**ФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.**

*Фрикционные материалы* – конструкционные материалы трения, предназначенные или используемые для работы в узлах передающих или рассеивающих кинетическую энергию (тормоза, фрикционные муфты, сцепления, демпферы и др.).

Эффективность работы таких материалов в значительной степени определяется значениями коэффициента трения и износостойкости, величина которых определяется в каждом случае конкретными условиями работы и могут изменяться для *f* от 0,07 до 1 и *Ih* от 10-3 до 10-13.

В отличие от антифрикционных, фрикционные материалы *должны обладать* высоким и стабильным коэффициентом трения, достаточной износостойкостью, прочностью, устойчивостью к температурным колебаниям, воздействию абразива и агрессивных сред.

В частности, материалы тормозов и фрикционных муфт должны обеспечивать плавное срабатывание системы без автофрикционных колебаний, проявляющихся в форме скрипа при торможении, или пробуксовки и обеспечивать высокие показатели долговечности.

При торможении вся кинетическая энергия транспортного средства в тормозах преобразуется в тепло, и поэтому в момент торможения температура трущихся поверхностей, например в тормозе самолетов, достигает 1200°С, а в объеме тормозной накладки до 600°С. В тормозах автомобилей эти температуры соответственно могут достигать 400°С и 200°С.

В связи с этим выбор фрикционных материалов должен производиться с *учетом тепловых условий работы* узла трения. Во всем диапазоне рабочих температур материал не должен претерпевать фазовых превращений, вызывающих изменение его объема, т.к. это может привести к ускорению усталостного разрушения всей конструкции под влиянием остаточных напряжений.

Важными характеристиками фрикционных материалов являются фрикционная теплостойкость и фрикционная термоусталость.

*Фрикционная теплостойкость* – характеристика, определяющая изменение фрикционных свойств материала в зависимости от температуры, обычно выражаемая через изменение коэффициента трения и интенсивности изнашивания.

*Фрикционная термоусталость* – усталость материала, при которой накопление необратимых изменений, приводящих к возникновению на поверхности трения трещин, происходит под воздействием многократного (циклического) совместного теплового и силового нагружений. При этом деформирование от тепловых нагрузок в ряде фрикционных узлов (муфты, тормоза) больше, чем от механических. Под влиянием обоих видов нагрузок происходит в дальнейшем развитие трещин.

**Виды фрикционных материалов**

На практике существуют следующие *виды* фрикционных материалов:

–металлические,

– асбокаучуковые,

– асбосмоляные,

–органические,

–металлокерамические.

**Металлические фрикционные материалы**

К металлическим фрикционным материалам относятся *серые чугуны*, работающие обычно в паре с высокоуглеродистыми сталями типа У7, У8. В чугунах содержится углерод в виде графита, который вместе с продуктами износа создает на контакте пленку, обладающую пониженным сопротивлением сдвигу. Недостатком таких пар является сравнительно малый коэффициент трения, а достоинством – низкая стоимость. Указанная пара применяется в тормозах колес железнодорожного транспорта.

*Сталь редко используется* в качестве фрикционного элемента в нагруженных узлах трения вследствие усадки и коробления деталей в процессе работы. Исключение составляет *графитизированная сталь*, структура и механические свойства которой сохраняются неизменными при многократных и быстрых теплосменах. Обычно в этих условиях применяют *легированные чугуны* с мелкими равномернораспределенными включениями графита. Такие чугуны работают в паре либо со спеченным материалов, либо с пластмассой. Перспективными являются пары трения с обоими спеченными элементами, при создании материала которых компоненты и матрица материала подбираются так, чтобы свести к минимуму формоизменение под влиянием фазовых превращений.

Для изготовления ряда элементов наиболее нагруженных фрикционных устройств – тормозов и муфт сцепления – применяются материалы, получаемые методом порошковой металлургии спеченные фрикционные материалы. Наибольшее распространение получили материалы на основе железа и меди.

**Металлокерамические материалы** получают методом порошковой металлургии: прессованием с последующим спеканием или наплавкой порошковой проволоки, взрывом. Такие материалы весьма теплостойки, т. к. основа их может быть медная и железная.

Однако они склонны к схватыванию и имеют резко выраженную падающую характеристику *f–T*.

Перспективным является применение пористых металлокерамических материалов, пропитанных различными полимерами.

**Асбестовые материалы**

Как правило, в *состав материалов входят три компонента*: теплостойкий армирующий материал с прочными волокнами, например асбест (15–16%); теплостойкие с высоким и стабильным коэффициентом трения порошкообразные наполнители неорганического происхождения (20–60%); полимерное связующее – натуральные и синтетические каучуки, синтетические смолы (15–30%) с вулканизационными агентами или отвердителями, ускорителями и активаторами вулканизации или отверждения.

*Наполнителями асбестовых материалов* служат железный сурик, баритовый концентрат, окислы хрома и других металлов. Добавляются также порошкообразный кокс, графит, технический углерод. Для повышения теплопроводности вводятся порошки и стружка из меди, латуни, цинка, алюминия, железа и т.д.

*Связующими* являются натуральные и искусственные каучуки и смолы, а также их комбинации. Используются бутодиеновые, бутадиенстиррильные, бутадиенметилвинилпиридимовые, стирольные и другие синтетические каучки. В качестве смол применяются фенолформальдегидные, анилинфенолформальдегидные, кремнеорганические, эпоксидные компаунды и др. Одновременно вводятся вулканизаторы и отвердители.

Фрикционно-полимерные материалы на каучуковых связующих обладают достаточно высокими фрикционно-износостойкими свойствами до 200…250 оС. При более высоких температурах их износостойкость недостаточна, что является причиной низкого коэффициента трения.

Изделия на смоляной основе имеют большую теплостойкость, но обладают нестабильным коэффициентом трения, хрупкостью. Поэтому наилучший результат достигается при совместном использовании смол и каучуков. Неудачное сочетание связующих из-за нестабильности коэффициента трения приводит к возникновению автофрикционных колебаний (скрип и визг тормозов).

**По способу изготовления фрикционные материалы на полимерной основе** делятся на четыре группы: формованные (колодки, накладки, секторы, пластины, вкладыши); вальцованные (ленты и накладки); тканные (ленты, накладки); картонно-латексные (накладки).

**Органические фрикционные материалы** (дерево, кожа, пробка, резина) применяются в слабонагруженных узлах трения, чаще – в приборах. Общим недостатком этих материалов является низкая теплопроводность, теплостойкость, высокая стоимость и низкая нагрузочная способность.

**СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Для снижения трения и изнашивания разнообразных узлов трения в технике широко используют смазочные материалы.

**Смазочные материалы** **служат для** отвода тепла из зоны трения, для защиты рабочих поверхностей деталей от коррозии, кроме того, они обеспечивают герметизацию узлов трения, очищают детали от загрязняющих отложений, нагара, продуктов износа и т. д.

Смазочные материалы предназначены для надежного разделения поверхностей трущихся деталей в условиях граничной, гидродинамической и эластогидродинамической смазки. Одновременно они должны снижать силу трения, интенсивность изнашивания, а также демпфировать удары и вибрации.

Смазочные материалы и системы смазки должны удовлетворять следующим требованиям:

гарантировано смазывать узел трения в заданных техническими условиями эксплуатации интервалах температуры, давления и скорости скольжения;

поддерживать установленные значения функциональных показателей узла трения в пределах определенного срока эксплуатации и хранения;

не оказывать вредного воздействия на контактирующие с ними материалы;

быть экологически и пожаро-, взрыво-безопасными.

От правильного подбора смазочного материала и его качества во многом зависит долговечность машины.

Физико-химические свойства смазочных материалов (СМ) – это регламентированные стандартами показатели для оценки качества масел.

Такими показателями являются:

– плотность номинальная (при заданной температуре);

– вязкость номинальная (обычно при 50 и 100 °С);

– температура вспышки – наиболее низкая температура вспышки паров нагреваемого СМ при приближении пламени в условиях обычного давления;

– температура застывания – наиболее высокая температура, при которой масло теряет текучесть;

– кислотное число (КОН) – количество миллиграммов едкого калия, которое требуется для нейтрализации ГСМ;

– коксуемость – отношение (в %) массы кокса к навеске испытуемого СМ;

– зольность – наличие в СМ несгораемых веществ;

– содержание механических примесей;

– содержание воды;

– содержание водорастворимых кислот и щелочей;

– коррозионное воздействие на Р2, Си;

– содержание растворителей (фенола, крезола, нитробензола и фуртурола, применяемых при селективной очистке СМ).

Все показатели прямо или косвенно характеризуют поведение СМ в эксплуатации либо служат для контроля их качества при производстве, транспортировании и хранении.

Масла представляют собой смесь различных компонентов, каждый из которых выполняет определенные функции.

В настоящее время в зависимости от физического состояния смазочного материала различают газообразные, жидкие, пластичные, твердые смазки.

*Присадки к смазочным материалам*

Присадкой называют вещество, добавляемое к смазочному материалу для придания ему новых свойств или изменения существующих. Применяют в основном три вида присадок: антифрикционные, противоизносные и противозадирные.

**Жидкие смазки**

В настоящее время наиболее широкое применение в машинах и механизмах нашли **жидкие смазки**, называемые смазочными маслами.

Смазочные масла классифицируют по назначению и области применения:

– моторные, применяемые для двигателей внутреннего сгорания; Эти смазочные материалы состоят из основы базового масла, а также присадок, улучшающих природные свойства базового масла или придающих ему необходимые новые свойства. Эксплуатационные свойства моторного масла определяются в основном составом и вязкостью базового масла, а также типом и концентрацией добавленных к нему присадок

– трансмиссионные, применяемые для смазки элементов трансмиссий, транспортных средств; Автотракторные трансмиссионные масла предназначены для смазывания механических и гидромеханических передач подвижных наземных машин. Типичный вид повреждения рабочих поверхностей зубьев шестерен и подшипников трансмиссий – усталостное выкрашивание, при наличии высоких контактных температур, и заедание. Эффективные меры борьбы против заедания – добавление противозадирных присадок к маслам.

– индустриальные, применяемые для смазки промышленного оборудования, а также в качестве рабочих жидкостей гидросистем. Назначение масел для промышленного оборудования (индустриальных масел) – способствовать снижению коэффициента трения и интенсивности изнашивания в трущихся узлах станков, прессов, прокатных станов и другого промышленного оборудования. Одновременно индустриальные масла должны отводить тепло от узлов трения, защищать детали от коррозии, очищать трущиеся поверхности от загрязнения, не допускать образования пены при контакте с воздухом и т.д.

Индустриальные масла по вязкости условно делят на три подгруппы:

– маловязкие (легкие) вязкостью от 6 сСт при 20°С до 10 сСт при 50оС;

– средневязкие (средние) вязкостью от 10 до 58 сСт при 50°С;

– вязкие (тяжелые) вязкостью от 58 сСт при 50°С до 95 сСт при 100°С.

**Пластичные (консистентные) смазочные материалы**

Эти смазочные материалы представляют собой полутвердый или твердый продукт, состоящий из смеси минерального и синтетического масла, загустителя (твердые углеводороды, различные соли жирных кислот и др.), присадок и наполнителей (графит, дисульфид молибдена и др.).

Основные достоинства пластичных смазочных материалов:

– способность удерживаться в негерметичных узлах трения;

– работоспособность в широких температурных и скоростных диапазонах;

– хорошая смазывающая способность;

– работоспособность в контакте с водой и другими агрессивными средами;

– большая экономичность применения.

Недостатки пластичных смазочных материалов;

– плохая охлаждающая способность;

– склонность к окислению;

– сложность подачи к узлу трения.

**Твердые смазочные материалы**

Твердые смазочные материалы – это материалы, которые обеспечивают смазку между двумя поверхностями в условиях сухого или граничного трения в экстремальных условиях. Они могут или входить в качестве наполнителя мате – риала или покрытия в состав одного или двух элементов пары трения или вноситься в виде порошка.

Основные типы твердых смазочных материалов: графит, дисульфид молибена (MoS2), дисульфид вольфрама (WS2) и некоторые другие (MoSe2, WSe2, NbSe2, PbJ2, BN, MoT2). Графит при трении по твердой поверхности служит хорошим смазочным материалом для деталей, работающих на воздухе.

По агрегатному состоянию смазки делятся на жидкие, пластичные (консистентные) и твердые. Жидкие смазки – масла считают вязкими (ньютоновскими) жидкостями, предназначены они для использования в циркуляционных системах смазки. Пластичные смазки применяются для смазывания подшипников качения и шарниров в отсутствие циркуляции. Они закладываются при сборке в полости узлов трения. Твердые смазки используются в узлах, работающих обычно в экстремальных условиях: при высоких температурах, контактных давлениях, в глубоком вакууме, при заметном уровне радиации и др.