

УДК 621.9.048.6

Сергеев Л.Е., кандидат технических наук, доцент;
Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;
Назаренко А.Ю., студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ПРОФИЛЯ ЗУБЬЕВ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

***Аннотация.** В статье рассмотрен процесс магнитно-абразивной обработки зубчатых колёс, предложено использование реверсивного вращения детали, обеспечивающего равномерное распределение рабочей технологической среды при обработке зуба.*

В современном сельскохозяйственном машиностроении широкое распространение получили эвольвентные зубчатые передачи. От их работоспособности, качества и нагрузочной способности зависит долговечность, надежность машин и механизмов. Поэтому актуальными остаются вопросы совершенствования технологического процесса их изготовления на базе применения финишных методов обработки. Особое значение имеет шероховатость рабочей поверхности зубьев, так как для большинства зубчатых колес микронеровности, образовавшиеся на стадии механической обработки, сохраняются после химико-термической обработки и влияют на напряженно-деформированное состояние зубчатых колес при их эксплуатации [1].

В качестве финишных методов обработки зубьев для незакаленных зубчатых колес используются зубошевингование и калибрование, известен также способ, занимающий промежуточное место между калиброванием и шевингованием – «финишер» [2]. Для обработки закаленных зубчатых колес – зубохонингование, обкатка и притирка. Одним из широко применяемых методов является зубошлифование, которое позволяет обеспечить высокую точность зубчатого венца, устранить погрешности предварительной механической и химико-термической обработки. Однако выделяемое при шлифовании тепло вызывает структурные изменения в поверхно-

стном слое в виде прижогов и внутренние растягивающие напряжения. При превышении этими величинами напряжений предела прочности появляются шлифовочные трещины [3].

К числу перспективных методов финишной обработки относится магнитно-абразивная обработка (МАО), при которой в роли режущего инструмента выступает рабочая технологическая среда (РТС), включающая частицы ферроабразивного порошка (ФАП), смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) и электромагнитное поле (ЭМП). Ферроабразивная щетка из ФАП и СОТС формируется в зазоре между обрабатываемой поверхностью и полюсным наконечником электромагнита силами ЭМП.

Отличительной особенностью МАО от вышеперечисленных финишных способов чистовой обработки является возможность управления движением абразивных частиц в зоне обработки за счет изменения осциллирующего движения, и главным образом, за счет изменения величины магнитного потока, и как следствие, силы давления на обрабатываемую поверхность, что позволяет производить обработку без микротрещин, надрывов, шаржирования, равномерно удалять металл с обрабатываемой поверхности, упрочнять поверхностный слой, снижать остаточные растягивающие напряжения с переходом их в сжимающие. Однако одной из проблем МАО зубчатых колес среднего и крупного модуля ($m > 1,5$ мм) является то, что РТС самостоятельно не заполняет впадину между зубьями. Это связано со стремлением магнитного потока осуществить свое прохождение по энергетически выгодному участку магнитной цепи, концентрируясь на продольных кромках зубьев. Главной задачей в этом случае является реализация заполнения частицами ФАП впадин зубчатого колеса.

При проведении МАО зубчатых колес ($m = 2,5$ мм), сталь 18ХГТ, 62...64 HRC, выявлено, что на разных сторонах зуба значения шероховатости не равномерны, от вершины к ножке зуба шероховатость увеличивается. Обусловлено это тем, что в процессе обработки осуществлялось движение зубчатого колеса только против часовой стрелки, что способствовало более сильному прижатию ФАП к обрабатываемой левой стороне зуба.

Цель настоящей работы – исследование процесса МАО эвольвентных поверхностей, учитывая режим кинематического состояния РТС, поскольку знание распределения РТС в рабочей

зоне при MAO позволит осуществить прогнозирование процесса финишной обработки зубчатых колес.

РТС можно представить как пористую среду, состоящую из частиц порошка и пор, в которых протекает СОТС. С технологической точки зрения подача СОТС и течение ее в зоне обработки представляет собой организованный поток веществ. Основными характеристиками технологии подачи и движения СОТС в рабочем зазоре являются: тип потоков, способ обеспечения требуемого уровня турбулентности (ламинарности), числовые характеристики потоков. При MAO тип потока СОТС различен в начале его формирования и в зоне обработки (при выходе СОТС из сопла – движение жидкости ламинарно, а при контакте с вращающейся деталью и инструментом поток жидкости турбулентен). Тип потока СОТС в зоне обработки оказывает существенное влияние на эффективность его функционального действия. С повышением турбулентности потока усиливается охлаждающее, моющее действия, а при ламинаризации – смазочное и проникающее действия.

Модель обтекания паза зубчатого колеса имеет следующий вид (рисунок 1). Из условия симметрии на S_0

$$\psi = 1; \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0;$$

на S_1 и S_2 условия периодичности:

$$\psi_1 = \psi_2; \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial x} = \frac{\partial \psi_2}{\partial x};$$

на S_0 условие совмещения:

$$\psi = 0; \quad \frac{\partial \psi}{\partial n} = 0.$$

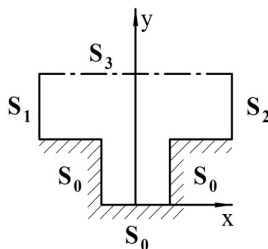


Рисунок 1 – Модель обтекания паза зубчатого колеса

При задании начального условия использовался профиль Гартмана, отнесенный к наименьшей ширине канала. Для зазора зуба зубчатого колеса в начальный момент принималось $\psi = 0$.

Расчет производился при различных значениях Re и N , при различных отношениях размеров выступа к ширине канала и при различной ориентации магнитного поля.

Своеобразная картина течения получается, когда магнитное поле наклонено к оси паза под некоторым углом (область II, рисунок 2).

На основании вышеизложенного можно отметить, что для улучшения качества поверхности зубчатых колес при МАО целесообразно применять реверсивное движение детали, по несколько раз меняя направление движения.

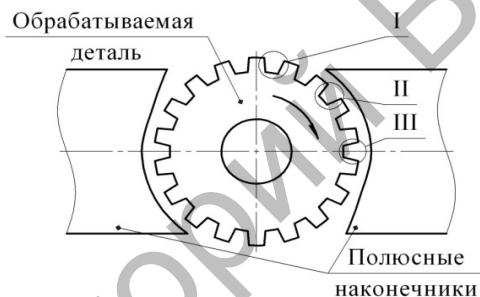


Рисунок 2 – МАО зубчатого колеса

Полученные расчеты показывают, что градиент давления, образуемый магнитной индукцией в зоне паза зубчатого колеса и определяемый давлением и типом потоков СОТС, направлен по ходу вращения обрабатываемой детали.

Список использованной литературы

1. Ящерицын, П.И. Работоспособность узлов трения машин / П.И. Ящерицын, Ю.В. Скорынин. – Мн.: Наука и техника, 1984. – 288 с.
2. Калашников, А.С. Своевременный методы чистовой обработки зубчатых цилиндрических колёс / А.С. Калашников // Оборудование и инструмент для профессионалов: металлообработка, 2009. – № 6. – С. 38–42.

3. Технология производства и методы обеспечения качества зубчатых колёс и передач: учеб. пос. / В.Е. Антонюк [и др.]; под общей ред. В.Е. Антонюка. – Мн.: Технопринт, 2003. – 766 с.

Abstract. The article discusses the process of magnetic-abrasive machining of cogwheels, proposes the use of reversible rotation of the part ensuring uniform distribution of the working technological medium during tooth (prong) processing.

УДК 631.3.004.67

Колпаков А.В., кандидат технических наук, доцент;

Новичков В.Н., старший преподаватель,

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

ТЕХНОЛОГИЯ ЧАСТИЧНОГО РЕМОНТА СПИРАЛИ ШНЕКОВ ВИНТОВЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ

Аннотация. *Приведены назначение, основные неисправности винтовых транспортеров, предлагается технология частичного ремонта спирали шнеков винтовых транспортеров путем замены изношенных витков перьями.*

Винтовые транспортеры в сельском хозяйстве и на предприятиях перерабатывающей промышленности служат для транспортировки зерна, обмолота, различных смесей сырого и запаренного картофеля, влажных и полужидких кормов, необмолоченной хлебной массы, сена, сломы, соломенной резки и т. д. Они применяются также для смешивания сухих и влажных кормов, составными частями которых являются продукты размола зерна, сырые изрезанные корнеплоды, сырой и запаренный картофель, сырая и запаренная соломенная резка. Кроме того, винтовые транспортеры используются в качестве прессов непрерывного действия, например, для отжима растительных соков из предварительно измельченной мас-