абразивных зерен, уменьшением скорости вращения детали. И наоборот, изменение приведенных факторов в обратном направлении уменьшает как подвижность отдельных зерен, так и их слоев.

Заключение

Холодное накатывание совместно с окончательной обработкой абразивным порошком в магнитном поле является весьма эффективным и производительным процессом изготовления мелко модульных зубчатых колес. Задача состоит в проектировании и изготовлении установок на базе львовских изобретателей и внедрении технологии холодного накатывания на предприятиях, изготавливающих крупные партии мелко модульных зубчатых колес. Окончательной доводочной операцией должна быть магнитно-абразивная обработка, которая успешно решает проблему удаления заусенцев и улучшения качества рабочих поверхностей зубьев. Здесь также возникает задача проектирования и изготовления универсальных установок для магнитно-абразивной обработки мелко модульных зубчатых колес, способных обрабатывать колеса различных типов и размеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Благодарный В.М. Расчет мелко модульных зубчатых передач на износ и прочность. – М.: Машиностроение, 1985. – 128с.
2. Сакулевич Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки. - Минск: Наука и техника, 1981.- 328с.
- Хейфец М.П., Кожуро Л.М., Мрочек Ж.А. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей. - Гомель: ИММС НАНБ, 1999.-276с.