

схеме длина режущих кромок инструмента сокращается, т.е. остаются фаски, равные 0,1 – 0,15 мм. Фаски получали на зубьях метчика дополнительным шлифованием кругом с профильным углом меньше профильного угла резьбы. Резьба при дополнительном шлифовании нарезается с обратной конусностью [1].

Выводы.

Анализируя результаты выше приведенных экспериментальных исследований метчиков малых диаметров, приходим к выводу, что предлагаемая конструкция метчика позволяет снизить температуру в зоне нарезания резьбы на 20 %. Особенность полного факторного эксперимента заключается в том, что данный метод планирования позволяет отдельно оценить коэффициенты при линейных членах и при эффектах взаимодействия [2]. При планировании эксперимента для каждого исследуемого фактора были выбраны число уровней и шаг варьирования.

Библиографический список:

1. Курбанов А.З., Тынянский В.П. Комбинированный метчик // Машиностроитель. 1984. -№5. – С45-46.
2. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965. – 340 с.
3. Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. М.: Машиностроение, 1981.

УДК.620.193.16.004.624

Мусаилов Б.М., Устаев И.Ю.

ИЗНАШИВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НАЛИЧИИ В ЗОНЕ КОНТАКТА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Musaibov B.M., Ustaev I.Y.

WEAR OF THE FRICTION SURFACES PARTS IN THE PRESENCE OF SOLID PARTICLES CONTACTING ZONE

Рассмотрены проблемы интенсивности изнашивания деталей машин, работающих в масле, загрязненном абразивными частицами, зависящие от механических свойств материала деталей и абразивных частиц, их размеров, формы и концентрации, нагрузки, температуры поверхности трения, скорости скольжения, качества смазочного материала.

Ключевые слова: абразивная прослойка, естественная твердость, скорость трения, трения качения, зерна абразива, системы и агрегаты трансмиссии.

The problems of intensity of wear of details of the cars working in the oil polluted by abrasive particles, depending on mechanical properties of material of details and abrasive particles, their sizes, a form and concentration, loading, temperature of a surface of friction, speed of sliding, quality of lubricant are considered.

Key words: abrasive layer, the natural hardness, friction velocity, rolling friction, abrasive grains, systems and transmission units.

При попадании в трансмиссионное масло абразивных частиц, процесс пластической деформации поверхностного слоя протекает более интенсивно, при этом деформируются более глубокие слои поверхности трения по сравнению с маслом без абразивных частиц, толщина вторичной структуры в несколько раз увеличивается. При повторном контакте с абразивом такая структура легко снимается, в результате чего интенсивность изнашивания повышается. Анализ исследований, проведенных в данном направлении показывает, что если между поверхностями трения находится большое количество абразивных частиц, то одна часть зерен (меньшая) режет металл, царапает его, другая перекачивается, оставляя след на поверхности в виде выдавленных ямок. Значительная часть зерен перемещается, не царапая и не оставляя за собой никакого следа, часть зерен раскалывается [1].

Большое влияние на долговечность машин оказывает запыленность воздуха. Концентрация пыли в воздухе непостоянна. Она зависит от погоды, направления и силы ветра, времени года, от особенностей промышленного производства, благоустроенности района и многих других факторов. Продолжительный период с высокой температурой и очень малым количеством осадков способствует повышению концентрации пыли в воздухе. Степень загрязненности масел агрегатов трансмиссии зависит от запыленности воздуха, поскольку, чем запыленней воздух, тем больше вероятность попадания загрязнителей в картер агрегатов трансмиссии.

Основной причиной попадания механических примесей в картер агрегатов трансмиссии является газообмен с внешней средой. Газообмен в картерах агрегатов происходит в результате: периодического нагрева и охлаждения воздуха, находящегося в картере агрегата; всасывающего эффекта вращающихся деталей агрегата; вибрации агрегатов и узлов в процессе эксплуатации. Масло загрязняют также продукты износа трущихся деталей.

Периодический нагрев и охлаждение воздуха, находящегося в картере, приводят к изменению его давления. Повышение температуры воздуха способствует увеличению давления в картере, в результате чего часть воздуха выбрасывается из картера в атмосферу. При понижении температуры воздуха давление в картере падает и образуется разрежение, что способствует проникновению пыли, загрязняющей масло.

Известно, что в закрытых агрегатах и деталях двигателя, имеющих вращающиеся детали, возникает насосный эффект, вследствие чего в картере всасывается запыленный воздух, который также загрязняет масло.

Вибрация агрегатов и узлов при движении машины - одна из причин попадания абразивных частиц в картер. В зависимости от рельефа дорожного покрытия уровень масла в картере агрегата может подниматься или опускаться. В первом случае, давление в картере повышается, однако оно быстро выравнивается давлением атмосферы вследствие выхода избыточного воздуха из картера в атмосферу, во втором, в картере образуется разрежение, в результате чего, запыленный воздух всасывается в картер, что также способствует загрязнению трансмиссионного масла.

Как отмечалось, запыленность воздуха оказывает существенное влияние на износ трущихся поверхностей деталей машин. При работе машины в запыленных условиях большое количество почвенной пыли проникает через неплотности соединений в картер агрегатов машин, в результате чего загрязняется масло. Наличие в масле незначительной концентрации загрязнителей приводит к интенсивному изнашиванию, при этом срок службы деталей резко сокращается.

Как известно, механические примеси в масле состоят из горючей и негорючей частей. В свою очередь, негорючая часть делится на - металлическую (продукты износа, попадающие в масло по мере изнашивания деталей) и почвенную пыль, которая попадает в масло при его заливке и через уплотнения, и другие неплотности соединений трансмиссии в процессе работы машины.

Одной из возможных причин попадания пыли в трансмиссию являются периодический нагрев и охлаждение заключенного в ней воздуха, а также возникающий в связи с этим газообмен с наружной средой. Величина газообмена может быть значительной. Так, при объеме картера трансмиссии трактора Т-74 $0,0612 \text{ м}^3$, повышении температуры от 30 до 70°C и свободном выходе газа количество пыли увеличивается на $0,008$ кг, т.е. на $11,5 \%$.

Другая причина попадания пыли в трансмиссию - нарушение ее герметизации вследствие больших нагрузок на корпусные детали и упругие деформации рамы машины [2].

Согласно результатам, полученным в ходе исследований, сначала работают только крупные зерна (10%), которые, перекатываясь, наносят вибрационные царапины (возможно и царапание закрепившимися зернами). Зерна дробятся, и в работу вступают новые. Материал удаляется лишь при повторном действии зерен.

Изнашивание материала в результате трения об абразивную прослойку происходит в результате: царапания одной поверхности абразивными зернами, шаржированными в другую поверхность; обкатывания абразивных зерен (вызывающих пластические деформации в виде выдавленных борозд) между поверхностями.

Анализ процесса трения поверхностей деталей об абразивную прослойку показывает, что на изнашивание влияют очень многие факторы. Основными

из них являются механические свойства деталей и абразивных частиц, нормальная нагрузка, размеры и форма абразивных зерен, количество абразивных зерен или их концентрация между поверхностями трения, температура поверхностей трения, скорость трения скольжения и трения качения и смазка поверхностей трения.

М.М. Хрущов и М.А. Бабичев пришли к выводу, что при абразивном изнашивании износостойкость термически необработанных сталей повышается пропорционально их естественной твердости, а износостойкость термически обработанных сталей с повышением твердости увеличивается линейно, но менее интенсивно [2].

Величина износа сопряженных поверхностей трения при наличии между ними абразивных зерен во многом зависит от соотношения их твердостей, что с применением твердых сплавов износ поверхностей деталей уменьшается во много раз [3]. При использовании в паре с твердым сплавом металлов с относительно низкой твердостью износ также небольшой. Этот вывод подтверждается исследованиями М.М. Тененбаума, который отмечает, что уменьшение твердости одной из сжимающих пластинок приводит к значительному увеличению разрушающих нагрузок абразивных частиц [4].

С.Л. Наумов, связывая влияние на износ твердости абразива и металла с механизмом абразивного износа, полагает, что в случае, когда твердость абразива выше твердости металла, возможны микрорезание и вдавливание металла [5]. Если же "мягкий" абразив взаимодействует с "твердым" металлом, то последний изнашивается в результате разрушения химических пленок. При лабораторных исследованиях определен характер напряженного состояния в поверхностном слое упругого материала, контактирующего с жестким цилиндром бесконечной длины, при одновременном действии нормальной и тангенциальной нагрузок.

Л.Э. Вальдма [6] установил, что:

а) при низких удельных нагрузках (30-300 кПа) абсолютный износ в конце процесса изнашивания с невозобновляемой абразивной прослойкой постояен и не зависит от величины нормальной нагрузки;

б) продолжительность процесса абразивного изнашивания уменьшается при увеличении нормальной нагрузки. С увеличением удельной нагрузки усиливается интенсивность изнашивания, но суммарный износ в конце процесса остается постоянным.

Из выше изложенного следует, что с увеличением нагрузки при прочих равных условиях уменьшается вероятность качения - перекатывания абразивных зерен, и они начинают скользить.

Также следует, отметить, что при трении скольжения в условиях смазывания маслом, загрязненным продуктами износа, интенсивность изнашивания с ростом нагрузки сначала резко возрастает, а затем снижается.

Величина износа в большой степени зависит от давления абразива на изнашиваемую поверхность, а с увеличением нагрузки износ возрастает. Объясняется это тем, что с повышением нагрузки глубина внедрения активных

абразивных частиц, оставляющих царапины на поверхности трения, и число контактирующих с этой поверхностью частиц увеличиваются. Большое влияние на изнашивание оказывает размер абразивных частиц, крупнозернистые абразивы в начале трения перекатываются и частично разрушаются, т.е. момент трения уменьшается. Износ деталей пропорционален размеру абразивных зерен.

Износ повышается лишь до определенного «критического» размера зерна. Если размер абразива больше «критического», то износ остается постоянным и не зависит от размера зерна, а на «критическую» величину абразивного износа твердость образца не влияет - она определяется размером зерна абразива.

Величина радиуса закругления уменьшается с уменьшением размера зерна данного абразивного материала. Чем ближе значение коэффициента сферичности к единице и чем меньше действующая нагрузка при остальных одинаковых условиях, тем больше вероятность, что абразивное зерно будет перекатываться по поверхности образца. Большое влияние на процесс изнашивания оказывает концентрация абразивных частиц в масле. Многие исследователи утверждают, что существует определенный (оптимальный) состав смесей, при котором износ поверхностей трения оказывается максимальным. В более богатых абразивом смесях абразивные частицы перекатываются, в результате чего, износ уменьшается [7].

Определению влияния скорости трения на величину износа сопряженных поверхностей при сухом трении посвящено много работ, однако влияние скорости трения на износ при наличии между трущимися поверхностями абразивных частиц практически изучено мало. Есть предположение, что с увеличением скорости относительного перемещения поверхностей, интенсивность их изнашивания быстро уменьшается.

Аналитический обзор литературы и проведенное исследование в данном направлении позволяет сделать следующие выводы:

С увеличением срока эксплуатации машин увеличивается поток отказов; эксплуатационные отказы возникают, вследствие износа и повреждения рабочих поверхностей деталей; интенсивность возникновения отказов зависит от уровня запыленности воздуха, влияющего на чистоту смазочных материалов при заправке, а также от степени загрязнения последних в процессе эксплуатации.

Наибольшее количество отказов приходится на двигатель, его системы и агрегаты трансмиссии, которые возникают в результате попадания почвенной пыли в картер агрегатов.

Интенсивность изнашивания деталей машин, работающих в масле, загрязненном абразивными частицами, зависит от механических свойств материала деталей и абразивных частиц, их размеров, формы и концентрации, нагрузки, температуры поверхности трения, скорости скольжения, качества смазочного материала.

Библиографический список:

1. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 1970. - 252 с.
2. Хрущов М.М. Бабичев М.А. Некоторые итоги изучения абразивного изнашивания материалов. - В кн.: Теория трения и износа. - М.: Наука, 1965.
3. Данилов А.М. Присадки к топливам. Разработка и применение в 1996-2000 г.г. // Химия и технология топлив и масел. 2002, №6, с. 43-50.
4. Тененбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин при абразивном изнашивании. - М.: Машиностроение, 1997. - 331 с.
5. Наумов С.Л. О сущности и условиях возникновения абразивного изнашивания металлов. - Киев: КИГВФ, 2006. - 24 с.
6. Скундин Г.И. Влияние механических примесей в смазке на долговечность шестерен. - Автомобильная и тракторная промышленность, 1999, № 2.
7. Технология конструкционных материалов: учебник/ О.С. Комаров, В.Н. Ковалевский, А.С. Чаус и др.; под общей редакцией О.С. Комарова. - Мн.: Новое знание, 2005. – 560 с.