

ПРИРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР ТРЕНИЯ

**Хохлов А.Л., доктор технических наук, профессор,
тел. 8 (8422) 55-95-13, mobilemach-dep@ugsha.ru**

**Марьин Д.М., кандидат технических наук,
тел. 8 (8422) 55-95-13, marjin25@mail.ru**

**Потапов И.А., аспирант,
тел. 8 (8422) 55-95-13, pia-dim@mail.ru**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** кинематическая пара трения, приработка, электрический ток, сила тока.*

Необходимость в проведении приработки кинематических пар трения обусловлена тем, что после изготовления на их рабочих поверхностях остаются микронеровности, а в процессе сборки происходят неточности в расположении контактирующих поверхностей, поэтому проводят обкатку как новых, та и капитально отремонтированных. В работе представлены существующие способы приработки кинематических пар трения с применением электрического тока.

Введение. Современный уровень развития науки и техники обеспечил разработку большого количества технологических способов, позволяющих изменять строение и свойства поверхностных слоев металла в нужном направлении или создавать слои с определенными характеристиками. Использование данных способов позволяют повысить износостойкость поверхностей трения,

стойкость к усталостному разрушению и другие эксплуатационные свойства деталей. Одним из таких способов является стендовая приработка узлов деталей и машин.

На практике приработку чаще всего связывают с изменением качества поверхностей деталей машин и механизмов от состояния, характерного для новой (не работавшей) детали, до состояния, характерного для установившегося трения и изнашивания. Необходимость приработки как технологической операции обусловлена тем, что на первых после изготовления этапах эксплуатации изделия при отсутствии приработки узлы трения, как правило, не обладают нужным запасом несущей способности и не могут эксплуатироваться на максимальных, а зачастую и номинальных эксплуатационных нагрузочных и скоростных режимах. Это связано в значительной степени с отклонениями от правильной геометрической формы, волнистостью поверхностей и перекосами деталей при сборке, из-за наличия которых контактирование осуществляется на слишком малых участках поверхностей.

Для ускорения процесса приработки узлов трения машин используют пришабровку поверхностей и притирку; добавление в смазку частиц абразива; добавление в смазку высокодисперсных органомолей железа; введение в смазку инактивных, поверхностно активных, химически активных веществ (легирование смазок) и др. [1, 2, 3].

Одним из эффективных способов снижения времени процесса приработки, повышения ее качества и уменьшение энергозатрат является приработка кинематических пар трения с применением электрического тока.

Материалы и методы исследований. Известен способ приработки кинематических пар трения, при котором

пару трения нагружают установленной нагрузкой, задают относительное перемещение и подают импульсы технологического напряжения, а между деталями подают минеральное масло с порошком из мягких металлов (сплавов), значения напряжения поддерживают в диапазоне 20-30 В при силе тока 1-2 А. В результате импульсов напряжения ток между деталями проходит через порошок и нагревает его. Разогретый порошок пластифицируется и заполняет микронеровности деталей. За счет добавления в минеральное масло порошков мягких металлов (сплавов) поверхностные слои пары трения приобретают положительный градиент механических свойств, что обеспечивает их высокую износостойкость [4].

Данный способ направлен на сокращение продолжительности приработки пары трения и повышение ее износостойкости.

Известен способ приработки с пропуском электрического тока через кинематическую пару трения (рис. 1). Сущность данного способа состоит в том, что одновременно в зону трения кинематической пары капельно подают смазочный материал и пропускают импульсы электрического тока величиной 8 - 10 мА при напряжении от 2,5 до 7,5 кВ через трущиеся поверхности, затем пару нагружают определенной нагрузкой, задают относительное перемещение [5].

Применение данного способа приработки с пропуском электрического тока через кинематическую пару трения приведет к уменьшению вероятности появления задира поверхностей, продолжительность приработки и повышению ее качества, кроме этого, данные режимные параметры пропускаемого электрического тока позволят повысить износостойкость кинематической пары

трения за счет физико-химических процессов, протекающих на участке контакта трущихся поверхностей.

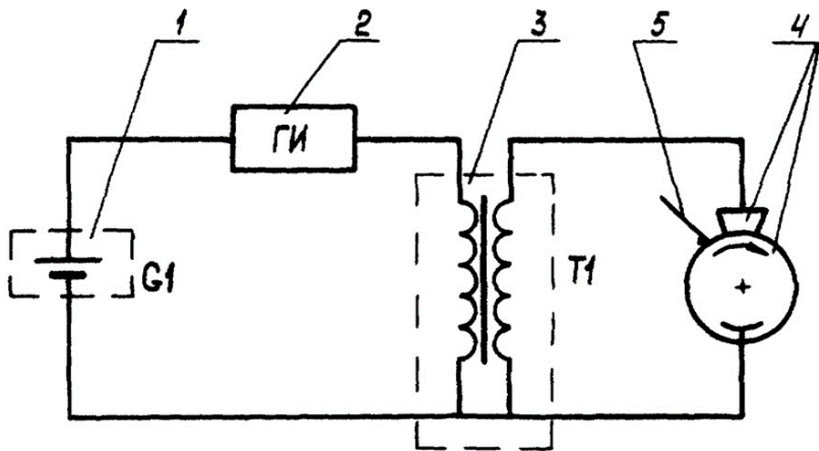


Рисунок 1 - Способ приработки кинематических пар трения:
1 - источник постоянного напряжения; 2 - генератор импульсов высокой частоты; 3 - автотрансформатор; 4 - кинематическая пара трения; 5 - устройство для капельной подачи смазочного материала.

Известен способ электрической приработки кинематических пар трения (рис. 2) [6]. Кинематической паре трения задают относительное перемещение и нагружают определенной нагрузкой, подают на одну из прирабатываемых деталей пары трения импульсный электрический ток. Одновременно с подачей электрического тока для усиления процесса определенных объемах в смазочное масло добавляют растворимые в нем элементоорганические соединения металлов. Сила тока зависит от состава добавляемых в смазочное масло элементоорганических соединений металлов и конструктивного материала, из которого изготовлены кинематические пары трения, при этом сила тока не

превышает нескольких микроампер, напряжения не менее 2 кВ.

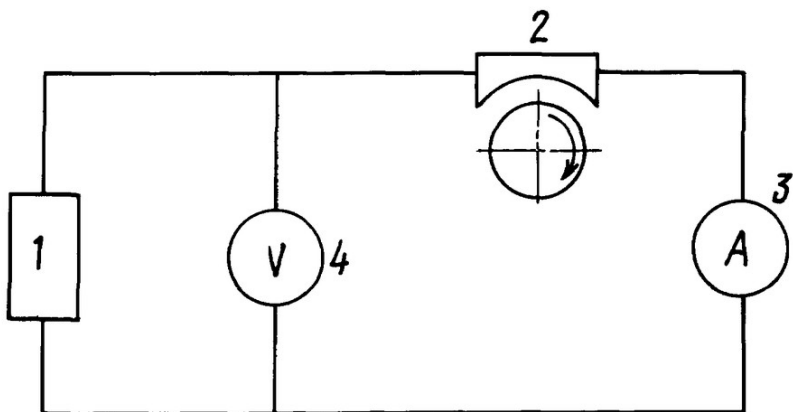


Рисунок 2 - Способ приработки кинематических пар трения:
1 - источник технологического напряжения; 2 - кинематическая пара трения; 3 - амперметр; 4 - импульсный вольтметр.

Процесс приработки кинематической пары трения происходит до тех пор, пока электрический ток не снимет на поверхности все вершины микронеровностей на расстоянии, обеспечивающем пробой смазочного масла. В результате съема вершин микронеровностей увеличивается зазор между кинематической парой трения, подаваемый импульсный ток становится недостаточен для пробоя образовавшегося расстояния. В этом случае процесс приработки прекращается автоматически, что обеспечивает саморегуляцию технологического воздействия.

Известен способ приработке сопряжений деталей двигателя после изготовления и ремонта [7]. Устройство для осуществления способа включает трехфазный силовой трансформатор 1, ограничительные опоры 2, регулятор тока

3, амперметры 4, блок-картер 5, шатун 6 и коленчатый вал 7 (рис. 3).

В процессе приработки в моторное масло добавляют металлоорганическую присадку глицерина меди $\text{Si}_3(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2$. Трехфазный переменный ток подают через силовой трансформатор на ограничительные опоры и регулятор тока. При этом фаза «а» электрической сети подключается на блок-картер 5, фаза «в» - на шатун 6, и третья фаза «с» - на коленчатый вал 7. Регулирование параметров тока контролируется амперметрами.

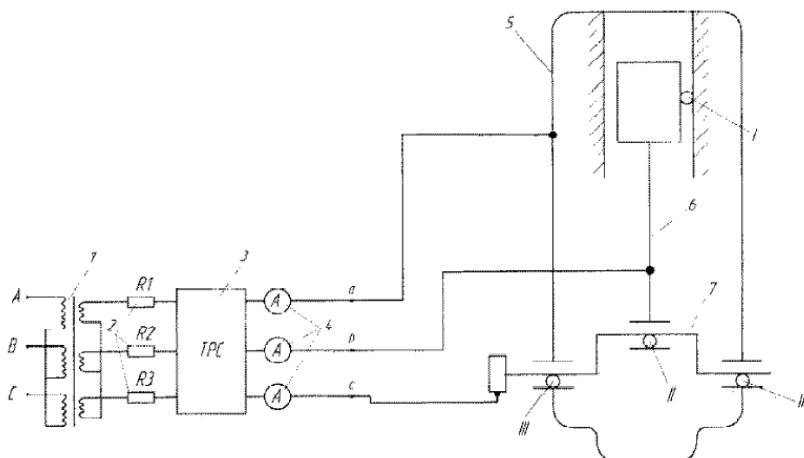


Рисунок 3 - Приработка сопряжений деталей двигателя

Способ приработки сопряжений деталей двигателя позволяет повысить его ресурс в процессе приработки, с одновременным формированием слоя антифрикционного материала с оптимальной микрогеометрией поверхностей трения сопряженных деталей за счет подачи равных фиксированных токов на каждое сопряжение, распределение которых осуществляется с помощью регулятора.

Результаты исследований и их обсуждение.

Проведенный анализ способов приработки кинематических пар трения имеют как недостатки стороны, так и достоинства.

К недостаткам можно отнести то, что в процессе приработки происходит нагрев не только трущихся поверхностей, но и детали в целом, что приводит к изменению их геометрических размеров. Кроме того, возможны технические затруднения при подключении токосъемников к деталям кинематической пары из-за сложности доступа, особенно к подвижной детали.

К достоинствам можно отнести повышение качества процесса приработки кинематических пар трения, уменьшение продолжительности, а следовательно, снижение энергозатрат.

Библиографический список:

1. 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.

2. 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

3. Марьин, Д.М. Приработки сопрягаемых деталей пар трения с применением электрического тока / Д.М. Марьин, Р.Н. Мустякимов // 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.

4. Патент 2290284 Россия, МПК В 23 Н 9/00, G 01 М 15/00. Способ приработки кинематических пар трения/ Семеренко И.П., Ковчик А.И., Нетреба Р.В., Сваталов В.М., Юрченко А.Ю. - №2004100348/02; заявл. 05.01.2004; опубл. 27.12.2006, Бюл. №16.

5. Патент 2146043 Россия, МПК G01М 15/00, В23Н 9/1. Способ приработки кинематических пар трения / И.П. Семеренко, А.И. Горностаев, В.А. Кургузов. - №98109312/06; Заявл. 13.05.1998; Опубл. 27.02.2000.

6. Патент 2152543 Россия, МПК F16С33/14. Способ приработки кинематических пар трения / Е.Н. Моос, Ю.Л. Власов. - №98107866/28; Заявл. 17.04.1998; Опубл. 10.07.2000.

7. Патент 48905 Украина, МПК В23/Н 9/00, F02В 79/00. Способ приработки соединений деталей дизеля / В.В. Аулин, Т.Н. Замота, А.В. Кузик, Р.В. Зорин, С.В. Лысенко, С.Н., Лизунов, Д.В. Голуб. - №u200910482; Заявл. 16.10.2009; Опубл. 16.10.2009.

RUN-IN OF KINEMATIC FRICTION PAIRS

Khokhlov A.L., Marin D.M., Potapov I.A.

Key words: *kinematic pair of friction, run-in, electric current, current strength.*

The need for running-in is due to the fact that after the manufacture of parts on their working surfaces there are technological irregularities, and during assembly there are inaccuracies in the location of the contacting surfaces, so all new and overhauled machines are run-in. The paper presents the existing methods of working in kinematic friction pairs with the use of electric current.