**Пластичные смазки**

О.Л. Жиглов, С.Л. Билов, В.Г. Смотрухин

Назначение смазочных материалов 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 вибрацию[1-5 и др.]. Смазочные материалы и системы смазки должны удовлетворять следующим требованиям: гарантированно 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-, взрывобезопасными; обеспечивать заданный температурный режим объекта смазки. По агрегатному состоянию смазки делятся на жидкие, пластичные (консистентные) и твердые. Жидкие смазки-масла - считают вязкими (ньютоновскими) жидкостями. Они предназначены 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.

Смазочные масла, их физико-механические свойства и методики оценки характеристик По своей природе масла (жидкие смазки) делятся на нефтяные (минеральные), синтетические, растительные и смешанные. Минеральные масла состоят из продуктов перегонки нефти, полученных методами дистилляции из соответствующих фракций нефти либо остаточных после отгонки легких и маловязких фракций. Синтетические масла получают методами химического синтеза на основе силоксанов, эфиров фосфоновых кислот, фтор-, спирто-, глицериновых смесей и т.д. Такие масла обладают специфическими свойствами, например, огнестойкостью, сохранением текучести при низких температурах, слабой испаряемостью, неагрессивностью и др. По своему назначению масла можно разделить на четыре группы: моторные - для двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных двигателей; трансмиссионные - для смазывания зубчатых, цепных и других видов передач; индустриальные - для смазывания узлов трения промышленного оборудования: станков, прессов, прокатных станов и т.д.; масла специального назначения: промывочные, компрессорные, холодильные, турбинные, веретенные, трансформаторные, консервационные и т.д. Кроме того, имеются группы гидравлических и смазочно-охлаждающих жидкостей. Поскольку масла должны обеспечивать гидродинамический режим трения, их важнейшим показателем является вязкость. В связи с тем, что во время запуска и остановки узла трения, а также в зоне верхней и нижней «мертвых точек» поршня двигателей внутреннего сгорания имеет место граничное трение, ответственной характеристикой является их задиростойкость, т.е. смазка должна предотвратить схватывание - самый опасный из видов износа. В технике масла считаются ньютоновскими жидкостями, поэтому силу трения в смазочном слое рассчитывают без учета сжимаемости

Важнейшим показателем является смазывающая способность, т.е. способность создавать на поверхности детали тонкую защитную пленку, препятствующую непосредственному контакту, а следовательно, адгезии, задиру и заеданию при металлическом контакте. Смазывающую способность в основном обеспечивают противозадирные, противо-износные и антифрикционные присадки. Если смазывающая способность исчерпывается, то резко возрастают трение, износ, разрушение рабочих поверхностей вследствие схватывания и заедания.

Состав масел и механизм смазочного действия. Роль функциональных присадок к смазочным маслам Различают масла базовые и товарные. Базовые масла (по ГОСТ 18283-72) являются основой для получения товарных масел путем введения в них присадок различного назначения. Как правило, базовые масла представляют собой продукты различного происхождения: дистиллятные или остаточные минеральные масла, фракции нефтей асфальтового основания, высокополимерные соединения, синтетические и растительные масла. Так, например, моторное масло М-6 (?t = 100 ?С = 11 мм2/с) содержит 50 % дистиллятного и 50 % остаточного компонента. Соотношение между обоими компонентами определяет вязкость и индекс вязкости. В последние годы с учетом того, что смазки на нефтяной и синтетической основе и технологии их производства экологически опасны, проявляется большой интерес к экологически чистым маслам растительного происхождения (рапсовое, соевое, кокосовое, подсолнечное и др.). Для обеспечения служебных свойств смазочных масел разного назначения в базовые масла вводят присадки. Присадки бывают маслорастворимые органического происхождения и тонкоизмельченные твердые порошки органического и неорганического происхождения (наполнители), образующие гелеобразные структуры. Присадки снижают износ, силу трения, предотвращают схватывание, заедание, определяют ряд других служебных показателей. В качестве антифрикционных и противоизносных присадок широко используются поверхностно-активные вещества в виде жирных кислот и их солей - мыл. На рис. 17.5, а, б показана схема взаимодействия молекулы ПАВ с металлом (Ме).

Пластичные смазки, которые также называют консистентными, представляют собой густые мази, предназначенные для смазывания подшипников качения различных типов, шарниров, рычажных, кулачково-эксцентриковых систем и др. В отличие от жидких масел, пластичные смазки обладают сдвиговой прочностью

Пластичные смазки обладают следующими достоинствами: удерживаются на наклонной и вертикальной поверхностях, не выдавливаются из контакта, обладают хорошей смазочной способностью в довольно широком интервале температуры, способны герметизировать узел, обеспечивают малый расход смазки, позволяют упростить конструкцию узла, снизить металлоемкость, сократить затраты на обслуживание. К числу недостатков относят низкую теплопроводность, накопление продуктов изнашивания и др. Пластичные смазки больше, чем жидкие масла, склонны к окислению и распаду. Пластичными смазками набиваются полости узлов трения. Замена смазки производится во время техобслуживания. В ряде узлов предусмотрено пополнение запаса смазки с помощью пресс-масленок.

Основой пластичных смазок служат нефтяные, синтетические или растительные масла. По типу загустителей они делятся на 4 группы: - на мыльных загустителях; - на неорганических загустителях; - на органических загустителях; - на углеводородных твердых маслорастворимых загустителях (парафины, церезины, битумы). В первом случае используются соли жирных кислот - мыла, содержащие небольшое количество воды. Во втором и третьем случаях используются колоидно-дисперсные порошки минералов и полимеров. На поверхностях частиц сорбируются слои макромолекул смазки. Частицы вместе с прикрепившимися к ним активными группами молекул смазки связываются друг с другом за счет промежуточных молекул. В результате возникает гелеобразная структура. В состав смазок входят жидкие масла (50 - 90 %), загустители, модификаторы, присадочные добавки и наполнители. В качестве модификаторов, предназначенных для стабилизации структуры, используются смолы, жирные кислоты, вода. Присадки обеспечивают смазывающее действие и играют ту же роль, что и в маслах. Наполнители - это твердые смазки (халькогениды металлов) дисульфиды, диселениды, дителлуриды, а также тальк, слюда, порошки мягких металлов (свинца, олова, кадмия, меди). Применение порошков мягких металлов позволяет создать на поверхностях трения защитные пленки, предохраняющие сопряжения от схватывания и заедания. Ту же функцию выполняют твердые смазки. Ряд смазок имеет специальное назначение: электроконтактные (проводящие), судовые (стойкие к речной и морской воде), резьбовые, шахтные, канатные, консервационные и т.д. Наиболее часто на автотранспорте применяется смазка «ЛИТОЛ-24», представляющая собой смесь нефтяных масел, загущенную литиевым маслом. Масло содержит противозадирные, противопиттинговые и другие присадки. «ЛИТОЛ-24» применяется для смазки подшипников качения, шарниров, тихоходных подшипников скольжения и зубчатых передач. Смазки «Фиол-1», «Фиол-2у» разработаны фирмой «Фиат» и предназначены для смазки игольчатых подшипников и шлицевого соединения карданного вала. Они содержат дисульфид молибдена, применяются в автомобилях, выпускаемых ВАЗом. Смазка «Шрус-4» содержит антиокислительную, противоизносную, противозадирную присадки, а также твердосмазочную добавку. Используется для смазывания шарнирных соединений автомобилей ВАЗ, КрАЗ и др. Наиболее распространенная пластическая смазка общемашиностроительного назначения «Солидол-С» представляет собой нефтяную жидкую основу, загущенную мылом. Модификатором структуры является вода, содержание которой составляет 2 - 4 %. Применяется для смазки тихоходных передач, подшипников, шарниров, ползунов, эксцентриков и т.д. В настоящее время по своим параметрам «Солидол-С» является технически устаревшей смазкой. Твердосмазочные материалы (ТСМ). К твердосмазочным материалам относятся вещества, наносимые на поверхность деталей в виде пленок, имеющие сдвиговую прочность значительно меньшую, чем у материала детали. Иными словами, эти вещества должны обеспечить положительный градиент сдвиговой прочности в направлении внутренней нормали к границе твердой поверхности: d?/dn>0. В качестве твердых смазок используют: слоистые вещества с резкой анизотропией прочности, обусловленной особенностями кристаллического строения; тонкие пленки мягких металлов, их окислов; пленки пластмасс; химические соединения, образованные на поверхности детали путем обработки активными реагентами, содержащими хлор, фосфор, азот, серу и др. ТСМ применяются: при работе в условиях, когда жидкие и пластичные смазки не применимы из-за специфики эксплуатации узла, например, в агрессивных средах; в сопряжениях, работающих в условиях малых скоростей скольжения и высоких контактных давлений; при высоких температурах, когда масла разлагаются, а также при низких температурах (криогенных), когда масла замерзают; в условиях, когда недопустимо загрязнение окружающего пространства, при работе в жидких средах, в вакууме; когда необходимо смазывать неметаллические поверхности, например, керамику; в скользящих электрических контактах с использованием проводящих материалов (графит, легкоплавкие мягкие металлы); при воздействии радиации. Наиболее распространенным типом ТСМ являются слоистые материалы: графит, дисульфиды, деселениды молибдена и др.

Требования к смазочным системам транспортных машин Смазочные системы должны обеспечивать успешное функционирование узла трения: надежный подвод масла на всех режимах работы двигателей ко всем трущимся деталям, охлаждаемым маслом поверхностям и устройствам, в которых масло используется в качестве рабочего тела (серводвигатели реверсирующих устройств двигателей, нагнетателей и регуляторов, гидравлические муфты приводов вентиляторов систем охлаждения и др.); работу двигателей и их агрегатов в различных условиях окружающей среды и на всех эксплуатационных режимах; заданную длительность работы двигателя без остановок для заправки маслом, регулировки и устранения недостатков в смазочной системе, очистки от отложений примесей, шлама и нагара на поверхностях деталей двигателей и их агрегатов; длительную работу масла и малый его расход. Кроме того, они должны быть компактными, простыми и нетрудоемкими в обслуживании, иметь невысокую стоимость. Исходя из условий работы двигателей, их типов и назначения степень удовлетворения этим требованиям может быть различной, что определяет сложность, стоимость, компактность смазочных систем и их элементов. Следует отметить четкую тенденцию конструктивного усложнения смазочных систем на всех типах двигателей не только вследствие расширения функций масла в силовых установках, но и для повышения надежности работы элементов двигателей, автоматизации обслуживания, повышения срока службы масла, снижения его расхода. Основной характеристикой смазочной системы является циркуляционный расход масла в единицу времени Gм. Эту характеристику назначают по количеству теплоты Qм, которое масло должно переносить как хладоагент.