

УДК 621.891

ИЗМЕНЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ ПЛОЩАДИ КОНТАКТА СОПРЯГАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРИРАБОТКИ

Марьин Д.М., кандидат технических наук,
Хохлов А.Л., доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: трение, единичная неровность, фактическая площадь, приработка,

В данной статье рассмотрена модель процесса приработки при первоначальном пластическом контакте абсолютно жесткой единичной неровности с упругопластическим абсолютно гладким полупространством.

Введение. Под приработкой понимается процесс изменения геометрии поверхностей сопрягаемых деталей пар трения и физико-механических свойств поверхностных слоев материала в начальный период трения, обычно проявляющийся при постоянных внешних условиях в уменьшении работы трения, температуры и интенсивности изнашивания. При этом наибольшее изменение претерпевает более мягкая из сопрягаемых деталей пар трения, ее шероховатость в процессе приработки изменяется в сторону приближения шероховатости твердого контртела до тех пор, пока не наступит некоторое равновесное состояние, характерное для данных условий трения [1-3].

При трении в начальный период приработки чувствует очень небольшое количество контактирующих между собой выступов, вследствие чего истинные напряжения на образовавшихся площадках могут быть велики, поэтому происходит интенсивное разрушение неровностей, полученных при механической обработке, их дробление и пластическое деформирование, сопровождаемое наклепом тонкого поверхностного слоя.

В результате приработки происходит сглаживание наиболее выступающих неровностей, частичное или полное уничтожение первоначальных и установление новых, отличных от первоначальных по форме и размерам [4, 5].

Процесс приработки характеризуется перераспределением площадей контакта и заканчивается, когда доля площади от упругого восстановления становится равной площади, образованной на фронтальной по направлению скольжения части сферы, т.е. наступает равновесное состояние.

Материалы и методы исследований. Рассмотрим модель процесса приработки при первоначальном пластическом контакте абсолютно жесткой единичной неровности с упругопластическим абсолютно гладким полупространством.

Результаты исследований и их обсуждение. Неровности поверхности моделируются в виде набора сфер одинакового радиуса (R), расположенных на поверхности тела так, что их кривая опорной поверхности совпадает с кривой опорной поверхности реального тела.

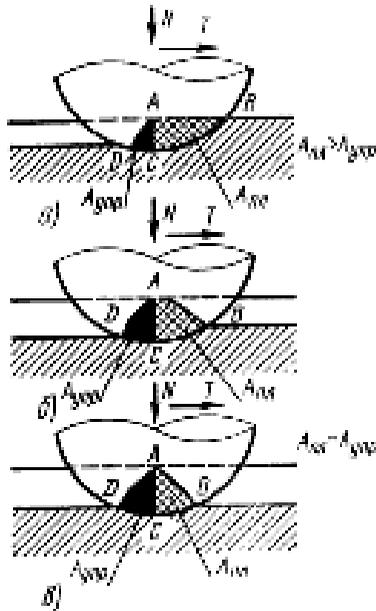
При первом проходе единичная неровность проделывает в материале дорожку шириной (d). Деформируемый материал на фронтальной поверхности (рисунок 1 а) сферы находится под действием напряжений, обусловленных нормальной нагрузкой и силой трения.

В области, лежащей за сферой, он оказывается, как бы в разгруженном от нормальной нагрузки состоянии. Ввиду этого на участке, следующем за сферой, будет происходить упругое восстановление материала. Предполагается, что величина его упругого восстановления будет равна величине упругого восстановления в неподвижном состоянии. Таким образом, при скольжении сферы по дорожке трения площадь ее контакта будет формироваться из двух частей: из площади фронтальной полуповерхности ABC , где происходит пластическое оттеснение материала, и площади по тыльной полуповерхности CAD , обусловленной упругим восстановлением материала дорожки трения.

Далее предполагается, что при стационарном режиме работы отдельные микронеровности повторно скользят по одной и той же

дорожке, которая была сформирована ими в процессе приработки через некоторые промежутки времени.

Учитывая, что при относительно небольших нагрузках расстояние между контактирующими неровностями таково, что их взаимным влиянием можно пренебречь, представляется возможным рассмотреть i -й неровности по своему следу.



$A_{пл}$ – площадь пластической деформации; $A_{упр}$ – площадь упругой деформации

Рис. – Скольжение неровностей по деформируемому полупространству

При повторном проходе сферической неровности по своему следу площадь ее контакта уменьшается на некоторую величину (рисунок б). Вследствие этого возрастает давление, что приводит к заглублению сферы. Следовательно, при втором проходе сфера снова пластически деформирует материал на участке ABC . Часть площади, обусловленной пластическим деформированием, уменьшается, а площадь, обусловленная упругим восстановлением, увеличивается.

Поэтому соотношение между этими площадями изменяется в сторону увеличения составляющей от упругого восстановления.

При третьем проходе происходит дальнейшее уменьшение составляющей, обусловленной пластической деформацией. Наконец, при i -том проходе по дорожке трения площадь по фронтальной полу поверхности становится равной площади упругого восстановления части дорожки.

Таким образом, процесс приработки характеризуется перераспределением площадей контакта и заканчивается, когда доля площади от упругого восстановления становится равной площади, образованной на фронтальной по направлению скольжения части сферы, т.е. наступает равновесное состояние.

Заключение. Наиболее общей чертой, свойственной процессу приработки сопрягаемых деталей пар трения, является уменьшение интенсивности изнашивания. Система проявляет способность приспосабливаться к внешним условиям трения так, чтобы наилучшим образом противостоять разрушению. Это, в частности, достигается за счет перехода от пластического передоформирования к упругому.

Библиографический список:

1. Хохлов, А.Л. Электроэрозионный способ обработки рабочих поверхностей деталей / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин, Е.Н. Прошкин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы X Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГАУ, 2020, – С. 322-325.

2. Потапов, И.А. Анализ способов обкатки сопрягаемых деталей пар трения двигателей внутреннего сгорания / И.А. Потапов, Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: сборник статей IV Международной НПК. – Пенза: РИО ПГАУ, 2019. – С. 94 – 96.

3. Хохлов, А.Л. Приработка деталей сопряжений поршневого двигателя внутреннего сгорания электроэрозионным способом / А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин // Роль вузовской науки в решении проблем АПК: сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической

конференции посвященная 90-летию со дня рождения профессора Г.Б. Гальдина. Том II. – Пенза: РИО ПГАУ, 2018. – С.92-95

4. Марьин, Д.М. Приработки сопрягаемых деталей пар трения с применением электрического тока / Д.М. Марьин, Р.Н. Мустьякимов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы Национальной научно-практической конференции. Том II. – Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2019. – С. 130-135.

5. Уханов, А.П. Приработка деталей сопряжений двигателя внутреннего сгорания / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.Л. Хохлов, Д.М. Марьин // Образование, наука, практика: инновационный аспект: сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения профессора А.Ф. Блинохватова. Том II. - Пенза: РИО ПГАУ, 2018. - С. 172-175.

CHANGING THE ACTUAL CONTACT AREA MATING PARTS OF FRICTION PAIRS IN THE PROCESS ADDITIONS

Maryin D.M., Khokhlov A.L.

Keywords: *friction, single unevenness, actual area, run-in,*

In this article, we consider a model of the burn-in process at the initial plastic contact of an absolutely rigid single unevenness with an elastic-plastic absolutely smooth half-space.