

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭВОЛЬВЕНТНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

*Астраханский А.Ю., Кожевников В.А.*

*Самарский государственный университет путей сообщения, Самара*

**Ключевые слова:** зубчатая передача, упрочнение, износостойкость, покрытие, обработка.

**Аннотация.** Рассмотрен метод обработки рабочих поверхностей эвольвентных зубчатых колес пластическим деформированием с одновременным нанесением антифрикционного покрытия. Указаны улучшенные свойства рабочих поверхностей.

## ENSURING RELIABILITY OF WORKING SURFACES OF EVOLVENT GEARS

*Astrakhansky A.Yu., Kozhevnikov V.A.*

*Samara State University of Railway Transport, Samara*

**Keywords:** gearing, hardening, wear resistance, coating, processing.

**Abstract.** A method of processing the working surfaces of evolvent gears by plastic deformation with the simultaneous application of an anti-friction coating is considered. Improved properties of working surfaces are indicated.

На эксплуатационные показатели деталей машин большое значение оказывают качественная обработка их рабочих поверхностей. Используя методику вибронакатывания, а так же поверхностное пластическое деформирование, можно добиться хороших результатов. Широкие возможности и целесообразность применения этих методов определяется не только простотой их применения, но и созданием поверхностей с оптимальной несущей способностью и с заданными параметрами качества.

В современном машиностроении существует тенденция появления новых материалов со специальными покрытиями, обладающих особыми свойствами. С этой точки зрения одним из перспективных направлений является способ упрочняющей обработки рабочих поверхностей с одновременным нанесением композиционных покрытий. Варьируя составом композита и режимами обработки можно, в определенной степени, достичь требуемых параметров свойств качества поверхности [1, 2].

Суть процесса сводится к следующему. Предварительно проводится упрочняющая обработка рабочей поверхности деформирующим элементом с целью ее упрочнения и создания благоприятных условий для химического взаимодействия компонентов покрытия с основой. Одновременно в зону обработки подается специальная жидкость, содержащая хлорную медь, ацетамид, ультрадисперсные порошки меди и никеля и другие компоненты, растворенные в глицерине.

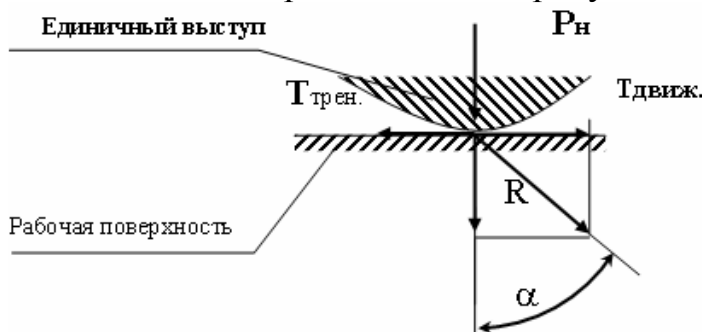
Под воздействием температуры и давления происходит восстановление металлов из солей на обрабатываемой поверхности с одновременным образованием диффузионного слоя. Впоследствии происходит формирование

основного покрытия. Последующая упрочняющая обработка по покрытию улучшает его качество и увеличивает толщину. Проведенными исследованиями установлено, что величина диффузионного слоя находится в пределах 0,8...1,3мкм, а само покрытие до 2мкм. Наличие диффузионного слоя обеспечивает надежное сцепление покрытия с основой. В процессе обработки происходит восстановление поверхностных дефектов основного материала.

Упрочняющая обработка позволяет навести в поверхностном слое детали благоприятные остаточные напряжения сжатия до 380МПа, при этом повышается и микротвердость поверхностного слоя. Включение в состав спецжидкости ультрадисперсных порошков существенно улучшают свойства покрытий, увеличивая долговечность и износостойкость поверхностей контакта [3].

Для предварительной оценки качественных показателей покрытий были проведены лабораторные и стендовые испытания образцов с покрытиями. Триботехнические характеристики поверхностей деталей оценивались на трибометре Т-500. Установлено, что у образцов с покрытиями коэффициент трения в начальный момент снизился в среднем на 20%. Противозадирная стойкость увеличилась более чем в 2 раза.

В соответствии с механикой контактного взаимодействия, при перемещении твердого выступа по поверхности контакта коэффициент трения определяется как тангенс угла  $\alpha$ . Одним из главных параметров определяющих коэффициент трения в зоне контакта и распределение действующих сил, является некоторый угол  $\alpha$  между нормалью и равнодействующей. Упрощенная схема распределения сил в зоне контакта представлена на рисунке 1.



$P_n$  – нормальная нагрузка,  $R$  – равнодействующая сила,  $T_{движ}$  – тангенциальная составляющая,  $T_{тр.ен}$  – составляющая силы трения

Рис. 1. Схема распределения действующих сил

Использование предложенных покрытий для эвольвентных зубчатых колес позволит: снизить коэффициент трения в рабочей зоне, повысить продивозадирную стойкость, повысить микротвердость рабочей поверхности, повысить контактную долговечность за счет уменьшения значений угла  $\alpha$ .

На основании проведенных испытаний можно сделать вывод, что нанесение антифрикционного покрытия на рабочих поверхностях эвольвентных зубчатых колёс существенно улучшают их эксплуатационные показатели. Следует отметить, что при использовании технологии упрочняющей обработки в поверхностном слое антифрикционного покрытия колеса и его основного материала формируются и сохраняются благоприятные остаточные напряжения сжатия.

### **Список литературы**

1. Патент № 2399696. Способ упрочнения деталей с одновременным нанесением покрытия / Астраханский А.Ю., Берсудский А.Л. – Оpubл. 20.09.2010, Бюл. №26.
2. Астраханский А.Ю., Кожевников В.А. Обеспечение надёжных эксплуатационных свойств рабочих поверхностей эвольвентных червячных колес // Машиностроение: инновационные аспекты развития: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: СПбФ НИЦ МС, 2018. – №1. – С. 31-32.
3. Берсудский А.Л., Кудюров Л.В., Ибатуллин И.Д. Технология нанесения композиционных покрытий на детали при упрочняющей обработке // Концепция развития и высокие технологии производства и ремонта транспортных средств в условиях постиндустриальных технологий. – Оренбург: ОГУ, 1997. – С. 35-36.

### Сведения об авторах:

*Астраханский Алексей Юрьевич* – старший преподаватель;

*Кожевников Вадим Александрович* – к.т.н., доцент.