

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

**ГУМОТЕХНІЧНІ, УЩІЛЬНЮВАЛЬНІ
ТА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

Конспект лекцій
з дисципліни

«ЛОКОМОТИВНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»

Харків – 2019

Жалкін Д. С., Жалкін С. Г. Гумотехнічні, ущільнювальні та електроізоляційні матеріали: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 29 с.

Цей конспект є частиною загального конспекту лекцій з дисципліни «Локомотивні експлуатаційні матеріали».

У цьому конспекті розглянуто застосування гумотехнічних, ущільнювальних та електроізоляційних матеріалів при виготовленні, ремонті та експлуатації локомотивів. Розглянуто вимоги до матеріалів, їх склад, класифікацію та маркування, властивості, способи застосування.

Рекомендується для студентів та магістрантів спеціальності 273 «Залізничний транспорт», освітня програма «Локомотиви та локомотивне господарство» всіх форм навчання, які вивчають курс «Локомотивні експлуатаційні матеріали».

Іл. 4, табл. 1, бібліогр.: 7 назв.

Конспект лекцій розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 18 березня 2019 р., протокол № 17.

Рецензент

проф. О. С. Крашенін

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

ГУМОТЕХНІЧНІ, УЩІЛЬНЮВАЛЬНІ
ТА ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

*Конспект лекцій
з дисципліни*

«ЛОКОМОТИВНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 19.06.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 1,25. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

1 Застосування гумотехнічних виробів і матеріалів у локомотивному господарстві	4
1.1 Особливості експлуатації гумотехнічних виробів	12
2 Застосування ущільнювачів у локомотивному господарстві ...	13
3 Застосування електроізоляційних матеріалів у локомотивному господарстві	15
3.1 Ізоляційні матеріали для ремонту електричного обладнання та електричних машин локомотивів	22
4 Застосування люмінофорів і флуоресцентних емалей	24
Запитання з підготовки до модульного контролю	28
Список літератури	28

1 ЗАСТОСУВАННЯ ГУМОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ І МАТЕРІАЛІВ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Гуми широко застосовують як конструкційний матеріал при виробництві локомотивів. Вони допускають значні деформації, залишаючись при цьому пружними й еластичними, мають високу міцність (при розриві до $40,0 \text{ МПа/см}^2$), водостійкість, низьку газопроникність, малу електропровідність. Ці властивості дали змогу гумі посісти особливе місце серед конструкційних матеріалів. З неї виготовляють трубки, ремені, шланги і рукави, манжети, шайби, прокладки і кільця, ізолятори, ущільнювачі, амортизатори та віброізолятори. Номенклатура гумотехнічних виробів (ГТВ) на тепловозі з електричною передачею потужності перевищує двісті одиниць (рисунок 1), а на тепловозах з гідравлічною передачею потужності доходить до тисячі (рисунок 2).



Рисунок 1 – Гумотехнічні вироби для тепловозів

Широке застосування гуми пов'язано з її унікальними властивостями: здатністю до великих обертових деформацій; високою механічною міцністю; невеликою жорсткістю; високим опором до зносу; здатністю поглинати ударні навантаження і

вібрацію; низькою теплопровідністю і звукопровідністю; газо- і водонепроникністю; стійкістю до агресивних середовищ; високими діелектричними властивостями.



Рисунок 2 – Гумотехнічні вироби для гідравлічної передачі потужності тепловозів

Фізико-механічні властивості гуми оцінюються нижченаведеними показниками.

Міцність характеризується *межею міцності при розтягуванні, відносним і залишковим подовженням.*

Межею міцності при розтягуванні називається напруга, що виникає в гумі в момент розриву зразка. Чисельна межа міцності дорівнює частці від ділення навантаження, зафіксованого в момент розриву, на площу поперечного перерізу зразка до випробувань.

Відносним подовженням при розриві називається відношення приросту довжини зразка в момент розриву до його первісної довжини, виражене у відсотках.

Залишковим подовженням при розриві називається відношення довжини розірваного зразка до його початкової довжини, виражене у відсотках.

Відносне і залишкове подовження характеризують *еластичність* гуми. Чим більша різниця між цими показниками, тим краща еластичність гумового зразка.

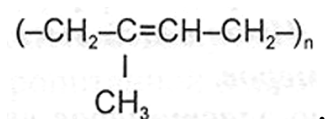
Твердістю називається здатність гуми чинити опір проникненню в зразок стороннього твердого тіла, яке вдавлюють з певною силою. На зміні твердості матеріалу оснований один з методів контролю ступеня вулканізації. Через підвищену пластичність сирової гуми голка твердоміра залишає на зразку незникаючу з часом лунку, а при вимірюванні безперешкодно провалюється в зразок, у результаті чого прилад показує приблизно нуль. Надмірно висока твердість готової гуми говорить про *перевулканізацію*.

Показником *стійкості до зносу* є *питомий показник зносу*, який визначається втратою об'єму випробовуваного зразка, обчислений за відношенням до одиниці роботи, витраченої на знос. Цей показник визначає ресурс роботи гумотехнічного виробу, наприклад гумових втулок.

Експлуатаційні властивості гуми з часом змінюються в процесі роботи. Процес цей називається *старінням*, який належить до категорії складних багатостадійних перетворень. У результаті зменшуються еластичність, зносостійкість, міцність гумотехнічних виробів, тобто знижується їх працездатність і надійність. Зі зміною температури як при її підвищенні, так і при зниженні працездатність виробів з гуми також знижується.

До складу *гум* входять: каучук, вміст якого коливається від 5 до 98 %, пом'якшувачі, наповнювачі, агенти, що вулканізують, прискорювачі вулканізації, протистарителі, а також речовини, що підвищують морозостійкість.

У виробництві гум використовують суміші каучуків натурального та синтетичного. *Натуральний каучук* (НК) отримують з молочного соку (латексу) каучуконосних гевей, які ростуть в країнах з тропічним кліматом. У чистому вигляді НК є полімером ізопрену (метилдивінілу):



Натуральний каучук не може задовольнити значні потреби в гумі, тому промисловість виробляє велику кількість синтетичних каучуків.

Синтетичні каучуки виготовляють з продуктів переробки нафти. Усі види синтетичних каучуків (СК) є високомолекулярними органічними сполуками ланцюгової будови, які одержують у результаті полімеризації мономерів-каучукогенів (сполук, що містять ненасичені зв'язки) і полімерів. При виготовленні СК як мономерів застосовують бутадієн, хлоропрен, ізопрен, ізобутилен та інші газоподібні вуглеводні.

До СК належать: ізопреновий (СКІ-30), бутадієновий (СКБ), бутадієн-стирольний (СКС), бутилкаучук (БК), хлоропреновий (наїрит), бутадієн-нітрильний (СКН).

Бутадієновий каучук $(CH_2-CH=CH-CH_2-)_n$ є продуктом полімеризації бутадієну (дивінілу). При температурі 200...300 °С, без агентів, що вулканізують у результаті додаткової полімеризації за місцем подвійних зв'язків, бутадієн переходить у твердий продукт, за механічними властивостями схожий на ебоніт, але більш стійкий до дії температури, кислот і органічних розчинників. В Україні він відомий як СКД, у ЄС – Буна ЦБ (Buna-SB). У нього висока морозостійкість – до – 65 °С.

Бутадієн-стирольний каучук є продуктом спільної полімеризації бутадієну $CH_2=CH-CH=CH_2$ і стиролу $CH_2=CH_2C_6H_5$. В Україні відомі його марки СКС-30, СКС-30 АРКМ-15, СКС-30 АРПД, у ЄС – Буна С-3, Буна С-4.

Відповідність вітчизняних і міжнародних назв каучуків і полімерів на їх основі, а також коди ASTM (American Society for Testing and Materials) наведено в таблиці 1.

Бутилкаучук отримують шляхом спільної полімеризації ізобутилену $CH_2=C(CH_3)_2$ і невеликої кількості ізопрену. На його основі виробляють гуми, які стійкі до дії озону, кисню і кислот; газопроникність у них нижче в 10...20 разів (важлива особливість), ніж у гум на основі НК, але менша еластичність.

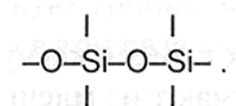
Таблиця 1 – Назви гум і полімерів та їх коди ASTM

Назва	Код ASTM	Склад
Natural	NR	Ізопреновий каучук (натуральний)
SBR	SBR	Бутадієн-стирольний каучук
EPМ або EPDM	EPDM	Етиленпро-каучук
Neoprene	CR	Неопрен
Buna-N або Нітрил	NBR	Нітрилбутадієновий каучук
Hypalon	CSM	Хлорсульфирований поліетилен
CPE	CM	Хлорований поліетилен
Зшитий поліетилен	XLPE	Поліетилен з міжмолекулярними зв'язками
Butil	IIR	Ізобутилен-каучук
Viton	FKM	Фторвуглеводний каучук (фтореластомер)
Тефлон	PTFE	Політетрафторетилен
ALFATER XL	EPDM + PP	Етиленпрополімер + поліпропілен
Поліетилен з надвисокою молекулярною вагою	UHMWPE	Поліетилен з надвисокою молекулярною вагою

Хлоропреновий каучук отримують шляхом полімеризації хлоропрену $H_2C=CCl-CH=CH_2$. В Україні він відомий під назвою наїріт, у ЄС, США, Японії – неопрен. На його основі виробляють оливо- та бензостійкі гуми.

Бутадієн-нітрильний каучук – продукт спільної полімеризації бутадієну та акрилонітрилу $CH_2=CH-CN$. В Україні ці каучуки випускають таких марок: СКН-40, СКН-26 і СКН-18, у ЄС – пербунан, Буна Н, Буна НН.

Кремнійорганічні каучуки, на відміну від вищерозглянутих, у яких в основі будови молекулярних ланцюгів стоять атоми вуглецю, мають остов макромолекул, побудований з атомів кремнію і кисню, які чергуються:



Це лінійні полімери, отримані шляхом поліконденсації. Вулканізують їх за допомогою перекису бензоїлу. Гуми на їх основі мають високу нагрівостійкість (до 250 °С) і вологостійкість, високу стійкість до дії озону і кисню, олив, гарні діелектричні властивості. Вони мають високу стійкість до зносу, зберігають гнучкість до – 70...100 °С. Недоліком є низька міцність на розрив.

Вулканізація – процес взаємодії каучуку із сіркою або іншими хімічними агентами, що приводить до перетворення каучуку в гуму, яка має кращі фізико-хімічні і механічні властивості, ніж невулканізований каучук. Вулканізація каучуку полягає в частковому розриві подвійних зв'язків макромолекул і зшиванні їх атомами сірки (-S-) з утворенням за рахунок бічних хімічних зв'язків просторової структури. Процес вулканізації здійснюється при температурі 138...200 °С. Каучуки вулканізують, щоб усунути їх пластичність і підвищити еластичність (пружність). У технічних гум відносно подовження при розриві становить 150...500 % і воно зберігається до – 40...60 °С.

При виготовленні гуми до її складу, крім каучуку, вводять агенти, що вулканізують (сірку або каптакс, тіурам, альтокс, дифенілгуанідин, а частіше їх суміш), прискорювачі вулканізації, наповнювачі (крейда, тальк, каолін, окис цинку та ін.), які покращують механічні властивості і здешевлюють гуму (наповнювачі дешевші від каучуку у 20...75 разів), пом'якшувачі (парафін, вазелін, олеїнова кислота, смоли, віск), які сприяють рівномірному розподілу порошкоподібних інгредієнтів у гумовій суміші, підвищують пластичність, а також покращують технологічність виробництва виробів з гуми.

З часом під впливом світла і тепла гума втрачає еластичність і стає жорсткою й крихкою. На поверхні виробу з'являються дрібні тріщини. Це явище називають старінням гуми, яке пояснюють окисленням ненасичених вуглеводнів каучуку. Як *антиокислювачі* (протистарителі) для каучуку застосовують аміни, феноли, хінони, смоли та інші сполуки, які істотно затримують процеси старіння.

Барвники призначені для надання гумі різного кольору. Як барвники використовують окис цинку, літопон, окис титану, сажу,

охру, зелений крон, ультрамарин, анілінові фарби тощо. Барвники виконують також функції підсилувачів (окис цинку, сажа).

Залежно від кількості сірки, що вводиться в каучук, розрізняють гуму м'яку і тверду. М'яка гума містить 1–3 % сірки і має високу еластичність. Тверда гума (ебоніт) містить 30...35 % сірки – це твердий матеріал з високою стійкістю до ударних навантажень, але невисоким відносним подовженням при розриві (2...6 %).

При використанні гуми часто виникає необхідність поєднання її з іншими матеріалами для отримання необхідних властивостей. Найбільш часто зустрічається поєднання гума–тканина (наприклад дюритові рукави). Тканини, що використовуються у виробництві гумових виробів, виготовляють з бавовняних, віскозних і капронових ниток. Деякі гумові вироби (наприклад, гумометалеві елементи ресорного підвішування, опори дизеля) армуються металом.

Виготовлення дюритових рукавів – гумових шлангів, армованих волокнистим або дротяним обплетенням (рисунок 3), відбувається таким чином: з гумової суміші вирізають смуги і накладають їх на металевий дорн, зовнішній діаметр якого дорівнює внутрішньому діаметру рукава, що виготовляється.



Рисунок 3 – Структура дюритових рукавів

Краї смуг змазують гумовим клеєм і накочують роликком, потім накладають один або кілька парних шарів тканини або обплітають металевим дротом і промазують їх гумовим клеєм, а зверху накладають ще шар гуми. Далі зібрану заготовку бинтують зволоженим бинтом і вулканізують в автоклаві.

Армована каркасна конструкція виробу забезпечує поєднання міцності і гнучкості. Внутрішній переріз залишається незмінним при скручуванні, згинанні. Дюрити застосовують як гнучкі трубопроводи у водяних та оливних системах теплового (рисунок 4).



Рисунок 4 – Дюритовий рукав системи охолодження

Дюритові рукави працездатні в таких середовищах і температурних інтервалах: паливо дизельне від -55 до $+70$ °С; оливи М-14В₂, М-16Г₂ від -55 до $+120$ °С; антифриз «40», «60» від -55 до $+120$ °С; повітря від -55 до $+60$ °С; вода системи охолодження від -55 до $+130$ °С.

Для отримання манжет, втулок, ущільнювачів з різними профілями сиру гуму пропускають через шприц-машину, у якій розігріта (до $100...110$ °С) гумова суміш продавлюється через профілюючу головку. Одержані вироби вулканізують або в автоклаві при підвищеному тиску, або у вулканізаційній «трубі» при нормальному тиску, або в середовищі гарячого повітря, що циркулює, або в розплаві солей.

1.1 Особливості експлуатації гумотехнічних виробів

Незважаючи на високу еластичність, гума має остаточну деформацію. Чим вище навантаження і час його впливу, тим більша залишкова деформація. При зниженні температури еластичність гуми зменшується. Якщо температура нижче $-10 \dots 15 \text{ }^\circ\text{C}$, то гума стає спочатку напівжорсткою, а потім жорсткою; при температурі $-40 \dots 45 \text{ }^\circ\text{C}$ гума стає твердою, крихкою і малоздатною до обернених деформацій. Лише спеціальні морозостійкі сорти гуми можуть зберігати деяку еластичність навіть при $-50 \dots 55 \text{ }^\circ\text{C}$.

Підвищення температури спричиняє розм'якшення гуми, її еластичність знижується, а схильність до залишкової деформації зростає. Ці явища помітні вже при температурі $60 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$, а при температурі $110 \dots 120 \text{ }^\circ\text{C}$ межа міцності зменшується настільки, що можливе повне руйнування виробів.

Розчинники також скорочують термін служби гумових виробів. Від впливу нафтопродуктів і таких рідин, як ефір, бензол, скипидар, гума набухає, знижуються міцність, еластичність і опір зносу. Тому слід оберігати гумові вироби від контакту з ПММ і розчинниками для фарб і емалей.

Спирти, ацетон, гліцерин, олії та гліколі, а також слабкі кислоти і луги практично не взаємодіють з гумою. Кислоти та їх пари призводять до ущільнення гуми, втрачається її еластичність.

З часом через взаємодію гуми з киснем відбувається її старіння. Гума робиться жорсткою, покривається крихкою кіркою, яка легко знімається при деформації, внаслідок чого утворюється мережа спочатку дрібних, а потім глибоких тріщин. У результаті старіння гума втрачає еластичність, знижується її межа міцності, збільшується стиранність, виріб з гуми стає непридатним. Старіння прискорюється під дією прямих сонячних (ультрафіолетових) променів і підвищених температур.

При старінні, «пересиханні», дюріти і всі інші гумотехнічні вироби підлягають обов'язковій заміні.

2 ЗАСТОСУВАННЯ УЩІЛЬНЮВАЧІВ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Для забезпечення герметизації в місцях з'єднань рухомих і нерухомих деталей та недопущення витоків з цих з'єднань води, оливи, палива і газів застосовують ущільнювачі.

Такі матеріали повинні мати: високу міцність на стиск, пружність, еластичність, зносостійкість, термостійкість, стійкість до нафтопродуктів; добре формуватися, не підвищувати знос поверхонь, що ущільнюються.

Поширеним прокладним матеріалом є папір, оброблений хімічними засобами: пергамент, картон, фібра та ін. Гранична робоча температура цих матеріалів не вище +150 °С. Термостійким ущільнюючим матеріалом є азбест, який зустрічається в природі у вигляді волокон і має високу еластичність, гнучкість і вогнестійкість. Гранична температура застосування азбесту не вище +350 °С. Застосовують азбест як один з компонентів прокладок для впускного і випускного трубопроводів, кришки циліндра. Азбест як прокладний матеріал застосовують у поєднанні з металами, цементом, смолами.

Азбест – це мінерал волокнистої будови, волокна якого є агрегатами найтонших кристалітів. Довжина волокон коливається від десятих часток міліметра до декількох сантиметрів. Азбест – це нагрівостійкий матеріал, з невисокими електроізоляційними властивостями, досить еластичний, з високою механічною міцністю та здатністю до прядіння.

З азбесту виготовляють пряжу, стрічки, шнури, тканини, папір, картон та інші вироби. При температурі 450...700 °С він втрачає кристалізаційну воду і руйнується. Ця температура і визначає його нагрівостійкість. Азбест відносно гігроскопічний і розчиняється навіть у слабких кислотах. При просочуванні азбесту оліфою, парафіном, бітумами або смолами його гігроскопічність і вологопоглинальність знижуються.

Пароніт є листовим азбестотехнічним виробом (АТВ), виготовлення якого здійснюється шляхом пошарового пресування суміші волокон азбесту, каучуку, розчинника, мінеральних наповнювачів і сірки з подальшою вулканізацією під пресом. У найбільш узагальненому вигляді пароніт використовується як

матеріал прокладок (як і багато інших ГТВ) для ущільнення розніманих, що функціонують у середовищах із значеннями, що виходять за межі норми (висока агресивність, граничні значення температури і тиску). При цьому склад зовнішніх і внутрішніх шарів пароніту відрізняється для більшої пристосованості поверхні прокладок з нього до нерівностей деталей, що контактують у герметизованому з'єднанні.

Пароніт має низку незаперечних переваг – пластичність і здатність розтікатися при високому рівні тиску, що дає змогу герметично з'єднувати потрібні деталі. Пароніт відзначається великою адгезією – прилипанням, щоб цього не відбувалося, перед його застосуванням дотичні з ним поверхні обробляють тонким шаром графіту.

Склад пароніту:

- азбест – його вміст у загальній масі становить понад 60 % і забезпечує термостійкість;

- каучук – гумова суміш, яка надає пластичності, її вміст становить близько 15 %;

- інші компоненти – сірка, мінеральний наповнювач та ін.

Згідно з особливостями застосування (ДСТУ 481-80) розрізняють: пароніт загального призначення (ПЗП) і пароніт оливобензостійкий (ПМБ).

Види пароніту:

- ПЗП-А – потрібен для ущільнення деталей приладів, які працюють у середовищі соляних розчинів, гарячої води і пари;

- ПЗП-Б – використовується як прокладка в обладнанні, яке може перебувати не тільки в середовищі гарячої води, але і в середовищі газу;

- ПЗП-В – застосовується як ущільнювач у оливному середовищі.

- ПМБ – використовується як частина промислових машин, компресорів, двигунів внутрішнього згорання, стиків трубопроводів та ін. Він має властивості, які дають змогу витримати вплив підвищеної кількості кисню, рідкого азоту і продуктів нафтопереробки.

- ПА (армований) – армується металевією сіткою,

- електролізований пароніт – використовується в обладнанні, що контактує з агресивним лугом;

- кислотостійкий пароніт – застосовується в обладнанні, яке знаходиться в середовищі агресивних кислот;

- пароніт тропік – використовується як прокладка або ущільнювач плоских типів з'єднань посудин, насосів, арматури, насосів, компресорів та інших агрегатів, які розміщені в тропічному кліматі.

У системах відведення відпрацьованих газів дизеля тепловоза може використовуватися пароніт, армований металевією сіткою (так званий фероніт), при цьому сполучною хімічною речовиною може бути нітрильний еластомер, а як армуючий наповнювач – тварон або кевлар.

Пароніт, як правило, поставляється в листах товщиною від 0,04 см до 6,0 мм, найбільш поширені розміри яких 1×1,7 і 1,5×3 м. Листи товщиною до 2 мм можуть бути згорнуті в рулони.

У подальшому, залежно від особливостей матеріалу, прокладочні елементи вирізаються або вирубуються (як у випадку з армованими варіантами) під необхідний розмір технологічної пластини.

3 ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

До ізоляційних матеріалів відносять матеріали, які практично не проводять електричний струм. Вони використовуються як ізоляція при виробництві та ремонті електроустаткування локомотивів.

До них ставляться такі вимоги: стійкість проти вологи, достатня механічна міцність, висока теплостійкість (до деяких матеріалів).

Як ізоляційні матеріали застосовують слюду, ізоляційний папір, пресшпон, ізоляційну стрічку, азбест, ебоніт, фібру, гетинакс, текстоліт, бакеліт, ізоляційні лаки і компаунди.

Гетинакс – це шаруватий пластик. Виготовляють його шляхом пресування паперу у два або більшу кількість шарів, просоченого олігомерами феноло- або крезолоформальдегідних смол, або інших реактопластів, або їх сумішами. Пресування

проводиться при температурі 150...160 °С, тиску 6...10 МПа і часі витримки під тиском з розрахунку 2...5 хв на 1 мм товщини.

Текстоліт – це шаруватий пластик, виготовлений з двох або більшої кількості шарів тканини, попередньо просоченої олігомером фенолоформальдегідної смоли або іншого реактопласту. Тканина-наповнювач може бути бавовняною, скляною (склотекстоліт), поліетилентерефталатною (лавсановий текстоліт), азбестовою (азботекстоліт), можуть бути використані також неткані матеріали.

Найбільш поширеним є текстоліт на основі бавовняної тканини. Цей пластик порівняно з гетинаксом має більш високі значення питомої ударної в'язкості, стійкості до зносу й опору розколювання при втисненні клина в торець дошки. Електричні властивості його приблизно такі ж, що й гетинаксу, однак вартість текстоліту в кілька разів перевищує номінальну вартість гетинаксу. Тому його доцільно застосовувати лише у виробках, що зазнають ударних навантажень або стирання (деталі перемикачів та ін.).

У виробництві електротехнічного склотекстоліту використовують склотканину, виготовлену з алюмоборсилікатного скла з вмістом оксидів лужних металів не більше 0,5 %. Як зв'язуюче використовують кремнійорганічні лаки або композиції на основі кремнійорганічних і епоксидних смол. Виготовляють також фольгований склотекстоліт, який порівняно з фольгованим гетинаксом має більш високу стійкість до підвищених температур і вологості. Електрична міцність склотекстоліту майже в три рази вища, ніж текстоліту з бавовняної тканини.

До просочених волокнистих електроізоляційних матеріалів належать лакотканини, лакопапери, електроізоляційні стрічки. Отримують ці матеріали шляхом просочення електроізоляційними лаками або спеціальними сумішами волокнистих матеріалів (тканин, паперу, стрічок) природних і синтетичних, рослинного і тваринного походження, органічних і мінеральних.

При просочуванні пори волокнистих матеріалів заповнюються електроізоляційною сумішшю, у результаті чого

підвищується електрична міцність і теплопровідність, знижується гігроскопічність. У ряді випадків підвищується нагрівостійкість.

Для просочування використовують лаки олійні (клас нагрівостійкості *E*), бітумно-олійні (класи нагрівостійкості залежно від природи об'єкта, що просочується, *A*, *E*, *B*), поліефірноепоксидні (клас нагрівостійкості *E*), кремнійорганічні (клас нагрівостійкості *H*) тощо.

Електроізоляційні лаки, емалі і компаунди. Лаки, емалі і компаунди – це багатокomпонентні матеріали, що перебувають при виготовленні ізоляції в рідкому, а в готовій ізоляції – у твердому стані. За призначенням лаки поділяються на просочувальні, покривні і склеювальні.

Просочувальні лаки застосовують для просочення пористої і, зокрема, волокнистої ізоляції (паперу, тканини, ізоляції обмоток апаратів і електромашин). Після просочення збільшується електрична міцність і теплопровідність ізоляції, знижується гігроскопічність. При просочуванні органічної волокнистої ізоляції зростає також нагрівостійкість, так як зменшується вплив кисню повітря. До просочувальних лаків належать лаки кремнійорганічні (КО-921, КО-810), олійно-бітумні (БТ-980, БТ-987), олійно-гліфталеві (ГФ-95) та ін. Букви вказують на хімічну природу основного компонента лаку, перша цифра – призначення лаку (9 – електроізоляційний), наступні цифри – порядковий номер лаку у відповідній групі.

Покривні лаки служать для утворення на поверхні виробів гладкої, блискучої, механічно міцної і вологостійкої плівки. Часто покривні лаки використовують для покриття попередньо вже просоченої пористої (волокнистої) ізоляції.

Деякі покривні лаки, так звані емаль-лаки, наносять не на поверхню твердого діелектрика, а безпосередньо на поверхню металу, утворюючи електроізоляційний шар (і одночасно здійснюючи антикорозійний захист). Якщо в покривний лак ввести пігмент – дрібнодисперсний неорганічний наповнювач, який є одночасно і барвником, – отримаємо емаль.

Як покривні лаки застосовують кремнійорганічний лак (КО-928, КО-938В та ін.), поліуретановий (ВУЛ-1), оливний (ОЛ-1), поліамідний (АД-9113), полімідний (ПАК-1). Застосовують емаль-лаки на полівінілацетатній основі (ВЛ-941).

Склеювальні лаки застосовують для склеювання листів твердих діелектричних матеріалів, наприклад, у виробництві міканітів – листочків розщепленої слюди. Використовують ці лаки також для склеювання твердих діелектриків з металами. Основні вимоги, що ставляться до цих лаків, – висока адгезія до матеріалів, що склеюються, гарні механічні та електричні властивості.

До склеювальних лаків відносять клей на основі фенолоформальдегідних смол (БФ-2, БФ-4 і БФ-6), поліуретановий клей (ПУ-2), епоксидний гарячого затвердіння (ЕП, ЕПР), холодного затвердіння (ВС), епоксидно-кремнійорганічний холодного затвердіння (К-400) та ін.

Електроізоляційні лаки за режимом сушіння поділяються на лаки гарячого (вище 70 °С) і холодного (20 °С) сушіння. Лаки гарячого сушіння, як правило, мають більш високі електричні і механічні властивості.

Компаунди – це електроізоляційні просочувальні і заливальні суміші, що складаються із різних смол, бітумів, олій та ін. Ці суміші не містять розчинника. У момент застосування при нормальній або підвищеній температурі компаунди перебувають у рідкому стані. Потім компаунди тверднуть у результаті охолодження або перебігу хімічних процесів. За механізмом затвердіння компаунди діляться на термопластичні (на основі бітумів, церезину тощо), що працюють при низьких температурах, і термореактивні (на основі метакрилової кислоти, поліуретанів, епоксидних смол тощо), які використовують для роботи при підвищених температурах.

Компаунди залежно від призначення поділяються на просочувальні і заливальні. Особливу групу становлять порошкоподібні компаунди, що застосовуються для напилення ізоляції. Компаунди виробляють на основі синтетичних смол, бітумів, воскоподібних діелектриків. Для поліпшення механічних властивостей в них вводять пластифікатори, затверджувачі і наповнювачі (кварцове борошно, тальк тощо).

Компаунди застосовують для просочення обмоток електричних машин, трансформаторів і дроселів, заливки радіосхем і приладів, герметизації різних вузлів, виготовлення литої ізоляції тощо.

Слюда і матеріали на її основі. Слюда – це природний кристалічний мінерал, що має хороші діелектричні властивості і високу нагрівостійкість. Її характерною особливістю є шарувата структура й анізотропія властивостей. Кристаліти слюди легко розщеплюються за поверхнями спайності на пластинки товщиною 0,5-5 мкм і більше.

Відомі кілька десятків різновидів слюди. Усі вони за хімічним складом є водними алюмосилікатами. В електроізоляційній техніці застосовують два види слюди: мусковіт, склад якого приблизно виражений формулою $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$, і флогопіт – $K_2O \cdot 6MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$. Фактично склад слюди може істотно змінюватися; до неї можуть входити й інші оксиди (Fe_2O_3 , TiO_2 , Cr_2O_3 , MnO , CaO , Na_2O).

Мусковіти за електричними властивостям кращі, ніж флогопіти. У них більш висока механічна міцність, твердість, гнучкість і пружність. Однак у флогопіту більш висока нагрівостійкість і, що дуже важливо для ізоляції колекторних пластин електромашин, практично однакова з міддю стиранисть. Колекторний міканіт (дивись нижче) на основі флогопіту стирається одночасно з міддю, тому не потрібно проводити «продорожування» колектора.

При нагріванні кристалізаційна вода починає виділятися у мусковіту при температурі 500...600 °С, а у флогопіту – при 800...900 °С. Слюда при цьому спучується в результаті розшаровування, втрачає прозорість, електричні і механічні властивості різко погіршуються. При температурі 1260...1330 °С слюда плавиться.

Крім слюди природної, набула поширення слюда синтетична – фторфлогопіт, яка відрізняється від флогопіта тим, що в її кристалічній решітці гідроксильні групи *ОН* заміщені іонами фтору *F*. Фторфлогопіти мають більш високі нагрівостійкість (до 1000 °С) та електричні властивості і вони більш стійкі хімічно.

Мікалекси є пресованою масою, у якій зв'язуючим є легкоплавке скло (борно-свинцеве або борно-баритове), а наповнювачем – порошкоподібний мусковіт. Пресування проводиться при температурі розм'якшення скла – близько 600 °С і тиску 50...70 МПа, при цьому скло хімічно взаємодіє з поверхнею слюди.

Міканіти є композиційним матеріалом листової або рулонної будови, який виготовляють шляхом склеювання окремих пластинок щипаної слюди за допомогою склеювального лаку або сухої смоли, іноді із застосуванням волокнистої підкладки з паперу або тканини. Підкладка наклеюється з одного або з обох боків, збільшуючи міцність матеріалу на розрив і ускладнюючи відшаровування пластинок слюди при вигинанні матеріалу. Класифікують міканіти за допомогою двох або трьох букв і цифри. Перша буква позначає тип міканіту: К – колекторний, П – прокладний, Ф – формувальний, М – мікафолій, Г – гнучкий, Л – мікострічка. Друга буква характеризує вид слюди: М – мусковіт, Ф – флогопіт, С – суміш мусковіту і флогопіту. Третя і подальші букви і цифри вказують на вид склеювальної речовини і додаткові характеристики матеріалу.

За нагрівостійкістю міканіти при використанні звичайних склеювальних речовин і органічних підкладок належать до класу *B* (130 °C), при вживанні спеціальних склеювальних речовин і неорганічних підкладок (склотканини, склосітки) – до класу *F* (155 °C) і *H* (180 °C).

Колекторний міканіт (К) виготовляють зі слюди флогопіту, яка легше стирається. Як зв'язуюче беруть шелак, гліфталеву або іншу смолу в мінімальній кількості (до 4 %). Міканіт К має хороші механічні властивості і малу усадку. Його використовують як ізоляцію мідних колекторних пластин (міжпластинна ізоляція) електричних машин.

Прокладний міканіт (П) виробляють зі слюди мусковіту, флогопіту або їх суміші. Як зв'язуюче використовують шелак, гліфталеву або кремнійорганічну смолу. Вміст слюди в міканіті П становить 80...97 %. Застосовують його для виготовлення різних електроізоляційних прокладок, шайб та ін.

Формувальний міканіт (Ф) виготовляють у вигляді листів товщиною від 0,1 до 0,5 мм з вмістом слюди 80...95 %, решта зв'язуючі – шелак, гліфталева або кремнійорганічна смола. При нормальній температурі міканіт Ф твердий, проте при нагріванні розм'якшується і стає здатним набувати задану форму, яка при охолодженні зберігається. Застосовують його для виготовлення колекторних манжет (ізоляція колектора від вала в

електромашинах), каркасів катушок, фланців, трубок та інших фасонних виробів.

Мікафолій (М) є різновидом формувального міканіту. Виготовляють його з флогопіту або мусковіту. Як зв'язуюче використовують гліфталевий, шелачний, поліефірний або кремнійорганічний лак. Вміст слюди в ньому не менше 45...50 %. Має з одного боку підкладку з паперу, склотканини або склосітки. Застосовують для ізоляції стрижнів якірних обмоток машин високої напруги, де потрібні великі зусилля під час намотування.

Гнучкий міканіт (Г) отримують на основі мусковіту або флогопіту у вигляді листів товщиною від 0,15 до 0,50 мм. Як зв'язуюче застосовують олійно-бітумні, олійно-гліфталеві або кремнійорганічні лаки. Вміст слюди (без підкладок) становить 75...90 %. Випускають також гнучкі міканіти на підкладці, тобто обклеєні з обох боків папером; вміст слюди в них не менше 50 %. Ці міканіти мають гнучкість та використовуються як ізоляція обмоток секцій, гнучких прокладок, пазової ізоляції тощо електричних машин і апаратів.

Мікострічка (Л) – різновид гнучкого міканіту. Отримують з великих пластин слюди, склеєних в один шар з перекриттям приблизно на одну третину. Має з одного або з обох боків підкладки з паперу, склотканини або склосітки. Мікострічки випускаються товщиною 0,10; 0,12; 0,15 і 0,17 мм і шириною від 10 до 35 мм. Є одним з основних видів ізоляції електричних машин високої напруги. Зберігають у закритій металевій тарі, заповненій насиченою парою відповідного лакового розчинника. Якщо мікострічка пересохла, її необхідно витримати в парах лакового розчинника.

Слюдиніт (за кордоном – саміка) і слюдопласти виготовляють за допомогою папероробних машин, тому їх також називають слюдяними паперами. На відміну від міканітів їх виробництво максимально механізоване і практично виключає ручну працю. Виготовляють слюдиніти і слюдопласт з подрібненої спеціальним методом очищеної вихідної (нешипаної) слюди мусковіт або флогопіт чи їх відходів. При подрібненні слюди утворюються пластинки (лусочки) товщиною до 1 мкм, довжиною і шириною близько десятих часток міліметра. З маси подрібненої слюди і води (пульпи) за допомогою папероробної

машини отримують слюдинітовий папір товщиною від 10 до 150 мкм для виробництва слюденіту або товщиною від 40 до 200 мкм – для слюдопластів. Отриманий матеріал просочують зв'язуючим на основі смоли епоксидної, кремнійорганічної або ін.

Електроніт і азбестоцемент – матеріали на основі азбесту. Електроніт – це пластмаса, де наповнювачем є азбестове волокно, а зв'язуючий – каучук. Випускають електроніти в листах товщиною від 0,1 до 6 мм. Нагрівостійкість електроніту – клас *B* (130 °C). Застосовується він у низьковольтній апаратурі як втулки, прокладки та ін.

Азбестоцемент – неорганічна пластмаса, де наповнювачем є азбестове волокно, а зв'язуючим – портландцемент. Азбестоцемент має непогані механічні властивості і високу нагрівостійкість (у непросоченого понад 220 °C), іско- і дугостійкість. Завдяки останньому широко використовується у виробництві іско- і дугогасильних камер і перегородок.

3.1 Ізоляційні матеріали для ремонту електричного обладнання та електричних машин локомотивів

В електричних машинах магістральних тепловозів і електровозів, які випускаються тепер, застосовують ізоляцію підвищеної нагрівостійкості класів *F* та *H* з гранично допустимими температурами нагріву відповідно 155 і 180 °C. Нові види ізоляції впроваджують також при капітальних ремонтах електричних машин, виготовлених раніше.

Для корпусної ізоляції замість мікострічки використовують склослюдинітову стрічку ЛЗ-ЕП-934-Тпл товщиною 0,1 мм. Цю стрічку виготовляють зі слюдинітового паперу марки СБ-1, просоченого в поліефірно-епоксидному лаку ЕП-934. Цим же лаком до слюдинітового паперу з одного боку підклеюють склотканину марки 325, з другого – поліетилентерефталатну плівку. Стрічку накладають з перекриттям в половину ширини у чотири шари на катушку якоря та один шар – на зрівнювач.

Виткову ізоляцію підсилюють шляхом додаткової ізоляції середніх провідників фторопластовою або лавсановою плівкою або установленням між витками прокладок з мікострічки ЛФЧ-ББ-0,13.

Покривну ізоляцію котушок якоря і зрівнювачів виконують електроізоляційною скляною стрічкою ЛЕС товщиною 0,1 мм з перекриттям у половину ширини.

Для захисту котушок від механічних пошкоджень на виході з паза пакета якоря встановлюють ізоляційні гільзи, а при укладанні котушок паз вистилають плівко-склолакотканиною Г-ТТ-2Г1л товщиною 0,17 мм або ізофлексом. Плівко-склолакотканину виготовляють з двох шарів поліетилентерефталатної плівки, армованої між шарами склотканиною.

Задню натискну шайбу обпресовують склотканиною ПС-ІФ / ЕП-Е. Як бандаж для кріплення лобових частин обмотки застосовують склобандажну стрічку ОСБ-Б товщиною 0,2 і шириною 20 мм. У пазах катушки закріплюють клинами зі склотекстоліту марки СТЕФ-1. Обмотаний якір просочують у лаку ФЛ-98 і покривають емаллю ГФ-92-ГС.

Для захисту котушок від механічних пошкоджень на виході з паза пакета якоря встановлюють ізоляційні коронки, виготовлені з просоченої склотканини ПС-ІФ/ЕП. Для полегшення видалення головки коронки після укладання обкладинки у коронці передбачено проріз.

Виткову ізоляцію котушок головних і додаткових полюсів виконують азбестовою стрічкою ЛАЕ товщиною 0,4 мм, просоченою в лаку ГФ-95, корпусну ізоляцію – склослюдинітовою стрічкою ЛС-ЕК-5-тпл товщиною 0,13 мм в три шари з перекриттям половини ширини.

Як покривну ізоляцію використовують термоусадочну лавсанову стрічку, що має усадку після термообробки 10 %. Застосування цієї стрічки дає змогу виключити операцію гідростатичного обпресування котушок після накладання корпусної ізоляції.

При ремонті епоксидними сумішами відновлюють склопластикові електроізоляційні деталі. В експлуатації опорні ізолятори струмоприймача і роз'єднувача РВН-1, кронштейни і пальці щіткотримачів тягових двигунів, стрижні пневматичних контакторів та інші деталі зі склопластиків, прес-матеріалу АГ-4 і ДСВ можуть пошкоджуватися від дії електричної дуги, а також в окремих випадках мати сліди перекриття або пробою електричним

струмом. Зустрічаються деталі, що мають на своїй поверхні неглибокі тріщини (до 1 мм), незначні розшарування і відколи.

Ці дефекти усувають застосуванням епоксидних компаундів у такій послідовності. Після очищення деталі від пилу і бруду протирають закопчені місця чистою ганчіркою або серветками, змоченими в бензині. Обробляють дефектне місце на поверхні деталі на стругальному, фрезерному, токарному верстатах або вручну слюсарним інструментом до появи чистого шару склопластику, обдувають стисненим повітрям і очищену поверхню знову знежирюють. Епоксидний компаунд готують такого складу, у вагових частинах: епоксидна смола – 100, кварцове борошно (наповнювач) – 300, метафенілендіамін (затверджувач) – 20. Компаунд наносять шпателем на підготовлені поверхні тонким шаром 0,3...0,5 мм і деталь витримують 24 год при температурі 10...20 °С та 5...6 год у сушильній камері при 100...120 °С.

Затверділий компаунд на поверхні деталі зачищають скляною шліфувальною шкуркою № 25 і полірують повстятим кругом без пасти. Відремонтовані деталі перевіряють на електричну міцність відповідно до вимог технічної документації.

4 ЗАСТОСУВАННЯ ЛЮМІНОФОРІВ І ФЛЮОРЕСЦЕНТНИХ ЕМАЛЕЙ

Люмінофори. Некогерентне світлове випромінювання, надлишкове над тепловим при тій же температурі і що має тривалість більш 10^{-10} с, називається люмінесценцією. На відміну від теплового це випромінювання є нерівноважним і збуджується за рахунок будь-якого виду енергії, крім внутрішньої (теплової). Люмінесцентні речовини представляють клас люмінофорів.

Люмінесценція – це послідовність двох процесів: перший – поглинання енергії ззовні і перехід частини атомів з нормального стану в збуджений; другий – повернення системи в нормальний стан, що супроводжується випусканням світлових квантів (фотонів). Залежно від джерела збудження (світло, електронний пучок, електричне поле тощо) розрізняють кілька видів люмінесценції і відповідно люмінофорів. Люмінофори поділяють

на фотолюмінофори (джерело збудження – світло), катодолюмінофори (джерело збудження – катодний пучок електронів), електролюмінофори (джерело збудження – електричне поле), радіолюмінофори (джерело збудження – радіоактивне випромінювання), хемілюмінофори (джерело збудження – хімічні реакції) тощо.

Люмінофори легують металами в кількості зазвичай 0,001...3 %, які обумовлюють не тільки появу світіння, а й його колір і тривалість післясвітіння. Ці легуючі домішки називають активаторами. У світлотехніці широко використовують різні порошкові люмінофори, багато з яких мають змінний хімічний склад.

Для збільшення дальності видимості на лобові поверхні тягового рухомого складу наносять смуги, покриті денними флуоресцентними синтетичними емаллями (ДФЕ). Вони значно яскравіші від звичайних фарб, що забезпечується за рахунок випромінювання люмінофорів, що входять до складу ДФЕ. Видимість рухомого складу з яскравими оранжево-червоними смугами на лобових поверхнях збільшується в 3...4 рази. Навіть у складних метеорологічних умовах при денному світлі ці смуги не втрачають своєї яскравості.

З часом через сонячну радіацію, під дією атмосферних опадів світлостійкість ДФЕ різко погіршується. Вони вицвітають, втрачають блиск, стають матовими, білими. Стан покриття ДФЕ та тривалість збереження яскравості значною мірою залежать від дотримання технології нанесення їх на лобові поверхні тягового рухомого складу.

Правилами ремонту локомотивів установлюється періодичність нанесення і відновлення покриттів ДФЕ. Нанесення ДФЕ при ремонтах КР-1 і КР-2, а також поточних здійснюють за такою технологією.

Після очищення, обмивання, сушіння та знежирення поверхонь кузова локомотивів і МВРС проводять розмічання і ґрунтування ділянок лобової поверхні для нанесення смуг ДФЕ.

При механізованому способі нанесення використовують ґрунтовки ВЛ-0,2 або АК-069, або АК-70, а при ручному – ґрунтовку ФЛ-ОЗК. Висушені заґрунтовані поверхні шліфують наждачним полотном № 320 – водостійкою шкуркою із

застосуванням води, видаляють пил з очищених поверхонь волосяною щіткою. Нерівності видаляють шпаклівкою ПФ-002. Шпаклівку наносять тонким шаром товщиною 1-1,5 мм для запобігання появі тріщин, пухирців і відшарувань.

Шпаклівку шліфують так само, як і ґрунтовку, сушать і очищають від пилу. За контуром розміченої ділянки для нанесення смуг ДФЕ наклеюють клейову паперову стрічку і наносять флуоресцентні емалі. При механізованому способі наносять два шари білої емалі АС-599 або АС-131, при нанесенні пензлем – два шари білої ґрунтовки АС-071. Сушать поверхні, покриті ДФЕ, пошарово. Кожен шар емалі АС-599 або АС-131 сушать 1,5-2 год, а перший шар ґрунтовки АС-071 сушать 4 год, другий шар – 24 год. Для захисту флуоресціюючих емалей від вицвітання на їх поверхню наносять два шари фільтра-лаку АС-528, який також сушать пошарово: перший шар – 2 год, другий – 24 год.

При використанні сушильного обладнання на поверхні, покриті емаллю АС-599 або ґрунтовкою АС-071, наносять додатково два шари емалі АС-554, які сушать пошарово: кожен шар сушать 15 хв при температурі 20 °С, після чого температуру підвищують до 60 °С і сушать ще 20 хв. На висушені поверхні емалі АС-554 наносять два шари фільтра-лаку АС-528, які сушать також пошарово: перший шар при температурі 20 °С – 15 хв, а потім при 60 °С – 20 хв; другий шар при температурі 20 °С – 15 хв, потім при 60 °С – 3 год.

На завершення технологічного процесу нанесення ДФЕ знімають клейову паперову стрічку. Перед повним зафарбовуванням кузова смуги, покриті ДФЕ, ретельно ізолюють клейовою паперовою стрічкою.

За вказаною технологією також наносять ДФЕ на знімні металеві щитки, які встановлюють на лобові поверхні капотних кузовів локомотивів, замість нанесення смуг, покритих флуоресціюючими емаллями.

Як зазначалося вище, у процесі експлуатації тягового рухомого складу погіршується стан смуг ДФЕ, на них з'являються незмивні забруднення, потемніння, що не піддаються очищенню, покриття стають блідими. У тих випадках, коли втрата яскраво-оранжево-червоного кольору займає більше 30 % поверхні смуг ДФЕ, необхідно їх відновити.

При ремонті ПР-3, а за необхідності і при проведенні ПР-2 відновлення виконують двома способами за такою технологією.

Перший спосіб застосовують у разі, коли покриття ДФЕ не має пошкоджень у вигляді сколів, здуття, розтріскувань і має необхідну адгезією з металевою поверхнею кузова. При такому стані поверхню смуг ДФЕ очищають від забруднень з використанням мийних засобів на основі поверхнево-активних речовин з наступним обмиванням поверхні теплою водою до повного видалення залишків мийного складу.

При наявності на поверхні смуг глянцею їх шліфують, очищають від пилу і просушують. По контуру смуг ДФЕ наклеюють клейову паперову стрічку. Потім пензлем наносять два шари білої ґрунтовки АС-071 і після повного висихання наносять два шари емалі АС-554. Сушать смуги емалі пошарово: перший шар – 2 год, другий – 24 год.

Після повного висихання на поверхню смуг наносять два шари фільтра-лаку, які сушать пошарово з інтервалом 20 хв. Після повного висихання знімають клейову паперову стрічку.

Другий спосіб застосовують, коли на смугах ДФЕ є руйнування у вигляді відшарувань, здуття, тріщин, відколів та інших дефектів. У цьому випадку смуги повністю очищають від старого покриття до чистого металу. Наносять клейову паперову стрічку за контуром смуг і потім два шари ґрунтовки АС-071, який сушать і шліфують як і при першому способі. На заґрунтовані і повністю просушені смуги наносять два шари емалі АС-554 і два шари фільтра-лаку АС-528. Сушать емаль і фільтр-лак у тій же послідовності, як і в першому способі.

У процесі експлуатації рухомого складу збереження яскравості ДФЕ значною мірою залежить від догляду за покриттям смуг. При технічних обслуговуваннях і поточних ремонтах обтирають пофарбовані поверхні ДФЕ чистою м'якою ганчіркою або серветкою, змоченою в теплому 3 % -му водному розчині господарського мила з подальшим обмиванням чистою водою. Не допускається очищати поверхню ДФЕ дизельним паливом, оливою, бензином, гасом чи іншими нафтопродуктами, а також лужною водою, яку застосовують для охолодження дизелів тепловозів. Флуоресцентні емалі і фільтр-лак не містять у своєму складі токсичних, радіоактивних або фосфорцентних речовин і за

своїм впливом на організм людини нічим не відрізняються від звичайних синтетичних лакофарбових матеріалів.

ЗАПИТАННЯ З ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

- 1 Які основні фізико-механічні властивості має гума і якими показниками оцінюються ці властивості?
- 2 З яких компонентів складається гума?
- 3 Які ви знаєте каучуки і які вони мають властивості?
- 4 Що таке вулканізація гуми?
- 5 Розкажіть про особливості експлуатації гумових виробів.
- 6 Розкажіть про призначення, асортимент і вимоги до матеріалу ущільнювача.
- 7 Назвіть основні види прокладок, що використовують при ремонті локомотивів.
- 8 Що таке віброізоляційні матеріали?
- 9 Що таке шланги і рукави та які вимоги до них?
- 10 Які електроізоляційні матеріали є основними та де вони застосовуються?
- 11 Наведіть вимоги до збереження яскравості ДФЕ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Правила капітального ремонту КР-1, КР-2 тепловозів 2ТЕ116 : наказ ЦТ-0116 / затв. наказом Укрзалізниці від 10.10.2005 р. № 505-ЦЗ. Київ : Укрзаліниця, 2005. 244 с.
- 2 Правила технічного обслуговування та поточного ремонту тепловозів 2ТЕ116 : наказ ЦТ-0043 / затв. наказом Укрзалізниці від 20.03.2013 р. № 075-Ц/од. Київ : НВП Поліграф-сервіс, 2013. 323 с.
- 3 Правила капітального ремонту КР-1, КР-2 електровозів змінного струму ВЛ80в/і, ВЛ82м : наказ ЦТ-0134 / затв. наказом Укрзалізниці від 16.03.2006 р. № 253-ЦЗ. Київ : Укрзаліниця, 2012. 313 с.

4 Колосюк Д. С., Зеркалов Д. В. Експлуатаційні матеріали : підручник. Вид. 2-ге, допов. Київ : Арістей, 2005. 241 с.

5 Полянський С. К., Коваленко В. М. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник. Київ : Либідь, 2005. 504 с.

6 Дацюк Л. М. Паливно-мастильні матеріали : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» денної та заочної форм навчання. Луцьк : Луцький НТУ, 2014. 48 с.

7 Колесов С. Н., Колесов И. С. Электротехнические и конструкционные материалы : учеб. для студ. электротехн. и электромеханич. специальностей вузов. Киев : Транспорт Украины, 2002. 384 с.

