

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін

ЛАКОФАРБОВІ ТА ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ

Конспект лекцій

з дисципліни

«ЛОКОМОТИВНІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»

Харків – 2019

Жалкін Д. С., Жалкін С. Г. Лакофарбові та полімерні матеріали: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 37 с.

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

У конспекті розглянуто застосування лакофарбових матеріалів для захисту вузлів локомотивів від дії атмосферного впливу. Розглянуто склад лакофарбових матеріалів, їх класифікацію та маркування, властивості, способи нанесення та фарбування при виготовленні та ремонті локомотивів.

У стислій формі наведені відомості про класифікацію, властивості та можливості застосування полімерних і композиційних полімерних матеріалів при виготовленні та ремонті локомотивів. У заключній частині наведено вимоги до охорони праці та пожежної безпеки під час використання лакофарбових та полімерних матеріалів

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. 7, табл. 2, бібліогр.: 8 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

ЛАКОФАРБОВІ ТА ПОЛІМЕРНІ 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. 2,0. 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 лакофарбових матеріалів у локомотивному господарстві.....	4
1.1 Вимоги до лакофарбового покриття.....	4
1.2 Структура лакофарбового покриття та вимоги до основних матеріалів.....	5
1.3 Склад лакофарбових матеріалів. Допоміжні матеріали	6
1.4 Класифікація і маркування лакофарбових матеріалів і покриттів.....	11
1.5 Основні властивості лакофарбових матеріалів	12
1.6 Технологія фарбування локомотивів.....	15
2 Застосування полімерних матеріалів у локомотивному господарстві.....	20
2.1 Застосування полімерів і пластмас при виробництві та ремонті локомотивів.....	20
2.2 Застосування клеїв і еластомерів при ремонті локомотивів	25
2.3 Технологічні особливості застосування полімерних композицій.....	32
3 Техніка безпеки при роботі з лакофарбовими і полімерними матеріалами.....	33
Запитання з підготовки до модульного контролю	36
Список літератури	37

1 ЗАСТОСУВАННЯ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

При тривалій експлуатації на локомотив діють різноманітні фізичні фактори. Крім того, не варто забувати і про погодні умови. Різкі перепади температурних режимів, різноманітні опади і прямі сонячні промені негативно впливають на рухомий склад.

Лакофарбові матеріали (ЛФМ) служать для створення на поверхні, що фарбується, міцного шару з лаків і фарб, які оберігають виріб від руйнівної дії зовнішнього середовища та для декоративного оздоблення. У локомотивному господарстві застосовується велика кількість різноманітних ЛФМ. Для виробництва останніх як сировина і напівфабрикати використовуються плівкотвірні речовини (олії, смоли), пігменти, пластифікатори, розчинники тощо. Сировинними джерелами для отримання численних синтетичних ЛФМ та їх складових частин є нафта і нафтові гази, кам'яне вугілля й деревина.

1.1 Вимоги до лакофарбового покриття

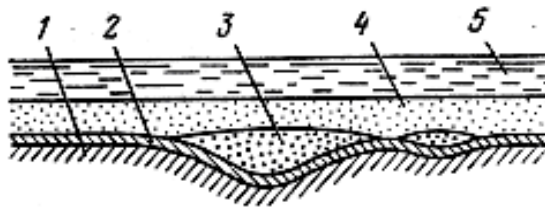
Лакофарбове покриття повинне: добре триматися на поверхні; мати необхідну механічну міцність, твердість і еластичність та стійкість проти впливу вологи, нафтопродуктів, відпрацьованих газів і сонячних променів; бути водо- і газонепроникними; зберігати свої якості при додатних температурах улітку, від'ємних температурах узимку; бути нейтральними, не спричиняти корозії пофарбованих поверхонь; швидко висихати після нанесення на поверхню і не потребувати для цього складних сушильних пристроїв; забезпечувати необхідний колір фарбування при мінімальних товщині і кількості шарів, що наносяться, тобто мати гарну покривність; бути недорогими, довговічними і давати змогу проводити часткове або повне відновлення недорогими і доступними засобами.

Ні один із сучасних матеріалів повністю не відповідає зазначеним вимогам. З цієї та ряду інших причин у більшості випадків покриття робляться багатошаровими.

1.2 Структура лакофарбового покриття та вимоги до основних матеріалів

Основними елементами багатошарового лакофарбового покриття є: шар ґрунтовки, шар шпаклівки і кілька шарів фарби (рисунок 1).

На підготовлену поверхню наноситься перший шар покриття – ґрунтовка. Основне його призначення – забезпечувати високу адгезію між металом і наступними шарами покриття.



1 – поверхня, що фарбується; 2 – шар ґрунту; 3 – шар місцевої шпаклівки; 4 – шар загальної шпаклівки; 5 – шар фарби

Рисунок 1 – Структура багатошарового лакофарбового покриття

З огляду на це від ґрунтовок потрібно: високе прилипання (адгезія) до металів, деревини та інших конструкційних матеріалів; здатність утримувати на собі наступні шари покриття за рахунок взаємопроникнення матеріалів; гарні антикорозійні властивості; за можливості швидке висихання.

Шпаклівка служить для вирівнювання поверхні, що фарбується. Розрізняють місцевий і загальний шпаклювальні шари. Перший має на меті вирівнювання великих дефектів, другий – отримання гладкого покриття всієї площі, що фарбується.

Від шпаклювальних матеріалів потрібно: гарне прилипання до ґрунтовок; достатня механічна міцність, значна ударо- і вібростійкість; здатність до швидкого висихання та шліфування.

Оброблена шпаклівка або ґрунтовка покривається декількома шарами фарби або емалі. Кожен шар проходить етап сушіння.

Від фарб потрібна: достатня адгезія до ґрунтовок і шпаклівок; здатність утворювати суцільну захисну плівку; висока

атмосферостійкість; стійкість до впливу палива, оливи та інших речовин, з якими покриття контактує при експлуатації локомотивів.

1.3 Склад лакофарбових матеріалів. Допоміжні матеріали

Лакофарбові матеріали містять такі основні компоненти: плівкоутворювачі, пігменти, розчинники, розріджувачі, пластифікатори, сикативи, наповнювачі.

Основними єднальними компонентами ЛФМ є *плівкоутворювачі*. Ці речовини висихають тонким шаром на поверхні під дією світла, тепла та утворюють суцільну плівку. Від плівкоутворювачів залежить міцність з'єднання покриттів з поверхнею, стійкість до впливу навколишнього середовища та інші якості покриття.

Застосовуються рідкі, тверді і комбіновані плівкоутворювачі. До них належать смоли, нітроцелюлози, олії (оліфи).

Найбільш поширеними рідкими плівкоутворювачами є оліфи (льняна, конопляна, соняшникова, бавовняна та ін.). Всі оліфи ділять на три групи: натуральні, напівнатуральні і синтетичні.

Натуральні оліфи готують шляхом обробки олій при температурі +100...150 °С з додаванням 0,1...2,5 % сикативів. Кращі сорти натуральної оліфи отримують з льняної олії.

Температурна обробка олії і введення сикативу прискорюють затвердіння плівок при нанесенні фарби на поверхню в 5...6 разів порівняно з сировою олією.

Ущільнені, або напівнатуральні, оліфи – продукт ущільнення олій, що утворюється при продуванні повітря через олію, що зазнає тривалого нагрівання до температури +280...300 °С.

До синтетичних належить гліфталева оліфа, що складається із суміші гліфталевих смол і ущільнених олій. Така оліфа повноцінно замінює натуральну.

Твердими плівкоутворювачами є природні і синтетичні смоли. До природних смол належать каніфоль, шелак, асфальт тощо. Ці смоли розчиняють уайт-спіритом, ксилолом тощо.

До синтетичних твердих плівкоутворювачів належать високомолекулярні полімерні сполуки – терморективні,

термопластичні і затверджувальні пластмаси: гліфталеві, меламінні, фенольні, полівінілацетатні, епоксидні тощо.

Плівки діляться на оборотні та необоротні. Плівки, які після висихання під дією розчинника можуть стати знову рідкими, називаються оборотними. Натуральні смоли створюють оборотні плівки. Необоротні плівки після висихання не розчиняються. Нерозчинні плівки утворюють термореактивні смоли й олії.

Розчинники служать для розчинення плівкоутворювача, надання йому певної в'язкості. До них належать леткі рідкі органічні сполуки, які повністю випаровуються після нанесення ЛФМ на поверхню.

Розріджувачі призначені для зниження в'язкості готових ЛФМ, але самі розчиняти плівкоутворювачі не можуть. Розріджувачі дешевші від розчинників. При надлишку розчинника плівкоутворювач може згорнутися і випасти в осад. Розчинник повинен мати меншу леткість, ніж розріджувач, що необхідно враховувати при виборі розріджувачів.

Найбільш широко використовуються як розріджувачі уайт-спірит, сольвент-нафта, скипидар, ксилол.

Уайт-спірит – це вузька фракція бензину прямої перегонки, що википає при температурах від +165 до +200 °С.

Сольвент-нафта є продуктом перегонки кам'яновугільної смоли і складається із суміші ароматичних та інших вуглеводнів.

Скипидар отримують перегонкою хвойної смоли. Він википає в межах +153...170 °С і являє собою летку прозору рідину.

Ксилол – це ароматичний вуглеводень, який отримують перегонкою бензолу.

Пігменти – це сухі фарби, які надають ЛФМ колір і непрозорість. Пігменти нерозчинні в лаках і оліфі. Тому пігменти містяться в плівкоутворювачах і розчинниках у підвішеному стані. При висиханні суспензія пігментів збільшує міцність покриття, атмосферостійкість та ін. Поширеними пігментами є оксиди і солі металів (заліза, свинцю, цинку, титану тощо), сажа, алюмінієва пудра, глина, крейда, охра.

Пластифікатори, або пом'якшувачі, додаються до ЛФМ для надання покриттю еластичності, гнучкості, довговічності. Крім того, вони підвищують прилипання, світло-, тепло-, морозостійкість. Пластифікаторами служать льняна і касторова

олії, ефіри кислот, камфора, термопластичні смоли. При недостатній кількості пластифікатора в ЛФМ з часом підвищується крихкість покриття і здатність до руйнування.

Сикативи – це речовини, що прискорюють процес утворення плівки. Як сикативи застосовують окисли свинцю, марганцю, кобальту або солі органічних кислот цих металів. Сикативи використовують у рідкому і твердому вигляді в певних кількостях. При занадто великій кількості сикативів відбувається не скорочення, а збільшення часу висихання.

Наповнювачі застосовують як домішки до надмірно насичених і непрозорих барвників для часткової їх заміни. Це сприяє більш повному осадженню барвника і кращому його закріпленню. До поширених наповнювачів належать крейда, гіпс, каолін, тальк, гідрат окису алюмінію.

Лаки та емалі. Розчини твердих плівкоутворювачів у розчинниках називають лаками. Лаки широко застосовують як самостійний матеріал і в складі різних фарб, ґрунтовок, шпаклівок.

Суспензію твердого барвника (пігменту) в лаку називають емаллю або емалевою фарбою. До складу емалей можуть входити пластифікатори, сикативи і розчинники.

Нітроемалі. Це розчин нітроцелюлози з додаванням пластифікаторів, смол і фарбувальних речовин. Нітроцелюлози отримують шляхом обробки деревини або бавовняних пачосів азотною кислотою. Як розчинники використовують суміші бутилацетату, етилацетату, бутилового й етилового спиртів, толуолу. Ці суміші залежно від складу маркують різними номерами (розчинники 646, 647, 648 тощо). Позитивною якістю нітроемалей є здатність швидко висихати на повітрі і після шліфування й полірування давати рівну, красиву, блискучу плівку. Однак нітроемалі мають ряд недоліків: схильність до розтріскування плівки в процесі експлуатації внаслідок недостатньої механічної міцності; знижену адгезію; легку займистість; необхідність у трудомістких шліфувальних і полірувальних роботах. Нітроемалі наносять на заґрунтовані поверхні, так як плівки їх погано зчіплюються з металом і без застосування ґрунтовки вони мають газо- і водопроникність. Їх наносять на поверхню за допомогою розпилювача в чотири-шість

шарів. Необхідність у багатошаровості цього покриття викликана тим, що один шар плівки дуже тонкий – 8...10 мкм.

Грунтовки і шпаклівки. Нанесення першого шару на поверхню металу, дерева тощо називають ґрунтуванням. Ґрунтовки мають гарну адгезію. Під адгезією розуміють міцність зчеплення речовини, яка наноситься на поверхню, що фарбується, з наступним шаром покриття. Для поліпшення адгезійних властивостей до складу ґрунтовок додають поверхнево-активні речовини. Крім того, міцність зчеплення лакофарбового покриття залежить від хорошого змочування поверхні і суцільності самого покриття. Для досягнення хорошого змочування поверхні необхідно при нанесенні перших шарів покриття знижувати в'язкість ЛФМ, а для міцності покриття домагатися повного затвердіння ґрунтовки перед нанесенням наступних шарів.

Ґрунтовка є суспензією пігментів і наповнювачів у лаках. До складу ґрунтовок входить зв'язуюче – це олійні лаки, оліфи або лаки, приготовлені на синтетичних смолах (гліфталевій, пентофталевій тощо). Як пігменти застосовують залізний сурик, цинкове і свинцеве білило, охру тощо. Наповнювачами служать тальк, крейда тощо.

Кожному типу ґрунтовок відповідає свій розчинник. Наприклад, фенолоформальдегідну ґрунтовку розбавляють ксилолом або сольвентом, а гліфталеву – уайт-спіритом. Для прискорення сушіння ґрунтовки застосовують домішки, які називають сикативами. Прикладом є марки ґрунтовки ГФ-020.

Для вирівнювання зовнішньої поверхні покриття, заповнення рисок і подряпин застосовують шпаклівки. До складу шпаклівки входять пігменти і наповнювачі, як і для фарб, але в значно більшій кількості. Як зв'язуюче застосовують нітролакові, алкідностирольні й епоксидні смоли. Шпаклівка являє собою густу пасту, яка практично не має еластичності. Тому, щоб уникнути її розтріскування, загальна товщина всіх шпаклювальних шарів не повинна перевищувати 2 мм. Приклад шпаклівок: ПФ-002, КФ-00-3, МС-00-6, НЦ-00-7 тощо.

Допоміжні матеріали призначені для підготовки поверхні перед фарбуванням, розведення ЛФМ до робочої в'язкості, прискорення сушіння покриття.

Змивки призначені для видалення старих лакофарбових покриттів. Вони розчиняють оборотні плівки і спричиняють набухання необоротних. Змивки і розчинники, що видаляють стару фарбу з кузова локомотива, можуть знімати нанесене покриття до ґрунтово-шпаклювальних шарів.

Змивка звичайна – суміш органічних розчинників: ацетону – 47, етилового спирту – 6, бензолу – 8, етилацетату – 19, скипидару – 7, нафталіну 10,8 і парафіну – 2,2 %. Для руйнування нітроемалевого покриття потрібно 10...20 хв, для інших емалей – 2...3 год. Перед вживанням змивку підігрівають на водяній бані до температури +30...40 °С, так як на холоді відбувається випадання парафіну.

Препарати для видалення іржі. Перед нанесенням ґрунтовки на металеву поверхню необхідно видалити іржу й окалину. Суміш № 1120 містить: ортофосфорну кислоту – 74 %, етиловий – 20 %, бутиловий спирт – 5 % і гідрохінону – 1 % як антиокислювальну домішку.

Ортофосфорна кислота розчиняє іржу й утворює на поверхні фосфорну плівку. Мийну суміш можна наносити щіткою або фарборозпилювачем. Наліт іржі розчиняється протягом 2 хв, після чого суміш змивають водою, сушать і обробляють нейтралізуючою сумішшю № 107 – водним розчином етилового спирту з аміаком.

Перетворювачі іржі призначені для підготовки поверхонь з корозією. Дія їх основана на перетворенні гідроокисів і оксидів заліза в нешкідливий або навіть захисний шар нерозчинних комплексних сполук заліза.

Суміші для знежирення. Для знежирення поверхні застосовують органічні розчинники: уайт-спірит, бензин-розчинник (БР-1) і лужні препарати, які обмилюють жири, розчинні у воді. Жирові плівки краще знімати сумішами, у яких містяться поверхнево-активні речовини. Необхідний ступінь знежирення досягається поєднанням різних засобів знежирення в одній технології.

Фосфатування поверхні металу перед фарбуванням дає змогу забезпечити необхідний рівень захисних властивостей лакофарбових покриттів – підвищити адгезію покриття до металу і суттєво загальмувати розвиток підплівкової корозії. Для

фосфатування застосовуються розчини на основі солей цинку, заліза, марганцю, а також їх суміші. Обробка поверхні, що фосфатується, в заводських умовах здійснюється зануренням або розпиленням. У ремонтній технології застосовується обливання та нанесення щіткою або тампоном.

1.4 Класифікація і маркування лакофарбових матеріалів і покриттів

Лакофарбові матеріали позначаються п'ятьма групами знаків.

Перша група знаків визначає вид ЛФМ і позначається повним словом, наприклад «грунтовка», «шпаклівка», «емаль», «лак».

Друга група знаків визначає основну смолу, що входить до складу плівкотвірної речовини, і позначається двома буквами: ГФ – гліфталі, ПФ – пентафталі, ФО – феноли, МЛ – мелаіні, ЕП – епоксидні, ВЛ – полівінілацетатні, НЦ – нітроцелюлоза, МА – олії тощо.

Третя група знаків визначає ту групу, до якої віднесений ЛФМ за його призначенням: 0 – грунтовки і лаки-напівфабрикати, 00 – шпаклівки, 1 – атмосферостійкі, 2 – стійкі всередині приміщення, 3 – консерваційні, 4 – водостійкі, 5 – спеціальні (для шкіри, гуми тощо), 6 – оливобензостійкі, 7 – хімічностійкі, 8 – термостійкі, 9 – електроізоляційні. Між другою і третьою групами знаків ставиться тире.

Четверта група означає порядковий номер, присвоєний цьому ЛФМ, і містить одну, дві або три цифри.

П'ята група встосується переважно емалей, визначає колір і пишеться повним словом. При наявності відтінків через дефіс додається цифра.

Приклад умовного позначення: «Емаль ПФ-115 біла» означає: ЛФМ емаль, пентафталева ПФ, атмосферостійка 1, порядковий номер 15, колір білий. «Лак ФО-97» означає: ЛФМ лак, фенольний ФО, електроізоляційний 9, порядковий номер 7.

Якщо кольору емалі присвоєно номер, то в п'ятій групі спочатку вказується номер, а потім колір, наприклад: «Емаль ГФ-12-38 блакитна-1», означає: ЛФМ емаль, гліфталева ГФ,

атмосферостійка 1, порядковий номер 2, колір 38 блакитний з відтінком 1.

Лакофарбові покриття класифікують за матеріалом покриття, зовнішнім виглядом поверхні покриття (клас покриття) і за умовами експлуатації.

За зовнішнім виглядом поверхні лакофарбових покриттів поділяються на вісім класів. Перший клас характеризується рівною, однотонною поверхнею, без дефектів, видимих неозброєним оком. Другий клас допускає на поверхні окремі малопомітні дефекти: смітинки, штрихи, слід зачистки та ін. Третій клас допускає нерівності, пов'язані зі станом поверхні, що фарбується, до її зафарбовування. Четвертий і п'ятий класи допускають видимі дефекти, які не впливають на захисні властивості покриття. По четвертому і п'ятому класу фарбують рами, осі, колеса та інші частини локомотивів, які потребують лише протикорозійного захисту. Зовнішній вигляд покриття за шостим, сьомим та восьмим класами не нормується.

За умовами експлуатації (стійкості) лакофарбові покриття поділяють на вісім груп: стійкі всередині приміщення (П); атмосферостійкі (А) (покриття для локомотивів); хімічно стійкі (Х, ХК, ХЦ); водостійкі в прісній (В) і морській воді (ВМ); термостійкі (Т); оливостійкі (М); бензостійкі (Б) й електроізоляційні (Е).

За ступенем блиску лакофарбові покриття підрозділяються на глянцеві, напівглянцеві і матові. Приклад умовного позначення лакофарбового покриття; «Емаль НЦ-25, синій, І. А» (покриття нанесено нітроемаллю (НЦ) синього кольору, виконано за першим класом (І) та атмосферостійке (А).

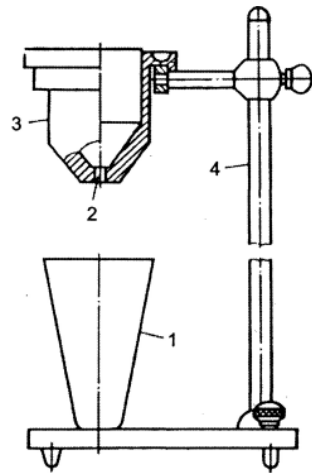
1.5 Основні властивості лакофарбових матеріалів

До основних показників якості ЛФМ належать *в'язкість, розлив, час висихання, покривність, адгезія, міцність і твердість плівки, водо- і оливобензостійкість, токсичність і пожежонебезпечність.*

Визначальне значення має *в'язкість* ЛФМ при нанесенні їх на поверхню як ручним, так і механічним способом. Умовною в'язкістю ЛФМ називають час протікання в секундах 100 мл

рідини через каліброване сопло віскозиметра ВЗ-5 при температурі $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 2).

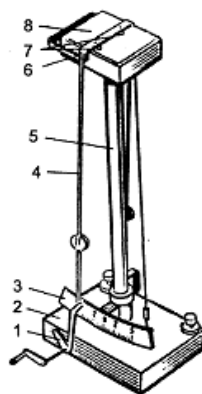
В'язкість ЛФМ змінюють у межах 10...50 с залежно від методу нанесення покриття.



1 – стакан; 2 – сопло; 3 – ємність місткістю 100 мл; 4 – штатив

Рисунок 2 – Віскозиметр ВЗ-5

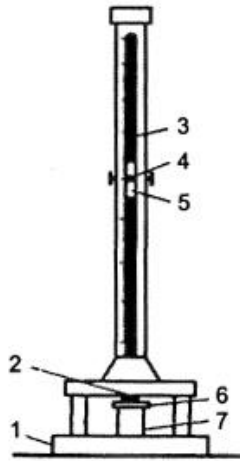
Твердість плівки визначається як відношення часу загасання коливань ідентичних маятників, установлених на фарбованій поверхні скляної пластинки і на чистій скляній поверхні (рисунок 3). Чим більший цей показник, тим твердіше покриття.



1 – пусковий пристрій; 2 – основа; 3 – шкала маятника;
4 – маятник; 5 – штатив; 6 – плита; 7 – сталеві кульки;
8 – пластина для випробувань

Рисунок 3 – Пристрій М-3 для визначення твердості ЛФМ

Міцність на удар плівки фарби визначається на лабораторному копрі, у якого маса бойка маятника дорівнює 1 кг, а висота його відхилення – 1 м (рисунок 4). Між напрямними копра закріплюють жорстку пластину, покриту ЛФМ. Максимальна висота відхилення вантажу, що не спричиняє руйнування покриття при ударі по ньому бойком, характеризує міцність плівки на удар.



1 – станина; 2 – боек; 3 – напрямна труба зі шкалою; 4 – пускова кнопка; 5 – вантаж; 6 – пластина для випробувань; 7 – ковадло

Рисунок 4 – Прилад У-1 для визначення міцності ЛФМ

Міцність на вигин плівки фарби випробовують шляхом згинання металевих стрічок з нанесеним покриттям навколо стрижнів різного діаметра (20, 15, 10, 3 та 1 мм). Еластичність покриття визначають мінімальною величиною діаметра стрижня, при згинанні навколо якого покриття ще не руйнується.

Міцність на розтяг вимірюють глибиною в міліметрах прогину металеві пластини в момент руйнування нанесеної на неї плівки покриття.

Розлив – це здатність ЛФМ, що наносяться на поверхню, втрачати під впливом поверхневого натягу штрихи, що утворилися від щітки або брижі при нанесенні шару фарборозпилювачем. Метод визначення розливу полягає у визначенні часу, протягом якого зникають нерівності з поверхні, що фарбується.

Покривність – здатність ЛФМ при нанесенні його найтоншим рівномірним шаром робити невидимим колір поверхні, що була зафарбована в інший колір. Покривність виражають у грамах на квадратний метр (г/м^2), чим краща покривність, тим менша витрата ЛФМ.

Час висихання поділяють на «висихання від пилу» і повне висихання. Часом «висихання від пилу» є час, необхідний для утворення найтоншої плівки по всій зафарбованій поверхні. Настання цього моменту визначають можливістю здування вати з пофарбованої поверхні. Повне висихання настає тоді, коли матеріал повністю затвердіє, про що свідчить відсутність відбитків на поверхні при тиску в 0,02 МПа.

Крім перерахованих властивостей, покриття повинні мати достатню світлостійкість (здатність зберігати свій колір під дією освітлення) і атмосферостійкість (здатність протистояти дії вологи і коливань температури та ін.).

Адгезією називають здатність плівки прилипати до поверхні, що фарбується. Визначається в балах за відшаровуванням і лущенням лакофарбової плівки після її надрізу лезом безпечної бритви у вигляді решітки надрізів на відстані 2 мм один від одного.

Бензооливодостійкістю називається здатність лакофарбових покриттів перебувати в нафтопродуктах протягом певного часу при заданій температурі без видимих змін стану плівки, відшаровування, появи зморшок і пузирів.

Токсичність і пожежонебезпечність. Переважна більшість ЛФМ є токсичними, вогнебезпечними та вибухонебезпечними речовинами.

1.6 Технологія фарбування локомотивів

Технологія фарбування кузовів локомотивів, як правило, містить такі основні операції: знежирення; фосфатування; первинне ґрунтування і сушіння; нанесення вторинної ґрунтовки або шпаклівки та сушіння; нанесення емалі певного кольору і сушіння.

На заводах перший шар ґрунтовки (водорозчинної) наносять на кузови локомотивів методом електроосадження. Другий шар

наносять методом електростатичного або пневматичного розпилення за допомогою установок, що працюють в автоматичному режимі. Емаль також наносять методом автоматичного пневморозпилення. І тільки важкодоступні місця фарбують пневморозпиленням вручну. Дрібні деталі фарбують зануренням.

При фарбуванні в депо використовують зазвичай два методи: пневморозпилення – для фарбування поверхонь, до яких ставляться високі вимоги, і щіткове фарбування – для всіх інших поверхонь. Ручне фарбування щітками або валиками малопродуктивне і пов'язане з великими втратами фарби. Найпоширеніший спосіб – пневморозпилення. Він полягає в дробленні ЛФМ струменем стисненого повітря до частинок розміром 10...60 мкм. Частинки аерозолі, перенесені струменем стисненого повітря до поверхні деталі, прилипають до неї і розтікаються. Фарборозпилювач переміщують паралельно поверхні на відстані 30 см від неї зі швидкістю 30...40 см/с. Кут коливання пістолета не повинен перевищувати 5...10 °. Перший шар наносять горизонтальними смугами, другий – вертикальними. Перекриття смуг повинно бути 40...60 мм. Зменшувати кількість шарів за рахунок збільшення їх товщини неприпустимо.

Недоліком цього способу є значне туманоутворення з частинок фарби, яке погіршує умови праці малярів і спричиняє також непродуктивну витрату фарби. Застосування безповітряного розпилення фарби скорочує туманоутворення і в результаті цього економиться фарба на 25 ... 30 % порівняно з повітряним розпиленням. Крім того, підвищується якість покриття.

Підготовлена для фарбування металева поверхня кузова локомотива повинна бути абсолютно гладкою, рівною, без задирок і шорсткостей, іржі та жирових плям, пилу і бруду. Зазвичай стару фарбу кузова видаляють механічним (скребками, сталевими щітками або шарошками) або хімічним способом. В останньому випадку на поверхню наносять спеціальну суміш, яку потім змивають теплою водою.

Підготовлений таким чином кузов обмивають слабким розчином каустичної соди і потім чистою водою. Висушену поверхню ґрунтують вручну або розпилювачами.

Усі ЛФМ, які застосовуються для фарбування, повинні відповідати ДСТУ 31365:2008, технічним документам і мати санітарно-епідеміологічний висновок. Металеві поверхні кузова і рами силових агрегатів тепловоза ґрунтуються ґрунтовкою ФЛ-03-К або ПФ-046. Після ґрунтування, перед фарбуванням, поверхні вирівнюються шпаклівкою, товщина шару якої не більше 0,5 мм. Кількість шарів шпаклівки визначається якістю поверхні і має бути загальною товщиною на дефектних місцях не більше 1,5 мм. Для шпаклювання металевих поверхонь кузова тепловоза застосовуються шпаклівки типу ПФ-002 або МС-00-6.

Фарбу на поверхню наносять рівним шаром, одного тону, без патьоків, пузирів, плям, бризок від інших фарб. При відсутності ушкоджень і хорошому стані зафарбування кузова (капота) допускається після промивання покрити його лаком без фарбування. Фарбування візків, рами тепловоза гальмівного обладнання, ресорного підвішування проводиться бітумним лаком № 177 або чорною емаллю ПФ-115. Товщина лакофарбових покриттів на зовнішніх поверхнях електровозів і тепловозів, включно з ґрунтовкою, шпаклівкою й емаллю, повинна бути не більше 2000 мкм. Товщина на поверхнях без шпаклівки повинна бути не менше 80 мкм. Зовнішній вигляд пофарбованих поверхонь електровозів і тепловозів за ДСТУ 9.032 повинен відповідати:

класу III – пульт управління в кабіні машиніста;

класу IV – зовнішні бічні, лобові стінки кузовів, схили дахів пасажирських електровозів і тепловозів, видимі поверхні труб, віконних прорізів тощо в кабіні машиніста;

класу V – зовнішні бічні, лобові стінки кузовів, схили дахів вантажних електровозів і тепловозів, внутрішні приміщення та обладнання в кузові електровозів і тепловозів, крім кабіни машиніста.

Сушіння після фарбування є важливою складовою частиною технологічного процесу. Залежно від способу передачі тепла шару фарби розрізняють конвекційний, радіаційний та індукційний способи сушіння. Найбільшого поширення набув терморадіаційний спосіб сушіння.

Малярські роботи проводяться в окремому спеціально обладнаному приміщенні. Фарбувально-сушильна камера для рухомого складу (рисунок 5) проектується у вигляді закритого

приміщення зі спеціальним обладнанням для виконання фарбувальних робіт відповідно до нормативів пожежної безпеки та санітарно-гігієнічних положень, вона також виконує процедуру швидкого сушіння.



Рисунок 5 – Фарбувально-сушильна камера

Специфіка роботи фарбувальної камери для рухомого складу передбачає установлення фільтрів повітря, причому з можливістю оперативного демонтажу/монтажу їх фільтрувальних елементів.

Фарбувально-сушильна камера для локомотивів обладнується фільтрами так, щоб очищалося як припливне повітря, так і те, що видаляється з неї. Для цього в системах очищення фарбувальних камер використовується багатоступінчасте очищення (рисунок 6).

На початковому етапі повітря очищається від частинок великих розмірів, а в подальшому – послідовно від більш дрібнодисперсних фракцій і різних летких сполучень. Камери часто розділяють внутрішніми дверима, що дає змогу роздільно використовувати частини камери для виконання різних операцій технологічного ланцюга (фарбування і сушіння), підвищуючи тим самим продуктивність і ефективність використання обладнання.



Рисунок 6 – Система підготовки повітря для фарбувальної камери

Ліфти фарбувальної камери (рисунок 7) підрозділяються за видом переміщень (вгору-вниз, уздовж стіни, від стіни до стіни) і за засобом привода. Використання сучасних технологій дає змогу виготовляти фарбувально-сушильні камери для локомотивів економними у витрачанні теплоносія й електроенергії.

Після закінчення фарбування бічних стін на кузов наносять відмітні знаки і написи, передбачені Правилами технічної експлуатації: Державний герб, знак Укрзалізниці, ініціали залізниці приписки, серію і номер, номер єдиної мережевої нумерації, а також паспортну табличку із зазначенням дати і місця будівництва і конструкційної швидкості . Крім того, наноситься маркування про виконаний ремонт.

Термін служби (довговічність) лакофарбових покриттів на зовнішніх металевих поверхнях кузовів при використанні матеріалів на поліуретановій основі – 7...8 років, алкідних і водно-дисперсійних матеріалів – 5 років; на внутрішніх металевих поверхнях кузовів, що мають облицювання – 18 років, на ходовій частині – 2 роки.



Рисунок 7 – Ліфти фарбувальної камери

2 ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

2.1 Застосування полімерів і пластмас при виробництві та ремонті локомотивів

Полімерними матеріалами (ПМ) називають високомолекулярні сполуки, що складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови.

Головними критеріями класифікації ПМ є хімічна природа, походження, спосіб синтезу і тверднення, склад основного ланцюга макромолекул і характер їх будови, здатність до пластичних деформацій при циклічній дії температурного фактора.

За хімічною природою ПМ поділяють на органічні та неорганічні. У неорганічних високомолекулярних сполуках (полімерах) атоми карбону відсутні, а в органічних – макромолекули складаються переважно з цих атомів.

За походженням розрізняють ПМ природні й штучні. До природних полімерів відносять деревину, бавовну, вовну, шкіру, каучук, слюду, азбест тощо. Штучні ПМ отримують шляхом синтезу з простих низькомолекулярних речовин, відомих як мономер.

За способом синтезу й тверднення органічні полімерні речовини поділяються на полімеризаційні й поліконденсаційні.

Полімеризація – це процес об'єднання молекул низькомолекулярної речовини (мономеру) без виділення будь-яких побічних продуктів.

Поліконденсація – це процес одержання високомолекулярних сполук (поліконденсатів) з одночасним відщепленням низькомолекулярних продуктів реакції (води, хлороводню тощо).

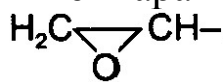
Поліприєднання – процес утворення полімеру в результаті реакції множинного приєднання мономерів, що містять граничні реакційні групи, до мономерів, що містять ненасичені групи (подвійні зв'язки або активні цикли). На відміну від поліконденсації поліприєднання здійснюється без виділення побічних продуктів. До найважливіших реакцій поліприєднання належать отримання поліуретанів і процес ствердіння епоксидних смол.

За здатністю до пластичних деформацій при циклічній дії температурного фактора органічні полімери поділяють на термопластичні й термореактивні.

Термопластичні полімери (поліетилен, полістирол, поліпропілен, полівінілхлорид тощо) спроможні до пластичних деформацій при підвищенні температури, тобто здатні при нагріванні розм'якшуватися й переходити у в'язкопружний стан. При охолодженні вони твердіють, зберігаючи задану форму. Такі перетворення можуть повторюватися неодноразово.

Термореактивні полімери (фенолоформальдегідні, карбамідні, епоксидні тощо) проходять стадію пластичного деформування при підвищеній температурі, але при цьому після охолодження в їхній структурі відбуваються незворотні зміни, що призводять до неможливості переходу їх у пластичний стан при повторному нагріванні, тобто вони не можуть зворотньо змінювати свої властивості й непридатні до повторного формування.

Епоксидні смоли (ЕП) – це дуже велика група матеріалів, для яких є характерним наявність у молекулах епоксидних груп



Найбільш поширеним видом ЕП є діанова, яку отримують шляхом поліконденсації епіхлоргідрину з діоксидифенілпропаном при наявності луку. При цьому утворюються олігомери з різними значеннями молекулярної маси, в'язкості. До них належать смоли марок ЕД-24, ЕД-22, ЕД-20, ЕД-16, ЕД-14, ЕД-8, ЕД-4. Якщо ЕД-24 має молекулярну масу 350...400 і являє собою рідину з невисокою в'язкістю, то ЕД-4 має молекулярну масу $(15...70) \cdot 10^3$ і при кімнатній температурі є твердим продуктом.

Усі ЕП у початковому стані розчиняються в ацетоні і ряді інших полярних розчинників. У такому вигляді ЕП можуть довго зберігатися без зміни властивостей. Якщо до них додати затверджувач (зазвичай 10 % від маси), то відбудеться затвердіння й утвориться тривимірний (зшитий) полімер. Цінною властивістю ЕП є висока адгезія до різних матеріалів (металів, неорганічних стекол, кераміки, пластмас тощо), завдяки чому вони використовуються для виготовлення клеїв, лаків і різних компаундів.

Пластичні маси, або коротко пластмаси, – це композиційні матеріали (ПКМ), що складаються зазвичай з полімеру, наповнювачів та інших інгредієнтів і перебувають при експлуатації в склоподібному або кристалічному стані. Основними складовими їх компонентами є зв'язуючі і наповнювачі.

Як *полімер* зазвичай використовують органічні смоли синтетичні або природні, термопластичні або термореактивні, здатні при нагріванні й одночасному впливі тиску формуватися-деформуватися і набувати заданої форми.

Наповнювачі покращують механічні характеристики пластмаси, часто збільшують нагрівостійкість і суттєво здешевлюють її. За своєю природою вони поділяються на органічні та неорганічні, які у свою чергу діляться на наповнювачі порошкоподібні, волокнисті й листові.

Крім наповнювача, в пластмаси для надання їм бажаних властивостей вводять пластифікатори, затверджувачі, змашувальні речовини, барвники, антипірени та інші спеціальні

домішки. Таким чином, пластмаса зазвичай є багатокомпонентною системою.

Пластифікатори застосовують для поліпшення технологічних і експлуатаційних властивостей пластмас.

Затверджувачі (агенти, що зшивають) вводять у композиції на певній стадії переробки з метою створення (або збільшення) поперечних (бічних) хімічних зв'язків між молекулами полімеру.

Змащувальні речовини (парафін, віск, силіконові рідини та інші речовини) використовують з метою збільшення плинності і запобігання прилипанню пластмас до обладнання під час їх виготовлення і переробки у виробі.

Стабілізаторами є речовини, що підвищують стійкість полімерів до дії тепла, світла чи кисню повітря.

Пластмаси – це великий клас матеріалів, що відзначаються широким діапазоном властивостей і галузей застосування. Вони використовуються як електроізоляційні, так і конструкційні матеріали, що зумовлено досить високим рівнем їх електричних і механічних властивостей, стійкістю до дії високих і низьких температур, хімо- і вологостійкістю, еластичністю, невеликою щільністю і легкістю переробки у виробі.

Залежно від фізичного стану полімеру в момент формоутворення розрізняють такі основні методи переробки пластмас:

- переробка у в'язкотекучому стані – лиття під тиском, екструзія;

- гаряче пресування, видавлювання та ін.;

- переробка у високоеластичному стані – гаряче штампування, пневмо- і вакуум- формування, обробка різанням та ін.;

- переробка в склоподібному стані – роздільне штампування, обробка різанням та ін.

Застосування ПКМ при виробництві рухомого залізничного складу забезпечує його полегшення, здешевлення, довговічність і менші витрати на експлуатацію. Особливо важливі вагові показники для високошвидкісного руху на існуючих лініях.

До найбільш значущих виробників рухомого складу, які застосовують ПКМ належать компанії Alstom Transport (Франція), Amtrak (США), GE Transportation (США), Siemens AG (Німеччина),

Bombardier Transportation (Німеччина), Stadler Rail AG (Швейцарія) і консорціум японських виробників Kawasaki Heavy Industries.

Практика застосування ПКМ у конструкції рухомого складу показує, що переважно для виготовлення виробів з ПКМ застосовують склопластики на основі поліефірного полімеру і склотканини. Основне застосування композиційних матеріалів припадає на вироби внутрішньої обробки кабіни машиніста, туалетного приміщення, елементів екстер'єру й інших деталей і вузлів (гальмівні колодки, накладки, елементи вентиляторів, кожухи редукторів тощо) рухомого складу. Маса ПКМ, які застосовують у секції сучасного локомотива, становить 1000...1500 кг.

Головними причинами того, що традиційні матеріали слід активно замінювати ПКМ, є: висока корозійна стійкість, підвищена міцність, мала щільність, гарні ізолюючі властивості, добре шумопоглинання. Крім того, вироби з ПКМ більш надійні і довговічні при роботі, ніж їх аналоги з різних видів металів, головним чином через відсутність у виробів з композиційних матеріалів зварних швів (врізок, переходів), концентраторів напружень і зон зниженої хімічної стійкості.

2.1.1 Основні типи ПКМ, що використовують при виробництві локомотивів. *Прес-матеріали з листовим наповнювачем.* Прес-матеріали з листовим наповнювачем мають шарувату структуру, тому ці матеріали називають шаруватими пластиками. До них належать гетинакси, текстоліти, склотекстоліти, азботекстоліти, скловолокнисті анізотропні матеріали і деревношаруваті пластики.

Шаруваті пластики являють собою пластмаси, у яких наповнювачем є листовий волокнистий матеріал (папір, тканина, нетканий матеріал). Залежно від призначення розрізняють шаруваті пластики конструкційні, електроізоляційні і декоративні. Виробляють шаруваті пластики листової будови, профільні і у вигляді трубок і циліндрів. Найбільш розповсюдженими видами цього матеріалу є гетинакс і текстоліт з різними наповнювачами.

Текстоліт являє собою шаруватий пластик, виготовлений з двох або більшої кількості шарів тканини, попередньо просоченої

олігомером фенолоформальдегідної смоли або іншого реактопласту.

2.2 Застосування клеїв і еластомерів при ремонті локомотивів

Клеями називають рідкі і пастоподібні багатокомпонентні системи, основою яких є високомолекулярні речовини з високим прилипанням до твердих поверхонь. Залежно від походження зв'язуючого (основи) розрізняють клеї натуральні (органічного походження: тваринного і рослинного) і синтетичні. Синтетичний клей має велику перевагу перед натуральним. Як клеї широко застосовують полімерні матеріали та різні композиції, отримані на їх основі.

За призначенням клеї поділяють на універсальні і спеціальні. Універсальні клеї призначені для склеювання різнорідних матеріалів у різних поєднаннях: метал-метал, метал-дерево, метал-гума, дерево-гума, метал-пластмаса, дерево-пластмаса, метал-скло, дерево-скло, пластмаса-скло та ін. Спеціальні клеї використовуються для склеювання окремих матеріалів.

Клеї повинні добре змочувати поверхні, що сполучаються, мати гарне прилипання (адгезію) до твердих поверхонь, механічну міцність (когезію), мінімальну крихкість і усадку при затвердінні.

Основним показником якості клею є *механічна міцність* клейового шва, який випробовують на розрив і сколювання та визначають питоме навантаження, при якому шов руйнується. Міцність клейового шва повинна бути за можливості не меншою від міцності матеріалу, що склеюють, і не зменшуватися при зміні температур протягом часу експлуатації деталі, вузла, механізму.

До складу клеїв входять смоли, наповнювачі та затверджувачі, які під впливом температури переводять їх у твердий і неплавкий стан. Для зниження в'язкості і розчинення смол застосовуються органічні розчинники.

До можливих недоліків клейових сполук слід віднести крихкість, низьку термостійкість і значну усадку, у результаті чого з'являються розриви, що ослабляють міцність шва. Для усунення цих небажаних явищ у смолу вводять мінеральні наповнювачі, які підвищують теплостійкість і зменшують усадку клейової сполуки.

Таким чином, підбираючи смолу і різні домішки до неї, можна отримати клеї, які здатні забезпечити міцні й еластичні з'єднання.

Підготовка поверхонь до склеювання така ж, як і перед покриттям поверхні фарбою. Клей наносять на підготовлену поверхню пульверизатором або пензлем. Крім того, застосовують клейові пасти, які наносять шпателем. Товщина клейового шва повинна бути в межах від 0,05 до 0,25 мм.

Клеї можуть бути *гарячого і холодного затвердіння*. При гарячому – взаємодія між полімером, затверджувачем і поверхнею, що склеюється прискорюється, а також поліпшується якість шва. Холодне затвердіння клейових композицій відбувається без підігріву при кімнатній температурі.

Асортимент марок клеїв дуже великий. Відмітною їх характеристикою є вид зв'язуючого (смоли), за яким відбувається розподіл клеїв: фенольні, епоксидні, поліамідні, поліакрилові, поліуретанові, карбінольні, кремнійорганічні, гумові тощо.

Багаторічний досвід застосування в ремонтному виробництві різних клеїв дав можливість вибіркоким шляхом відібрати невелику групу клеїв, здатних забезпечити необхідну міцність і надійність клейових з'єднань при ремонті тягового рухомого складу.

Набули поширення клеї на *фенолоформальдегідних смолах*. До цієї групи належать клеї БФ-2, БФ-4, БФ-6. Вони здатні створювати високоміцні композиції. Клеї БФ-2 і БФ-4 застосовуються для склеювання металів, пластмас, скла. Клей БФ-2 має більш високу термостійкість (робоча температура від -60 до $+80$ °С) порівняно з клеєм БФ-4 (робоча температура від -60 до $+60$ °С). Клейові шви стійкі проти дії нафтопродуктів. Клеї ВС-10Т і ВС-350 належать до теплостійких, ними склеюють конструкції і деталі з латуні, алюмінію і його сплавів, нікелю, цинку, склопластиків, кераміки. Клейові сполуки тривало працюють в інтервалі температур від -60 до $+150$ °С.

Ціанакрилові клеї марок КМ-200С, ТК-300С, ТК-301С, ТК-300Е є універсальними і завдяки швидкому затвердінню дають змогу спростити технологічні операції склеювання матеріалів. Ці клеї характеризуються: високою адгезією до будь-яких металів, швидким затвердінням – від декількох секунд до декількох

хвилин, збереженням експлуатаційних властивостей у широкому діапазоні температур.

Акрилові клеї застосовуються для склеювання металів, скла, кераміки. Це двокомпонентні клеї з нанесенням кожного компонента на поверхні, що склеюються, роздільно. Клейовий шов стійкий до ударних навантажень, вібрацій і добре зберігається в межах температур 5...30 °С. Випускають акрилові клеї марок Ан-105, Ан-106, Ан-109, Ан-110.

Епоксидні клеї і пасти відрізняються від усіх клеїв високою міцністю клейового шва. Застосовуються вони для склеювання різних матеріалів, як однорідних, так і різнорідних. Як затверджувач епоксидних клеїв холодного затвердіння застосовують гексаметилендіамін і поліетиленполіамін (ПЕПА). Епоксидні клеї готують на місці споживання змішуванням смоли і затверджувача. При неправильній пропорції смоли і затверджувача їх суміш може нагрітися аж до спінювання. Приготований клей використовується протягом 60...90 хв при температурі +20 °С, після чого клей для подальшого використання стає малопродатним. Повне затвердіння настає через 24...70 год. Застосовуються ці клеї для склеювання металів і неметалевих матеріалів у конструкціях несилового призначення. При ремонті використовують епоксидні клеї і компаунди ЕД-16, ЕД-20, К-115, К-153, К-158. Робоча температура клейових швів для холодного затвердіння від –60 до +100 °С, гарячого затвердіння від –60 до +120 °С.

Клеї на основі *кремнійорганічних сполук* мають високу теплостійкість. Їх застосовують при склеюванні металів, скла та інших матеріалів. Клейові сполуки на кремнійорганічних смолах витримують тривалий вплив температур до +200...250 °С і короткочасно до +300 °С.

Гумові клеї виготовляються з натуральних і деяких синтетичних каучуків, розчинених в органічних розчинниках. Клеї використовують для приклеювання гум на будь-якій основі до металу, дерева, скла і для склеювання цих матеріалів між собою. В асортимент гумових клеїв входять клеї № 88Н, № 61 тощо.

2.3 Технологічні особливості застосування полімерних композицій

Незалежно від ремонтної операції при виборі суміші епоксидної композиції потрібно враховувати властивості і призначення всіх компонентів.

Для технологічних операцій, пов'язаних з ремонтом деталей, що мають вузькі і глибокі тріщини і щілини, доцільно готувати композиції на основі смоли ЕД-20 без наповнювачів. За необхідності застосування більш в'язких сумішей (у вигляді шпаклівок) використовують епоксидну смолу ЕД-16. Найбільш технологічні модифіковані епоксидні компаунди К-115, К-153, К-158, оскільки пластифікатори до цих смол додають безпосередньо при їх заводському виготовленні.

Епоксидні композиції без наповнювачів відзначаються великою усадкою, підвищеним коефіцієнтом лінійного розширення, малою теплопровідністю. Крім цього, наповнювачі сприяють економії епоксидної смоли. Найбільш широко застосовують наповнювачі у вигляді сталевого і чавунного порошку, колоїдного графіту, алюмінієвої пудри. Як мінеральні наповнювачі використовують кварцовий пісок формувальний і пилоподібний, порцелянове борошно, слюду мелену, портландцемент (марок 500-600). При відновленні зношених деталей у вузлах тертя не допускається застосування наповнювачів у вигляді пилоподібного кварцового піску, порцелянового борошна та інших абразивних матеріалів.

Досить ефективні при ремонті металевих вузлів і деталей комбінації, тобто введення в композицію декількох різнорідних наповнювачів, що дає змогу зменшити температурний коефіцієнт лінійного розширення, усадку при затвердінні і збільшити теплостійкість. Кількість наповнювачів має бути такою, щоб суміш мала достатню плинність.

Надійність відремонтованих деталей значною мірою залежить від кількості взятого затверджувача. При нестачі затверджувача в епоксидних композиціях подовжується процес затвердіння більш ніж удвічі, а при надлишку залишаються епоксидні групи, які не прореагували. Про надлишок затверджувача свідчить поява на поверхні покриття білястих

нальотів. Вибрати епоксидну композицію для усунення пошкоджень, що найбільш часто зустрічаються при ремонті тягового рухомого складу, можуть допомогти рекомендовані суміші, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склади епоксидних композицій

Матеріал деталі, що ремонтується	Пошкодження, що усуваються	Суміш епоксидної композиції	Співвідношення компонентів епоксидної композиції, в.ч.
1	2	3	4
Чавун і сталь (несилові вузли дизеля та його систем)	Дрібні наскрізні і ненаскрізні тріщини, концентричні і поздовжні, раковини, вм'ятини і задирки	Смола ЕД-20 ДБФ Сталевий або чавунний порошок Слюда мелена або цемент ПЕПА	100 20 60-80 20 10-12
Те ж саме (несилові вузли дизеля та його систем, електричних машин, посадочні поверхні)	Наскрізні тріщини, пробоїни. Зношення посадочних поверхонь	Смола ЕД-16 ДБФ Сталевий або чавунний порошок Алюмінієва пудра ПЕПА Склотканина для посилення ¹ Компаунд К-115 Сталевий або чавунний порошок Графіт Аеросил ПЕПА	100 20 120-150 10 12-15 - 100 80 60 5 16
Алюміній і алюмінієві сплави (блоки дизеля, корпус повітрянагнітача)	Тріщини, свищі, раковини, корозійні роз'їдання тощо	Смола ЕД-20 ДБФ Сталевий порошок Алюмінієва пудра Слюда мелена ПЕПА	100 16 90 25-30 30 10

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Прес-матеріал АГ-4В, склопластик ДСВ (електричні апарати)	Пробої або перекриття електричним струмом	Смола ЕД-20	100
		Кварцове борошно або пилоподібний кварц	300
		Метаенілендіамін (затверджувач)	20
Азбоцементні електроізоляційні матеріали (електричні апарати)	Наскрізні пропали, тріщини, відколи	Смола ЕД-20	100
		Тонкоподрібнений порошок прес-матеріалу КМК-218	120-140
		ПЕПА	10-14
Феноласти (електричні апарати)	Тріщини та відколи	Смола ЕД-20	100
		ДБФ	20-25
		Слюда молота	50
		ПЕПА	10
¹ Кількість шарів прокладають за необхідності			

У всіх випадках застосування епоксидних композицій холодного затвердіння нанесене на деталь покриття витримують при нормальній температурі не менше 4...6 год, і тільки після цього починають затвердіння при більш високій температурі. При цьому не допускається різкий нагрів деталі, так як це призводить до стікання композиції й отримання нерівномірної товщини покриття. Не допускається нанесену на деталь епоксидну композицію затверджувати відкритим вогнем, паяльною лампою або газовим пальником.

2.3.1 Застосування герметиків при ремонті локомотивів.

Одним з перших полімерних матеріалів для герметизації, який більше 55 років надійно застосовується при ремонті локомотивів, є еластомер ГЕН-150(В) (надалі еластомер).

Правилами ремонту, вказівками та інструкціями Укрзалізниці передбачається його використання поряд з іншими матеріалами більш ніж в 50 технологічних процесах ремонту вузлів тягового рухомого складу. Причому щороку галузь застосування еластомеру розширюється.

Процес застосування еластомерів найпростіший, але за умови обов'язкового виконання нескладних технологічних операцій. Перша і безумовна вимога – це очищення і знежирення відновлюваних вузлів і деталей. Приступаючи до роботи з розчином еластомеру, потрібно знати його в'язкість, оскільки це зумовлює товщину нарощуваної поверхні і рівномірність нанесення плівки. Практично встановлено, що цілком достатньо мати два розчини еластомеру: один з умовною в'язкістю за віскозиметром ВЗ-5 20...30 с і розчин з умовною в'язкістю 40...50 с, щоб регулювати необхідну при ремонті товщину плівки.

Умовну в'язкість розчину перевіряють у деповській лабораторії через кожні 5...6 діб зберігання розчину в герметично закритій тарі. Знаючи умовну в'язкість розчину еластомеру, кількість шарів для нарощування необхідної товщини поверхні або герметизації з'єднання можна визначити користуючись даними таблиці 2.

Таблиця 2 – Залежність товщини плівки від умовної в'язкості еластомеру

Потрібна товщина плівки, мм	Умовна в'язкість, с	Кількість шарів	Примітки
0,01-0,015	20-30	1	При нанесенні тонких плівок в'язкість розчину необхідно брати за нижньою межею. При нанесенні більш товстих шарів умовна в'язкість розчину повинна бути вищою і залежно від товщини плівки наближатися до верхньої межі
0,02-0,03	40-50	1	
0,035-0,045	40-50	2	
0,05-0,06	40-50	3	
0,065-0,07	40-50	3	

Якщо товщина нанесеного шару еластомеру перевищує необхідну, його змивають марлевым тампоном, змоченим в ацетоні, і після повного висихання поверхні наносять плівку знову. Нанесений перший шар еластомеру повинен просохнути на повітрі протягом 15...20 хв і тільки після цього за необхідності наносять через такий же проміжок часу другий і наступні шари.

Дуже важливо вберегти еластомерну плівку від доторкування до неї пальцями, а також від потрапляння пилю, оливи та бруду.

Для отримання максимальної міцності покриття необхідно правильно провести термічну (теплову) обробку вузла або деталі. Деталь, покриту еластомерною плівкою, після витримки на повітрі протягом 15...20 хв поміщають у сушильну шафу, термостат, електричну піч або інше нагрівальне обладнання, оснащене терморегуляторами. Для запобігання спінюванню еластомеру за рахунок інтенсивного виділення залишкових парів розчинника (ацетону) температуру нагрівальних приладів підвищують протягом 10...15 хв поступово на 2...3 °С/хв, потім температуру підвищують до 100...120 °С, витримують протягом 1 год і охолоджують нагрівальне обладнання разом з деталлю до кімнатної температури. Затверділа плівка еластомеру стійка до дизельного палива та оливи, гасу, бензину.

При приготуванні еластомеру ГЕН-150(В) слід урахувати, що термін його зберігання в сухому вигляді не більше одного року, потім він частково або повністю може втратити здатність розчинятися. До початку приготування розчину при тривалому зберіганні деповська лабораторія визначає розчинність сухого еластомеру в ацетоні.

Для цього в чисту пробірку заливають 9 г ацетону і насипають 1 г дрібно нарізаних шматочків сухого еластомеру і залишають на 8...10 год для його розчинення (набухання). Після закінчення зазначеного часу пробірку з вмістом періодично збовтують до повного розчинення і дають відстоятися 30 хв. Якщо отриманий розчин однорідний, не містить нерозчинних частинок і при наливанні на скло утворює рівну гладку поверхню, еластомер може бути використаний для приготування робочого розчину. Якщо при вказаній перевірці сухий еластомер не розчинився, проводять його перевальцювання.

Для цього листи сухого еластомеру очищають від целофану, розрізають на смуги і пропускають протягом 5...7 хв через холодні вальці із зазором між ними 1 мм. Потім вальці зупиняють, циліндр, що утворився, розрізають навпіл і знову пропускають через вальці. Після вальцювання сухий еластомер перевіряють на розчинність, як зазначено вище.

Придатний до використання еластомер нарізають дрібними шматочками, 100 г еластомеру засипають у скляний або алюмінієвий посуд і заливають 300 г ацетону. Посуд закривають притертою пробкою і витримують протягом 8...10 год для набухання і розчинення еластомеру. Після закінчення зазначеної витримки посуд з вмістом установлюють у пристосування, де збовтують до повного розчинення еластомеру і після 30 хв відстоювання розчин фільтрують через металеву сітку з кількістю отворів не менше 100 і не більше 500 на 1 см².

3 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ЛАКОФАРБОВИМИ І ПОЛІМЕРНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Майже всі ЛФМ і ПМ пожежо- та вибухонебезпечні. При оцінці пожежо- та вибухонебезпечності ЛФМ, полімерів і розчинників, що застосовуються при ремонті локомотивів, використовують такі показники: температури спалаху і самозаймання, верхня і нижня концентраційні межі, нижня і верхня межі вибуховості, температура межі займання.

Верхня і нижня концентраційні межі займання газів у повітрі – це значення граничних концентрацій області займання. Значення цих меж використовують для розрахунку гранично допустимої вибухобезпечної концентрації парів і газів у повітрі при роботі із застосуванням вогню або іскроутворювального інструменту.

Нижня межа вибуховості – мінімальна концентрація газу і пари в повітрі, при якій можливий вибух.

Верхня межа вибуховості – концентрація газу і пари в повітрі, вище якої вибуху не відбувається.

Температурна межа займання – температури речовини, при яких її насичені пари утворюють концентрації, відповідні концентраційним межам займання.

Відділ полімерної дільниці, на якій відливають деталі з термопластів, обладнується загальнообмінною вентиляцією, а термопластавтомати або ливарні установки та сушильні камери – додатково витяжними пристроями.

Робочі зони обладнання для лиття огорожують захисними огороженнями та прозорими щитами. Металеві частини литого обладнання, які можуть виявитися під напругою, заземлюють.

При ремонті деякі деталі виготовляють механічною обробкою із шаруватих пластиків. При механічній обробці виробнича дільниця забруднюється дрібнодисперсним пилом, змішаним з парами смоли, яка має токсичний вплив на організм працівників. Відновлення пошкоджених великогабаритних полімерних деталей і насамперед склопластикових кожухів зубчастої передачі пов'язано з виділенням скляного пилу. Для запобігання забрудненню повітря необхідно безпосередньо біля верстатного обладнання встановлювати пристрої для місцевого відсмоктування повітря.

Частина технологічних процесів при ремонті вузлів і деталей передбачає застосування епоксидних композицій, компаундів клеїв, заливальних, просочувальних і електроізоляційних сумішей. Приготування зазначених сумішей переважно виконують вручну, при цьому працівники стикаються з незатверділими смолами, затверджувачами, розчинниками, які мають токсичний вплив при потраплянні в органи дихання і на шкіру працівника.

Практикою встановлено, що найбільш подразнюючу дію на організм мають затверджувачі, і зокрема поліетиленполіамін, робота з яким вимагає особливої обережності. Повністю затверділі епоксидні композиції шкоди організму не завдають, у той же час дрібнодисперсний пил, що утворюється при механічній обробці поверхонь з епоксидною композицією, має підвищену токсичність. При роботі з епоксидними композиціями необхідний захист від безпосереднього потрапляння смоли або затверджувача на шкіру рук, обличчя і слизову оболонку очей. Приготування і нанесення епоксидної композиції виконують у спецодязі: фартуху, нарукавниках і обов'язково в головному уборі, в гумових або поліетиленових рукавицях. У деяких випадках зручно під гумові надягати бавовняно-паперові рукавички, ефективними є біологічні рукавички.

У разі потрапляння смоли або затверджувача на шкіру рук або обличчя їх видаляють м'якою марлевою або паперовою серветкою і промивають теплою водою з милом. При потраплянні

епоксидної композиції на слизову оболонку очей треба негайно промити очі водою і звернутися до лікаря.

Робочий інструмент, щітки, шпателі, лопатки, посуд із залишками епоксидних сумішей після закінчення роботи потрібно обов'язково промити ацетоном, а потім теплою водою з милом.

Синтетичні клеї певною мірою токсичні, тому місця проведення робіт з цими клеями обладнують витяжними пристроями у вигляді місцевих відсмоктувачів. Клей 88 являє собою легкозаймисту рідину (ЛЗР), тому при роботі з ним необхідно дотримуватися заходів пожежної безпеки. Категорично забороняється підігрівати його відкритим вогнем, включати відкриті електронагрівачі, виконувати зварювальні роботи на відстані ближче 15 м від місця користування ним.

Анаеробні суміші і рідкі ущільнювальні прокладки вибухобезпечні, нелеткі і несамозаймисті. Працювати з анаеробними сумішами потрібно в гумових або біологічних рукавичках. Анаеробні суміші, що потрапили на шкіру рук, потрібно зняти ватяним тампоном, змоченим етиловим спиртом, і промити теплою водою з милом.

Приготування еластомеру ГЕН-150(В) із застосуванням ацетону виконують у витяжній шафі або в приміщенні з витяжною вентиляцією. При цьому не допускається наявність у приміщенні відкритого вогню.

Приміщення, де виконується фарбування, мають припливно-витяжну вентиляцію. Вентилятори витяжних систем виконують вибухобезпечними. У приміщеннях, де містяться ЛФМ, забороняється палити, проводити зварювальні роботи і застосовувати відкритий вогонь. Забороняється зберігання ЛФМ у виробничих приміщеннях, застосовування бензолу і метанолу як розчинників через їх токсичність. При видаленні старої фарби хімічним способом малярі обов'язково працюють у захисних окулярах, респіраторах, гумових фартухах і рукавицях. Відходи старої фарби при цьому необхідно видаляти з ділянки до їх висихання. Ганчір'я, просочене ЛФМ на основі олій, здатне самозайматися, тому після використання його слід своєчасно прибирати.

ЗАПИТАННЯ З ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

- 1 Для чого служать ЛФМ?
- 2 Основні вимоги до лакофарбового покриття.
- 3 Назвіть основні елементи лакофарбового покриття.
- 4 Перелічіть основні вимоги до шару ґрунтовки.
- 5 Перелічіть основні вимоги до шпаклювальних матеріалів.
- 6 Перелічіть основні вимоги до фарб та емалей для локомотивів.
- 7 Яким чином класифікуються ЛФМ?
- 8 Які основні операції передбачає типова технологія фарбування локомотива?
- 9 З якою метою при фарбуванні використовуються розчинники?
- 10 Для яких цілей виконується знежирення поверхонь перед фарбуванням?
- 11 Для яких цілей виконується фосфатування поверхонь перед фарбуванням?
- 12 Що таке клеї і як їх підрозділяють?
- 13 Які експлуатаційні властивості мають клеї?
- 14 Що входить до складу клеїв і які переваги і недоліки мають клейові сполуки?
- 15 Опишіть асортимент клеїв.
- 16 Який конструкційний матеріал прийнято називати пластичною масою?
- 17 Перелічіть основні інгредієнти, що входять до складу пластичних мас.
- 18 Назвіть основні види пластичних мас, вкажіть їх особливості.

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 : Укрзалізниця, 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 : Укрзалізниця, 2012. 313 с.

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

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

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

7 ДСТУ 31365:2008. Покриття лакофарбові електровозів і тепловозів магістральних залізниць колії 1520 мм. Технічні умови : чинний з 01.01.2009 р. Київ : Держпотребстандарт України, 2010. 32 с.

8 Інструкція з забезпечення пожежної безпеки на локомотивах та моторвагонному рухомому складі : ЦТ-0067 / затв. наказом Міністерства транспорту України від 04.03.2003 р. №61-Ц. Київ : Укрзалізниця, 2005. 117 с.

