

7. Бубнов В.Г., Бубнова Н.В. Инструкция по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве. – М.: Изд-во «ГАЛО БУБНОВ». – 2020. – 112 с.
8. Правила недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг. Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям. – М.: Изд-во «ЦЕНТРМАГ». – 2020. – 288 с.
9. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП). – М.: Изд-во «ЦЕНТРМАГ». – 2020. – 788 с.
10. Обучающе-контролирующие сервисы «ОЛИМПОКС». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://olimpoks.ru/> (Дата обращения 20.04.2021).



УДК 621.313.33:004
УДК 621
ГРНТИ 55.43.41
DOI 10.24412/2409-3203-2021-26-12-17

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБКАТКИ КОРОБКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

Иванов Дмитрий Михайлович

ассистент кафедры электрооборудования сельскохозяйственных предприятий
Белорусский государственный аграрный технический университет
Республика Беларусь, г. Минск

Аннотация: в статье рассмотрен процесс приработки сопряженных поверхностей деталей коробки переключения передач, а также факторы, влияющие на её продолжительность и качество. Приведена схема строения поверхностных слоёв изнашиваемого металла при приработке, на примере которой описывается переход от исходного состояния поверхности к рабочему. Проанализирован вопрос изменения температуры поверхности при внешнем трении. В заключении перечислены пути улучшения процесса приработки сопряжённых поверхностей деталей коробки переключения передач.

Ключевые слова: обкатка, коробка переключения передач, сопряженные поверхности, эксплуатационная надёжность, качество поверхности, теплота, материалы, рабочие среды.

FACTORS AFFECTING THE QUALITY INDICATORS OF THE GEARBOX RUNNING-IN

Ivanov Dmitry Mikhailovich

Assistant of the Department of Electrical Equipment of Agricultural Enterprises Belarusian State
Agricultural Technical University
Belarus, Minsk

Abstract: the article discusses the process of running-in of the mating surfaces of the gearbox parts, as well as the factors affecting its duration and quality. A diagram of the structure of the surface layers of the wear metal during running-in is given, by the example of which the transition from the initial state of the surface to the working state is described. The issue of

surface temperature change under external friction is analyzed. In conclusion, the ways of improving the process of running-in the mating surfaces of the gearbox parts are listed.

Keywords: running-in, gearbox, mating surfaces, operational reliability, surface quality, heat, materials, working environments.

При разработке новых более совершенных методов обкатки исследователи стремятся к сокращению её продолжительности на заводе или ремонтном предприятии. Это необходимо для повышения производительности труда и экономия электроэнергии. Однако при этом нужно выбирать такие параметры, при которых обкатка и приработка сопряжённых поверхностей выполнялась бы в полной мере и качество этой завершающей операции в изготовлении и ремонте коробки переключения передач (КПП) не ухудшилось. Особенно приработка важна для втулок подшипников и зубчатых колёс (шестерён), для того что бы зубья КПП и сцепления отполировались и стали в идеальное зацепление друг с другом.

Вначале КПП обкатывают на холостом ходу, постепенно увеличивая нагрузку. Продолжительность обкатки зависит от качества пригонки сопряжённых поверхностей, чем лучше выполнена пригонка, тем меньше времени нужно на приработку и тем выше эксплуатационная надёжность КПП. Обкатку механических передач проводят особо тщательно, предъявляя высокие требования, так как это важный узел, от которого зависит надёжность всей системы механизма.

Факторов, влияющих на продолжительность и качество приработки сопряжённых поверхностей деталей КПП достаточно много: качество поверхностей трения, правильность пригонки сопряжённых поверхностей, нагрузка, скорость скольжения и температура поверхностей трения, качество смазки и др. Так же на процесс приработки деталей значительно влияет ступенчатость и непрерывность приработки и её стадии: на холостом ходу и под нагрузкой, эксплуатационная обкатка. Эти факторы могут находиться в самых разнообразных сочетаниях. Исследования процессов приработки сопрягаемых поверхностей трения являются наиболее сложными [1].

Эти факторы можно разбить на три основные группы:

1 - Исходные факторы, обуславливаемые конструкцией объекта ремонта (материал поверхностей трения деталей, допуски и посадки в основных узлах и сопряжениях, характер обработки поверхностей деталей).

2 - Факторы, обуславливаемые в основном технологией изготовления и восстановления деталей и сборки в условиях ремонтного предприятия (качество поверхностей трения, правильность сборки сопрягаемых деталей).

3 - Факторы, совокупностью которых определяется режим приработки (нагрузки, характер приложения нагрузок, скорости скольжения поверхностей трения, температурные условия, а также изменения их во времени). К ним также относятся условия смазки поверхностей трения.

Схема, описывающая состояние поверхностей трения, характеристики качества поверхности и факторы, обуславливающие их изменения, представлена на рисунке 1 [2].

Рассмотрим основные из факторов используя данную схему.

Как видно из схемы (рисунок 1) на качество поверхности влияют следующие свойства: геометрия поверхности, физико-химико-механические свойства поверхностных слоёв, напряжения в поверхностных слоях.

Геометрическими свойствами являются шероховатость и направление неровностей поверхности, погрешности формы (конусность, овальность и др.). Качество поверхности оказывает влияние на все эксплуатационные свойства детали: износостойкость, усталостную прочность, прочность неподвижных посадок, коррозионную стойкость и др. Целенаправленное формирование качества поверхности при изготовлении и восстановлении изношенных деталей имеет огромное значение для обеспечения долговечности и надёжности КПП.

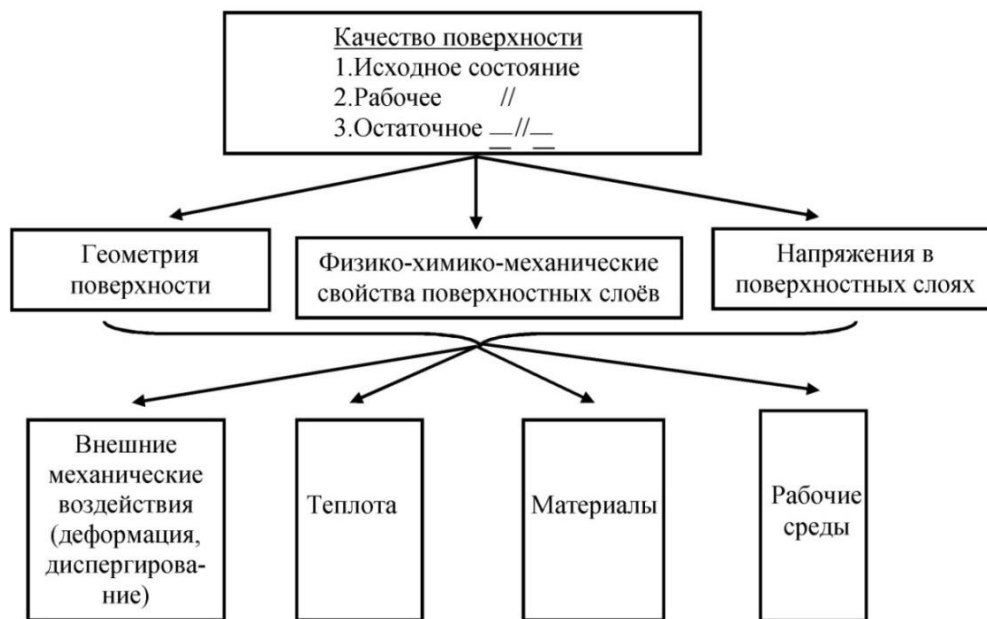


Рисунок 1- Схема описывающая состояние поверхности, характеристики качества поверхности и факторы, обуславливающие их изменения

Из геометрических свойств наибольшее влияние на точность механической обработки и эксплуатационные свойства деталей оказывает шероховатость поверхности.

Шероховатость поверхности — совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами на базовой длине. Шероховатость должна быть оптимальной, при которой начальные износы приработки и износы в процессе эксплуатации КПП будут наименьшими

Наряду с изменением геометрических характеристик, изменяются исходная структура и физико-механические свойства поверхностных слоёв сопрягаемых деталей. К физико-механическим свойствам относятся структура поверхностного слоя, твердость (микротвердость), степень и глубина наклепа, остаточные напряжения.

Физико-химические процессы приводят к образованию вторичных структур, формирующихся непосредственно при трении. Под воздействием нагрузок и температур происходит пластическая деформация тонкого поверхностного слоя. При этом возрастают его прочность и твердость.

Напряжения в поверхностных слоях – в процессе обкатки КПП происходит микро- и макрогеометрическая приработка поверхностей трения. В начальный период приработки участвует небольшое количество контактируемых между собой выступов, вследствие чего напряжения на образовавшихся площадках велики, поэтому происходит интенсивное разрушение неровностей, их дробление и пластическое деформирование. По мере приработки площади фактического контакта поверхностей трения непрерывно увеличивается, удельное давление и интенсивность износа уменьшаются [3].

Скорости скольжения также значительно влияют на качество поверхностей трения деталей и их начальный износ.

При больших нагрузках и скоростях скольжения в результате трения образуется тепло, и температура поверхностей трения деталей резко возрастает.

Температура оказывает большое влияние на процесс износа при приработке деталей КПП, так как с увеличением температуры подвижность атомов увеличивается, что приводит к более быстрому образованию дислокаций (слабых мест). Повышение температуры при приработке от 1⁰С до 70⁰С увеличивает износ в 7-8 раз [4][6].

Существенную роль в процессе приработки играет смазка, которая разделяет трущиеся поверхности, снижает температуру и удаляет абразивные частицы в зоне

трения. При обкатке КПП изменяются физико-химические свойства смазочных масел. В них образуются вторичные структуры, которые обладают антифрикционными и противоизносными действиями. Поэтому можно сделать вывод, что при обкатке, не только поверхности трения, но и масло имеют свойства структурной приспособляемости. Все эти факторы и свойства в завершающей операции изготовления ремонта КПП приводят к изменению трибосистемы, что приводит к уменьшению интенсивности изнашивания и силы трения.

Процесс приработки является сложно исследуемым, потому что при нагружении трением все характеристики изменяются. Поэтому качество приработки поверхности разделяют на несколько стадий, которые показаны на рисунке 2 [2]:

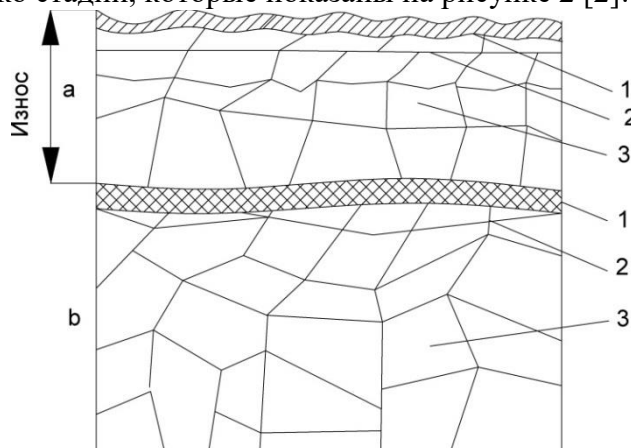


Рисунок 2 – Схема строения поверхностных слоёв изнашиваемого металла при приработке:

а — в исходном состоянии; б — в остаточном состоянии (1 — пленка окислов; 2 — слой деформированного металла; 3 — основной металл).

Переход от исходного состояния к рабочему осуществляется постепенно и может быть достаточно длительным процессом, который зависит от воздействия факторов внешнего трения (нагрузки, скорости движения, температуры в зоне контакта и среды) и по времени может длиться от нескольких минут до десятков часов. Этот период связан с изменением геометрии поверхности, физико-химико-механических свойств тонких поверхностей слоёв и с перераспределением остаточных напряжений. Изменение поверхности во время приработки может быть обратимым, исчезающим после снятия нагрузок и необратимым (остаточным).

Рабочие и остаточные напряжения при внешнем трении исследовали авторы [5].

На рисунке 3 — представлен график рабочих и остаточных напряжений при трении.

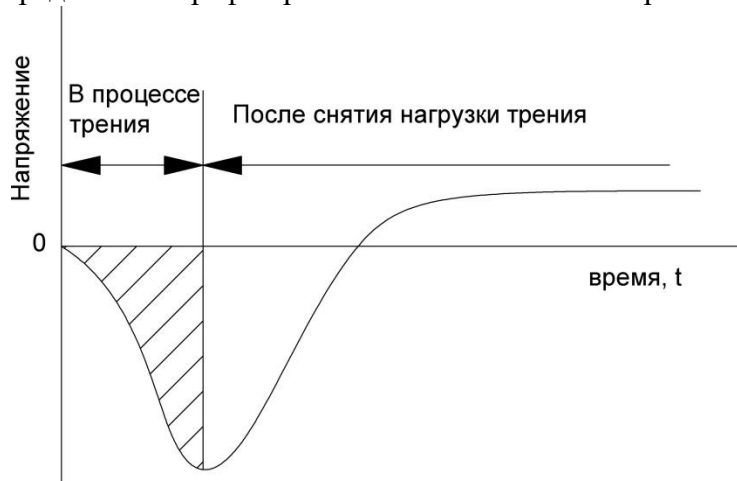


Рисунок 3 – График рабочих и остаточных напряжений в поверхностных слоях при внешнем трении

Это явление объясняется тем, что во время трения поверхностный слой в результате нагревания расширяется, создаются температурные рабочие сжимающие напряжения, которые вызывают в поверхностном слое пластическое укорочение металла. После снятия нагрузки внешним трением и охлаждения в рабочем слое возникает остаточное растягивающее напряжение, оно уравнивается остаточными напряжениями, которые локализованы в остальной части металла. Результаты изменения рабочих температур, в процессе трения показаны на рисунке 4 [2].

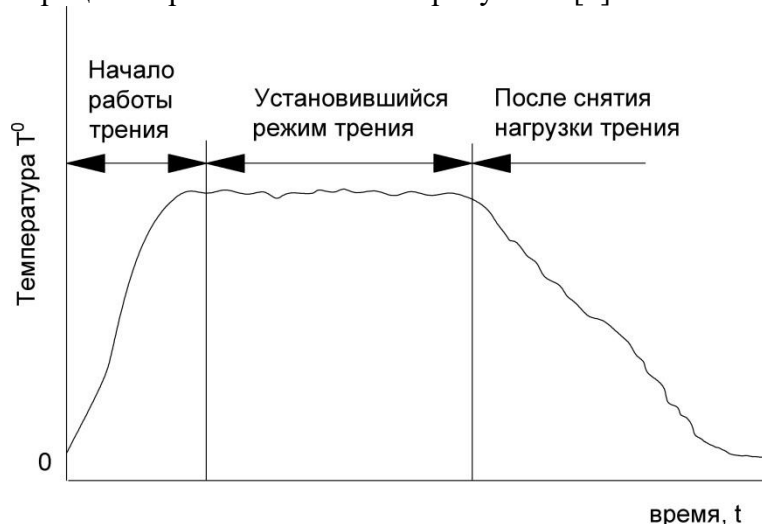


Рисунок 4 – График изменения температуры поверхности при внешнем трении

Наблюдаются три периода развития теплового режима трения. В начале работы трения температура растет от комнатной до величины, характеризующей условия работы пары трения. Затем наступает период насыщения, характеризующий установившиеся условия трения. После снятия нагрузки трением поверхностные слои охлаждаются до комнатной температуры.

Рассмотрим пути улучшения процесса приработки сопряжённых поверхностей деталей КПП. Практически хорошо приработанная поверхность с оптимальным микрорельефом и структурой с плотно прилегающей контактной поверхностью может быть получена двумя основными путями [2]:

- 1) технологическим путем при изготовлении, доводке и сборке деталей и узлов;
- 2) эксплуатационном - при обкатке и в начальный период работы машин.

Технологический путь улучшения приработки заключается:

а) в подборе материалов трущихся деталей, не склонных к взаимному схватыванию, т.к. при повышенной склонности к схватыванию может возникнуть нежелательные явления и дефекты;

б) в механической обработке поверхности до создания микрорельефа близкого к оптимальному, образуемому при работе данного сопряжения. При излишне грубой поверхности будет возникать давление, разрушающее поверхность, увеличение зазоров и времени приработки. Излишняя частота вызовет ухудшение условий смазки.

в) в качественном монтаже сопряженных деталей и узлов, обеспечивающем отсутствие перекосов, при наличии которых возникают повышенные удельные нагрузки, приводящие к нежелательным явлениям. Необходимо также обеспечить соответствующие зазоры в сопряжениях и исключить возможность попадания между трущимися поверхностями абразивных частиц и загрязнений.

Эксплуатационный путь улучшения приработки заключается:

а) в обеспечении плавности роста нагрузок на рабочие звенья, что обеспечивается правильным нагружением узлов трения при обкатке

б) выбор оптимального режима эксплуатации машин в установившийся период.

в) применение смазок, способствующих образованию оптимального микрорельефа

Как технологический, так и эксплуатационный путь улучшения процесса приработки позволяет резко сократить время приработки, уменьшить коэффициент трения и, следовательно, снизить температуру, интенсивность износа, удельное давление. Процесс приработки будет происходить с лучшими условиями смазки, что позволит исключить возможность задиров и повреждений поверхности в начальный период работы, так и в последующей эксплуатации. Переход к установившемуся режиму будет с меньшими потерями на износ, при этом поверхность получится более износостойкая и эксплуатационная надёжность КПП в дальнейшем при эксплуатации в транспортных средствах и рабочих машинах при таком процессе приработки будет выше. Всё сказанное является немаловажным фактором, ведь на приработку трущихся поверхностей тратится большое количество энергии и времени. Отказаться от этой завершающей операции в технологическом процессе невозможно, потому что от этого зависит срок службы КПП и надёжность машин и агрегатов. Сокращение времени приработки, и повышение её качества является актуальным вопросом в повышении надёжности и долговечности машин, а также получение большего экономического эффекта.

Список литературы:

1. Намаконов Б.В. Начальный этап приработки деталей в процессе обкатки машин /Колисниченко С.А., Федотов В.В.// Автомобильно-дорожный институт Дон НТУ, Горловка, Украина, 2009. - №10. – 68-71.г
2. Костецкий, Б.И., Колесниченко Н.Ф. Качество поверхности и трение в машинах. – Киев:
 1. Изд-во «Техника», 1969.
 2. Храмцов Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей/Н.В. Храмцов, А.Е. Королёв, В.С. Малаев.- М.: Агропромиздат, 1991.-125с.:ил.,125с
 3. Евдокимов Ю.А., Мазяр Е.З. Ускоренная приработка узлов. Ростов-на-Дону, Изд-во РГУ, 1977.- 80 с
 4. Костецкий Б.И., Кучерявый О.И.Физической сущности процесса шлифования.Сб."Высокопроизводительное шлифование"АН СССР,1962.
 5. Беляев, В.П. Испытания автомобилей: учебное пособие./ В.П. Беляев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 293с.

