

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

ХІМОТОЛОГІЯ МАСТИЛ

Конспект лекцій

з дисципліни

**«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ
ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЕКОЛОГІЯ
ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА»**

Харків – 2018

Жалкін Д. С., Жалкін С. Г. Хімотологія мастил: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 56 с.

Цей конспект є завершальною частиною серії конспектів, які присвячені видобуванню, застосуванню та зберіганню паливно-мастильних матеріалів (починаючи з переробки нафти, хімотології палив і моторних олів).

Конспекти складені відповідно з затвердженою програмою навчальної дисципліни «Експлуатаційні матеріали, основи технології проектування підприємств та екологія локомотивного господарства».

У даному конспекті розглянуто склад і класифікацію мастил (у тому числі закордонних), основні експлуатаційні властивості. Особливістю конспекту є те, що ретельно розглянуто мастила для локомотивів та МВРС, застосування галузевих мастил для вузлів і поверхонь тертя. У заключному конспекті надано правила поведінки з ПММ – бензином, дизельним паливом, моторними та іншими оливами, мастилами. Наведено правила консервації локомотивів, які знаходяться в запасі ПАТ «Укрзалізниця». Складено списки запитань з підготовки до модульного контролю та літератури.

Рекомендується студентам і магістрантам спеціальності 273 «Залізничний транспорт. Локомотиви та локомотивне господарство» всіх форм навчання, які вивчають курс «Експлуатаційні матеріали, основи технології проектування підприємств та екологія локомотивного господарства».

Лл. 1, табл. 8, бібліогр.: 15 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 10 травня 2017 р., протокол № 16.

Рецензент

проф. О. С. Крашенінін

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

ХІМОТОЛОГІЯ МАСТИЛ

Конспект лекцій

з дисципліни

*«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ
ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТА ЕКОЛОГІЯ
ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА»*

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 23.06.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,5. 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.

ЗМІСТ

1	Склад і класифікація мастил	4
2	Основні експлуатаційні властивості мастил	24
3	Застосування мастил на локомотивах і МВРС.....	34
4	Правила поводження з паливомастильними матеріалами.....	40
	Запитання для підготовки до модульного контролю.	53
	Список літератури.....	55

1 Склад і класифікація мастил

Призначення і склад пластичних мастил

Пластичні мастила є особливою групою мастильних матеріалів, застосовуваних для змазування, консервації та ущільнення тих вузлів тертя, у яких рідка олива не може бути використана через специфічні умови роботи і конструкції вузла.

Пластичні мастила займають проміжне положення між твердими мастильними матеріалами і оливами. При невеликих навантаженнях мастила поведуться як тверді тіла, а при критичних, таких, що перевищують міцність структурного каркаса (звичайні 50...2000 Па), вони течуть. Після зняття навантаження мастило знову набуває властивість твердого тіла. Завдяки цьому застосування мастил дозволяє спростити конструкцію вузла тертя. Поєднання властивостей твердого тіла і рідини дозволяє використати мастила для змазування негерметичних вузлів тертя і захисту від корозії відкритих металевих поверхонь.

Під пластичним мастилом розуміється нафтопродукт або синтетичний продукт, що відрізняється наявністю структурного каркаса, утвореного частинками загусника, в осередки якого поміщена олива, і призначений для зниження зносу поверхонь, що труться, консервації виробів, герметизації ущільнень і з'єднань.

При звичайних температурах пластичні мастила є колоїдними системами. Зовні – це мазеподібні речовини від світло-сірого (іноді білого) до темно-коричневого і чорного кольору.

Основна функція мастил – зменшення зносу деталей, що труться, з метою продовження терміну служби машин і механізмів.

Разом з цим мастила виконують і інші функції:

- захист від корозії металевих виробів при їх транспортуванні і тривалому зберіганні;
- герметизація проміжків у механізмах і устаткуванні, а також з'єднань трубопроводів і запірної арматури.

Сфера застосування мастил:

- відкриті і важкогерметизовані вузли тертя;

- вузли тертя з обмеженим доступом до них (важкодоступні);
- вузли тертя, де неможлива часта заміна мастильного матеріалу;
- змінний швидкісний режим експлуатації машин;
- вимушений контакт вузла тертя або поверхні, що захищається, з водою або агресивними середовищами;
- умови температурного режиму, що різко змінюється;
- герметизація рухливих ущільнень, сальників і різьбових з'єднань;
- тривала консервація машин, устаткування, приладів і металевих виробів;
- необхідність спростити конструкцію, зменшити масу і розмір змащуваних пристроїв.

Для забезпечення перерахованих умов тільки 14 % мастил витрачається для консервації і 2 % – для герметизації. Інші мастила використовують для зменшення тертя і зносу деталей, що труться, у якості антифрикційних мастильних матеріалів.

Основні переваги мастил порівняно з олівами: здатність утримуватися в негерметизованих вузлах тертя, на похилих і вертикальних поверхнях; не витікати і не видавлюватися з вузлів тертя під дією високих температур, тисків, ударних навантажень і змінних режимів швидкостей; краща мастильна здатність (властивості протизносні і протизадирні); більш високі захисні властивості від корозії; підвищена водостійкість; здатність забезпечувати кращу герметизацію вузлів тертя і оберігати їх від забруднення; значно менша залежність в'язкості від температури, що дозволяє застосовувати їх у ширшому інтервалі температур; економічність за рахунок більшого ресурсу працездатності і меншої витрати; здатність у деяких вузлах тертя знижувати шум і вібрацію. Крім того, витрати на виробництво значно менші порівняно з олівами, незважаючи на велику вартість мастил.

Пластичні мастила мають і ряд недоліків порівняно з олівами: утримують у зваженому стані частинки зносу деталей, що труться, і інші механічні домішки, які викликають абразивне зношування; багато мастил при нагріванні швидко втрачають пластичні властивості і легко окиснюються; мають нижчу охолоджувальну здатність (погано відводять тепло від

змащуваних деталей); ряд мастил сильно твердне при охолодженні; вартість мастил вище нафтових олив.

Будь-яка дисперсна система, незалежно від агрегатного стану речовин, складається з *дисперсної фази і дисперсійного середовища*.

Фазу, що складається з частинок роздробленої речовини, прийнято називати дисперсною фазою, а середовище, у якому поширені частинки, - дисперсійним середовищем.

Мастила складаються в основному з рідкої фази (дисперсійного середовища), на частку якої припадає від 75 до 90 %, і загусника (дисперсної фази), що становить 10...25 %. У якості рідкої фази в більшості мастил використовують нафтові мінеральні і синтетичні оливи.

Для виробництва мастил використовуються в основному індустриальні, трансформаторні оливи, веретенні АУ, олива вазелінова медична, приладове МВП та ін. Для приготування мастил, експлуатованих у широкому інтервалі температур і швидкостей, при високих питомих навантаженнях, у глибокому вакуумі, в агресивному середовищі і тому подібне, як дисперсійне середовище використовуються різні синтетичні оливи. Синтетичні вуглеводні поєднують у собі кращі якості нафтових олив, складних ефірів і полісилоксанів і позбавлені їхніх недоліків. Мають хороші властивості протизносу, не діють на гуму. Частка мастил на синтетичних матеріалах не перевищує 5 % загального рівня виробництва мастил.

Багато властивостей мастил залежать від оливної основи. Природа, хімічний склад, груповий і фракційний склад дисперсійного середовища істотно впливають на структуроутворення і загушувальний ефект дисперсної фази, і отже, на експлуатаційні властивості мастил.

Від оливної основи залежать:

- працездатність мастил у певному інтервалі температур, силових і швидкісних навантажень;
- їх окиснюваність;
- колоїдна стабільність мастил;
- захисні властивості мастил;
- стійкість до агресивних середовищ;

- набухання контактуючих виробів з гуми, полімерів і таке інше.

Низькотемпературні властивості мастил (в'язкість при негативних температурах, пусковий крутний момент) залежать від в'язкості оливної основи при низьких температурах, а випаровуваність – від молекулярної маси фракційного складу і температури спалаху дисперсійного середовища.

Більше, ніж дисперсійне середовище, на експлуатаційні властивості пластичних мастил, впливають загусники (дисперсна фаза).

Температурні межі застосування мастил багато в чому визначаються температурами плавлення і розкладання загусника, його розчинністю в оливі і концентрацією.

Від природи загусника залежать:

- антифрикційні і захисні властивості;

- водостійкість;

- колоїдна, механічна і антиокиснювальна стабільність мастил.

Мила, будучи ПАР, виконують у мастилах функцію загусника, а також функції компонентів протизносу і протизадирних. Тому, класифікуючи мастила за складом, передусім виділяють вид загусника. Так, за природою загусника всі мастила поділяються на 4 групи: *мильні, вуглеводневі, неорганічні й органічні.*

Мильні мастила є найбільш поширеними. Мила - це солі вищих жирних кислот, які отримують нейтралізацією вищих кислот гідрооксидами металів. На частку мильних мастил припадає близько 80 % обсягу випуску всіх мастил.

На практиці виробництва мастил для отримання мила використовують індивідуальні жирні кислоти, що отримуються з природних жирів, самі природні жири і синтетичні жирні кислоти, що утворюються при окисненні парафіну.

Із індивідуальних кислот для отримання мастил найширше використовується стеаринова, оксистеаринова, лауринова, пальметинова.

Для виробництва мастил використовуються луки багатьох металів – кальцію, натрію, калію, літію, магнію, цинку, барію,

алюмінію, свинцю, стронцію, срібла. Найпоширеніші кальцієві, натрієві, літієві та алюмінієві мастила.

Кальцієві мастила – їх називають солідолами. Застосовуються у вузлах, де температура не вище 60...70 °С. Перевагами їх є висока водостійкість, хороші захисні і протизносні властивості.

Натрієві мастила мають кращу термостабільність, ніж кальцієві мастила. Застосовуються при температурі до 110...130 °С. Основний недолік - низька водостійкість.

Літієві мастила застосовуються при температурах від мінус 50 °С до плюс 120 °С і вище.

Алюмінієві мастила мають підвищену водостійкість, тому найширше застосовуються у вузлах і механізмах, що контактують з морською водою.

Мильні мастила поділяють на звичайні і комплексні (Са - Na і так далі). Температура застосування звичайних мильних мастил нижча за комплексні.

Вуглеводневі мастила отримують плавленням нафтової оливи з вуглеводнями (парафінами, церезинами, озокеритом, петролеумом, віском). Вони є найдешевшими мастилами, мають підвищену водостійкість, захисні властивості. Працездатні до 50...65 °С.

З неорганічних мастил найбільш поширені силікагелеві мастила. Вони стійкі до окиснення і дії агресивного середовища. Мають недостатні захисні і протизносні властивості. Працездатні від мінус 60 до плюс 170 °С і вище. До них належать бентонітові, графітні, азбестові та інші мастила.

Мастила на органічних загусниках застосовують, як правило, у якості високотемпературних. Як загусник використовуються пігменти, похідні сечовини, полімери, сажа та інші.

Для надання мастилам особливих властивостей (механічної міцності, стійкості до високих температур і сильних окисників) у деякі мастила додають порошкоподібні неорганічні речовини, що називаються наповнювачами. Вони мають одночасно і загущувальну здатність.

Поширення отримали наповнювачі, які характеризуються низькими коефіцієнтами тертя: графіт, дисульфід молібдену,

слюда, тальк, нітрит бору, сульфіді деяких металів, азбест і інші. Досить широко використовують як наповнювачі оксиди цинку, алюмінію, олова, бронзи і латуні, які зазвичай замішують у готове мастило в кількості від 1 до 30 %. Такі наповнювачі застосовують переважно для виробництва різьбових і ущільнюючих мастил, а також антифрикційних мастил, використовуваних у важконавантажених вузлах тертя.

Для поліпшення інших експлуатаційних властивостей до мастил додають присадки. Присадки - поверхнево-активні речовини, що зумовлюють активність як в об'ємі мастила, так і на межі розділу фаз загусник-дисперсійне середовище. Для поліпшення властивостей мастил застосовують протизносні, протизадирні, антифрикційні, захисні, антикорозійні, антиокиснювальні присадки. Багато присадок є поліфункціональними.

У мастила, окрім основних компонентів, вводять речовини, що стабілізують колоїдну систему, а також покращують окремі експлуатаційні властивості. Для запобігання розшаровуванню мастил у них вводять стабілізатори. У якості стабілізаторів структурного каркаса застосовують такі ПАР, як гліцерин, вода, спирт, жирні кислоти, мила, луи, нафтові смоли.

Класифікація і маркування мастил

Велика різноманітність різних груп і марок мастил вимагає їх класифікації. Існує декілька видів класифікації, наприклад за типом загусника, структурою, призначенням та іншими ознаками. За консистенцією мастила класифікуються на напіврідкі, пластичні і тверді.

Пластичні і напіврідкі мастила є колоїдними системами, що складаються з оливної основи і загусника, а також присадок і добавок, що покращують різні властивості мастил. Тверді мастила до затвердіння є суспензіями, дисперсійним середовищем яких служить смола або інші єднальні речовини і розчинник, а загусником – дисульфід молібдену, графіт, технічний вуглець і т. п. Після затвердіння (випарювання розчинника) тверді мастила є золами, що мають усі властивості

твердих тіл, і характеризуються низьким коефіцієнтом сухого тертя.

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 (таблиця 1);

- *консерваційні* - призначені для захисту металевих виробів і механізмів від корозії під час зберігання, транспортування та експлуатації. Позначаються буквою **З**. Застосовуються в 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, рознімних та інших рухомих з'єднань. Поділяються на три підгрупи, кожна з яких має власне позначення (таблиця 2).

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

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 до однієї 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 маркування включаться 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 1 – Класифікація і позначення антифрикційних мастил

Група 1	Підгрупа 2	Сфера застосування 3
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. У 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 припрацьовування

Продовження таблиці 1

1	2	3
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 ущільнюючих мастил

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

Консерваційні й канатні мастила поділу на підгрупи не мають.

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

Літієве	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		

У маркування пластичних мастил записується рекомендований температурний інтервал застосування мастила, який записується у вигляді дробу відразу після позначення типу загусника. У 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 °С). Обидві температури округляються з точністю до 10 °С. 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, термін 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 та 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 в 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.

До маркування 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.

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
Фторсилоксани	ф	Інші тверді домішки	т
Перфторалкілполіефіри	а		
Інші оливи і рідини	п		

Таблиця 5 – Класи консистенції пластичних мастил

Індекс класу консистенції*	Пенетрація при 25 °С, за ГОСТ 5346	Візуальна оцінка консистенції мастила	Примітка
000	445-475	Дуже м'яка, аналогічна дуже в'язкій оливі	Напіврідкі мастила
00	400-430	Дуже м'яка, аналогічна дуже в'язкій оливі	Напіврідкі мастила
0	355-385	М'яка	
1	310-340	Те саме	
2	265-295	Вазелиноподібна	
3	220-250	Майже тверда	

4	175-205	Тверда	
5	130-160	Дуже тверда, милоподібна	
6 7	85-115 нижче 70	Дуже тверда, милоподібна	
* - якщо допустимі межі penetрації мастила по нормативах знаходяться в проміжному положенні, то застосовують подвійний номер, наприклад 01			

Клас консистенції записується або через дефіс від температурних меж роботи, або відразу за позначенням оливної основи чи твердих домішок. Мастило з penetрацією, проміжною між класами консистенції належить до найближчого класу консистенції. Більшість пластичних мастил, які широко застосовуються в техніці, мають клас консистенції від 0 до 3.

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 до +70 °С, виготовлене на основі нафтової оливи і має penetрацію $265 \div 295 \text{ мм} \times 10^{-1}$.

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

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

АЦн 0/4п7 – мастило арматурне, загущене цинковим милом, рекомендоване до застосування при температурах від 0 до 40 °С, виготовлене на оливі, тип якої не передбачений переліком таблиці 4, має penetрацію 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.

Консерваційні мастила

Консерваційні мастила за обсягом виробництва займають друге місце після антифрикційних (близько 15 % загального обсягу виробництва мастил). Основне призначення консерваційних мастил полягає в оберіганні металевих виробів, машин і устаткування від корозійної дії зовнішнього середовища, тобто від атмосферної корозії. При зберіганні, транспортуванні та експлуатації металеві вироби під впливом вологи і кисню повітря, променистої енергії і інших компонентів довкілля зазнають корозії і руйнуються. Руйнується піддається не просто поверхня металу, непридатними стають високоякісні металеві вироби, вартість яких часом у сотні і тисячі разів перевершує вартість самого металу.

Основний напрям поліпшення захисної здатності мастил, як і їх змащувальної здатності, – підбір оптимального складу компонентів і перш за все добавок.

Механізм захисної дії мастил полягає у створенні на металевій поверхні товстого проникного для зовнішнього середовища шару.

Ізоляційні властивості мастила залежать від товщини його шару, а також вологопроникності. Вологопроникність неінгібованих вуглеводневих мастил визначається їхніми набухливістю й проникністю електролітів і пари води до поверхні металу мікрокапілярами й тріщинами в шарі мастила. Механізм проникності мильних мастил ускладнюється взаємодією шару мастила з водою. Так, мастила на основі натрієвих мил надто гігроскопічні й можуть вбирати й пропускати воду в більших кількостях, ніж потрібно для вільного перебігу корозійного процесу. Найменшою водопроникністю характеризуються свинцево-алюмінієві мастила (таблиця 6).

Таблиця 6 – Склад та основні фізичні властивості консерваційних мастил

Марка мастила	Компоненти	Температура, °C
---------------	------------	-----------------

		цінникраплет-	сповзання	застигання	остіпрацездаг-
1	2	3	4	5	6
Вуглеводневе ПВК (гарматне)	Петролатум, циліндрова олива, церезин, присадки	52	48	-10	-50...+45
Вазелін технічний ВТВ-1 (ЗТ-ПМ4/10-4)	Петролатум, індустриальна олива	54	30	-10	-40...+30

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6
ДОІ-54п (НТ 4/5-3)	Приладова олива, загущена церезином, із присадками – інгібіторами корозії	60	50	-10	-20...+50
ПП-95/5	Петролатум, парафін, ідкий натр	42	40	-10	-50...+45
АМС-3	Олеостеарат алюмінію, олива ВАПОР	95	86	-	>0
ОКБ-122-7 (ПЛи-Т 3/10нф1)	Етилполісиліконова рідина, олива МС-14, церезин, стеарат літію	160	31	-	-70...+120
Вуглеводнево-мильна ЗЕС (ЗТ-Ал 4/10-4)	Петролатум, циліндрова олива, інгібітор корозії	105	80	-10	-50...+100
ЗЗК-3	Алюмінієве мило синтетичних жирних кислот, церезин, петролатум, синтетичний каучук СК-45, олива	70	60...70	-	-50...+60

	ВАПОР				
МС-70	Стеарат алюмінію, стеарат барію, церезин-80, поліізобутилен, олива МВП	72	-	-	-40...+50

Введення інгібіторів корозії в мастила, крім гальмування електрохімічних процесів корозії на поверхні металу, може модифікувати структуру мастил, роблячи її більш дрібнозернистою. Зерна багаторазово перекривають одне одного, вільні простори між частинками зменшуються, що знижує вологопроникність мастила. Такі мастила отримали назву захисних (таблиця 6). У технічній літературі нема даних, які прямо свідчили б про здатність мастил захищати метали від атмосферної корозії. Виняток становлять спеціальні консерваційні мастила. Про захисні властивості мастил можна судити за типом загусника, наявністю спеціальних присадок-інгібіторів корозії та водостійкістю. Як правило, спеціальні присадки-інгібітори корозії вводяться тільки в консерваційні мастила, що в поєднанні з вуглеводневими загусниками й зумовлює їхні високі захисні властивості.

Плівкотвірні універсальні складні сполуки являють собою композиції плівкотвірних компонентів, оливоорозчинних інгібіторів корозії та розчинників. Їх можна наносити на важкодоступні й внутрішні поверхні виробів у вигляді тонкої (20... 100 мкм) плівки. При цьому забезпечується надійний тривалий захист від корозії на рівні консерваційних мастил.

Як плівкотвірні компоненти можна використовувати тверді вуглеводні (парафін, церезин, петролатум, віск) або продукти їх окиснення, бітуми, поліізобутилен, смоли, каніфоль та інші загусники.

Плівкотвірні сполуки формують структуру плівки на поверхні металу й забезпечують її еластичність, гідрофобність і стійкість до атмосферної дії.

Полімерні загусники збільшують міцність плівки й адгезію до поверхні металу.

Мильні загусники надають продукту тискотропних властивостей (здатності відновлювати в ізотермічних умовах свою структуру, зруйновану механічною дією). Завдяки здатності тискотропних продуктів втрачати й відновлювати свою високов'язку структуру вони легко наносяться розпилюванням і не стікають із вертикальних поверхонь.

Оливорозчинні інгібітори корозії, що входять до плівкотвірних нафтових сполук, мають добре суміщатися з їхніми компонентами, зберігаючи при цьому антикорозійну ефективність.

Як розчинники при виготовленні плівкотвірних сполук найчастіше застосовуються уайт-спірит, іноді трихлоретилен (він вогнебезпечніший).

Канатні мастила

До підгрупи канатних мастил входять пластичні мастила, які разом з протикорозійним захистом повинні знижувати тертя між окремими дротинками скрутня канатів. Канатне мастило повинне утримуватися як усередині, так і на зовнішній поверхні каната. Для цього необхідно, щоб воно мало високу адгезію і оптимальну в'язкість. Найбільшу функціональну ефективність мають канатні мастила, що отримуються сплавом бітуму, петролатуму, каніфолі і деяких інших компонентів з в'язкими нафтовими оливами.

Серед канатних мастил найбільшого поширення набули такі мастила: канатне 39 У і Торсиол-55.

Канатне 39 У, за ТУ 38.УССР 201335-80. Широке застосування пояснюється його задовільними експлуатаційними властивостями, низькою вартістю і недефіцитністю. Склад мастила нескладний, що пояснює його масове виробництво (КТ6/5к-24; КТ-Н6/5-4).

На вигляд мастило 39 У є щільною липкою маззю чорного кольору. Виготовляється сплавом нігролу, гудрону оливного, церезину, кубових залишків СЖК і триетаноламіну.

Мастило має добру водостійкість і адгезією до металу, добрі консерваційні властивості. Застосовується для мащення копальневих і бурових канатів, тросів підйомно-транспортних машин. Працездатне при температурі від мінус 25 до плюс 50 °С.

Торсиол-55, за ГОСТ 20458-89, - морозостійке мастило. Готують загущенням суміші нафтової оливи і кремнійорганічної рідини твердими вуглеводнями, містить антикорозійну присадку. Має високу водостійкість, адгезію до металу, антифрикційні і консерваційні властивості. Застосовується для мащення сталевих неоцинкованих і оцинкованих канатів при їх виготовленні, канатів, що експлуатуються при особливо низьких температурах, мащення канатів при експлуатації. Працездатне при температурі від мінус 50 °С до плюс 50 °С (КТ 5/5-00 або ТЛі 3/13-00).

Ущільнюючі та різьбові мастила

Мастила ущільнюючі призначені для надійної герметизації зазорів і щілин устаткування, ущільнення рухомих і нерухомих вузлів машин і механізмів. Вони знайшли широке застосування в різних сферах техніки – у вакуумному устаткуванні, у запірній арматурі, для різьбових з'єднань і т. п. Основний споживач ущільнювачів – нафтова і газова промисловість. Тут їх застосовують для забезпечення нормальної роботи замкової арматури – засувки, пробкових кранів та ін., а також для полегшення розгвинчування і згвинчування труб при добуванні нафти і газу. Мають гарні антифрикційні властивості, запобігають задирам і схоплюванню деталей, що сполучаються, діапазон температур від мінус 40 до плюс 200 °С, тиск 10 МПа (100 кг/см²).

Як наповнювачі у виробництві ущільнюючих мастил застосовують різноманітні продукти: графіт, слюду, дисульфід молібдену та ін. Концентрація їх у мастилах коливається від 5 до 20 %. У різьбові ущільнюючі мастила додають в основному порошок м'яких металів – міді, цинку, свинцю, алюмінію або їх суміші у високих концентраціях (50 % і більше).

Для ущільнюючих мастил ефективно сумісне використання наповнювачів різної природи і походження. Введення дисульфиду молібдену та слюди, яка має якнайкращі герметизуючі властивості серед інших наповнювачів, істотно покращує протизносні і протизадирні властивості мастил.

Особливо часто суміші наповнювачів застосовують у різьбових ущільнюючих мастилах. Металеві порошки в різьбових мастилах виконують роль герметизуючого і антифрикційного

матеріалу (що полегшує демонтаж труб). Герметизуючу здатність мастил значно підвищує порошок свинцю і цинку, а змащуючу здатність покращує суміш графіту і мідної пудри. Такі мастила застосовуються в гальмівних системах залізничного рухомого складу.

Тверді мастильні матеріали

Тверді мастильні матеріали на основі молібдену, графіту, солей олова, кадмію, свинцю, а також полімерних матеріалів знаходять усе більше застосування під час роботи у важких експлуатаційних умовах (високі або криогенні температури, вакуум, високі навантаження тощо).

Застосування твердого мастильного покриття суттєво підвищує ефективність дії традиційних мастильних матеріалів (олив і мастил). Тертя і зношування деталей при цьому знижується, вірогідність адгезії зменшується, а ресурс важкона-

вантажених деталей в умовах оливного голодування зростає.

Високі антифрикційні властивості твердих мастильних матеріалів на основі MoS_2 зумовлені тим, що тертьові пари, покриті стійкою та надійною плівкою дисульфату молібдену, ізолюються одна від одної, як і при мащенні рідкою оливою. Ці плівки міцно зчеплюються з деталями, вони є стійкими до контактних навантажень, мають великий опір розриву, легко деформуються, витримують навантаження до 30 МПа, а коефіцієнт тертя їх з підвищенням навантаження і температури зменшується. Крім того, плівки мають високу термічну і хімічну стабільність, вони сполучаються з усіма видами мастил, є нетоксичними.

Тверді мастильні покриття на основі MoS_2 наносять на деталі механізму газорозподілу (розподільний вал, важелі), хрестовини та з'єднання карданів, шарніри рульового механізму, різні зубчаті зчеплення, вали коробок передач й останнім часом на юбки поршнів. При цьому досягається збільшення їхнього ресурсу до 30... 50 % і вище.

Тверді мастильні матеріали «Молікот» (Німеччина) на основі MoS_2 і органічної смоли зі спеціальним розчинником

утворюють на поверхні суху плівку, що має добре зчеплення, протизадирні та антифрикційні властивості. Вони працюють в інтервалі температур від мінус 70 до плюс 380 °С. Покриття витримують високі навантаження.

Ці мастила не знайшли широкого застосування для мащення вузлів тертя внаслідок високої вартості та складності його заміни в умовах експлуатації.

На залізничному транспорті застосовують мастильні стрижні МЕ-22 на основі молібденового концентрату КМФ-1, епоксидної смоли ЕД-5 і отверджувача малеїнового ангідриду для мащення гребенів бандажів колісних пар локомотивів для зменшення їх зносу при проходженні ділянок шляху, що мають велику кількість кривих. Для поліпшення струмознімання і зменшення зносу полозів струмоприймачів електрорухомого тягового складу і контактного дроту застосовують спеціальні графітові мастила СГС-О основного складу (у вигляді твердих шматків) і СГС-Д додаткового складу (у вигляді клейкої маси, яка загущена графітом).

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. За цією шкалою, всі мастила поділяються на 9 класів (таблиця 7) залежно від їх пенетрації. Класифікаційні бали, за NLGI, майже повністю відповідають застосованим у ГОСТ 23258. Порядок визначення пенетрації викладений в ISO 2137 (Нефтепродукты и смазочные материалы. Определение консистенции консистентных смазок и петролатума по погружению конуса) і вже згаданому вище ГОСТ 5346.

Таблиця 7 – Класи консистенції пластичних мастил, за NLGI

Діапазон пенетрації перемішаного мастила, 10^{-4} м	Класифікаційний бал N1.01	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;
- максимальна робоча температура;
- мастильні властивості за наявності води та антикорозійні властивості мастила;
- мастильні властивості мастила при високих і малих навантаженнях;
- клас консистенції, за NLGI (таблиця 7).

Повне позначення пластичних мастил, за ISO 6743/9-87, буде мати такий вигляд:

ISO-L-XBEGB 00,

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

L – клас матеріалу (відповідно 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 (за таблицею 7 це мінус 20 °С);

E – максимальна робоча температура (160 °С);

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

B – характеристика працездатності при великих навантаженнях (мастило може працювати при значних навантаженнях);

00 – клас консистенції, за NLGI (мастило має пенетрацію $400...430 \times 10^{-4}$ м).

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

KP SI F 3 G -20,

де **K** – призначення мастила (мастило призначене для підшипників кочення і ковзання та площин ковзання);

P – мастило містить присадку (у випадку, коли присадок у мастилі нема, будь-яке позначення відсутнє);

SI – мастило виготовлене на основі силіконової рідини (у разі виготовлення мастила на мінеральній оліві позначення не вноситься в марку);

F – свідчить про наявність твердого наповнювача;

3 – індекс пластичності, за NLGI (мастило має пенетрацію $220...250 \times 10^{-4}$ м);

G – верхня температура застосування і водостійкість (мастило працездатне при температурі до плюс 100 °С і має задовільну стійкість до вимивання водою при температурі плюс 90 °С);

-20 – найнижча температура застосування мастила.

2 Основні експлуатаційні властивості мастил

Дія пластичного мастила набагато складніша, ніж оливи, тому для ефективного виконання своїх функцій мастила повинні мати ряд експлуатаційних властивостей. ДСТУ 4310:2004 (Мастила. Номенклатура показників якості) передбачає оцінювання якості пластичних мастил за нижченаведеними показниками.

Пружно-пластичні властивості. Вони характеризують консистенцію (густину), в'язкісні характеристики і міцність структурного каркаса мастила. Пружно-пластичні властивості впливають на витрати енергії у вузлах тертя і на здатність пластичних мастил утримуватися на змащених поверхнях під дією відцентрових сил. Пружно-пластичні властивості мастил оцінюються такими показниками якості, як межа міцності, penetрація, в'язкість динамічна.

Межа міцності на зсув – це мінімальна питома напруга, яку потрібно прикласти до мастила, щоб змінити його форму і зсунути один шар відносно іншого, тобто поруйнувати його структурний каркас.

Цей показник характеризує здатність мастил утримуватися у вузлах тертя, протистояти скиданню з деталей, що рухаються, під впливом інерційних сил і утримуватися на похилих і вертикальних поверхнях, не стікаючи і не сповзаючи. При менших навантаженнях пластичні мастила зберігають свою внутрішню структуру і пружно деформуються подібно до твердих тіл, а при нарузі зсуву вище за межу міцності структура руйнується, мастила починають текти і виявляють властивості в'язкої рідини.

Межа міцності мастила залежить від температури (з її підвищенням вона найчастіше знижується) і швидкості прикладання сили. При невисокій межі міцності 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 °С межа міцності повинна бути 300... 1500 Па.

Визначається межа міцності за методами, описаними в ГОСТ 7143 (Смазки пластичные. Метод определения предела прочности и термоупрочнения) із застосуванням спеціальних пристроїв - міцностеміру СК, який працює на основі вимірювання максимального обертального моменту рухомої частини датчика приладу, заповненого досліджуваним мастилом; або пластоміру К-2, який працює на основі вимірювання тиску, при якому відбувається зсув мастила в капілярі приладу при заданій температурі (спосіб визначення вказується в 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 самій температурі може мати різні значення, які залежать від швидкості переміщення шарів один відносно одного. Із збільшенням швидкості переміщення в'язкість зменшується, а збільшення концентрації і ступеня дисперсності загусника призводить, 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. Велика величина в'язкості мастил може перешкоджати пуску малопотужних механізмів.

В'язкісні характеристики мастил визначаються властивостями рідкої фази і загусника. На малов'язких оливах можуть бути отримані мастила, що забезпечують працездатність машин і механізмів до дуже низьких температур. Загусники з високою загущувальною здатністю дозволяють отримати досить в'язкі мастила при малій концентрації дисперсної фази.

В'язкісні властивості мастила при температурах 70...100 °С визначають за методом, наведеним у ГОСТ 716 (Нефтепродукты. Метод определения вязкости автоматическим капиллярным вискозиметром), на автоматичних капілярних вискозиметрах типу АКВ, у яких мастило за допомогою пружини продавлюється зі 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 з досліджуванним пластичним мастилом при різних градієнтах швидкості деформації і 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 9.080-71 (Единая система защиты от коррозии и старения. Смазки пластичные. Ускоренный метод определения коррозионного воздействия на металлы).

Для оцінювання 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 дослідів визначаються нормативно-технічною документацією на пластичне мастило, а якщо така інформація не наведена, то користуються рекомендаціями з 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 нема плям, цяток, нальотів або плівок.

Вміст води. Вода може міститися у пластичному мастилі як компонент у незначній кількості (до декількох відсотків) або проникати в нього в процесі зберігання та експлуатації. У

нормативно-технічній документації на мастило, за 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 в мастилі можна якісним способом за ГОСТ 1547 (Масла и смазки. Методы определения наличия воды) і 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 зі 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 в мастилі за ГОСТ 2477 визначають на апараті АКОВ-10 шляхом прямого випаровування з наступною конденсацією і збиранням води. Кількість води в мастилах визначається у відсотках маси мастила або об'єму.

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

Водостійкість мастил проявляється в декількох напрямках. Вона складається з розчинності мастил у воді, їх здатності не змиватися водою з поверхні металів і не вимиватися з вузлів тертя, гігроскопічності і зміни властивостей під дією вологи, що потрапила в них.

Висока здатність протистояти розчиненню водою і не змиватися з металів бажана для всіх мастил. Розчинність мастил водою визначається головним чином природою загусника. Абсолютна більшість загусників водою не розчиняються. Виняток становить деяке мило. У порядку зменшення розчинності у воді мила різних металів розташовуються в такій послідовності:

K - Na - Li - Mg - Ca - Hg - Pb - Al.

Значення гігроскопічності неоднозначне. Хоча в більшості випадків вода погіршує експлуатаційні властивості мастил (погіршуються низькотемпературні характеристики в'язкісно-температурних властивостей, змінюється межа міцності, колоїдна стабільність і т. д.), але в той же час, адсорбуючи вологу, мастила перешкоджають безпосередньому контакту води з поверхнею металу.

Здатність мастил не змиватися з металів і не вимиватися з вузлів тертя залежить не лише від їх розчинності у воді, але і від інших властивостей, передусім пружно-пластичних і адгезійних. Мають вплив також властивості дисперсійного середовища, присутність деяких добавок і навіть текстура мастил. Мастила з низькою межею міцності, низькими величинами в'язкісних характеристик змиваються легше. Збільшення адгезійної здатності мастил значно ускладнює їх змивання. Позитивний вплив має збільшення в'язкості дисперсійного середовища, наявність деяких добавок (наприклад слюди). Грубозернисті і грубоволокнисті мастила змиваються легше, ніж мастила з гладкою структурою. Для поліпшення водостійкості до складу пластичних мастил додають аміни і полісілоксани.

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.

Серед експлуатаційних властивостей пластичних мастил важливим показником якості є стабільність. Розрізняють колоїдну, механічну, хімічну і термічну стабільність.

Колоїдна стабільність - це здатність структурного каркаса мастила утримувати оливу, чинити опір її виділенню при зберіганні та експлуатації (розшаруванню). Мастила, що мають достатню колоїдну стабільність, не розшаровуються в умовах навантажень і температур, що виникають при експлуатації і зберіганні.

Колоїдна стабільність мастил залежить від властивостей і концентрації загусника, а також від властивостей рідкої фази.

Вона підвищується при зростанні загущувальної здатності дисперсної фази, а також при збільшенні концентрації загусника. Відпресовування оливи з мастила збільшується і швидшає з підвищенням температури, із зростанням одностороннього тиску на мастило, під дією відцентрових сил, у звуженнях мастилопроводів тощо.

Колоїдну стабільність оцінюють на спеціальному приладі КСА. Для оцінювання цієї властивості використовують прилади, у 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.

Механічна стабільність характеризує здатність мастил практично миттєво відновлювати свою структуру після виходу з зони безпосереднього контакту деталей тертя. Завдяки цій унікальній властивості мастило легко утримується у вузлах тертя, що не герметизуються. Здатність мастила до самовідновлення структурного каркаса після зняття механічних навантажень характеризує її тиксотропні властивості.

Тиксотропні перетворення антифрикційних мастил мають експлуатаційне значення. Особливо важливі вони для підшипників ковзання, де велика частина мастил залучається до процесу деформації. Тиксотропні властивості мастил визначаються переважно властивостями і концентрацією загусника. Малу схильність до тиксотропних змін мають мастила на неорганічних загусниках. Чинниками зміни структури і властивостей мастил є температура, тривалість і інтенсивність деформації.

Механічну стабільність мастила визначають на таксометрі, 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 таксометра і при наступному тиксотропному відновленні. Вимірюється межа міцності на розрив у паскалях.

Хімічна стабільність – це стійкість мастил до окиснення їх киснем повітря в умовах експлуатації. Вона впливає на

тривалість роботи мастил у вузлах тертя, оцінюється кислотним числом і стабільністю проти окиснення.

Хімічно стабільними вважаються такі мастила, у яких впродовж часу зберігання, що обчислюється зазвичай роками, а також за весь термін зберігання у вузлах тертя хімічні процеси, що перебігають, не викликають зміни експлуатаційних властивостей нижче допустимого рівня.

Підвищення кислотності мастил може призвести до корозії металів. Мастила, що окиснюються, іноді розріджуються внаслідок руйнування структурного каркаса і в них зменшується межа міцності.

Хімічна стабільність мастил визначається властивостями їхніх складових частин. Значною мірою на хімічну стабільність мастил впливають протиокиснювальна стійкість олив. Тому для отримання мастил необхідно в якості основи використовувати хімічно стабільні оливи.

Загусники хімічної зміни зазвичай зазнають більше, ніж дисперсійне середовище. Стабільність мастил зростає в ряді Са - Mg - Ва - К - Al - мастила. Деякі загусники, наприклад кальцієве мило, проявляють властивості інгібіторів і гальмують окиснювальні процеси.

Термічна стабільність характеризує працездатність в умовах підвищених температур, стійкість мастил проти сповзання і стікання зі змащених поверхонь (у тому числі і з вузлів) через руйнування структурного каркаса під дією температур, термічну стабільність побічно характеризує температура краплепадіння мастила.

Більшість мастил після нагрівання до температури на 50...60 °С нижче за температуру плавлення і подальшого охолодження не змінюють свої властивості, проте в 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 термоусільнення визначають за вже згаданим ГОСТ 7143 на міцностемірі шляхом вимірювання його межі міцності до і після витримки при підвищених температурах.

Протизносні властивості мастил проявляються в їх здатності попереджати всі види зношування, запобігати заїданню

деталей. Особливо велике значення властивості протизносу мастил мають у вузлах з важкими умовами тертя в механічних передачах, підшипниках ковзання і т. д. Велика роль протизносних властивостей мастил у важконавантажених підшипниках кочення і в ряді інших вузлів. Зазвичай мастила мають кращі властивості протизносу порівняно з оліями, на яких вони виготовлені.

Мастильні властивості мастила і його здатність нести навантаження залежать як від в'язкості базової оливи, так і від поведінки загусників у граничних умовах мащення та їх сумісної здатності утворювати оливну плівку. Визначаються на чотирикульковій машині тертя.

Порядок оцінювання мастильних властивостей пластичних мастил полягає у визначенні чотирьох трибологічних показників: "індекс задиру", "критичне навантаження", "навантаження зварювання" (вимірюються у ньютонах) і "показник зносу" (вимірюється в міліметрах). Критерієм для визначення мастильних властивостей є діаметр плями зносу, яка утворюється на нерухомих кульках, і момент тертя між кульками машини тертя.

Випаровуваність - це умовна величина, яка показує кількість складових речовин пластичного мастила, що 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 в технічних умовах на мастило, і витримують протягом однієї години або протягом часу, зазначеного в технічних умовах. Визначається випаровуваність як відношення маси мастила, що випаровувалося, до загальної маси мастила, що застосовувалося в досліді, виражене у відсотках.

Вміст механічних домішок – це властивість, яка показує кількісний вміст механічних домішок у пластичному мастилі. Взагалі, залежно від типу мастила, у 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 в ГОСТ 1036 (Смазки пластичные. Метод определения механических примесей) і ГОСТ 6479 (Смазки пластичные. Метод определения содержания механических примесей разложения соляной кислотой). Сутність обох методів полягає в розчині 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 загальної маси пластичного мастила, взятого для досліду.

Вміст вільних лугів і вільних органічних кислот. При виготовленні мастил, де загусником служить мило, важливо отримати мастила з нейтральною реакцією. У них наявний надлишок вільного лугу або кислоти. Великий надлишок як одних, так і інших, не тільки негативно позначається на реологічних (відновних) 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 в дуже обмеженій кількості. Визначається цей параметр за ГОСТ 6707 (Смазки пластичные. Метод определения свободных щелочей и свободных органических кислот). Сутність методу полягає в розчиненні мастила у спеціальному розчиннику і титруванні розчину (поступовому додаванні контрольованої кількості реагенту до розчину, що аналізується) кислотою або лугом за наявності хімічного індикатора.

За 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 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 меншою мірою 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 нижче 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 в ГОСТ 6793 (Нефтепродукты. Методы определения температуры каплепадения).

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 з підшипника. Пенетрація вимірюється при різних температурах і чисельно дорівнює кількості міліметрів занурення конуса, помноженій на 10. Цей показник умовний і ніяк не характеризує поведінку мастила в експлуатації, але, оскільки він легко визначається, його часто використовують для оцінювання ідентичності структури і дотримання технології виготовлення мастил. Зазвичай число пенетрації пластичних мастил перебуває в межах від 170 до 420.

Для визначення пенетрації пластичних мастил розроблено спеціальні прилади - пенетрометри, а порядок визначення цієї властивості наведений у ГОСТ 5346 (Смазки пластичные. Методы определения пенетрации пенетрометром с конусом).

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

3 Застосування мастил на локомотивах і МВРС

Локомотивне господарство залізниць є головним споживачем пластичних мастил, що застосовуються для мащення вузлів ТРС - локомотивів, дизель-поїздів, МВРС. Більшу частину з переліку мастил використовують для мащення вузлів тертя тепловозів і дизель-поїздів.

Застосування мастил регламентовано Інструкціями з експлуатації відповідного виду ТРС, які розробляються заводами-виробниками й діють на час (пробіг) гарантійного терміну експлуатації, Правилами ремонту для кожного виду ТРС та Інструкцією з використання мастильних матеріалів на ТРС залізниць України, які розробляються Департаментом локомотивного господарства й затверджуються наказами ПАТ «Укрзалізниця».

Всього для мащення поверхонь тертя деталей ТРС використовується більше 25 мастил різного призначення, які умовно можна віднести до мастил загального призначення, багатоцільових, термо-морозостійких, редукторних, канатних, консерваційних і спеціального призначення (вузькоспеціалізованих - так звані залізничні мастила).

До мастил загального призначення залізничної техніки відносять солідоли жировий (СКа-2/7-2) і синтетичний (СКа-2/8-3), які можна змішувати в будь-яких пропорціях. У якості замітника можна застосовувати багатоцільові мастила Литол-24 (МЛи 4/13-3), Литол-24РК, але застосування його обмежено, оскільки воно коштує дорого. Мастило ЛЗЦНІ (УНа-ка 4/10-3) застосовується для мащення роликів підшипників вагонів усіх типів, у тому числі спеціального рухомого складу.

Буксове мастило ЖРО (УЛи-4/12-3), за ТУ 32-ЦТ-520 (або МЗТ), застосовується також для мащення підшипників ротора головного тепловозного генератора, якорів тягових електродвигунів і підшипників кочення допоміжних електричних машин. Мастило ЖРО призначене для мащення пар тертя буксових вузлів локомотивів, дизель-поїздів, МВРС і спеціального рухомого складу - воно є універсальним і може мати назву «Мастило залізничне ЖРО». На тепловозах 2ТЕ116

мастило залізничне ЖРО застосовується більш ніж у 50 вузлах тертя (триботехнічна карта мащення наведена у Правилах ремонту тепловозів).

До мастил загального призначення відносять графітне мастило (СКа 2/7-г2), яке за складом близьке до синтетичного солідолу й застосовується для мащення валиків ресорного підвішування, ресорних листів, вузлів тертя бічних і верхніх жалюзі, механізму привода жалюзі холодильників тепловозів і дизель-поїздів, кругів кочення залізничних кранів та ін. Воно може застосовуватися в якості мастила (арматурне та різьбове) для поліпшення зберігання і розбирання арматури, різьбових (особливо які застосовують у зоні високих температур), рознімних та інших рухомих з'єднань. У якості заміника можна застосовувати масло графітне УССА (ГОСТ 3333) або солідол будь-якої марки (ГОСТ 33, ГОСТ 4366).

Для змащення важконавантажених шестеренчастих тягових редукторів локомотивів застосовують мастило СТП-3 (ТУ 38-УССР-201232) трьох марок, які застосовують при різних температурах навколишнього середовища (від мінус 50 до 50°C); осірковане «Л» (літнє – ОСп-Л-74 ЦТ/13) та осірковане зимове – ОСг 3 (ТУ 38.401-52, 71-ЦТ/13 від 20.06.1995 р.). На електровозах типу ЧС і дизель-поїздах зубчаті передачі протягом року змазують оливою ТСП-14 або ТАП 15 В (ГОСТ 23652). Для мащення опорних підшипників тягового редуктора і підшипників малого зубчатого колеса (шестерень) на електровозах типу ЧС, що мають роздільне змащення, і на електропоїздах ЕР застосовують пластичне мастило ЖРО. На електровозах ЧС2, ЧС2^г, ЧС4, ЧС4^г, ЧС6, ЧС7 у кожухи редукторів заливають трансмісійну оливу. Для мащення підшипників веденої шестірні тягового редуктора тепловоза ТЕП70 застосовують мастило ЖРО (ТУ 32-ЦТ-520).

Мастило ЦІАТІМ у локомотивному господарстві мають різне призначення. Мастило ЦІАТІМ-201 (НЛи 6/9-1) застосовується в перемикачі ступенів тягових трансформаторів електрорухомого ТРС змінного струму. У якості заміника можна застосовувати мастило ЖКТЗ-65 (ТУ 32-ЦТ-546).

Мастило типу ЦІАТІМ-202 (НЛи 5/12-2) одне з найкращих морозостійких мастил (робоча температура від мінус 60 до

150 °С) і може застосовуватися для підшипників кочення, ковзання, шарнірів при невеликих навантаженнях (у тому числі в гальмовій системі ТРС).

У локомотивному господарстві застосовується значна кількість вузькоспеціалізованих галузевих мастил. Застосування мастил у гальмових системах ТРС регламентується Інструкцією з технічного обслуговування, ремонту і випробування гальмового обладнання, Правилами ремонту та Інструкцією з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України № ЦТ-0060, які затверджено наказом ПАТ «Укрзалізниця» № 110-Ц від 24.01.2003 р.

Основними мастилами гальмівних систем ТРС є мастило ЖТ-79Л (УЛи 6/12 ку 3), яке має добрі протизношувальні характеристики, морозо- та водостійкість не викликає набухання гуми, і мастило ЖТ-72 (УкКа 6/12 к 3), яке також морозостійке, не викликає набухання гумових ущільнень гальмівних приладів. Для змащення гумових і гумовотканих деталей автогальмових приладів застосовують мастило Castrol EB-1000. Допускається застосування мастил ЖТ-79-Л (ТУ 32-ЦТ-1176) і ЖТКЗ-65 (ТУ 32-ЦТ-546). Поверхні тертя «метал-метал» і «метал-гума» деталей і вузлів гальмівних приладів змащують мастилом Castrol EB-1000 або ЖТ-79Л. У розрізнувальних і перемикальних пробкових кранах застосовуються також мастило Castrol EB-1000 або ЖТ-79-Л та ЖТКЗ-65. Для ущільнених різьбових з'єднань гальмових приладів і заглушок можна застосовувати тверді паровозні мастила ЖД (ТУ 32-ЦТ-548). Клапан пневматичний відпускання гальма (манжета і напрямна) змащують мастилом ЖТ-72, а робочу поверхню і манжету гальмівного циліндра змащують мастилом ЖТ-71 (ЦАТІМ-221Д). Привод ручного гальма (зубцювата пара, шарніри, гвинтова передача) змащують мастилом ЖРО.

З метою утримання струмоприймачів електрорухомого складу залізниць у справжньому стані застосовують такі галузеві мастила: для заряджання нових і відремонтованих струмоприймачів із мідними і металокерамічними контактними пластинами застосовують сухе графітне мастило основного складу марки СГС-О і рідке мастило додаткового складу марки СГС-Д, за ТУ 32-ЦТ-554. Сухим графітним мастилом СГС-О

заправляють полоз у гарячому стані ($t=180\text{ }^{\circ}\text{C}$), а рідке мастило СГС-Д застосовують в умовах експлуатації при викришуванні мастила СГС-О і для підмащення полозів. Задля змащення шарнірів рам струмоприймачів з підшипниками кочення і ковзання застосовують пластичне мастило ЖТКЗ-65. Змащення циліндрів і ущільнюючих гумових манжет поршнів приводів струмоприймачів (при складанні приводів) виконують мастилом ЖТ-79Л або ЖТКЗ-65 при застосуванні манжет поршнів із шкіри. Для захисту струмоприймачів ЕРС від зледеніння виконують покриття нижніх і верхніх рам, бічних частин, пружин полоза протиоблідним мастилом ЦНП-КЗ (ТУ 32-ЦТ-896) прошарком товщиною 1-2 мм. У якості заміни допускається застосовувати трансформаторну оливу.

Задля лубрикації, тобто для мащення пар тертя «колесо-рейка» рейкового транспорту з метою зменшення зносу бандажів колісних пар й бічних граней рейок у кривих ділянках колії застосовують мастила Рельсол М (УКа 315-00) і Рельсол ГС (Ука 4/5-000). Мастила подаються на гребені бандажів колісної пари ТРС спеціальним змащувальним пристроєм (мастило Рельсол М подається під тиском). Ефективним є мастило Пума-М – металоплакувальне напіврідке мастило, яке застосовується для підвищення зносостійкості при контакті гребенів колісних пар і рейок. Мастило наноситься 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.

За відсутності названих мастил застосовують відпрацьовану моторну або осьову оливу, що значно погіршує екологію навколишнього середовища. Значно ефективніше й безпечніше, з екологічної точки зору, є застосування мастильних стрижнів типу МЕ-22 на основі молібденового концентрату КМФ-1, епоксидної смоли ЕД-5 й затвержувача малеїнового ангідриду. У такому разі ТРС обладнується спеціальним пристроєм, який притискає стрижні до гребенів бандажів колісних пар при вписуванні у криві ділянки колії.

Контактне мастило (УкКа 6/12 к 3) призначене для мащення накладок і стиків рейок з метою забезпечення стійкої

електропровідності систем управління рухом поїздів (автоблокування та сигналізації). Мастило містить графіт, має низьку випаровуваність, добру колоїдну стабільність і водостійкість.

Практично всі відділення, де виконується ТО та ПР, мають підйомні крани вантажопідйомністю 0,25...30 т, а відбудовні поїзди мають крани вантажопідйомністю 50...250 т. У локомотивному господарстві майже завжди використовуються крани на залізничному ході вантажопідйомністю 12...25 т. Задля забезпечення роботи кранів застосовують канати і троси, а мастила, крім протикорозійного захисту, повинні знижувати тертя між окремими дротами скрутня каната. Застосовують канатні мастила 39У (КТ-Н6/5к-г4, або КТ-Н6/5-4) і Торсиол-35Б (КТЗ 3/5-0 або КТ 5/5-00; Тли 3/13-00) і Торсиол-35Е (КТ 6/5 нк 0).

Мастило 39У належить до захисних мастил і виготовляється сплавленням нігролу, гудрону оливного, церезину, кубових залишків СЖК і триетанолу, а застосовують його при температурі від мінус 25 до плюс 50 °С. Мастила типу Торсиол-35Б, Торсиол-35Е морозостійкі, водостійкі, мають антикорозійну присадку, добру адгезію до металу, добрі антифрикційні та консерваційні властивості. Призначені для мащення сталевих канатів різного призначення (окрім морських) у процесі їх виготовлення та експлуатації; працездатні в інтервалі температур від мінус 35 до плюс 50 °С. Для роботи при особливо низьких температурах від мінус 50 до плюс 50 °С застосовують мастило Торсиол-55 (КТ 5/5-00, або Тли 3/13-00), окрім морських умов.

Механізм захисної дії консерваційних мастил полягає у створенні на металевій поверхні товстого непроникного для зовнішнього середовища шару. Ізоляційні властивості таких мастил залежать не тільки від товщини його шару, але також від вологопроникності, тобто проникності електролітів і пари води до поверхні металу мікрокапілярами й тріщинами в шарі мастила. Найчастіше при консервації локомотивів і їхніх деталей застосовують мастило гарматне (ЗТ 5/5-6) - вуглеводневе, у складі якого є петролатум, циліндрова олива, церезин, присадки. Це мастило забезпечує 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, ряд інших деталей. Недолік: сильне загусання вже при 100 °С, тому наносити його на консервовані поверхні при низьких температурах без розігрівання у край важко. Допускається застосування для мащення контактної поверхні перемичок, наконечників дротів, клем акумуляторних батарей.

Другим мастилом за частотою застосування є ВТВ (ЗТ 4/4-7) – вазелін технічний волоконний, який запобігає окисненню клем акумуляторів, застосовується для консервації металевих виробів і зовнішніх поверхонь механізмів при транспортуванні і тривалому зберіганні. Висока водостійкість і морозостійкість.

У локомотивних депо консервацію виконують локомотивам і МВРС при постановці в запас ПАТ «Укрзалізниця». Для збереження законсервованих локомотивів, МВРС та іншої залізничної техніки створено бази запасу. Консерваційну обробку виконують також деталям дизелів: колінчастим валам (шийки шатунних і корінних підшипників), валам роторів турбонагнітачів; осям і підматочинним частинам (буксовим) колісних пар та ін. Менше застосовуються мастила ДОІ-54п (НТ 4/5-3) для консервації приладів та електроапаратів тощо (дивись таблицю 6).

4 Правила поведіння з паливомастильними матеріалами

Токсичність паливомастильних матеріалів

Усі сорти палив і олив – це малотоксичні речовини четвертого класу небезпеки. Сила отруйної дії палива і олив на організм людини залежить від властивостей самого продукту, його концентрації, тривалості впливу, а також від шляхів проникнення в організм, умов, у яких виконується робота, від індивідуальних особливостей людини.

Розрізняють два види отруєння: *гостре*, коли воно розвивається протягом кількох хвилин або годин після початку отруєння, і *хронічне*, коли отруєння розвивається внаслідок

тривалої систематичної дії на організм людини малих доз отруйних речовин.

Отруєння випарами бензину трапляється найчастіше. Повітря вважається безпечним для здоров'я при концентрації випарів бензину не більше 0,3 мг на 1 дм³ повітря. Більша концентрація при тривалому вдиханні може спричинити *хронічне отруєння*, ознаками якого є недокрів'я, головний біль, млявість, стомлюваність, сонливість або безсоння та виснаженість. Внаслідок подразнювальної дії випарів можуть з'явитися хронічне запалення слизових оболонок, сльозовиділення й захворювання дихальних шляхів.

При концентрації випарів бензину 5...10 мг/дм³ через декілька хвилин настає *гостре отруєння*: з'являється головний біль, неприємні відчуття в горлі, кашель, сльозовиділення, подразнення слизової оболонки та дихальних шляхів. Крім того, першими ознаками отруєння є зниження температури тіла та артеріального тиску, вповільнення пульсу й інші зміни в організмі. Потерпілий, як правило, скаржить на в'ялість, м'язову слабкість, мерзлякуватість. В атмосфері з великою концентрацією випарів бензину людина може втратити свідомість, з'являються судоми, ослаблення дихання й може настати смерть. Вважається, що дихати повітрям при концентрації випарів бензину 30...40 мг/дм³ протягом 5...10 хв небезпечно для життя. При більшій концентрації випарів бензину смерть може настати миттєво. З підвищенням температури повітря токсичність бензинових випарів різко збільшується. Слід зазначити, що бензин, потрапивши до шлунку, може зумовити смертельне отруєння.

Через шкіру потрапляє лише та отрута, що розчиняється в жирах і жироподібних речовинах організму. Проте при потраплянні отрути через шкіру вона надходить також у кров. Якщо опустити руку в бензин і потримати її там 5...7 хв, то після цього повітря, що видихається, міститиме випари бензину, оскільки при цьому в 1 дм³ крові буде знаходитись 0,5 мг бензину, а через 15 хв - близько 31 мг.

Найбільша небезпека гострого отруєння випарами бензину виникає під час виконання робіт у закритому приміщенні, очищенні резервуарів і тари від залишків бензину та в ремонтних

відділеннях. При поганому провітрюванні таких приміщень повітря швидко насичується випарами бензину до небезпечних концентрацій, тому при виконанні робіт потрібно ретельно дотримуватись правил техніки безпеки. Серйозне отруєння може виникнути при потраплянні бензину всередину організму в разі його засмокування ротом через шланг або при продуванні ротом деталей паливної апаратури. У цьому випадку може статися тяжке запалення легенів. При частковому контакті з бензином можуть виникати як гострі запалення, так і хронічні екземи та інші захворювання шкіри.

Токсичність етилованих бензинів ще більша, тому що тетраетилсвинець має властивості отрути. Проте випари етилованих бензинів майже не відрізняються від звичайних випарів бензинів, оскільки випаровування тетраетилсвинцю спостерігається в дуже обмежених кількостях і лише після випаровування 30 % бензину.

Токсичність гасу та дизельного палива вища, ніж бензину, але через те, що гас і дизельне паливо випаровуються дуже слабо, випадки гострого отруєння їхніми випарами спостерігаються дуже рідко. Поводження з гасом і дизельним паливом на відкритому повітрі небезпеки не становить. Проте можливе хронічне отруєння під час роботи в закритих приміщеннях. При цьому ознаки отруєння гасом і дизельним паливом мало відрізняються від хронічного отруєння, зумовленого випарами бензину.

Велика концентрація випарів дизельного палива у повітрі для людини є смертельною. Гранично допустимою концентрацією випарів гасу та дизельного палива вважається 0,3 мг/дм³ повітря.

Токсичність олив проявляється при частковому потраплянні оливи на відкриті ділянки тіла і тривалій роботі в промасленому одязі. Системний контакт з оливою може викликати гостре хронічне захворювання шкіри: захворювання сальних залоз, екземи, дерматити, бородавкові нарости, що переходять у рак. Токсичні властивості олив підсилюються з підвищенням температури. Дуже небезпечним для людини є дихання повітрям, насиченим оливним туманом, особливо за наявності в оливі сірководню (H₂S), що спричиняє отруєння з утратою свідомості.

До оливо, які мають присадки, треба ставитися з більшою обережністю, ніж до оливо без присадок, оскільки токсичність присадок, до складу яких входять сірка, фосфор, хлор, свинець, - висока і ще мало вивчена.

Охорона праці і пожежна безпека при експлуатації паливно-складського господарства

Найбільш пожежонебезпечними є об'єкти паливно-складського господарства. Пари рідкого палива і мастильних матеріалів за певних умов можуть вибухати. Дизельне паливо, застосоване на тепловозах, відносять до пожежонебезпечних рідин груп А і Б та висувають спеціальні вимоги щодо забезпечення протипожежної безпеки. Температура прогрівання нафтопродуктів має бути не менш ніж на 15 °С нижче точки займання пари. Категорично забороняється застосовувати відкритий вогонь. Штучне освітлення має бути у вибухобезпечному виконанні. Паління на паливно-складських господарствах строго заборонено. Не можна допускати зіткнення металевих частин устаткування з електропроводами або кабелем.

Роботи з очищення і ремонту ємностей для нафтопродуктів дуже небезпечні і повинні виконуватися в точній відповідності з діючими правилами та інструкціями, тільки після отримання спеціального дозволу керівництва депо або служби рухомого складу. Ремонт починають після звільнення ємностей від нафтопродуктів, пропарювання і промивання їх, від'єднання трубопроводів, відкриття всіх люків і в ряді випадків після аналізу проби повітря.

Перебування в цистерні або резервуарі не повинне перевищувати 15 хв при температурі не більше 35 °С з систематичним відпочинком на відкритому повітрі не менше 5 хв. Біля ковпака цистерни повинен знаходитися працівник для постійного зв'язку з тим, хто працює в цистерні. Працювати треба в спецодязі, мати респіратор і рятувальний пояс з мотузком.

Усі палива мають здатність не лише займатися від стороннього джерела, а й самозайматися. Так, температура самозаймання суміші дизельного палива з повітрям становить 480 °С, гасу 430 °С. Чим важча фракція нафтопродукту, тим при

нижчій температурі нагрітого тіла вона здатна самозайматися. В'язкі оливи, наприклад, займаються вже при температурі 300 °С.

Випари палива при змішуванні з повітрям у певному співвідношенні можуть утворювати вибухові суміші, що самозаймаються від іскри чи іншого джерела вогню.

Бензинова суміш з повітрям небезпечна при концентрації бензину 1,1...5,4 %, гасу - 2...3 %. Якщо ж випари бензину чи гасу будуть більшими або меншими, то такі суміші самозайматися не будуть.

При зберіганні палива з температурою початку кипіння 70...135 °С виникнення вибухонебезпечних сумішей можна очікувати вже при температурі повітря 0...30 °С. Отже, бензин небезпечніший від гасу й дизельного палива в холодну погоду, а гас і дизельне паливо небезпечніші від бензину – у спекотну погоду.

В експлуатаційних умовах найбільшою небезпекою є порожня тара з-під бензину. Справа в тому, що достатньо з 200-літрової бочки випариться 10...50 г бензину, щоб утворилася вибухонебезпечна суміш, а така кількість завжди може залишитися навіть при найретельнішому зливі з бочки бензину. Щоб уникнути утворення такої суміші, пробку тари після зливу з неї бензину слід закручувати не щільно, аби з випаровуванням бензину випари виходили в повітря, а пробку можна було б відкрити. Під час зберігання бензинів з температурою початку кипіння 60 °С у приміщенні з поганою вентиляцією вибухонебезпечна суміш може утворюватись при температурі 0 °С і нижче.

Електризація палива в умовах його експлуатації може спостерігатись у різних випадках: при прокачуванні по рукавах і паливопроводах; при розбризуванні в повітрі; при проходженні через пористі та сітчасті переборки (фільтри, трубки); при змішуванні з водою; при підніманні домішок із дна цистерни.

Статична електрика, як відомо, накопичується на зовнішній поверхні ємкості, і якщо її не заземлено, то на поверхні ємкості може накопичуватися електрика напругою в кілька тисяч вольт. У пожежному відношенні напруга 300...500 В виявляється небезпечною, оскільки при розрядженні іскра може запалити суміш. Бензин електризується слабше, ніж дизельне паливо.

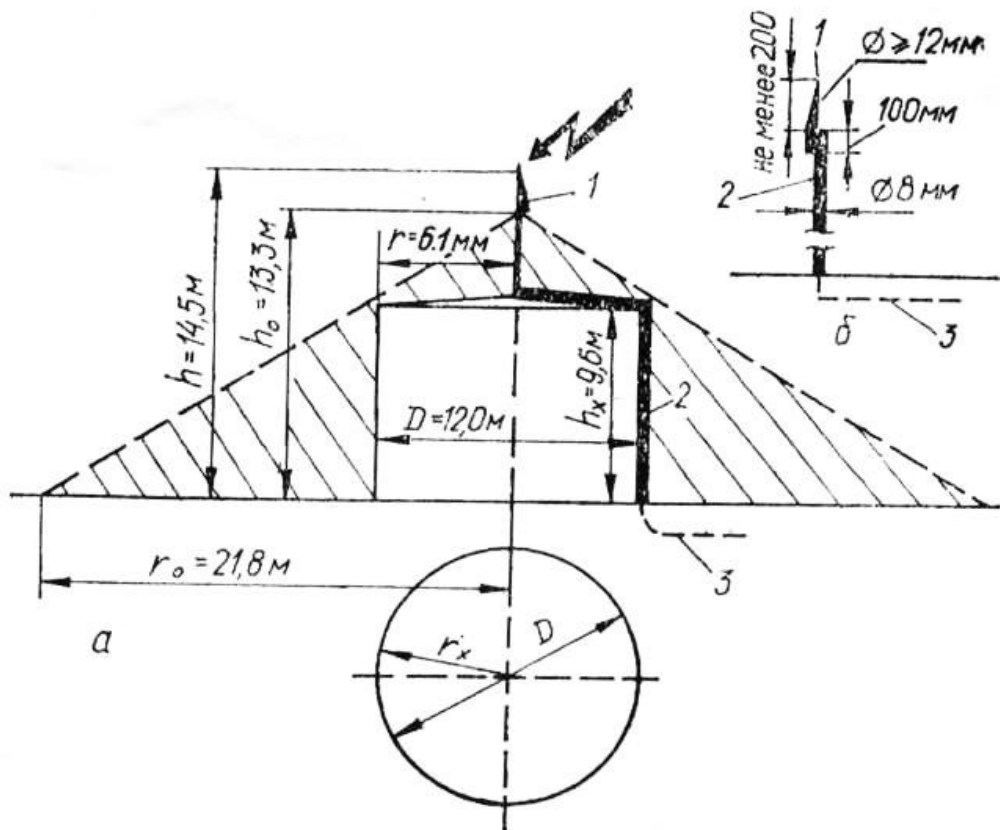
Небезпека електризації ефективно усувається введенням у паливо антистатичних присадок.

Для забезпечення протипожежної безпеки і захисту людей на екіпірувальних пунктах велике значення має попередження дій статичної електрики і ударів блискавки (блискавкозахист).

Для відведення електростатичного заряду заземлюють наливні стояки естакад, ємності та ін. Заземлюючі пристрої для захисту від статичної електрики доцільно об'єднувати з блискавкозахистним заземленням.

Блискавкозахист – комплекс захисних пристроїв, що попереджують дію блискавок. Струм блискавки при прямому ударі досягає $2 \cdot 10^5$ А, напруга $1,5 \cdot 10^8$ В, температура розжарення при проходженні блискавки $9 \cdot 10^3$ °С. Миттєве нагрівання конструкції і повітря викликає руйнівну повітряну хвилю. Дія блискавки може викликати електричну дугу, іскріння в повітряних проміжках між металевими конструкціями може призвести до пожежі або вибуху. Блискавкозахист складів палива передбачається в місцевостях з річною грозовою активністю 20 год і більше.

Металеві резервуари дизельного палива, естакади для зливу нафтопродуктів, приміщення з горючими матеріалами та інші споруди від прямих ударів блискавки захищаються громовідводами, захисна дія яких заснована на властивості блискавки вражати найбільш високі, добре заземлені металеві споруди (рисунок 1).



а – загальний вигляд захисту від блискавки; б – деталі облаштувань захисту від блискавки; 1 – блискавкоприймач; 2 – струмовідвід; 3 – заземлення

Рисунок 1 – Схема захисту від блискавки резервуара місткістю 1000 м³

Мастильні випари в суміші з повітрям за наявності іскри чи іншого відкритого джерела вогню також вибухонебезпечні. Відомі випадки, коли мастильні випари вибухали в картері двигуна. Ретельна небезпека утворення вибухонебезпечних концентрацій оливо у закритій ємкості виникає при температурі 100 °С. Проте за наявності в оліві палива критична температура може бути і нижче 100 °С, тому в картері двигуна, де завжди є паливо, вибухонебезпечна концентрація випарів може утворюватися практично за будь-якої температури.

При прийманні і зберіганні нафтопродуктів на складах залізниць слід керуватися інструкцією № 81/38/101235/122 від 2 квітня 1998 р., а також ГОСТ 1510 і ГОСТ 26976. Відбір проб

нафтопродуктів здійснювати відповідно до вказівок ГОСТ 2517. Контроль якості олив і мастил здійснювати в деповській лабораторії, а де нема такої, – у лабораторії залізниці.

Зливання нафтопродуктів із цистерн слід здійснювати по закритих чистих трубопроводах насосом або самопливом у ємкості, призначені для окремих видів продуктів. З прийнятною ємкості оливи треба подавати в роздавальну ємкість насосом або самопливом. Брати оливу відрами або іншим посудом шляхом опускання їх у сховище категорично забороняється.

Оливу і пластичні мастила, що надходять на склад у бочках, бідонах і дерев'яній тарі, слід зберігати в закритому приміщенні або під навісом. Бочки з оливою розташовувати на підкладках у горизонтальному положенні пробкою вгору, щоб вилучення їх і огляд були легкодоступними. Оливи і пластичні мастила усередині складу повинні бути об'єднані групами за назвами олив, мастил і їхніх марок. Для кожної ємкості заготовляють ярлики з зазначенням назви нафтопродукту.

При зберіганні мастильних матеріалів щомісяця слід здійснювати контроль їх якості по показниках, зазначених у таблиці 8.

Таблиця 8 – Контроль якості нафтопродуктів при зберіганні

Фізико-хімічні властивості	Олива*		Дизельне паливо
	дизельна	трансформа-торна	
Кислотне число	-	+	+
Масова частка механічних домішок	+	+	+
Масова частка води	+	+	+
Лужне число	+	-	-
Водневий показник	+	-	-
Електрична міцність	-	+	-
*інші оливи при зберіганні контролювати за такими показниками якості: кислотне число, частка механічних домішок, масова частка води			

На складах із оливопродуктами забороняється зберігання мотлохів, кінців, підбивки та інших матеріалів. Склади мастильних матеріалів повинні бути забезпечені необхідним протипожежним інвентарем.

Для кожної з олив слід мати в роздавальному приміщенні самостійну ємкість, обладнану підігрівом і самостійним роздавальним трубопроводом з краном.

Видачу оливи треба виконувати тільки через фільтр, з'єднаний із роздавальним бачком, у чистий і справний посуд. Видачу олив і пластичних мастил треба здійснювати в роздавальних приміщеннях, що мають гарне освітлення, обладнані протипожежними засобами, медичною аптечкою та оснащені необхідним інвентарем. Температура в роздавальній повинна бути на рівні житлового приміщення. Посипання підлоги піском не допускається.

При перевезенні і перекочуванні бочок отвори їх повинні бути закритими. Не допускається скидання бочок; їх слід спускати по накатах. На складах повинна бути місцева інструкція з порядку зливу, зберігання і видачі палива і мастильних матеріалів на локомотиви і МВРС.

Під час експлуатації тепловозів і дизель-поїздів хіміко-технічні лабораторії депо контролюють якість моторної оливи, дизельного палива та охолоджуючої води, що працюють у відповідних системах локомотивів. Для цього перед постановкою тепловозів і дизель-поїздів на технічне обслуговування ТО-3 і поточні ремонти всіх видів із відповідних систем відбирають проби моторної оливи і дизельного палива в кількості 0,5 кг.

Проби оливи відбирають на працюючих дизелях перед постановкою тепловозів або дизель-поїздів у ремонтне стійло. Температура оливи повинна бути в межах 50-60 °С. Проби оливи відбирають із спеціально призначених для цього кранів.

Проби дизельною палива для визначення присутності води відбирають із дна паливного бака за допомогою пробовідбірника через бічні отвори або з дизельного приміщення через отвір для мірної рейки.

При роботі з пластичними мастилами слід дотримуватись таких правил:

- не використовувати 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;
- 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.

Консервація ТРС

З метою скорочення експлуатаційних витрат залізниць при зменшенні розмірів руху потягів зайві (які не експлуатуються) локомотиви відставляються в запас ПАТ «Укрзалізниця» і резерв залізниці (РЗ) відповідно до діючої «Інструкції з відставлення, консервації та утримання локомотивів і МВРС в запасі Укрзалізниці і резерві залізниці» № ЦТ-0100, затвердженої № 489-ЦЗ від 23.06.2004 р.

Локомотиви запасу мають бути законсервовані та утримуватися в справному стані, що відповідає вимогам ПТЕ залізниць (термін знаходження локомотивів у запасі, не повинен бути більше трьох років). Такі локомотиви підлягають консервації й зберігаються на спеціалізованих базах запасу. Локомотиви, які відставляються в РЗ на термін до трьох діб у період з жовтня до березня (включно) і до 10 діб у період з квітня до вересня (включно), не підлягають спеціальній підготовці та консервації.

Підготовка до консервації локомотива виконується в локомотивних депо, консервація й розконсервація здійснюється на базах запасу або в локомотивних депо. Консервація повинна виконуватися в приміщеннях, де можна витримати вимоги

технологічного процесу і техніки безпеки. До проведення робіт з консервації, технічного обслуговування й розконсервації призначаються персони, які знають техніку безпеки й протипожежні правила.

Внутрішні поверхні, омивані моторною або трансмісійною оливою, дизельним паливом, консервуються оливою або робочо-консерваційною інгібірованою оливою, що складається з суміші робочої оливи, передбаченої триботехнічною карткою мащення для конкретного агрегату вузла, що консервується, і 10 % інгібітора корозії АКОР-1 або 3-5 % інгібітора корозії «Сламін». Після зняття машин з тривалого зберігання інгібіровані оливи або палива з тими самими інгібіторами у вузлах заміні не підлягають, а використовуються до чергової їх заміни.

Для консервації внутрішніх поверхонь дизельного устаткування необхідно:

- заправити оливну систему дизеля інгібірованою дизельною оливою;

- залити в паливний бак інгібіроване паливо в кількості, що забезпечує короткочасну роботу дизеля;

- заправити інгібірованою оливою агрегати і вузли, що мають незалежну від дизеля систему мащення: тягову гідравлічну передачу, компресор та ін.

Поза приміщенням дизель слід запустити, прогріти і обкатати його на холостому ході протягом 15-20 хв при температурі води і оливи не нижче 35-40 °С. Після зупинки дизеля інгібіровану оливу і паливо з системи і вузлів (окрім гідравлічної передачі, осьових редукторів) треба злити і зберегти для повторного використання.

Через 8-10 годин після зупинки дизеля проводиться додаткова консервація циліндропоршневої групи, для чого через отвір під форсунку або через люки повітряного ресівера в циліндр (залежно від типу дизеля) уприскується 300-350 см³ інгібірованої оливи за допомогою шприца зі спеціальним розбризкуючим наконечником. Під час уприскування колінчастий вал необхідно повертати вручну, щоб оливна плівка покрила все дзеркало циліндра.

Для консервації внутрішніх поверхонь компресора зливається олива з картера. За допомогою обприскувача

внутрішні стінки картера компресора, шатуни і підшипники, клапанні коробки, вентилятор покриваються робочою інгібірованою оливою, після чого встановлюються кришки (люки) картера.

Зовнішні нефарбовані поверхні агрегатів, вузлів і деталей (окрім гумових і гумометалевих виробів) консервуються інгібірованою дизельною оливою або консервуючою сумішшю, що складається з 50 % авіаційної оливи і 50 % мастила пластичного. Складання суміші проводиться перемішуванням авіаційної оливи і мастила Солідол С протягом 30-40 хв при температурі 110-120 °С. Для консервації зовнішніх поверхонь допускається застосування оливи ЖТКЗ-65.

Вузли і деталі (підшипники кочення, рухомі шліцьові, зубчаті, контактні з'єднання передач важелів і систем та ін.), для мащення яких застосовується пластичне мастило ЖРО-М або універсальне мастило Солідол Ж, консервуються вказаним робочим мастилом.

Приміщення з виготовлення консерваційних сумішей і консервації повинні бути оснащені припливно-витяжною вентиляцією, що забезпечує вміст токсичних речовин у повітрі, що не перевищує ГДК, за ДСН 3.3.6.042-99.

При роботі з легкозаймистими і гарячими рідинами, що входять до складу консервантів (бензином, уайт-спіритом, дизельним паливом, оливами і мастилами), необхідно дотримувати вимоги пожежної безпеки. Працівники, які виконують поточну консервацію, повинні пройти інструктаж з роботи з легкозаймистими і горючими рідинами. На кожній робочій ділянці мають бути інструкції з техніки безпеки і журнал проведення інструктажу працівників.

Зберігати матеріали для консервації необхідно в шафах, що закриваються, і герметично закритих залізних бідонах.

Відходи матеріалів консервації необхідно прибирати в закриті ящики для подальшого спалювання або переробки. Прибирання приміщення проводиться вологим засобом. Працівники, які безпосередньо працюють з консерваційними матеріалами, повинні користуватися спецодягом (халатами, гумовими рукавичками, прогумованими фартухами, захисними окулярами). Спецодяг слід зберігати в закритих шафах.

При розконсервації локомотивів не видаляються інгібіторні оливи й склади з внутрішніх поверхонь дизеля, паливної і оливної систем, компресора, моторно-осьових і буксових підшипників, гідравлічних передач потужності, осьових редукторів, а також з усіх вузлів з підшипниками кочення. Ганчір'ям, замочуванням в уайт-спіриті, бензині, дизельному паливі, з зовнішніх поверхонь вузлів й агрегатів видаляється антикорозійне мастило, а поверхні протирають насухо.

Взаємозамінюваність і змішування олив і мастил, які використовуються на локомотивах і МВРС

Застосовуваний асортимент олив і мастил на тепловозах і електрорухомому складі, як правило, передбачений Інструкцією з застосуванню олив і мастил, а також триботехнічними картами мащення. Для деяких вузлів тертя, окрім основних видів змащувальних матеріалів, допускається застосовувати дублюючі оливи і мастила. Проте в умовах експлуатації при різних несприятливих обставинах з забезпечення необхідним асортиментом олив і мастил доводиться вдаватися до заміників або змішування різних сортів змащувальних матеріалів. Якщо прийнято рішення про взаємозамінюваність олив, слід враховувати в'язкість, лужність, температуру спалаху і застигання. Моторні оливи різних марок у межах однієї групи сумісні без погіршення їх експлуатаційних властивостей. Досвід експлуатації дизелів тепловозів показав, що моторні оливи М12Б₂ і М14Б₂ повністю сумісні і їх застосування в суміші не дає негативних наслідків в роботі дизелів тепловозів.

Мінеральні оливи без присадок можна змішувати між собою незалежно від способу очищення, наприклад компресорну оливу К19, що виробляється з малосірчистих нафт кислотноконтантного очищення, змішувати з компресорною оливою КС-19, що отримується з сірчистих нафт селективного очищення, враховуючи при цьому температуру застигання оливи.

Сумісність пластичних мастил в умовах експлуатації має велике практичне значення, оскільки часто доводиться вирішувати питання про можливість заміни одного мастила на інше, при цьому видалити перше з вузла тертя не завжди є можливим через повне розбирання вузла. Крім того, розбирання і

збирання відповідального вузла (букса, тяговий електродвигун, генератор і т. д.) викликають, окрім трудових витрат, постановку локомотива в депо, а отже, і усунення його від поїзної роботи.

Залізничне мастило ЖРО на літєвій основі, призначене для підшипників кочення локомотивів і мотор-вагонного рухомого складу, не можна змішувати з натрієво-кальцієвими мастилами ЛЗ-ЦНИИ, солідолами, що виготовляються на кальцієвій основі. При змішуванні мастила ЖРО з іншими мастилами відбувається інтенсивне знеміцнення її і витікання з вузлів тертя. На нетривалий час у мастило ЖРО можна додавати мастило ЦІАТІМ 203 (ГОСТ 8773-73) без вилучення з вузлів тертя мастила ЖРО. Проте межа міцності, в'язкості і протизадірні властивості мастила ЦІАТІМ 203 гірші, ніж у мастила ЖРО.

Змішування літєвих мастил ЖТКЗ-65 і ЦІАТІМ-201 допустимо. За своїм складом і властивостями вони близькі між собою: у мастила ЖТКЗ-65 кращі низькотемпературні властивості, ніж у мастила ЦІАТІМ-201. Допускається змішування жирових солідолів з синтетичними, а також вуглеводневих мастил – технічного вазеліну і гарматного. Осірчене мастило можна змішувати з автотракторною трансмісійною оливою (нігрол), а при особливо низьких температурах в це мастило можна додавати до 20 % осьової зимової оливи.

За відсутності мастила СТП для зубчатих передач тепловозів можна застосовувати осірчене мастило без вилучення її з кожуха. За відсутності осірченого мастила в електрорухомому складі можна також застосовувати мастило СТП. Приладову оливу МПВ можна замінити оливою – «пом'якшувальний засіб» для гумової промисловості.

Запитання для підготовки до модульного контролю

- 1 Надайте поняття «пластичні мастила». Галузь застосування, склад, виконувані функції.
- 2 Надайте перелік основних експлуатаційних властивостей пластичних мастил.
- 3 У яких випадках для мащення вузлів тертя застосовуються пластичні мастила?
- 4 Опишіть роботу пластичного мастила при мащенні вузла тертя.
- 5 Назвіть основні складові частини пластичних мастил.
- 6 Що таке дисперсне середовище та дисперсна фаза?
- 7 Як оцінюються антикорозійні властивості пластичних мастил?
- 8 Яке значення має і як оцінюється така властивість, як вміст води в мастилах?
- 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 практичне значення має і як оцінюється температура краплепадіння мастил?
- 17 Що таке пенетрація пластичних мастил? Як вона вимірюється?
- 18 На які підгрупи поділяють всі антифрикційні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?
- 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 Для чого призначені консерваційні мастила? Як вони позначаються при маркуванні?

23 Як консервуються внутрішні поверхні дизеля та компресора?

24 Для чого призначені канатні мастила? Як вони позначаються при маркуванні? Назвіть марки канатних мастил.

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

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

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

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

29 Як позначаються пластичні мастила за стандартом ISO 6743/9-87 та DIN 51502?

30 На які групи поділяються пластичні мастила за класифікацією NLGI?

31 Назвіть відомі вам марки пластичних мастил загального призначення.

32 Назвіть відомі вам марки пластичних мастил для залізничної галузі.

33 Назвіть відомі вам марки редукторних пластичних мастил.

34 Назвіть відомі вам марки універсальних, термостійких і морозостійких пластичних мастил.

35 Наведіть основні правила роботи з пластичними мастилами.

Список літератури

1 Мурзин, Л. Г. Топливо, смазка, вода [Текст] / Л. Г. Мурзін, В. М. Гончаров. – М. : Транспорт, 1981. – 253 с.

2 Меркурьев, Г. Д. Локомотивным бригадам о топливе и смазочных материалах [Текст] / Г. Д. Меркурьев. – М. : Транспорт, 1988. – 125 с.

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

4 Інструкція з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України [Текст] : № ЦТ-0060 від 24.01.2003 р.; затв. наказом Укрзалізниці № 110Ц від 24.01.2003 р. – К. : Укрзалізниця, 2003. – 53 с.

5 Кравець, А. М. Пластичні мастила [Текст]: конспект лекцій / А. М. Кравець, В. Г. Кравець. – Харків : УкрДАЗТ, 2011. – 36 с.

6 Емельянов, В. Е. Автомобильный бензин и другие виды топлива: свойства, ассортимент, применение [Текст] / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. – М. : Астрель: АСТ Профиздат, 2005. – 207 с.

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

8 Руднев, В. К. Эксплуатационные материалы для строительных и дорожных машин [Текст] : учеб. пособие / В. К. Руднев, Е. С. Венцель, В. Н. Лысиков. – К. : ИСИО, 1993. – 236 с.

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

10 Інструкція по експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України [Текст] : № ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015-97; затв. наказом Укрзалізниці № 312-Ц від 07.06.2004 р. – К. : Укрзалізниця, 2004. – 96 с.

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

12 Кравець, А. М. Визначення якості пластичних масел та охолоджуючих рідин [Текст] : метод. вказівки до лаб. робіт з

дисц. «Основи трибології і хімотології» / А. М. Кравець, В. Г. Горбань. – Харків : УкрДАЗТ, 2009. – 34 с.

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

14 Типове положення про навчання, інструктаж, перевірку знань працівників з питань охорони праці [Текст] : НПАОП 0.00-4.12.05; затв. наказом Держнаглядохоронпраці № 15 від 26.01.2005 р. за № 231/1051. – К. : Міністерство праці та соціальної політики України, 2017. – 53 с.

15 Інструкція з відставлення, консервації та утримання локомотивів і МВРС в запасі Укрзалізниці і резерві залізниці [Текст]: № ЦТ-0100; затв. наказом Укрзалізниці від 23.06.2004 р. № 489-ЦЗ. – К. : Укрзалізниця, 2004. – 44 с.

