

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра будівельних, колійних та вантажно-
розвантажувальних машин**

А.М. Кравець, В.Г. Кравець

ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА

Конспект лекцій з дисципліни

***«ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БКВРМ»***

Харків - 2013

Кравець А.М., Кравець В.Г. Пластичні мастила: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 36 с.

В даному конспекті лекцій містяться дані щодо застосування пластичних мастил для машення вузлів тертя колійної, будівельної та іншої техніки. Проаналізовані умови роботи та склад пластичних мастил. Наведена детальна інформація про основні фізико-хімічні властивості мастил, особливості їх визначення і про їх вплив на роботу вузлів та механізмів. Викладені основні принципи класифікації та маркування мастил за вітчизняним стандартом. Подана інформація про найрозповсюдженіші закордонні стандарти, що регламентують класифікацію і маркування пластичних мастил. Наведені відомості про основні марки мастил, які застосовуються для вузлів тертя БКВРМ.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214 "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання", що вивчають курс "Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ" усіх форм навчання.

Табл. 13, бібліогр.: 11 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин 16 вересня 2011 р., протокол № 1.

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

А.М. Кравець, В.Г. Кравець

ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА

Конспект лекцій

з дисципліни

*«ОСНОВИ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БКВРМ»*

Відповідальний за випуск Кравець А.М.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 19.10.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА

Умови роботи та функції пластичних мастил

Для мащення вузлів тертя (підшипників, карданних з'єднань, ресор, деяких зубчатих передач тощо) машин і механізмів, у тому числі і БКВРМ, широко застосовуються мазеподібні мастильні матеріали, звані консистентними або пластичними мастилами, які одержують шляхом загущення олив твердими речовинами. На даний час випускається близько 200 марок мастил різноманітного призначення.

Пластичні мастила застосовуються для зменшення тертя і зносу трибовузлів у таких випадках:

- у відкритих і негерметичних вузлах тертя;
- у важкодоступних місцях, де потрібно забезпечити зносостійкість і високий термін служби мастильного матеріалу;
- в тих вузлах тертя, де рідка олива витікає;
- для консервації машин;
- в підшипниках кочення, що герметизуються;
- там, де за умов експлуатації не допускається розбризування мастильного матеріалу.

Вузли тертя, що змащують пластичними мастилами, простіші в обслуговуванні, не так часто вимагають заміни мастильного матеріалу і не потребують постійного нагляду за їх роботою.

Легко проникаючи в зону контакту деталей тертя, мастила утримуються на їх поверхнях, не стікаючи з них. Мастила застосовуються також як захисні або ущільнювальні матеріали.

Характерна особливість консистентних мастил полягає в тому, що вони здатні залежно від умов роботи мати властивості як твердих, так і рідких речовин. Під дією невеликих зусиль мастила мають ознаки твердого тіла – можуть утримуватися на вертикальних і похилих поверхнях. Із зростанням навантаження мастило починає деформуватися. При дії критичних навантажень мастила працюють як рідина – характеризуються текучістю. Після зняття навантаження течія мастила припиняється, і воно знов набуває властивостей твердого тіла. Таке поєднання

властивостей твердого тіла і рідини обумовлено будовою пластичних мастил – наявністю структурного каркаса. Роль структурного каркаса в пластичних мастилах виконує загусник, який утримує у своїх комірках рідке середовище. Але слід враховувати, що при надмірному підвищенні навантаження і відповідно температури процес може стати необоротним і відбудеться розшарування мастила на рідку і густу складові.

Сучасні пластичні мастила є багатокомпонентними структурами, що відповідають багатьом, часто суперечливим вимогам, які висуває специфіка роботи вузлів тертя машин.

Склад пластичних мастил

Пластичне мастило складається з трьох компонентів: оливної основи (дисперсне середовище), твердого загусника (дисперсна фаза) і добавок.

Як оливну основу мастила використовують оливу нафтового і синтетичного походження. У складі більшості пластичних мастил на частку рідкої оливи припадає 70...95 % маси. Як правило, це мінеральні оливи, але для отримання значного інтервалу робочих температур застосовують такі синтетичні речовини, як силікони та діефіри. Від оливної основи залежать багато які властивості мастил, хоча найважливіші їх характеристики визначаються типом загусника.

Загусниками служать речовини органічного і неорганічного походження (жирні солі м'яких металів, парафін, силікагель, бентоніт, сажа, органічні пігменти тощо). Вони створюють просторовий каркас мастила, а їх кількість складає орієнтовно 5...30 % (найчастіше всього 10...20 %) маси мастила. Саме загусник визначає основні властивості пластичного мастила. Назву загусника, як правило, переносять на назву самого мастила – літієве, натрієве, цинкове, кальцієве тощо.

Для надання пластичним мастилам певних експлуатаційних властивостей у них вводяться спеціальні добавки, до яких належать:

- присадки – оливорозчинні поверхнево-активні речовини (переважно ті самі, що використовуються в моторних,

трансмiсiйних i iнших оливах). Присадки складають 0,1...5 % маси мастила;

- наповнювачi, якi полiпшують антифрикцiйнi i герметизувальнi властивостi. Це твердi речовини, як правило, неорганiчного походження, не розчиннi в оливи (дисульфiд молiбдену, графiт, слюда тощо). Наповнювачi складають 1...20 % маси мастила;

- стабiлiзатори i модифiкатори колоїдної структури, якi сприяють формуванню бiльш мiцної i еластичної структури мастила. Вони є поверхнево-активними речовинами (кислоти, спирти) i складають 0,1...1 % маси мастила;

- барвники – надають мастилу певного забарвлення.

Експлуатацiйнi властивостi пластичних мастил

Дiя пластичного мастила набагато складнiша, нiж оливи, тому для ефективного виконання своїх функцiй мастила повиннi мати ряд експлуатацiйних властивостей. ДСТУ 4310:2004 (Мастила. Номенклатура показникiв якостi) передбачає оцiнювання якостi пластичних мастил за нижченаведеними показниками.

Межа мiцностi на зсув – це мiнiмальна питома напруга, яку потрiбно прикласти до мастила, щоб змiнити його форму i зсунути один шар вiдносно iншого, тобто поруйнувати його структурний каркас.

Цей показник характеризує здатнiсть мастил утримуватися у вузлах тертя, протистояти скиданню з деталей, що рухаються, пiд впливом iнерцiйних сил i утримуватися на похилих i вертикальних поверхнях, не стiкаючи i не сповзаючи. При менших навантаженнях пластичнi мастила зберiгають свою внутрiшню структуру i пружно деформуються подiбно до твердих тiл, а при напрузi зсуву вище за межу мiцностi структура руйнується, мастила починають текти i виявляють властивостi в'язкої рiдини.

Межа мiцностi мастила залежить вiд температури (з її пiдвищенням вона найчастiше знижується) i швидкостi прикладання сили. При невисокiй межi мiцностi мастила погано

утримуються у вузлах тертя, що не герметизуються, а при високому – не надходять до поверхонь тертя навіть при достатній кількості мастильного матеріалу в механізмі.

При робочій температурі вузла межа міцності не повинна перевищувати 300÷500 Па, а мінімальне її значення при найбільшій температурі в робочій зоні має бути не нижче 100... 200 Па. При температурі 20°C межа міцності повинна бути рівною 300...1500 Па.

Визначається межа міцності за методами, описаними у ГОСТ 7143 (Смазки пластичные. Метод определения предела прочности и термоупрочнения) із застосуванням спеціальних пристроїв – міцностемір СК, який працює на основі вимірювання максимального обертового моменту рухомої частини датчика приладу, заповненого досліджуваним мастилом; або пластомір К-2, який працює на основі вимірювання тиску, при якому відбувається зсув мастила у капілярі приладу при заданій температурі (спосіб визначення вказується у нормативно-технічній документації на мастило).

В'язкість (ефективна в'язкість) – це в'язкість пластичного мастила при певній температурі і швидкості переміщення шарів.

В'язкість мастила при одній і тій же температурі може мати різні значення, які залежать від швидкості переміщення шарів один відносно одного. Із збільшенням швидкості переміщення в'язкість падає, а збільшення концентрації і ступеня дисперсності загусника приводить, навпаки, до збільшення в'язкості. Залежить в'язкість пластичного мастила від в'язкості базової оливи і технології приготування.

В'язкісні характеристики належать до найважливіших експлуатаційних показників пластичного мастила. Вони визначають можливість подачі мастила і заправки у вузли тертя за допомогою різних заправних пристроїв. В'язкість мастила визначає також витрату енергії на перекачування при переміщенні змащених деталей, пускові характеристики механізмів. В умовах мінімальної робочої температури і швидкості деформації 10 с⁻¹ в'язкість пластичного мастила не повинна перевищувати 15...20 МПа·с.

В'язкісні властивості мастила при температурах – 70... 100 °С визначають за методом, наведеним у ГОСТ 7163 (Нефтепродукты. Метод определения вязкости автоматическим капиллярным вискозиметром), на автоматичних капілярних вискозиметрах типу АКВ конструкції А.А. Константинова, Г.В. Виноградова та В.В. Сініцина, в яких мастило за допомогою пружини продавлюється із змінною швидкістю через капіляр.

В'язкість мастил спеціального призначення також може бути визначена за допомогою ротаційного вискозиметра відповідно до методу, визначеного в ГОСТ 26581 (Смазки пластичные. Метод определения эффективной вязкости на ротационном вискозиметре). Сутність полягає в реєстрації моменту опору обертанню внутрішнього циліндра або конуса вимірювального пристрою із досліджуванним пластичним мастилом при різних градієнтах швидкості деформації із наступним розрахунком напруження зсуву і ефективної в'язкості.

Корозійна дія на метали (протикорозійні властивості) – це властивість, яка характеризує корозійний вплив пластичних мастил на металеві поверхні деталей вузла тертя. Якщо свіжі мастила мають стійкі протикорозійні властивості, то в процесі їх застосування або після тривалого зберігання їх властивості погіршуються. Визначається названа властивість за методикою, наведеною в ГОСТ 9.080 (ЕСЗКС. Смазки пластичные. Ускоренный метод определения коррозионного воздействия на металлы).

Для оцінки протикорозійних властивостей металеві пластинки (марка металу визначається нормативно-технічною документацією на мастило) занурюють у мастило і витримують певний час при підвищеній температурі. Температура і час проведення досліду визначаються нормативно-технічною документацією на пластичне мастило, а якщо така інформація в ній не наведена, то користуються рекомендаціями із ГОСТ 9.080. Після закінчення часу випробувань стан поверхонь металевих пластинок оцінюють візуально за допомогою лупи. Мастило вважається таким, що витримало випробування, якщо на поверхнях пластинок немає плям, цяток, нальотів або плівок.

Вміст води. Вода може міститися у пластичному мастилі як компонент у незначній кількості (до декількох відсотків) або

проникати у нього в процесі зберігання та експлуатації. В нормативно-технічній документації на мастило згідно з ДСТУ 4310:2004 обов'язково зазначається допустима кількість вмісту води – відсоток вмісту або «сліди», або «відсутність». Надмірна кількість води призводить до підвищення корозійної агресивності мастил, вимивання присадок, розкладання тощо.

Визначити вміст води у мастилі можна якісним способом за ГОСТ 1547 (Масла и смазки. Методы определения наличия воды) та кількісним способом за ГОСТ 2477 (Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды).

Для якісного визначення вмісту води в пробірку поміщають мастило на 40...60 мм її висоти, закривають пробкою, в отвір якої вставлений термометр. Спочатку пробірку нагрівають повільно із швидкістю 10...20 °С/хв, а після того, як вся маса мастила розплавиться, швидкість нагрівання збільшують до 70 °С/хв і припиняють нагрівання при температурі 180 °С. Поява поштовхів і потріскування при нагріванні мастила свідчить про наявність у ньому води.

Кількісно вміст води у мастилі за ГОСТ 2477 визначають на апараті АКОВ-10 шляхом прямого випаровування із наступною конденсацією і збиранням води. Кількість води в мастилах визначається у відсотках від маси мастила або від об'єму. Детально процес визначення вмісту води у мастильних матеріалах на апараті АКОВ-10 наведено у літературі [1].

Водостійкість мастила визначається: стійкістю до розчинення у воді, здатністю поглинати вологу, проникністю мастильного шару парами вологи, змиваністю водою із змащуваних поверхонь тощо.

Розчинність мастила у воді залежить в основному від природи загусника. Найкращу водостійкість мають парафінові і літієві мастила, водостійкість кальцієвих мастил задовільна, і лише мастила на натрієвому і калієвому милі добре розчиняються у воді.

Розчинність мастил визначають тільки якісно за зміною зовнішнього вигляду грудки мастила в холодній (при 20 °С протягом 24 год) і киплячій (протягом 1 год) воді. Якщо температура плавлення мастила нижче 100 °С, випробування в киплячій воді не проводяться. Детально порядок визначення

стійкості пластичних мастил до розчинення у воді викладений у роботі [2].

Термоущільнення – характеризує зміну властивостей мастил при нагріванні і подальшому охолодженні. Більшість мастил після нагрівання до температури на 50...60 °С нижче за температуру плавлення і подальшого охолодження не змінюють свої властивості, проте у деяких мастил після короткочасного нагрівання і подальшого охолодження межа міцності підвищується в 10...100 разів. Такі мастила перестають надходити до робочих поверхонь.

Схильність мастила до термоущільнення визначають за вже згаданим ГОСТ 7143 на міцностемірі шляхом вимірювання його межі міцності до і після витримки при підвищених температурах.

Мастильні властивості – це здатність мастил знижувати тертя, зменшувати знос та усувати заїдання і задири поверхонь тертя. Мастильні властивості мастила і його здатність нести навантаження залежать як від в'язкості базової оливи, так і від поведінки загусників у граничних умовах мащення і їх сумісної здатності утворювати оливну плівку.

Визначаються на чотирикульковій машині тертя за ГОСТ 9490 (Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине). Порядок оцінювання мастильних властивостей пластичних мастил полягає у визначенні чотирьох трибологічних показників: "індексу задиру", "критичного навантаження", "навантаження зварювання" (вимірюються у ньютонках) та "показника зносу" (вимірюється у міліметрах). При визначенні зазначених властивостей досліджуваним пластичним мастилом змащується контактна група із трьох нерухомо закріплених кульок, виготовлених із сталі ШХ-15, та однієї кульки, що обертається і притискається до нерухомих кульок із певним зусиллям. Критерієм для визначення мастильних властивостей є діаметр плями зносу, яка утворюється на нерухомих кульках, та момент тертя між кульками. Детально методика оцінювання властивостей матеріалів за ГОСТ 9490 наведена у роботі [3].

Механічна стабільність характеризує здатність мастил практично миттєво відновлювати свою структуру після виходу із зони безпосереднього контакту деталей тертя. Завдяки цій унікальній властивості мастило легко утримується у вузлах тертя, що не герметизуються.

Механічно нестабільні мастила достатньо добре працюють тільки у вузлах тертя, що надійно герметизуються, якщо їх витіканню з вузла перешкоджають спеціальні пристрої ущільнювачів або капілярні сили.

Повноцінне мастило не повинне значно змінювати свої властивості ні в процесі роботи (деформації), ні при подальшому відпочинку.

Механічну стабільність мастила визначають за ГОСТ 19295 (Смазки пластичные. Метод определения механической стабильности) на тиксометрі, вимірюючи межі його міцності до і після руйнування. Сутність методу полягає у визначенні межі міцності на розрив у результаті інтенсивної деформації пластичного мастила в зазорі між ротором і статором тиксометра і при наступному тиксотропному відновленні. Вимірюється межа міцності на розрив у паскалях.

Колоїдна стабільність – це здатність мастила чинити опір відділенню оливної основи (розшаровуванню) при зберіганні і в процесі застосування.

Відпресовування оливи з мастила збільшується і швидшає з підвищенням температури, із зростанням одностороннього тиску на мастило, під дією відцентрових сил, у звуженнях мазепроводів тощо. Колоїдна стабільність зростає із збільшенням кількості загусника і падає із зниженням в'язкості оливи (оскільки їй легше витікати з каркаса, створеного загусником).

Методика визначення колоїдної стабільності пластичних мастил наведена у ГОСТ 7142 (Смазки пластичные. Методы определения коллоидной стабильности). Для оцінки цієї властивості використовують прилади, в яких мастило спресовується під дією постійного вантажу або стиснутого повітря. Числове значення колоїдної стабільності показує відношення маси відпресованої на стандартному приладі оливи до маси випробовуваного пластичного мастила, виражене у

відсотках. Детально порядок визначення цієї властивості мастила наведено у роботі [2].

Випаровуваність – це умовна величина, яка показує кількість складових речовин пластичного мастила, які випаровуються з нього при заданій температурі за заданий проміжок часу. Випаровуваність мастила і втрата ним колоїдної стабільності спричиняють підвищення концентрації загусника, порушення їх однорідності та знижують пластичність.

Визначається ця властивість за методом, викладеним у ГОСТ 9566 (Смазки пластичные. Метод определения испаряемости). Для визначення цієї властивості пробу мастила поміщають у термостат, розігрітий до температури, вказаної у технічних умовах на мастило, і витримують протягом однієї години або протягом часу, зазначеного у технічних умовах. Визначається випаровуваність як відношення маси мастила, яке випаровувалося, до загальної маси мастила, що застосовувалося у досліді, виражене у відсотках.

Вміст механічних домішок – це властивість, яка показує кількісний вміст механічних домішок у пластичному мастилі. Взагалі, залежно від типу мастила, в ньому може міститися певна кількість механічних домішок як складових (присадки, наповнювачі тощо), або домішки можуть бути абсолютно відсутні – це визначається нормативною документацією на продукт.

Визначатися вміст механічних домішок у пластичних мастилах може двома методами, які викладені у ГОСТ 1036 (Смазки пластичные. Метод определения механических примесей) та ГОСТ 6479 (Смазки пластичные. Метод определения содержания механических примесей разложением соляной кислотой). Сутність обох методів полягає у розчиненні пластичного мастила спеціальними розчинниками, визначеними стандартом, отриманні нерозчинного осаду, пропусканні розчину через фільтр і визначенні маси осаду, який затримався на фільтрі. Визначається вміст механічних домішок у відсотках до загальної маси пластичного мастила, взятого для досліді.

Вміст вільних лугів і вільних органічних кислот. При виготовленні мастил, де загусником служить мило, важко отримати мастило з нейтральною реакцією. В них завжди

наявний надлишок вільного лугу або кислоти. Великий надлишок як одних, так і інших, не тільки негативно позначається на реологічних (відновлювальних) властивостях мастил, але і викликає корозію деталей тертя. Надлишок вільних лугів у пластичних мастилах викликає корозійне зношування кольорових металів, а підвищений вміст вільних органічних кислот – корозію чорних металів. Тому вміст названих хімічних сполук у пластичних мастилах якщо і допускається, то у дуже обмеженій кількості. Визначається цей параметр за ГОСТ 6707 (Смазки пластичные. Метод определения свободных щелочей и свободных органических кислот). Сутність методу полягає у розчиненні мастила у спеціальному розчиннику і титруванні розчину (поступовому додаванні контрольованої кількості реагенту до розчину, що аналізується) кислотою або лугом за наявності хімічного індикатору.

Згідно з ГОСТ 6707 вміст у мастилі вільних лугів до 0,02 % оцінюється як їх відсутність. Вважається, що вільні органічні кислоти відсутні в мастилі, якщо їх вміст не перевищує 0,01 % або коли кислотне число не більше 0,01 мг *КОН* на 1 г мастила.

Температура краплепадіння – характеризує температуру переходу мастила з пластичного стану в рідкий. Відповідає температурі, при якій падає перша крапля мастила, поміщеного в капсулу спеціального приладу, що нагрівається в стандартних умовах. Вона залежить в основному від типу загусника і у меншій мірі від його концентрації.

За цим показником розрізняють мастила:

- тугоплавкі – температура краплепадіння вище 100 °С;
- середньоплавкі – температура краплепадіння 65...100 °С;
- низькоплавкі – температура краплепадіння до 65 °С.

Щоб уникнути витікання мастила з вузла тертя, максимальна робоча температура мастила має бути нижчою на 15...20 °С її температури краплепадіння. При досягненні температури краплепадіння відбувається необоротний процес руйнування кристалічного каркаса, і мастило стає текучим.

Порядок визначення температури краплепадіння пластичного мастила наведено у ГОСТ 6793 (Нефтепродукты. Метод определения температуры каплепадения) і у роботі [2].

Пенетрація (проникнення) – характеризує консистенцію (густоту) мастила за глибиною занурення в нього конуса стандартних розмірів і маси протягом 5 с. Є непрямим показником здатності мастила витримувати навантаження і створювати опір витисненню його із підшипника. Пенетрація вимірюється при різних температурах і чисельно дорівнює кількості міліметрів занурення конуса, помноженій на 10. Це показник умовний і ніяк не характеризує поведінку мастила в експлуатації, але оскільки він легко піддається визначенню, його часто використовують для оцінки ідентичності структури і дотримання технології виготовлення мастил.

Зазвичай число пенетрації пластичних мастил перебуває в межах від 170 до 420.

Для визначення пенетрації пластичних мастил розроблені спеціальні прилади – пенетрометри, а порядок визначення цієї властивості наведений у ГОСТ 5346 (Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом) і у роботі [2].

Зовнішній вигляд пластичних мастил може слугувати додатковим критерієм їх оцінювання, про це вказується у всіх стандартах на мастила. В мастилах не має бути грудок загусника, будь-яких домішок, що розрізняються візуально, а також не повинно бути помітного виділення з мастила рідкої фази – оливи.

Класифікація і маркування мастил за вітчизняним стандартом

Залежно від складу вирізняють чотири групи мастила.

1 *Мильні мастила*, для отримання яких як загусник застосовують солі вищих карбонових кислот (мила). Залежно від катіона мила їх поділяють на літієві, натрієві, калієві, кальцієві, барієві, цинкові, свинцеві та ін. Залежно від аніона мила мастила одного і того самого катіона поділяють на звичайні і комплексні (кальцієві, літієві, барієві, алюмінієві і натрієві). Комплексні мастила працездатні у більш широкому інтервалі температур, ніж звичайні. В окрему групу виділяють мастила на змішаному милі, в якому як загусник використовують суміш мила (літієво-кальцієві, натрієво-кальцієві та ін.: першим вказаний катіон мила, частка якого в загуснику більша). Мильні мастила залежно від використаної для їх отримання жирової сировини називають умовно синтетичними (аніон мила – радикал синтетичних жирних кислот) або жировими (аніон мила – радикал природних жирних кислот), наприклад, синтетичні або жирові солідоли.

2 *Неорганічні мастила*, для отримання яких як загусник використовують термостабільні з добре розвинутою питомою поверхнею високодисперсні неорганічні речовини. До них відносять силікагелеві, бентонітові, графітні, азбестові і інші мастила.

3 *Органічні мастила*, для отримання яких використовують термостабільні, високодисперсні органічні речовини. До них відносять полімерні, пігментні, полісечовинні, сажеві та інші мастила.

4 *Вуглеводневі мастила*, для отримання яких як загусники використовують високоплавкі вуглеводні (петролатум, церезин, парафін, озокерит, різний природний і синтетичний віск).

Залежно від типу дисперсної основи розрізняють пластичні мастила на нафтових і синтетичних оливах.

Згідно з ГОСТ 23258 (Смазки пластичные. Наименование и обозначение) всі пластичні мастила класифікують по за такими ознаками:

- призначенням;
- типом загусника;
- класом консистенції.

Маркування пластичних мастил включає названі ознаки класифікації, і, крім того, обов'язково містить рекомендований температурний інтервал застосування і може включати позначення типу оливної основи і позначення наявності різних наповнювачів.

За призначенням всі пластичні мастила поділяються на чотири групи, що позначаються в маркуванні великими буквами російського алфавіту:

- *антифрикційні* – призначені для зниження зносу і тертя ковзання спряжених деталей. Складають приблизно 80 % всіх пластичних мастил і поділяються на 12 підгруп, кожна з яких має власне позначення (див. таблицю 1);

- *консерваційні* – призначені для захисту металевих виробів і механізмів від корозії під час зберігання, транспортування і експлуатації. Позначаються буквою **З**. Застосовуються у металевих виробках і механізмах всіх видів, за винятком сталевих канатів і випадків, коли потрібно застосовувати консерваційні оливи і тверді покриття;

- *канатні* – оберігають сталеві канати від зносу, корозії і проникнення органічних речовин. Позначаються буквою **К**. Змащують ними сталеві канати і троси, а також осердя сталевих канатів;

- *ущільнюючі* – призначені для герметизації зазорів, полегшення збирання і розбирання арматури, сальникових пристроїв, різьбових, роз'ємних і інших рухомих з'єднань. Поділяються на три підгрупи, кожна з яких має власне позначення (див. таблицю 2).

Мастило, яке одночасно може бути віднесено до декількох груп (підгруп) за призначенням, відносять до тієї групи (підгрупи), яка найбільш типова для його застосування.

Таблиця 1 – Класифікація і позначення антифрикційних мастил

Група	Підгрупа	Сфера застосування
С	Загального призначення для звичайних температур	Вузли тертя з робочою температурою до 70 °С
О	Загального призначення для підвищених температур	Вузли тертя з робочою температурою до 110 °С
М	Багатоцільові	Вузли тертя з робочою температурою від -30 до +130 °С в умовах підвищеної вологості середовища. В достатньо потужних механізмах зберігають працездатність при температурі до -40 °С
Ж	Термостійкі	Вузли тертя з робочою температурою більше 150 °С
Н	Морозостійкі	Вузли тертя з робочою температурою нижче -40 °С
И	Протизадирні і протизносні	Підшипники кочення при контактних напруженнях більше 2500 МПа і підшипники ковзання при питомих навантаженнях більше 150 МПа. Містять протизадирні присадки і тверді добавки
Х	Хімічно стійкі	Вузли тертя, що контактують з агресивними середовищами (кислотами, лугами тощо)
П	Приладові	Вузли тертя приладів і точних механізмів
Т	Редукторні (трансмісійні)	Зубчаті і гвинтові передачі всіх видів
Д	Припрацьовувальні (дисульфідномолібденові, графітні та інші пасти)	Спряження поверхонь з метою полегшення складання, запобігання задирів і прискорення припрацювання
У	Вузькоспеціалізовані (галузеві)	Вузли тертя, мастила для яких мають задовольняти додаткові вимоги, не передбачені у вище перелічених групах (прокачуваність, емульгованість тощо). Для переважного застосування в окремих галузях техніки (залізничні, індустриальні тощо)
Б	Брикетні	Вузли і поверхні ковзання з пристроями для використання мастил у вигляді брикетів

Таблиця 2 – Класифікація і позначення ущільнювальних мастил

Група	Підгрупа	Сфера застосування
А	Арматурні	Запірна арматура і сальникові пристрої
Р	Різьбові	Різьбові з'єднання
В	Вакуумні	Рухомі і роз'ємні з'єднання і ущільнення вакуумних насосів

ГОСТ 23258 виділяє 20 основних типів загусників, які поділені на чотири групи і позначаються великими буквами російського алфавіту так, як показано в таблиці 3. При маркуванні мастила це позначення проставляється відразу після індексу пластичного мастила відповідно до сфери застосування. Позначення **М**, **О**, і **Н** використовуються тільки в тих випадках, коли загусник, що входить в одну із цих трьох груп, не передбачений переліком, наведеним у таблиці 3. Комплексне мастило позначають буквою **к**, після якої записують позначення відповідного мила (**кКа**, **кЛи** тощо). При виготовленні пластичного мастила може використовуватися суміш з декількох загусників, тоді в маркуванні включається складний індекс з двох позначень, розташованих через дефіс і на першому місці ставлять той загусник, концентрація якого в мастилі вище (**На-Ка**, **Ли-Бн** тощо).

Таблиця 3 – Типи загусників пластичних мастил

Загусник	Індекс	Загусник	Індекс
Мило	М	Тверді вуглеводні	Т
Алюмінієве	Ал	Органічні речовини	О
Барієве	Ба	Пігменти	Пг
Кальцієве	Ка	Полімери	Пм
Літїєве	Ли	Уреати	Ур
Натрієве	На	Фторвуглеводні	Фу
Свинцеве	Св	Неорганічні речовини	Н
Цинкове	Цн	Глини	Бн
Калієве	К	Сажа	Сж
Комплексне	кМ	Силікагель	Си
Суміш мил	М₁-М₂		

Далі в маркуванні пластичних мастил записується рекомендований температурний інтервал застосування мастила, який записується у вигляді дробу відразу після позначення типу загусника. В чисельнику дробу (без знака "мінус") записується зменшена в 10 разів мінімальна робоча температура, а в знаменнику також зменшена в 10 разів максимальна температура (наприклад, позначення 2/7 відповідає інтервалу температур від -20 до +70°C). Обидві температури округлюються з точністю до 10 °C. Рекомендований температурний інтервал застосування має орієнтовний характер, оскільки допустимі температури застосування залежать не тільки від властивостей мастила, а й від конструкції і умов роботи (швидкість, навантаження, строк заміни мастила) вузла тертя, що змащується.

За мінімальну температуру застосування мастила приймають температуру, при якій його в'язкість, визначена за ГОСТ 7163, складе 2000 Па·с. За максимальну температуру застосування приймають температуру, рекомендовану технічною документацією на мастило.

Тип оливної основи і наявність твердих домішок в оливі позначають у маркуванні малими буквами російського алфавіту. Позначення типу оливної основи ставиться відразу після позначення температурних інтервалів роботи, а позначення твердих домішок (якщо вони є) через дефіс від нього. Варіанти позначення цієї ознаки подані в таблиці 4. Мастила, виготовлені на нафтовій основі, буквою "н" не позначаються, її вводять у позначення мастил, виготовлених на основі суміші нафтових і інших видів олив.

Суміш двох і більше олив позначають складеним індексом («нк», «уэ» тощо). На перше місце ставлять індекс оливи, яка входить до складу дисперсного середовища у більшій кількості.

Індекс «п» застосовують у випадках, коли синтетичні або інші оливи, що входять до складу дисперсного середовища, не передбачені переліком, наведеним у таблиці 4.

Таблиця 4 – Позначення дисперсійного середовища і твердих домішок у пластичних мастилах

Дисперсійне середовище	Індекс	Тверді домішки	Індекс
Нафтова олива	н	Графіт	г
Синтетичні вуглеводні	у	Дисульфід молібдену	д
Кремнійорганічні рідини	к	Порошок свинцю	с
Галагеновуглецеві рідини	ж	Порошок міді	м
Складні ефіри	э	Порошок цинку	ц
Фторсілоксани	ф	Інші тверді домішки	т
Перфторалкілполіефіри	а		
Інші оливи і рідини	п		

Далі в маркуванні мастила включається позначення класу консистенції. Позначаються ці класи арабськими цифрами. За класом консистенції всі пластичні мастила поділяються на 10 груп (таблиця 5), які відповідають певному значенню penetрації мастила, визначеної за ГОСТ 5346. Клас консистенції записується або через дефіс від температурних меж роботи, або відразу за позначенням оливної основи або твердих домішок. Мастило з penetрацією, проміжною між класами консистенції, належить найближчому класу консистенції. Більшість пластичних мастил, які широко застосовуються у техніці, мають клас консистенції від 00 до 3.

Таблиця 5 – Класи консистенції пластичних мастил

Пенетрація при 25 °С, мм×10 ⁻¹	Клас консистенції	Пенетрація при 25 °С, мм×10 ⁻¹	Клас консистенції
445...475	000	220...250	3
400...430	00	175...205	4
355...385	0	130...160	5
310...340	1	85...115	6
265...295	2	нижче 70	7

Таким чином, маркування пластичних мастил може мати такий вигляд:

СКа 2/7-2 (солідол) – це мастило загального призначення для звичайних температур, загущене кальцієвим милом, температурні межі його роботи від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, виготовлене на основі нафтової оливи і має пенетрацію $265\div 295\text{ мм}\times 10^{-1}$.

УЛі 4/13з3 – мастило вузькоспеціалізоване, загущене літієвим милом, працездатне при температурах від $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$, виготовлене на основі складних ефірів і має пенетрацію $220\div 250\text{ мм}\times 10^{-1}$.

КТ 6/5к-г4 – канатне мастило, загущене твердими вуглеводнями, температурні межі працездатності від $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, виготовлене на основі кремнійорганічної рідини, містить тверду добавку графіт, має пенетрацію $175\div 205\text{ мм}\times 10^{-1}$.

АЦн 0/4п7 – мастило арматурне, загущене цинковим милом, рекомендоване до застосування при температурах від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, виготовлене на оливі, тип якої непередбачений переліком таблиці 4, має пенетрацію менше $70\text{ мм}\times 10^{-1}$.

Незважаючи на існуюче маркування пластичних мастил, передбачене ГОСТ 23258, виробники позначають свої продукти так званими товарними знаками, які набули широкого застосування і достатньо відомі споживачам, набагато краще, ніж «гостовані» позначення.

Закордонні стандарти на пластичні мастила

У світі існує декілька стандартів, які обумовлюють класифікацію і маркування пластичних мастил. Але найбільшого розповсюдження серед європейських виробників і споживачів набули такі стандарти і класифікатори:

- NLGI, розроблений Національним інститутом пластичних мастил США (National Lubricating Grease Institute);

- ISO 6743/9-87, розроблений міжнародною організацією зі стандартизації (International Organization for Standardization);

- DIN 51 502, розроблений Німецьким інститутом зі стандартизації (Deutsches Institut für Normung).

Класифікатор NLGI встановлює шкалу консистенції (рухомості) мастила. Згідно з цією шкалою всі мастила поділяються на 9 класів (див. таблицю 6) залежно від їх пенетрації. Класифікаційні бали за NLGI майже повністю відповідають застосованим у ГОСТ 23258, які наведені у таблиці 5. Порядок визначення пенетрації викладений у ISO 2137 (Нефтепродукты и смазочные материалы. Определение консистенции консистентных смазок и петролатума по погружению конуса) та вже згаданому вище ГОСТ 5346.

Таблиця 6 – Класи консистенції пластичних мастил за NLGI

Діапазон пенетрації, перемішаного мастила 10^{-4} м	Класифікаційний бал NLGI	Раніше вживані позначення консистенції
445...475	000	рідка
400...430	00	напіврідка
355...385	0	дуже м'яка
310...340	1	м'яка
265...295	2	напівм'яка
220...250	3	середня
175...205	4	напівтверда
130...160	5	тверда
85...115	6	дуже тверда

Стандарт ISO 6743/9 (Смазочные материалы, промышленные масла и родственные продукты. (Класс L). Классификация. Группы X (пластичные смазки)) класифікує всі пластичні мастила за такими ознаками, які в маркуванні цих мастил позначають буквами латинського алфавіту і арабськими цифрами:

- мінімальна робоча температура (таблиця 7);
- максимальна робоча температура (таблиця 8);
- мастильні властивості за наявності води та антикорозійні властивості мастила (таблиця 9);

- мастильні властивості мастила при високих і малих навантаженнях (таблиця 10);
- клас консистенції за NLGI (таблиця 6).

Таблиця 7 – Символи мінімальної робочої температури пластичних мастил за ISO 6743-9

Мінімальна температура, °С	Символ
0	A
Мінус 20	B
Мінус 30	C
Мінус 40	D
Нижче мінус 40	E

Таблиця 8 – Символи максимальної робочої температури пластичних мастил за ISO 6743-9

Максимальна температура, °С	Символ
60	A
90	B
120	C
140	D
160	E
180	F
Вище 180	G

Таблиця 9 – Символи антикорозійних властивостей мастил за ISO 6743-9

Навколишнє середовище	Антикорозійні властивості*	Символ
1	2	3
Сухе	L	A
Сухе	M	B
Сухе	H	C

Продовження таблиці 9

1	2	3
Статична волога	L	D
Статична волога	M	E
Статична волога	N	F
Промивання водою	L	G
Промивання водою	M	H
Промивання водою	N	I
<p>* L – відсутність захисних властивостей; M – захисні властивості за наявності дистильованої води; N – захисні властивості за наявності солоної води.</p>		

Таблиця 10 – Символи мастильних властивостей мастил при навантаженні за ISO 6743-9

Характеристика мастила	Символ
Не виявляє підвищеної стійкості до відносно високих тисків	A
Має підвищену стійкість до високих контактних тисків	B

Повне позначення пластичних мастил згідно з ISO 6743/9-87 буде мати такий вигляд:

ISO-L-XBEGV 00,

де **ISO** – аббревіатура "Міжнародної організації зі стандартизації";

L – клас матеріалу (у відповідності до стандарту ISO 8681-86 (Нефтепродукты и смазочные материалы. Общая классификация. Обозначение классов) всі мастильні матеріали позначаються символом **L**);

X – група мастильного матеріалу (відповідно до ISO 6743/0-81 (Смазочные материалы, промышленные масла. (Класс L). Классификация групп) всі пластичні мастила мають умовне позначення **X**);

B – мінімальна робоча температура (згідно з таблицею 7 це -20 °C);

E – максимальна робоча температура (згідно з таблицею 8 це 160 °C);

G – антикорозійні властивості (згідно з таблицею 9 мастило може працювати при контакті із водою, але має в таких умовах погані захисні властивості);

B – характеристика працездатності при великих навантаженнях (згідно з таблицею 10 мастило може працювати при значних навантаженнях);

00 – клас консистенції за NLGI (згідно з таблицею 6 мастило має penetрацію 400...430 10⁻⁴ м).

Відповідно до стандарту DIN 51 502 код пластичного мастила складається з набору букв і цифр, який записується у вигляді:

KP SI F 3 G -20,

де **K** – призначення мастила (таблиця 11. Мастило призначене для підшипників кочення і ковзання та площин ковзання);

P – мастило містить присадку (таблиця 12. У випадку коли присадок у мастилі немає, будь-яке позначення відсутнє);

SI – мастило виготовлене на основі силіконової рідини (таблиця 12. В разі виготовлення мастила на мінеральній оливі позначення не вноситься в марку);

F – свідчить про наявність твердого наповнювача (таблиця 12);

3 – індекс пластичності за NLGI (таблиця 6. Мастило має penetрацію 220...250 10⁻⁴ м);

G – верхня температура застосування і водостійкість (таблиця 13. Мастило працездатне при температурі до 100 °C і має задовільну стійкість до вимивання водою при температурі 90 °C);

-20 – найнижча температура застосування мастила.

Таблиця 11 – Позначення мастил за призначенням за DIN 51 502

Призначення	Символ
Для підшипників кочення і ковзання та площин ковзання	K
Для закритих передач	G
Для відкритих передач	OG
Для підшипників ковзання і ущільнень (більш легкі вимоги, ніж у пластичних мастилах групи K)	M

Таблиця 12 – Позначення присадок і базових олив по DIN 51502

Присадки і базові оливи	Символ
Присадки і добавки	
Присадка для зниження тертя і зношування в зоні контакту та (або) для збільшення допустимого навантаження	P
Присадки, такі як графіт, дисульфід молібдену тощо	F
Синтетичні та напівсинтетичні оливні основи	
Поліефірна олива	E
Фторовмісні рідини	FK
Синтетичні вуглеводні	HC
Складний ефір фосфорної кислоти	PH
Поліглікольова олива	PG
Силіконова рідина	SI
Інші оливи	X

Таблиця 13 – Позначення верхньої межі робочої температури і водостійкості пластичних мастил за DIN 51 502

Символ	Верхня межа робочої температури, °C	Стійкість до вимивання водою при температурі °C *
1	2	3
C	+60	0 при 40 °C або 1 при 40 °C

Продовження таблиці 13

1	2	3
D	+60	2 при 40 °С або 3 при 40 °С
E	+80	0 при 40 °С або 1 при 40 °С
F	+80	2 при 40 °С або 3 при 40 °С
G	+100	0 при 90 °С або 1 при 90 °С
H	+100	2 при 90 °С або 3 при 90 °С
K	+120	0 при 90 °С або 1 при 90 °С
M	+120	2 при 90 °С або 3 при 90 °С
N	+140	Додатково обговорюється
P	+160	Додатково обговорюється
R	+180	Додатково обговорюється
S	+200	Додатково обговорюється
T	+220	Додатково обговорюється
U	Вище +220	Додатково обговорюється

* 0 – без змін; 1 – незначні зміни; 2 – значні зміни; 3 – сильні зміни.

**Деякі пластичні мастила, що застосовуються
для змащення пар тертя БКВРМ**

В даний час випускається близько 200 марок мастил різного призначення. Але існує ряд найвживаніших мастил, які за своїми властивостями підходять для багатьох вузлів машин. Для різних вузлів тертя БКВРМ широко використовуються такі мастила:

Мастила загального призначення:

Солідол жировий (СКа 2/7-2) і солідол синтетичний (СКа 2/8-3) – характеризуються хорошою колоїдною стабільністю, в'язкісно-температурними властивостями. Являє собою м'яку маслянисту мазь від світло- до темно-коричневого кольору. Застосовують як мастило загального призначення у вузлах тертя автомобілів, тракторів, сільськогосподарських машин, верстатного устаткування, відкритих зубчатих і ланцюгових передач при температурі 60÷80 °С (при більш високих температурах солідоли необоротно розпадаються).

Жирові і синтетичні солідоли можна змішувати в будь-яких пропорціях. В якості замітника можна застосовувати мастило *Літол-24*.

Графітне мастило (СКа 2/7-г2) – близьке за складом до синтетичного солідолу. В його склад входить до 10% дрібного меленого графіту. Колір мастила – чорний із сріблястим відтінком. Використовується для мащення деталей, що мають грубу поверхню і працюють під високим навантаженням (відкриті зубчаті передачі лебідок, круги катання екскаваторів, кранів, зубчаті вінці розчинозмішувачів, ресорні листи, ланцюги бортових редукторів тощо). Температурний діапазон застосування від -20 до 60 °С.

Мастила для підвищених температур:

Консталін-1 і консталін-2 (ОНа 2/11-2) – неводостійкі, тому їх не можна використовувати в умовах підвищеної вологості, але вони тугоплавкі (короткочасно витримують температуру до 150 °С) і тому їх застосовують для мащення пар тертя, які працюють під високим навантаженням, наприклад, у роликівих підшипниках.

1-13 (ОНа-Ка 2/11-3) – має вигляд однорідної слабозернистої мазі від світло- до темно-жовтого кольору. Недоліками цього мастила є низька водостійкість, задовільні низькотемпературні властивості, дефіцитна сировина. Це мастило використовується для мащення підшипників кочення, маточин коліс і інших аналогічних вузлів тертя, де температури не перевищують 100 °С.

Багатоцільові мастила:

Ці мастила водостійкі, витримують контакт навіть з киплячою водою. Температурний інтервал їх використання складає від -60 °С до +120 °С, тому ці мастила можна застосовувати всесезонно.

Літол-24, Літол-24РК (МЛи 4/13-3) – водостійке навіть у киплячій воді і достатньо морозостійке (до -40 °С). Має високу механічну стабільність та верхню температурну межу застосування на рівні 120 °С. Використовується в будь-яких вузлах тертя, але в погано очищених і грубих вузлах тертя застосовувати таке високоякісне мастило недоцільно, оскільки воно коштує дорого.

Фіол-1 (МЛи 4/12-1), *Фіол-2* (МЛи 4/12-2), *Фіол-2М* (МЛи 4/12-д2) – дуже близькі за складом і властивостями мастилу *Літол-24*. Відрізняються вони між собою тільки за в'язкісно-міцнісними властивостями, а мастило *Фіол-2М* ще і покращеною водостійкістю та наявністю в своєму складі 2% дисульфиду молібдену, що покращує його протизношувальні та протизадирні властивості. Цілком можуть бути замінені мастилом *Літол-24*. Призначені для мащення вузлів тертя кочення різних машин і механізмів, що працюють при середніх навантаженнях.

Термостійкі мастила:

ЦИАТИМ-221 (ЖкКа 6/15к1) – пластичне мастило білого або світло-сірого кольору. Являє собою синтетичну оливу, що загущена комплексним кальцієвим милом з додаванням антиокислювальної присадки. Призначене для мащення підшипників кочення електромашин, систем управління і приладів з частотою обертання до 10000 хв^{-1} , агрегатних підшипників літальних апаратів, вузлів тертя і спряжених поверхонь метал-метал і метал-гума, що працюють при температурі від -60 до $+150$ °С. При поглинанні вологи ущільнюється, має погані протизношувальні характеристики, інертне до гуми та полімерів.

УНІОЛ-1 (ЖкКа 4/16-2) – водостійке і термостійке, характеризується хорошими протизадирними властивостями, колоїдною стабільністю. Область застосування: вузли тертя індустріального устаткування, гарячих конвеєрів, гірничодобувного устаткування, автотракторної, сільськогосподарської техніки, міського електротранспорту, керамічного виробництва. Температура його використання складає від -40 до $+150$ °С, короткочасно – до 200 °С. Його недоліком є схильність до зміцнення і гігроскопічність. Це мастило майже в 100 разів дешевше *ЦИАТИМ-221*.

Графітол (ЖСи 2/16-г2) – призначений для мащення підшипників кочення, ковзання і зв'язаних поверхонь промислового устаткування, що працює при температурах до 160 °С (гарячі вентилятори, петлі і замки сушильних камер і інших індустріальних механізмів). Має високу термічну

стабільність, низьку випаровуваність, добрі протизадирні властивості та задовільну водостійкість.

Морозостійкі мастила:

ЦИАТИМ-202 (НЛи 5/12-2) – одне з найкращих морозостійких мастил (працездатне при температурі до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$), можна використовувати при температурі до $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, а протягом довгого часу – не вище $80\div 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Є м'якою маззю жовтого або світло-коричневого кольору. Мастило водостійке, але має низьку колоїдну стабільність і змивається з відкритих поверхонь. Застосовується для мащення підшипників кочення, ковзання, шарнірів при невеликих навантаженнях.

ЦИАТИМ-203 (НЛи 5/9-2) – призначене для мащення зубчатих, черв'ячних передач редукторів, підшипників ковзання і кочення, різних силових приводів, гвинтових пар, навантажених редукторів, механізмів, експлуатованих на відкритих майданчиках, що працюють при високих навантаженнях. Має підвищену хімічну і колоїдну стабільність, водостійкість і протизношувальні властивості.

ЛІТА (НЛи-Т 5/10-3) – морозостійке багатоцільове літєве мастило. За властивостями близьке до *ЦИАТИМ-202*. Водостійке, має хороші консерваційні властивості, але низьку механічну стабільність. Рекомендується до застосування у всіх кліматичних зонах для мащення різних вузлів тертя: машин і механізмів, що експлуатуються просто неба, механізмів переносного інструменту з електричним або механічним приводом.

Редукторні мастила (напіврідкі):

ЦИАТИМ-208 (ТКа 3/10-1) – застосовується для мащення важконавантажених шестеренних редукторів гусеничної техніки, що працює при температурі від -30 до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Має добру водостійкість, працездатне довгий час у герметизованих вузлах тертя.

СТП – призначені для мащення тягових редукторів локомотивів, редукторів сільськогосподарської техніки та промислових підприємств: *СТП-1* – для роботи при температурі навколишнього повітря від -5 до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$; *СТП-2* – для роботи при температурі навколишнього повітря від -25 до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$; *СТП-3* – для роботи при температурі навколишнього повітря від -50 до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Трансол-100 (ТЛи 4/12нэ00) – призначене для мащення черв'ячних редукторів і мотор-редукторів, що працюють з максимальними питомими навантаженнями в зачепленні до 400 МПа, і працездатне не менше 10000 годин при сталій температурі мастила в редукторі не більше 110 °С. Має високу термодинамічну стабільність і водостійкість та добрі протизношувальні і протизадирні властивості.

Трансол-200 (ТЛи 3/13-00) – призначене для мащення циліндрових і планетарних редукторів і мотор-редукторів, що працюють з максимальними питомими навантаженнями в зачепленні до 2000 МПа, і працездатне не менш 10000 годин при сталій температурі мастила в редукторі не вище 70 °С. Має високі протизношувальні властивості і хімічну стабільність.

ОСп-Л і ОСп-З – застосовуються для мащення зубчатих передач редукторів, тягових редукторів тепловозів, редукторів сільськогосподарської техніки, промислових підприємств, дорожньої і будівельної техніки.

Вузькоспеціалізовані мастила:

Автомобільні мастила:

АМ карданне (УНа 1/11-3) – мастило від світло-сірого до темно-коричневого кольору. Застосовується для мащення шарнірів карданів постійних кутових швидкостей передніх ведучих мостів автомобілів. Чутливе до вологи та має низьку механічну стабільність.

№ 158 (УЛи-К 3/11-2) – рекомендується для мащення голчатих підшипників карданних шарнірів на весь термін служби вузла тертя (до капітального ремонту) та підшипників кочення автотракторного обладнання. Як дублююче зазвичай призначається мастило *Літол-24*, проте воно забезпечує дещо меншу довговічність голчатих підшипників. Має добру антиокислювальну і механічну стабільність, протизношувальні властивості та задовільну водостійкість. Недоліками є відносно вузький температурний діапазон застосування, при контакті – інтенсивне фарбування шкіри рук і одягу, що обумовлене наявністю в складі мастила фталоціаніну міді.

ЛСЦ-15 (УЛи 4/13-2) – призначене для мащення шарнірів і осей приводів акселераторів, важелів виключення, шліцьових

з'єднань, механізмів склопідйомників автомобілів, вузлів тертя промислового устаткування. Містить окисел цинку. Має високу термічну, колоїдну, механічну та антиокислювальну стабільність. Водостійке.

ШРУС-4 (УЛи 4/12-д2) – призначене для мащення шарнірів рівних кутових швидкостей передньо- та повноприводних автомобілів. Містить дисульфід молібдену. Водостійке. Має високі механічну та антиокислювальну стабільність, протизношувальні та протизадирні властивості і низьку випаровуваність.

Фіол-2У (УЛи 4/12-д2) – призначене для мащення голчатих підшипників хрестовин карданного вала автомобілів. Містить дисульфід молібдену. Має високу антиокислювальну, механічну і колоїдну стабільність. Добрі протизношувальні властивості і задовільна водостійкість.

Мастила для залізничного транспорту:

ЛЗ-ЦНІ (УНа-Ка 4/10-3) – призначене для мащення роликів підшипників буксових вузлів вагонного типу, в тому числі і спеціального рухомого складу. Має добрі протизношувальні і протизадирні властивості. Схильне до термоуцільнення. Водостійкість слабка і недостатні консерваційні властивості.

ЖРО (УЛи 4/12-3) – призначене для мащення пар тертя буксових вузлів локомотивів, дизель-поїздів, моторвагонного та спеціального рухомого складу. Має високі водостійкі і протизадирні характеристики.

ЖТ-79Л (УЛи 6/12к3) – призначене для мащення вузлів тертя гальмівного обладнання рухомого складу. Має добрі протизношувальні характеристики, морозо- та водостійкість. Не викликає набухання гуми.

ЖТ-72 (УкКа 6/12к3) – призначене для мащення вузлів тертя гальмівного обладнання рухомого складу. Морозостійке, не викликає набухання гумових ущільнень гальмівних приладів.

Контактне (УКа 6/12-г3) – призначене для мащення накладок та стиків рейок з метою забезпечення їх стійкої електропровідності. Містить графіт. Має низьку випаровуваність, добру колоїдну стабільність і водостійкість. Струмопровідне.

Рельсол М (УКа 3/5-00) і *Рельсол ГС (УКа 4/5-000)* призначені для мащення пар тертя «колесо рухомого складу – рейка» рейкового транспорту. Мастила подаються на гребені бандажів колісної пари локомотивів спеціальним змащувальним пристроєм з періодичною подачею мастила (мастило *Рельсол М* подається під тиском).

Пума-М – металоплакувальне напіврідке мастило, застосовується для мащення важконавантажених зубчатих передач у редукторах двигунів локомотивів, а також для підвищення зносостійкості при контакті гребенів колісних пар і рейок. Мастило наноситися за допомогою пересувних механізмів на бічну грань рейки або змащувальним пристроєм на гребені коліс локомотивів і закладним методом у вузли тертя. Залежно від умов експлуатації застосовується літнє *Пума-Мл (УЛи 4/11-1)* або зимове *Пума-Мз (УЛи 5/8-0)* мастило.

Консерваційні мастила:

Гарматне (ЗТ 5/5-6) – забезпечує надійний антикорозійний захист техніки (кольорових і чорних металів), практично нерозчинне у воді. При установленні техніки на зберігання даним мастилом консервують всі зовнішні нефарбовані поверхні, наконечники дротів акумуляторних батарей, свічки запалення і ряд інших деталей. Недолік: сильне загусання вже при 100 °С, тому наносити його на консервовані поверхні при низьких температурах без розігрівання украй важко.

ВТВ-1 (ЗТ 4/4-7) (вазелін технічний волоконний) – запобігає окисленню клем акумуляторів, застосовується для консервації металевих виробів і зовнішніх поверхонь механізмів при транспортуванні і тривалому зберіганні. Висока водостійкість і морозостійкість.

Канатні мастила:

39У (КТ-Н 6/5к-г4) – належить до захисних мастил. Призначене для запобігання корозії і зниження тертя між окремими дротиками і рядами сталевих канатів. Чорного кольору. Температура плавлення складає 65...75 °С.

Торсіол-35Б (КТ 3/5-0) – призначене для мащення сталевих канатів різного призначення (окрім морських) у процесі їх виготовлення. Має добрі водо- та морозостійкість, консерваційні та антифрикційні властивості.

Торсіол-35Е (КТ 6/5нк0) – призначене для мащення сталевих канатів різного призначення (окрім морських) у процесі їх експлуатації; працездатне в інтервалі температур від -35 до 50 °С. Може застосовуватися для мащення (в процесі виготовлення) сталевих канатів, призначених для роботи при особливо низьких температурах.

Правила роботи із мастилами

При роботі із пластичними мастилами потрібно дотримуватись таких правил:

- не використовувати суміш різних мастил, а також мастила з домішками води або ті, що мають механічні домішки та паливо;

- не заповнювати вузли тертя мастильним матеріалом повністю, оскільки під час роботи при нагріванні він збільшуватиметься в об'ємі і частина його може витікати. Тому вузли тертя треба заповнювати мастильним матеріалом на 30...60 % їхнього об'єму;

- не використовувати мастильний матеріал при температурах, які перевищують температуру краплепадіння, і не нагрівати вище цієї температури, оскільки перегріте мастило, як правило, втрачає свої властивості;

- дотримуватися правил зберігання мастильних матеріалів, тому що під дією температури, вологи, пилу й сонячних променів їхні властивості можуть змінюватись. Мастильні матеріали слід зберігати в закритій (краще герметичній) тарі. Не допускати обводнення та забруднення їх механічними домішками. При правильному зберіганні мастильні матеріали не втрачають свої початкові властивості протягом кількох років.

Питання для самоконтролю

- 1 В яких випадках для мащення вузлів тертя застосовуються пластичні мастила?
- 2 Опишіть роботу пластичного мастила при мащенні вузла тертя.
- 3 Назвіть основні складові частини пластичних мастил?
- 4 Що таке дисперсне середовище та дисперсна фаза?
- 5 Що належить до добавок до пластичних мастил?
- 6 Як оцінюються антикорозійні властивості пластичних мастил?
- 7 Яке значення має і як оцінюється така властивість, як вміст води в мастилах?
- 8 Як оцінюють водостійкість мастил?
- 9 Що таке межа міцності мастила на зсув? Як вона вимірюється?
- 10 Охарактеризуйте таку властивість пластичного мастила, як термоущільнення.
- 11 Що таке в'язкість мастил? Як вона вимірюється?
- 12 Що таке мастильні властивості? Як вони оцінюються?
- 13 Що таке механічна стабільність пластичних мастил?
- 14 Яке значення має і як оцінюється колоїдна стабільність мастил?
- 15 Що таке випаровуваність пластичних мастил? Як вона вимірюється?
- 16 Яке значення має і як оцінюється вміст механічних домішок у мастилах?
- 17 Яке практичне значення має і як оцінюється температура краплепадіння мастил?
- 18 Що таке penetрація пластичних мастил? Як вона вимірюється?
- 19 На які групи поділяють всі мастила за складом?
- 20 На які групи поділяють всі пластичні мастила за призначенням? Як вони позначаються при маркуванні?
- 21 Для чого призначені антифрикційні мастила?
- 22 На які підгрупи поділяють всі антифрикційні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?

23 Для чого призначені консерваційні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?

24 Для чого призначені канатні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?

25 Для чого призначені консерваційні мастила, на які групи вони поділяються і як вони позначаються при маркуванні?

26 Які бувають типи загусників пластичних мастил? Як вони позначаються при маркуванні?

27 Як при маркуванні пластичного мастила записується рекомендований температурний інтервал його застосування?

28 Які бувають дисперсійні середовища в пластичних мастилах? Як вони позначаються при маркуванні?

29 Які бувають тверді домішки в пластичних мастилах? Як вони позначаються при маркуванні?

30 Що таке класи консистенції мастил? Як вони позначаються при маркуванні?

31 Які вам відомі закордонні нормативи, що обумовлюють класифікацію і маркування пластичних мастил?

32 Як позначаються пластичні мастила за стандартом ISO 6743/9-87?

33 Як позначаються пластичні мастила за стандартом DIN 51 502?

34 На які групи поділяються пластичні мастила за класифікацією NLGI?

35 Назвіть відомі вам марки пластичних мастил загального призначення.

36 Назвіть відомі вам марки пластичних мастил для залізничного транспорту.

37 Назвіть відомі вам марки канатних пластичних мастил.

38 Назвіть відомі вам марки редукторних пластичних мастил.

39 Назвіть відомі вам марки універсальних, термостійких та морозостійких пластичних мастил.

40 Наведіть основні правила роботи із пластичними мастилами.

Список літератури

1 Кравець, А.М. Визначення якості олів [Текст] : метод. вказівки до лаб. робіт з дисципліни «Основи трибології і хімотології» / А. М. Кравець. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 38 с.

2 Кравець, А.М. Визначення якості пластичних мастил та охолоджуючих рідин [Текст] : метод. вказівки до лаб. робіт з дисципліни «Основи трибології і хімотології» / А.М. Кравець, В. Г. Горбань. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 34 с.

3 Кравець, А.М. Дослідження трибологічних характеристик мастильних матеріалів на чотирикульковій машині тертя [Текст] : метод. вказівки до лаб. робіт з дисципліни «Засоби підвищення надійності машин та економії нафтопродуктів» / А. М. Кравець, В. Г. Кравець. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 21 с.

4 Полянський, С.К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин [Текст] : підручник / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.

5 Стуканов, В.А. Автомобильные эксплуатационные материалы [Текст] : учеб. пособие. Лабораторный практикум / В.А. Стуканов. – М. : ИД "Форум": ИНФРА-М, 2006. – 208 с.

6 Кузнецов, А.В. Топливо и смазочные материалы [Текст] : учебник / А. В. Кузнецов. – М. : КолосС. 2007. – 198 с.

7 Меркурьев, Г.Д. Смазочные материалы на железнодорожном транспорте [Текст]: справочник / Г. Д. Меркурьев, Л. С. Елисеев. – М. : Транспорт, 1985. – 255 с.

8 Автомобильные эксплуатационные материалы зарубежного производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://vtk34.narod.ru/shevireva_avtmatzarub/index.htm.

9 Итинская, Н.И. Топливо, масла и технические жидкости [Текст] : справочник / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. – М. : ВО Агропромиздат, 1989. – 304 с.

10 Хімотологія [Текст]: навч. посіб. / С. В. Бойченко [та ін.]. – К. : Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 160 с.

11 Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст]: справочник / И.Г. Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов [и др.]; под ред. В.М. Школьников. – изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : ИЦ «Техинформ», 1999. – 596 с.

