

ЗМІСТ

Застосування води у локомотивному господарстві.....	4
1 Різновиди природних вод.....	5
2 Основні фізико-хімічні властивості води.....	7
3 Жорсткість і лужність води.....	12
3.1 Накип і його утворення.....	13
4 Корозія, ерозія і кавітація металів від дії води.....	16
4.1 Захист металів від корозії.....	18
5 Підготовка води для технічних цілей.....	20
6 Приготування охолодної води для дизелів тепловозів та дизель-поїздів.....	25
6.1 Інші охолоджувальні рідини.....	30
7 Загальні вимоги до контролю якості охолодної води.....	34
8 Виробничо-побутове споживання води у локомотивному господарстві.....	38
9 Охорона праці при приготуванні та застосуванні охолодної води.....	50
Запитання з підготовки до модульного контролю.....	53
Список літератури.....	55
Додаток А. Розрахунок кількості хімікатів для приготування охолодної води.....	57

ЗАСТОСУВАННЯ ВОДИ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

При згоранні палива у двигуні внутрішнього згорання частина тепла йде на нагрівання стінок камери згорання і всього двигуна. Досягши критичної температури, двигун перегрівається, при цьому погіршується наповнення циліндрів і умови мащення, з'являється детонація, розжарювальне запалення, збільшується витрата палива, знижується потужність двигуна. Для підтримки нормальної температури двигуна його охолоджують, використовуючи спеціальні рідини.

До охолодних рідин ставляться такі вимоги:

- висока температура кипіння (щоб уникнути утворення парових пробок і втрат рідини);
- низька температура замерзання;
- висока теплоємність і теплопровідність;
- висока хімічна і фізична стабільність;
- корозійна пасивність;
- можливість не вступати в реакцію з гумовими деталями;
- оптимальна в'язкість;
- відсутність утворення накипу;
- низька вартість і недефіцитність;
- нетоксичність і пожежна безпека.

При температурах, які вищі за нуль, усім перерахованим вимогам відповідає вода, основними перевагами якої є нешкідливість, доступність, вартість.

Вода має найвищу для всіх рідин питому теплоємність (4,2 кДж/кг·град), низьку в'язкість ($\nu=1$ мм²/с), що забезпечує легкість її циркуляції в системі охолодження, а також високу температуру кипіння (105–108 °С при тиску 0,11–0,12 МПа в закритих системах охолодження). Однак воді притаманні такі недоліки:

- замерзає за низьких температур, збільшуючись в об'ємі майже на 10 %;
- утворює накип у системі охолодження двигуна та теплообмінника.

Вода в енергетичному господарстві залізничного транспорту використовується для охолодження дизелів тепловозів, дизель-

поїздів та інших двигунів внутрішнього згорання, приготування електроліту для акумуляторних батарей, а також служить джерелом отримання пари в стаціонарних установках.

Відкладення накипу в парових казанах і теплообмінних апаратах погіршує тепловіддачу. Високий вміст у воді розчинених солей, шламу і механічних домішок призводить до спінювання і витоків котельної води, зниження температури перегрітої пари і забивання елементів теплообмінника солями.

При живленні парових казанів і систем дизелів, які охолоджують водою з високим вмістом хлоридів (хлористих солей), сульфатів (сірчаноокислих солей), розчинених газів (кисню і вуглекислоти), виникають корозійні пошкодження, які значно збільшують обсяг ремонту.

1 РІЗНОВИДИ ПРИРОДНИХ ВОД

Джерелами водопостачання населених пунктів, промисловості, транспорту і сільського господарства є підземні й поверхневі води, а також атмосферні опади. До підземних вод належать: верховодка, ґрунтові, міжпластові, артезіанські, карстові. Склад підземних вод визначається головним чином умовами їх формування. Так, розрізняють: води, мінеральний склад яких сформувався в процесі вилуговування гірських порід; води, що потрапили в осадкові породи в процесі утворення цих порід на дні морів і океанів (вони близькі за складом до вод океану); води, що утворилися під час переходу води із зв'язаного стану у вільний під впливом високої температури і тиску.

До поверхневих належать води відкритих водоймищ: річок, озер, морів, каналів, водосховищ та ін. Їх склад визначається: кліматичними, геоморфологічними й антропогенними чинниками (рельєф, форма і розмір басейну, фауна, флора); ґрунтово-геологічними умовами (стан ґрунту і порід); агро- і гідротехнічними заходами.

Для підземних вод характерний значний вміст мінеральних солей і невеликий, порівняно з поверхневими водами, вміст органічних речовин. Часто поверхневі і підземні води

сполучаються між собою, що значно впливає на їх хімічний склад. Насамперед це стосується верховодки і ґрунтових вод.

Ґрунтові води підживлюються за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і води поверхневих водоймищ у період її високого стояння, а іноді і за рахунок підземних напірних вод. Склад ґрунтових вод визначається переважно джерелами їх підживлення. Велику роль у формуванні складу цих вод відіграє випаровування. Так, у засушливих районах випаровування води призводить до підвищення вмісту солей у ґрунтових водах до 100–200 г/дм³. Вміст органічних речовин у ґрунтових водах досягає 8 мг/дм³, а каламутність їх зазвичай незначна.

Джерела живлення артезіанських вод ті ж, що й ґрунтових, проте формуються вони протягом тривалішого часу.

Залежно від кількості завислих речовин води поверхневих джерел підрозділяються за каламутністю на малокаламутні (менше 50 мг/дм³), середньої каламутності (50–250), каламутні (250–1500) і висококаламутні (більше 1500 мг/д³); а залежно від наявності гумусових речовин – на малокольорові (менше 35 град.), середньої кольоровості (більше 35–120 град.), високої кольоровості (більше 120 град.).

Залежно від вмісту солей ступінь мінералізації води в річках може бути дуже малим (менше 100 мг/дм³), малим (100–200), середнім (200–500), підвищеним (500–1000) і високим (більше 1000 мг/дм³).

Опади, що випадають у вигляді дощу і снігу, належать до атмосферних вод. Вони збираються в штучних водосховищах або природних резервуарах – долинах. Склад таких вод визначається чистотою атмосфери, кількістю опадів, що випала, та умовами, супутніми їх випаданню, гідрогеологічними властивостями ґрунтів басейну збору води, способом її накопичення і зберігання.

У безводних і посушливих районах атмосферні опади використовуються як джерела водопостачання. До складу атмосферних опадів входять гази (O_2 , CO_2 , N_2 і ін.), солі, бактерії й інші речовини. Вміст солей і органічних сполук у них зазвичай невеликий.

Якість природних вод визначається домішками, які містяться у воді у вигляді механічної суспензії, у колоїдному або розчиненому стані. Механічні домішки мають розміри частинок

від 0,1 мкм і вище. До них належать частинки піску, глини й залишки рослинних і тваринних організмів. Наявність у воді великої кількості механічних домішок перешкоджає застосуванню її в необробленому вигляді для охолодження двигунів і при експлуатації теплообмінників. Механічні домішки видаляють з води відстоюванням і фільтрацією.

Колоїдні речовини характеризуються розміром частинок від 0,1 до 0,001 мкм. У колоїдному вигляді в природних водах містяться сполуки заліза, алюмінію, кремнію, а також органічні речовини, що є продуктами розпаду організмів. Колоїдні домішки видаляють з води за допомогою відстоювання з коагуляцією і фільтруванням.

Розчинені домішки містяться у воді у вигляді іонів або молекул. Розміри частинок їх менше 0,001 мкм. До них належать гази (кисень O_2 , вуглекислий газ CO_2 , азот N_2 , сірководень H_2S , метан CH_4) мінеральні солі (хлористі, сірчаноокислі, кремнеокислі, двовуглекислі та ін.) і деякі органічні сполуки. Вплив розчинених солей різний: одні, що залишаються при кип'ятінні води в розчиненому стані, викликають корозію металу, інші, що випадають при нагріванні у вигляді твердої фази, утворюють накип.

Таким чином, хімічний склад і фізичний стан домішок визначають ступінь придатності води для технічних цілей.

2 ОСНОВНІ ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

Якість води природних джерел визначають за наявністю в ній речовин неорганічного й органічного походження, а також мікроорганізмів і характеризують різними фізичними, хімічними, бактеріологічними і біологічними показниками.

До фізичних показників належать температура, запах, смак, каламутність, кольоровість, електропровідність.

Хімічними показниками якості води є загальна кількість розчинених речовин, або сухий залишок, прожарений залишок, активна реакція, або рН води, окиснюваність, лужність, вміст газів, наявність азотовмісних сполук, хлоридів, сульфатів, заліза,

марганцю, кальцію, магнію, деяких отруйних і радіоактивних речовин.

Бактеріологічні, або санітарні, показники характеризують загальну бактерійну забрудненість води, а також вміст у ній бактерій кишкової палички (colі-індекс).

Біологічні показники визначають наявність водних організмів, що містяться на поверхні (планктон) і в товщі (нейстон) води або розташовані на дні водоймища, берегів і на поверхні підводних предметів (бентос).

Вимоги до якості природних вод можуть бути різними і залежать вони від цільового призначення вод.

Хімічні властивості залежать від розчинених у воді солей, газів і органічних речовин. У природних водах головну масу розчинених речовин становлять електроліти, тобто речовини, водні розчини яких здатні проводити електричний струм. Молекули електролітів у водних розчинах розпадаються на іони, що мають позитивні і негативні заряди. Позитивно заряджені іони називаються катіонами, негативно заряджені іони – аніонами.

Катіонами, зазвичай наявними в природних водах, є іони металів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Al^{3+} і водню H^+ .

До аніонів належать іони кислотних залишків Cl^- , O_4^{2-} , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , PO_4^{3-} і гідроксильна група OH^- .

Розпад солей на іони має важливе значення в процесах накиповідтворення і корозії металу. У природних водах у великій кількості наявні сім основних іонів. Згідно з класифікацією природні води поділяють на три великі класи: гідрокарбонатні (і карбонатні), сульфатні і хлоридні.

Кожен клас за переважаючим катіоном (Ca^{2+} , Mg^{2+} , і Na^+ , K^+) поділяють на три групи: кальцієву, магнієву і натрієву. Використання цієї класифікації дає змогу з'ясувати походження природних вод і охарактеризувати їх властивості.

За вмістом іонів (солей) у воді визначають загальний ступінь її мінералізації M , мг/дм³,

$$M = \sum \text{Кат} + \sum \text{Ан},$$

де $\sum \text{Кат}$ – сума катіонів, мг/дм³;

$\sum \text{Ан}$ – сума аніонів, мг/дм³.

Іони Na^+ і K^+ потрапляють у природні води в результаті розчинення корінних порід. Так, велика кількість Na^+ надходить у воду в результаті розчинення відкладень $NaCl$. Переважання іонів Na^+ над іонами K^+ в природних водах пояснюється великим поглинанням калію ґрунтами і витяганням його з води рослинами.

Іони Ca^{2+} і Mg^{2+} є у всіх мінералізованих водах. Їх джерелом є природні відкладення вапняків, гіпсу і доломіту. У маломінералізованих водах найбільше іонів Ca^{2+} . Із збільшенням ступеня мінералізації води вміст іонів Ca^{2+} швидко падає і рідко перевищує 1 г/дм^3 . Вміст же іонів Mg^{2+} у мінералізованих водах може досягати декількох грамів, а в солоних озерах – декількох десятків грамів на 1 л води. Іони Ca^{2+} і Mg^{2+} зумовлюють жорсткість води.

Іони Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} в істинно розчиненому стані перебувають у дуже невеликих концентраціях. Велика частина заліза і марганцю в природних водах міститься у вигляді колоїдів і суспензій. У підземних водах переважають сполуки заліза і марганцю у вигляді гідрокарбонатів, сульфатів і хлоридів, у поверхневих — у вигляді органічних комплексних сполук (наприклад гуміновокислих) або у вигляді високодисперсної суспензії.

До складу природних вод можуть входити також іони радіоактивних елементів, що надходять у воду в результаті вимивання радіоактивних мінералів або в результаті випробувань атомної зброї і скидання відпрацьованих вод атомних реакторів.

Іони Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} , Se^{6+} , As^{3+} , As^{5+} і багато інших, що належать до отруйних, у природних водах у природному стані зустрічаються, як правило, у незначних кількостях і потрапляють до них у великих кількостях у результаті скидання неочищених побутових і промислових стічних вод.

Наявність у воді декількох міліграмів на літр отруйних речовин призводить до шкідливого впливу на здоров'я людини і теплокровних тварин, а також згубно діє на рибу і їхні кормові ресурси, гальмує процеси самоочищення водоймищ. До цієї групи речовин належать Be , Mo , As , Pb , Se , Sr , Cu , Zn та ін., а також деякі органічні речовини.

Вода може мати кислу, нейтральну або лужну реакцію. Реакцію води визначають за допомогою індикаторів — фенолфталеїну, метилоранжу, лакмусу або кількісно за

концентрацією водневих іонів, яка виражається кількістю грамів водневих іонів в 1 дм³ води.

Зазвичай концентрацію водневих іонів (H^+) виражають за допомогою водневого показника (pH), рівного негативному логарифму, концентрації іонів водню. Для води з нейтральною реакцією $pH = \lg^{-7} = 7$; у кислому розчині $pH < 7$; у лужному розчині $pH > 7$.

Величина концентрації водневих іонів є однією з найважливіших характеристик води. Корозійні властивості води значною мірою зумовлюються величиною концентрації водневих іонів, і чим нижче pH , тим небезпечніша вода в корозійному відношенні. Вода, що йде для технічних потреб, повинна мати слаболужну або нейтральну реакцію. Для більшості природних вод значення pH становить 7–8.

З урахуванням ступеня мінералізації природні води поділяють на прісні, мінералізовані, з морською солоністю і розсоли, що відповідно містять до 1, від 1 до 25, від 25 до 50 і більше 50 г/дм³ солей. Про вміст у природних водах солей можна судити за кількістю сухого залишку і втратою маси при прожарці. Виражають його в міліграмах на дм³ (мг/дм³).

Наявність у воді органічних і деяких неорганічних домішок, що легко окислюють (H_2S , $MeSO_3$, Fe^{2+} та ін.), зумовлює певну її окиснюваність. Окиснюваність характеризує приблизно вміст у воді органічних речовин. Виражається вона кількістю міліграмів кисню, необхідного для окислення в певних умовах органічних речовин, що містяться в 1 л досліджуваної води і позначається міліграм на кубічний дециметр кисню (мг/дм³ O_2).

Найменшою окиснюваністю (2 мг/дм³) характеризуються артезіанські води. Окиснюваність ґрунтових вод залежить від глибини їх залягання і для ґрунтових незабруднених вод близька до окиснюваності артезіанських. Окиснюваність чистих озерних вод в середньому становить 5-8 мг/дм³ O_2 ; у річковій воді вона коливається в широких межах, досягаючи 60 мг/дм³ і більше. Високою окиснюваністю води відзначаються річки, басейни яких розташовані в болотистих місцевостях. У болотяних водах у деяких випадках вона досягає 400 мг/дм³. Окиснюваність більшості поверхневих вод становить 6-8 мг/дм³, підземних –

2–3 мг/дм³ O₂. Висока окиснюваність служить одним з непрямих показників схильності води до спінювання і винесення.

У кожній природній воді розчинена деяка кількість кисню, азоту й вуглекислого газу. У водах, мінералізованих і забруднених органічними речовинами, зустрічається ще й сірководень.

Кисень, наявний у воді, що застосовується для живлення парових казанів і охолодження двигунів, є основним чинником, що підсилює корозію металу. Вода, що містить сірководень, також спричиняє інтенсивну корозію металу.

Хлориди у воді можуть бути мінерального й органічного походження. Основним джерелом розчинених у воді хлоридів є відкладення хлористих солей у ґрунті. Вміст хлоридів у воді коливається в межах від 8 до 250 мг/дм³ і вище, середній же вміст хлоридів у природних водах становить 15–33 мг/дм³. Високий вміст хлоридів (більше 80 мг/дм³) є показником високих корозійних властивостей води.

Сульфати, тобто солі сірчаної кислоти (*CaSO₄*, *MgSO₄*, *NaSO₄*), містяться майже у всіх природних водах. У середньому вміст сульфатів у природних водах становить 30–75 мг/ дм³, але іноді досягає 500 мг/ дм³. Підвищений вміст сульфатів призводить до корозії металу. Наявність у воді сульфатів кальцію сприяє утворенню твердого гіпсового накипу.

Вміст силікатів (солей кремнієвої кислоти *NaSiO₃* та ін.) коливається в межах від 2 до 30 мг/ дм³. Силікати утворюють дуже твердий накип, що погано проводить тепло.

Нітритів, тобто солей азотистої кислоти (*NaNO₂*), у природних водах або зовсім немає, або концентрація їх дуже мала. Необхідність у кількісному визначенні нітриту у воді може виникнути головним чином у зв'язку із застосуванням нітриту натрію як протикорозійної присадки до котельної води та охолодної води для двигунів тепловозів і дизель-поїздів.

Завислі речовини потрапляють у воду в результаті змиву твердих частинок (глини, піску, лесу, мулистих речовин) верхнього покриву землі дощами або талими водами під час весняних і осінніх паводків, а також у результаті розмиву русел річок. Завислі речовини мають різний гранулометричний склад, який характеризується гідравлічною крупністю, що виражається як

швидкість осідання частинок при температурі 10 °С у нерухомій воді.

3 ЖОРСТКІСТЬ І ЛУЖНІСТЬ ВОДИ

Абсолютно чистої води в природі немає – вона завжди містить домішки різних речовин. Зокрема, взаємодіючи із солями, що містяться в земній корі, вона набуває певної жорсткості.

Жорсткість води є одним з важливих показників якості води, використовуваної в теплосилових установках і казанах. Жорсткість води зумовлена головним чином розчиненими в ній солями кальцію і магнію або точніше наявністю іонів кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}). Позначають жорсткість буквою Ж. Розрізняють жорсткість загальну J_0 , карбонатну J_K (тимчасову) і некарбонатну J_{HK} (постійну).

Карбонатною називають жорсткість, яка викликана наявністю у воді головним чином гідрокарбонатів кальцію і магнію. При кип'ятінні ці солі руйнуються, а малорозчинні карбонати, що утворюються, випадають в осад і жорсткість води стає значно нижчою. Тому карбонатну жорсткість називають також тимчасовою жорсткістю.

Некарбонатна жорсткість визначається вмістом у воді головним чином сульфатів і хлоридів кальцію і магнію. При кип'ятінні ці солі не відділяються, тому некарбонатну жорсткість називають також постійною жорсткістю.

Загальна жорсткість води дорівнює сумі карбонатної (тимчасової) і некарбонатної (постійної) жорсткості, мг·екв/дм³,

$$J_3 = J_K + J_{HK}.$$

При користуванні жорсткою водою для охолодження двигунів внутрішнього згорання на поверхнях системи, що охолоджується, утворюється накип.

Жорсткість води виражають числом міліграм-еквівалентів іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , що містяться в 1 дм³ води. Так як 1 мг·екв іонів Ca^{2+} важить 20,04 мг, а 1 мг·екв іонів Mg^{2+} = 12,16 мг, то загальну жорсткість води J_3 можна обчислити за формулою, мг·екв/дм³,

$$Ж_0 = \frac{(Ca^{2+})}{20,04} + \frac{(Mg^{2+})}{12,16},$$

де (Ca^{2+}) і (Mg^{2+}) – концентрації іонів кальцію і магнію, мг/дм³.

За величиною жорсткості природну воду розрізняють як дуже м'яку – з жорсткістю до 1,5 мг·екв/ дм³; просто м'яку – від 1,5 до 4 мг·екв/ дм³; середньої жорсткості – від 4 до 8 мг·екв/ дм³; жорстку – від 8 до 12 мг·екв/ дм³ і дуже жорстку понад 12 мг·екв/дм³ (морська вода).

Для визначення карбонатної (або тимчасової) жорсткості відміряють піпеткою 100 мл аналізованої води, додають 2–3 краплі розчину метилоранжу і титрують децинормальним розчином соляної кислоти до переходу забарвлення з жовтого в червоно-оранжеве. Витрата кислоти відповідає карбонатній жорсткості в міліграм-еквівалентах на літр. Якщо при визначенні карбонатної жорсткості води на титрування проби об'ємом 100 мл витрачено 2,5 мл децинормального розчину соляної кислоти, то карбонатна жорсткість аналізованої води буде $Ж_k=2,5$ мг·екв/дм³.

Лужність води зумовлюється вмістом у ній гідратів ($NaOH$), карбонатів (Na_2CO_3), гідрокарбонатів ($NaHCO_3$) та інших катіонів.

Залежно від аніонів, що зумовлюють лужність, розрізняють лужність гідратну, карбонатну і бікарбонатну.

Лужність води, так само як і жорсткість, виражається в міліграм-еквівалентах на кубічний дециметр – 1 мг·екв/дм³ лужності відповідає вмісту 40,0 мг/дм³ $NaOH$; 53,0 мг/дм³ Na_2CO_3 і 84,22 мг/дм³ $NaHCO_3$. Загальна лужність є однією з найважливіших характеристик води для живлення казанів і охолодження. Для визначення загальної лужності природної води до 100 мл аналізованої води, відміряної піпеткою, у конічну колбу додають три краплі розчину метилоранжу і титрують децинормальним розчином соляної кислоти до початку переходу жовтого забарвлення в оранжевий.

3.1 Накип і його утворення

Утворення накипу зумовлено жорсткістю природної води, тобто наявністю розчинених у ній солей кальцію та магнію, які з часом відкладаються у вигляді шару накипу товщиною до 5 мм і

більше. При цьому можуть спостерігатися: перегрівання двигуна, детонація, підвищення зношування, зниження потужності двигуна (на 20–25 %), збільшення витрат палива (на 25–30 %) і оливи (на 30–40 %).

Накип – це нерозчинні у воді тверді відкладення, що утворюються на поверхні нагріву в процесі роботи казанів, при охолодженні поверхонь теплообмінників і двигунів внутрішнього згорання.

Хімічний склад накипу залежить від властивостей води – від її сольового складу і домішок. Розрізняють нижченаведені види накипу.

Карбонатний накип, який складається головним чином з вуглекислих солей кальцію і магнію. Він зазвичай утворюється у вигляді крихких відкладень, але може виділятися й у вигляді твердого накипу. Карбонатні відкладення найбільш поширені, вони зустрічаються як в парових казанах, так і в різних нагрівачах, а також у системах охолодження двигунів.

Гіпсовий, (сульфатний) накип містить більше 50 % сірчаноокислого кальцію. Це твердий щільний накип, теплопровідність його менша, ніж карбонатного, у 2–3 рази.

Силікатний накип має тверді відкладення, до складу яких входить значна кількість кремнекислих сполучень, переважно солей кальцію. Цей накип має вкрай низьку теплопровідність, утворюється він головним чином на теплонапружених поверхнях нагріву казана, деталях дизеля і секцій холодильника.

Змішані накипи складаються із суміші вуглекислих, сірчаноокислих і кремнекислих солей кальцію, магнію і сполук заліза. Залежно від складу змішані накипи мають різні властивості. Накипи цього виду найбільш поширені в парових казанах. Товщина шару накипу, що відклався на поверхні нагріву, залежить від хімічних властивостей живильної води, від дотримання встановленого водного режиму і певного температурного режиму.

Утворення накипу є складним фізико-хімічним процесом. В основі процесу лежить залежність між розчинністю солей, які створюють накип, і зміною температури.

При паротворенні або випаровуванні вміст солі у воді досягає такої концентрації, коли настає межа розчинності і розчин

робиться перенасиченим. Речовини, концентрація яких досягла межі розчинності, випадають у вигляді накипу або шламу.

Солі, що містяться у воді, ділять на добре розчинні і погано розчинні. Добре розчинні майже всі хлористі і азотнокислі солі, значна частина сірчаноокислих та інших солей. До погано розчинних солей належать двовуглекислі солі кальцію і магнію, вуглекислий кальцій і магній (карбонат кальцію і магнію), сірчаноокислий кальцій та ін.

Розчинність деяких солей з підвищенням температури води збільшується, інших – зменшується. Перші мають позитивний коефіцієнт розчинності, другі – негативний. Речовини з негативним коефіцієнтом розчинності відкладаються у вигляді накипу головним чином на найбільш нагрітих поверхнях казанів, теплообмінників, двигунів; солі з позитивним коефіцієнтом – у місцях з менш високою температурою.

На процес розкладання гідрокарбонат-іонів, зміну карбонатної жорсткості оборотної води й інтенсивність відкладень $CaCO_3$ впливають концентрації іонів HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} і Mg^{2+} , температура нагрівання охолодної води і температурний перепад, вміст у воді завислих речовин, концентрація нерозчинених і розчинених органічних сполук, швидкість руху води, концентрація розчинених солей (сухий залишок).

Для запобігання відкладенням проводять такі заходи:

- безперервне додавання в систему охолодження води з меншою карбонатною жорсткістю при спуску частини води із системи;

- фосфатування;
- підкислювання;
- сумісне підкислювання і фосфатування;
- обробка води димовими газами (рекарбонізація води).

Окрім перерахованих методів обробки охолодної води, можна використовувати також вапнування і зм'якшення частини додаткової води Na^+ або H^+ катіонуванням. Доцільність застосування тих або інших методів у кожному конкретному випадку визначають на підставі техніко-економічних розрахунків, з урахуванням складу води і її призначення.

4 КОРОЗІЯ, ЕРОЗІЯ І КАВІТАЦІЯ МЕТАЛІВ ВІД ДІЇ ВОДИ

Корозією називають руйнування металів чи сплавів під впливом хімічної або електрохімічної взаємодії їх із зовнішнім середовищем. Найголовнішими чинниками, що зумовлюють корозію, є: гази (кисень, вуглекислий газ, сірководень); високий вміст солей, головним чином хлоридів і сульфатів; висока концентрація іонів водню; контакт різнорідних металів; сумісна дія перегрітої пари з продуктами розкладання накипу.

Хімічна корозія характеризується руйнуванням металу внаслідок взаємодії з газами або парою за відсутності електролітів. Приклади корозії цього типу: утворення в топках казанів сірчистого заліза під дією сірчистого газу, безпосереднє окислення металу високоперегрітою парою.

Електрохімічна корозія виникає в результаті взаємодії металу з електролітом і супроводжується протіканням електричного струму між різними металами або між окремими ділянками одного й того ж металу. До цього виду корозії належать усі корозійні процеси, що здійснюються в котельних установках, водопровідних трубах, баках водопідготовчих установок і тощо. Електрохімічна корозія відбувається тільки за наявності води. Збудниками електрохімічної корозії є розчинені у воді хлористі і сірчаноокислі солі і гази – кисень, вуглекислота, сірководень.

Згідно із сучасною теорією поверхня кожного металу покрита тонким, не видимим для очей захисним шаром своїх оксидів. Корозія металу зазвичай починається в місцях, де порушена цілісність цієї захисної плівки. Практично встановлено, що домішки, які містяться у воді, насамперед хлористі солі, руйнують захисну плівку і тому сприяють виникненню гальванічних процесів, що протікають між чистим металом і шаром оксидів. Відновлення захисної плівки може відбуватися при додаванні у воду відповідних присадок (тринатрійфосфату, нітриту натрію, хромпіку та ін.).

Істотний вплив на швидкість корозії чинить концентрація іонів водню. Із збільшенням концентрації, тобто із зменшенням pH приблизно до 4, корозійний процес заліза проходить енергійно; із збільшенням pH до 9–9,5 захисна плівка на залізі стає стійкішою,

що сприяє уповільненню процесу, а при pH 9,5–10 корозія фактично припиняється. У той же час для алюмінієвих сплавів підвищення pH до 9–9,5 збільшує корозію.

Наявність у воді розчинених газів O_2 , CO_2 , H_2 (особливо кисню) значно прискорює корозійний процес.

За характером руйнування металу розрізняють корозію рівномірну, або загальну, тобто таку, що охоплює всю або велику частину поверхні металу, і нерівномірну, або місцеву, яка зосереджується на окремих невеликих ділянках поверхні і виявляється у вигляді виразок, плям і точок, що мають різну глибину і площу.

Визначають також корозію, що виявляється у вигляді мікротріщин, які йдуть углиб металу. Мікротріщини можуть йти між кристалами металу; тоді корозія називається міжкристалітною. Якщо мікротріщини проходять через кристали, корозія називається транскристалітною. Перераховані види корозії показані на рисунку 1.

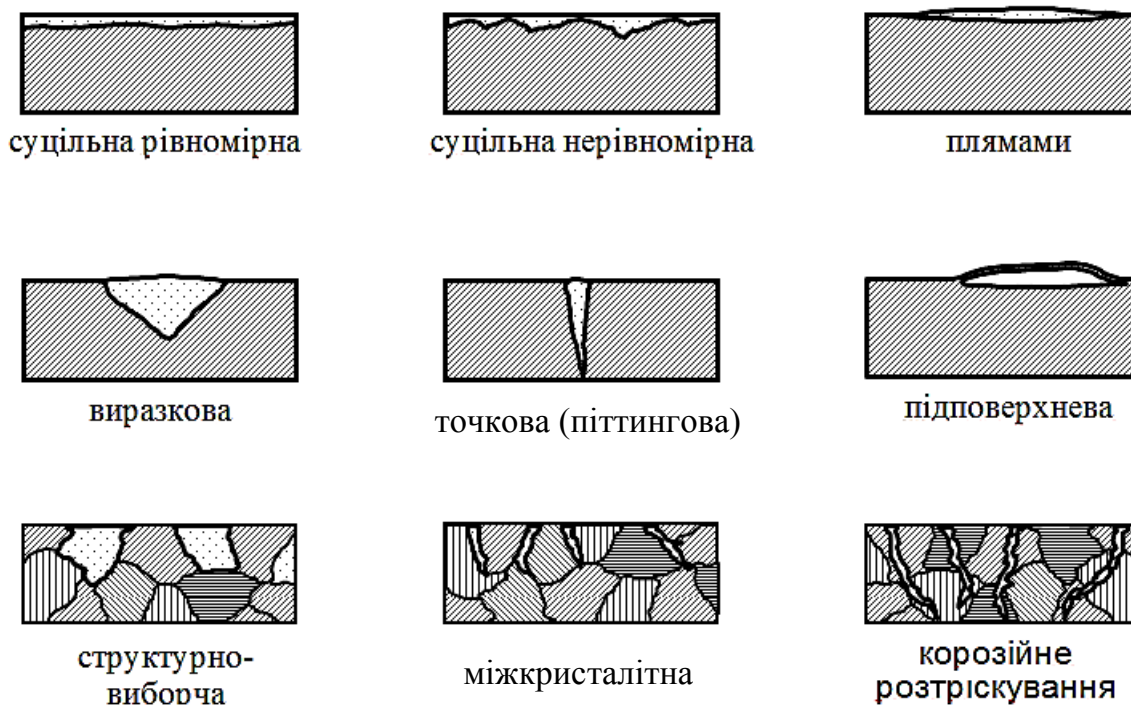


Рисунок 1 – Основні види корозійних руйнувань

Необхідно також зупинитися на явищі ерозії блоків і втулок у двигунах внутрішнього згорання, з якими доводиться зустрічатися в експлуатації.

Ерозія металу (піттинг) – це послідовне руйнування металевих деталей від ударів водяних струменів об поверхню металу. Середня швидкість розвитку пошкоджень углибину у деяких випадках досягає 0,5–1 мм на місяць. Ерозія блоків, яка завдає особливо великого збитку блокам двигуна, у значному ступені пов'язана з явищами кавітації.

У потоці рідини в результаті турбулентної течії і зустрічних потоків створюється знижений тиск і утворюються парові бульбашки, які зникають при конденсації пари. Це призводить до удару при заповненні пустот, що утворилися, рідиною. Процес повторюється багато разів і викликає виривання частинок металу з розтріскуванням і подальше руйнування. Вид руйнувань залежить від інтенсивності кавітації і якості металу.

Сумісна дія кавітації і корозії прискорюють руйнування. Зазвичай осередки руйнування з'являються там, де струмені води протікають з великою швидкістю і змінюють свій напрям.

4.1 Захист металів від корозії

Основний напрям у вирішенні завдання боротьби з корозією – правильний вибір стійких проти корозії матеріалів та використання інгібіторів корозії..

Для захисту металу від корозії на його поверхні створюють неметалеву плівку регульованої товщини з неорганічних або органічних речовин. На практиці отримують плівки карбонатну, мета-фосфорну, силікатну, хроматну або з суміші реагентів. Наприклад, силікатна плівка утворюється при розчиненні силікату натрію у воді і супроводжується гідролізом з утворенням $NaOH$ і SiO_2 , що адсорбується на поверхні металу разом з оксидами заліза, утворюючи захисну плівку, що перешкоджає подальшій корозії.

Захисні плівки на теплообмінній поверхні і стінках трубопроводів можна створювати використовуючи й інші інгібітори, наприклад, кремнефторид цинку, а також суміш поліфосфатів і хроматів, динатрійфосфату і дихромату, фосфатнохроматної цинкової суміші та ін. Органічні сполуки, що

утворюють захисні плівки: лужні й алкіламініні солі карбонових кислот, лужні й алкіламініні солі нафтонових кислот (нафтенати), аміни, похідні бензойної кислоти (похідні *n*-трет-бутилбензойної кислоти), аміни солі кислих складних ефірів фосфорної кислоти, сполуки бору (амід борної кислоти), похідні карбонової кислоти, алкілсульфонаміди карбонових кислот, арилсульфонаміди карбонових кислот. Проте заздалегідь у кожному конкретному випадку необхідно провести попереднє дослідження їх ефективності й умов застосування.

Заходи, які застосовуються для боротьби з корозією, зводяться до дегазації живильної води і застосування інгібіторів (сповільнювачів корозії). У процесі дегазації в так званих дегазаторах виділення розчинених газів з живильної води здійснюється її нагріванням до температури 100–104 °С.

Інгібітори утворюють на поверхні металу захисну оксидну плівку, що знижує швидкість корозійного процесу. Як сповільнювачі корозії на практиці застосовують тринатрійфосфат $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ і нітрит натрію $NaNO_2$, які додають до живильної води разом або порізно в суміші з антинакипіном.

Для парових казанів найбільш доступним методом боротьби з корозією є підвищення лужності котельної води за рахунок їдкого натру і фосфату, а також раціонального продування казана. Присадки $NaOH$ і Na_3PO_4 зумовлюють утворення захисної плівки, а за допомогою продування знижується вміст хлоридів і сульфатів.

Найбільш ефективним інгібітором для систем тепловозів, що охолоджуються, є суміш тринатрійфосфату, біхромату, нітриту натрію і каустику. Результати застосування цих присадок показали, що пошкоджень блоків і втулок при дотриманні дозувань не спостерігається.

Основним способом боротьби з ерозією і кавітацією є правильна конструкція блока двигуна з належним розповсюдженням потоку рідини і плавною зміною швидкості.

5 ПІДГОТОВКА ВОДИ ДЛЯ ТЕХНІЧНИХ ЦІЛЕЙ

На залізничному транспорті для теплосилових установок використовуються природна вода, хімічно зм'якшена вода і конденсат.

До якості води відповідно до умов її застосування ставляться певні вимоги. Так, вода, яка застосовується для охолодження двигунів і живлення казанів, не повинна утворювати в них накип і корозію.

Для охолодження дизелів тепловозів і дизель-поїздів застосовують конденсат, який повинен мати загальну жорсткість не більше $0,2 \text{ мг} \cdot \text{екв}/\text{дм}^3$, вміст хлоріонів не більше $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$ з домішкою протикорозійних реагентів.

Вода, яка застосовується для охолодження циліндрів двигунів внутрішнього згорання, повинна бути вільною від сірководню, завислих речовин, мати мінімальну карбонатну жорсткість і не містити заліза більше $0,1\text{--}0,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Для приготування електроліту для кислотних і лужних акумуляторних батарей застосовують дистильовану воду, яка містить хлоридів не більше $0,02 \text{ мг}/\text{дм}^3$, має жорсткість не більше $0,1 \text{ мг} \cdot \text{екв}/\text{дм}^3$ і окиснюваність не більше $1 \text{ мг } O_2 \text{ на } 1 \text{ дм}^3$. У ній не повинні міститися важкі метали, сірководень та ін.

Для отримання води необхідної якості застосовують різні способи обробки, що зводяться до очищення води від механічних домішок і колоїдних речовин, а також до її зм'якшування.

Після відстоювання воду зазвичай фільтрують. Фільтруванням називається процес звільнення води від завислих речовин пропусканням її через шар матеріалу, що фільтрує. Таким матеріалом зазвичай служить кварцовий пісок (розмір частинок від $0,6$ до 1 мм). Просочуючись через шар, що фільтрує, вода залишає на поверхні і в товщі фільтра завислі речовини і завдяки цьому освітлюється. У разі значного вмісту у воді колоїдних речовин для їх видалення застосовується коагуляція. При коагуляції природна вода очищається від колоїдних і завислих речовин.

Як коагулянти застосовують сірчаноокислий алюміній $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, залізний купорос $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ і хлорне залізо $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. Коагулянт, взаємодіючи із завислими і колоїдними

речовинами, що містяться у воді, утворює пластівці. У процесі коагуляції пластівці збільшуються, стають важкими та осідають на дно відстійника. Для поліпшення коагуляції у воду з недостатньою лужністю (до $1 \text{ мг} \cdot \text{екв}/\text{дм}^3$ і нижче) додають гашене вапно або кальциновану соду.

Якнайкраще процес коагуляції протікає при підігріві води до температури $30\text{--}40 \text{ }^\circ\text{C}$ і хорошому перемішуванні розчину коагулянту з водою. Для освітлення води без вапнування частіше за інші використовується сірчаноокислий алюміній. При коагуляції води на водопом'якшувальних установках рекомендується використовувати сірчаноокисле або хлорне залізо.

Для зменшення зносу устаткування котельних необхідно видаляти з води CO_2 , O_2 і H_2S . Ці гази належать до агресивних, вони зумовлюють або підсилюють корозію металів. Комплекс заходів, пов'язаних з видаленням з води розчинених у ній газів, називається дегазацією води. Існують фізичні і хімічні методи дегазації води.

Суть фізичних методів дегазації полягає в такому: вода, що містить газ, який видаляється, приводиться в зіткнення з повітрям, якщо парціальний тиск цього газу в повітрі близький до нуля; створюються умови, за яких розчинність газу у воді стає дуже малою.

Першим прийомом – аеруванням води – видаляють вільні CO_2 і H_2S , оскільки парціальний тиск цих газів в атмосферному повітрі близький до нуля.

До другого прийому вдаються при знекисненні води (при кипінні води розчинність усіх газів у ній падає до нуля). Для цього або застосовують нагрівання води (у термічних деаераторах), або знижують тиск до значення, при якому вода кипить без додаткового підігрівання. Останній процес здійснюється у вакуумних дегазаторах.

Хімічні методи основані на певних реакціях, у результаті яких розчинені гази зв'язуються хімічно. Наприклад, CO_2 видаляють з води скріпленням його вапном у малорозчинний CaCO_3 .

Кисень O_2 з води видаляють фільтруванням її через речовини, що легко окислюються, наприклад, через сталеву стружку, обробкою сульфідом натрію або оксидом сірки SO^{+4} . При

використанні сталеві стружки її знежирюють і завантажують у спеціальний фільтр.

Найчастіше застосовують обробку води сульфідом натрію або оксидом сірки SO^{+4} . Сірчиста кислота, що утворюється, окислюється киснем, що міститься у воді, до сірчаної кислоти. Для видалення O_2 воду обробляють гідразинем N_2H_4 потужним знекиснюючим реагентом.

Процес скріплення O_2 відновниками проходить швидше при температурі 95–100 °С і закінчується за 1–2 хв.

Видалення розчиненого кисню без підігрівання води може бути досягнуте фільтруванням її через електроніообмінні (ЕО) і електроніонообмінні смоли (продукти конденсації пірогалолу, гідрохінону або пірокатехіну з фенолом і формальдегідом). Відновна здатність електроніообмінних смол така: ЕО-6- 450; ЕО-7- 600-800; ЕО-11 - 5000 г·екв/м³.

Для видалення з води H_2S хімічними методами його окисляють киснем повітря, газоподібним Cl_2 або ClO_2 , розчином $KMnO_4$, крім того, можна використовувати взаємодію H_2S з $Fe(OH)_3$. Для повнішого видалення сірководню киснем повітря при аеруванні воду підкисляють сірчаною або соляною кислотою до $pH=5,5$. H_2S окисляють хлором до вільної S або до H_2SO_4 оксидом хлору. Застосовується також перманганат калію і метод озонування. Оброблена вода після 2–3 год відстоювання придатна для технічних цілей.

У котельних залізничних підприємств здійснюється термічний процес деаерації живильної води. Цей спосіб оснований на залежності кількості розчинених у воді газів від температури. Досягши температури кипіння, розчинені у воді гази повністю виділяються.

Зм'якшуванням води називається процес, що приводить до видалення з неї катіонів жорсткості, тобто Ca^{2+} і Mg^{2+} .

Для зм'якшування води застосовують такі методи: термічні, основані на нагріванні води, її дистиляції або виморожуванні; реагентні, при яких іони Ca^{2+} і Mg^{2+} , що містяться у воді, зв'язуються різними реагентами в практично нерозчинні сполуки; іонного обміну, комбіновані. Вибір того або іншого методу зниження жорсткості визначається якістю початкової води,

необхідною глибиною зм'якшування і техніко-економічними розрахунками.

Зм'якшування води термічним методом (нагріванням) ґрунтоване на зсуві вуглекислотної рівноваги у бік утворення карбонату кальцію. Рівновага зміщується за рахунок зниження розчинності CO_2 , що викликається підвищенням температури і тиску. Кип'ятінням можна повністю видалити CO_2 і тим самим набагато знизити карбонатно-кальцієву жорсткість. Проте повністю усунути її не вдається, оскільки карбонат кальцію, хоча і незначно (13 мг/дм^3 при $18 \text{ }^\circ\text{C}$), але все таки розчинний у воді.

Таким чином, при кип'ятінні води жорсткість, яка зумовлена наявністю гідрокарбонатів кальцію і магнію, значно знижується. Кип'ятінням частково усувається також жорсткість, зумовлена наявністю $CaSO_4$, розчинність якого при $100 \text{ }^\circ\text{C}$ зменшується до $0,65 \text{ г/дм}^3$.

Зм'якшування води реагентними методами ґрунтоване на обробці її реагентами, аніони яких утворюють з катіонами Ca^{2+} і Mg^{2+} малорозчинні сполуки: $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, $Mg_3(PO_4)_2$ та інші з подальшим їх відділенням в освітлювачах і освітлювальних фільтрах. Як реагенти для зм'якшування води застосовують вапно, кальциновану соду, гідроксиди натрію, барій та інші речовини. Найбільш поширеним методом осадження є вапняно-содовий. Як хімічні реагенти в ньому застосовують вапно $Ca(OH)_2$ і кальциновану соду Na_2CO_3 .

Залишкова жорсткість води, обробленої за вапняно-содовим методом, залежно від якості і температури початкової води, а також від якості роботи водопом'якшувача коливається в межах $1,0\text{--}2,0 \text{ мг}\cdot\text{екв/дм}^3$ і при роботі з підігрівом води (від 40 до $80 \text{ }^\circ\text{C}$) в межах $0,3\text{--}0,4 \text{ мг}\cdot\text{екв/дм}^3$.

Катіонітовий метод зм'якшування води заснований на реакції іонного обміну. Іони кальцію і магнію тут переходять з розчину в катіоніт, а іони натрію і водню – з катіоніту в розчин; жорсткість води при цьому усувається. Після використання більшої частини іонів натрію і водню катіоніти піддають регенерації.

Метод знесолювання води ґрунтований на застосуванні *H*-катіонітового і *OH*-аніонітового фільтрів.

Жорстку воду послідовно пропускають через *H*-катіоніт, де вона звільняється від іонів кальцію і магнію, а потім через

ОН-аніоніт. При проходженні через *ОН*-аніонітовий фільтр аніони мінеральних кислот обмінюються на гідроксильний іон (*ОН*).

Реакції, що протікають при знесолюванні води, оборотні, що дає можливість відновлювати працездатність фільтрів. *Н*-катіонітовий фільтр регенерують розчином соляної кислоти, *ОН*-аніонітовий фільтр – розчином лугу (*NaOH*, *KOH*) і розчином соди (*Na₂CO₃*, *NaHCO₃*).

При зм'якшуванні води методом катіонного обміну залежно від поставлених вимог до якості живильної води і прийнятої схеми можливо отримати мінімальну залишкову жорсткість у зм'якшеній воді 0,05 мг·екв/дм³ і бажану лужність.

З метою інтенсифікації процесів очищення води для боротьби з накипоутворенням застосовується магнітна обробка.

Механізм впливу магнітного поля на воду і її домішки остаточно не визначений, проте гіпотези класифіковані на три групи:

- перша, що об'єднує більшість гіпотез, пояснює дію магнітного поля його впливом на іони солей, наявних у воді (під впливом магнітного поля відбувається утворення центрів кристалізації);

- друга припускає дію магнітного поля на домішки води, що містяться в колоїдному стані;

- третя група об'єднує уявлення про можливий вплив магнітного поля на структуру води.

Найширше метод магнітної обробки води застосовують для боротьби з накипоутворенням.

Принцип методу полягає в тому, що при перетині водою магнітних силових ліній накипоутворювачі виділяються не на поверхні нагрівання, а в масі води. Утворюються при цьому крихкі осади (шлам), які можна легко видаляти. Метод ефективний не для всіх вод. В більшості випадків позитивні результати виходять при обробці вод кальцієво-карбонатного класу, які становлять близько 80 % вод усіх водоймищ нашої країни (85 % її території).

Порівняна із зм'якшуванням води методами осадження із застосуванням реагентів, термохімічними методами і методами катіонного обміну основними перевагами магнітної обробки води є простота, дешевизна, безпека і майже повна відсутність експлуатаційних витрат.

6 ПРИГОТУВАННЯ ОХОЛОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ДИЗЕЛІВ ТЕПЛОВОЗІВ ТА ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІВ

Порядок приготування і застосування води для охолодження дизелів тепловозів і дизель-поїздів експлуатаційного парку залізниць передбачено інструкцією з приготування та застосування води для охолодження двигунів тепловозів, дизель-поїздів ЦТ-0047-2002, яка затверджена та введена в дію наказом №171-Ц від 05.04.2002 року.

Ця інструкція встановлює вимоги до порядку організації робіт з приготування і контролю якості охолодної води, а також лабораторні методи оцінювання її якості.

Вода, що застосовується в системах охолодження дизелів тепловозів і дизель-поїздів, повинна бути попередньо оброблена, тобто мати відповідну жорсткість, бути вивільненою від завислих речовин і містити необхідні протикорозійні присадки.

Застосування води належної якості забезпечує тривалий захист поліметалевої системи охолодження від корозійних і корозійно-ерозійних руйнувань, накипоутворювань і шламовідкладень і забезпечує роботу дизеля без зниження його економічності й показників надійності.

Для приготування охолодної води може використовуватися:

- конденсат, одержуваний з відпрацьованої пари будь-якої стаціонарної котельної установки;
- вода іонообмінної обробки;
- вода, одержувана методом зворотного осмосу.

Якість вихідної води повинна відповідати таким вимогам:

- загальна жорсткість – не більше 0,2 моль/м³;
- вміст хлоридів – не більше 25 мг/дм³;
- загальна лужність – не більше 0,6 моль/м³ по метилоранжу.

Для захисту систем охолодження тепловозів і дизель-поїздів від корозійних і корозійно-ерозійних руйнувань у приготовлену охолодну воду вводять компоненти антикорозійних присадок:

- їдкий натр технічний ($NaOH$) – ГОСТ 2263;
- тринатрійфосфат ($Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$) – ГОСТ 201;
- калію біхромат ($K_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$) – ГОСТ 2652;
- натрію біхромат ($Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$) – ГОСТ 2651;
- нітрит натрію ($NaNO_2$) – ГОСТ 19906;

- скло натрієве рідке ($NaSiO_2$) – ГОСТ 13078;
- хромпik ($K_2Cr_2O_7$).

Норми вмісту компонентів антикорозійних присадок в охолодній воді зазначені в таблиці 1. При приготуванні води необхідно виходити з максимального вмісту компонентів.

Таблиця 1 – Норми вмісту компонентів антикорозійних присадок в охолоджувальній воді

Нормований показник	Розмірність	Охолодна вода з присадкою			
		Нітрито-фосфатна (лужна)	Нітрито-силікатна	Нітрито-фосфато-хроматна	Нітрито-фосфатна (без луку)
Вміст нітриту натрію ($NaNO_2$)	мг/дм ³	2500-3000	1000-1500	1500-2000 (-)*	2500-3000
Вміст фосфорного ангідриду (P_2O_5)	мг/дм ³	15-25	-	15-25	15-25
Вміст силікату натрію (Na_2SiO_3)	мг/дм ³	-	300-600	-	-
Вміст хромового ангідриду (CrO_3)	мг/дм ³	-	-	800-1000	-
Вміст їдкового натру ($NaOH$)	З розрахунку для одержання необхідного значення лужності				
* допускається для охолодної води двигунів дизель-поїздів Д1, ДР1, ДР1А з блоками із алюмінієвих сплавів					

У двигунах тепловозів і дизель-поїздів допускається до застосування охолодна вода з антикорозійними присадками, зазначеними в таблиці 2.

Таблиця 2 – Охолодна вода з присадками

Серія тепловоза чи дизель-поїзда	Охолодна вода з антикорозійними присадками
ЧМЕЗв/і, 2ТЕ10 в/і, ТГМ4, ТГМ4А, ТЕМ1	Нітрито-фосфатна (лужна)
2ТЕ10в/і, 2ТЕ116, ТЕП70	Нітрито-фосфатна (без луку)
Д1, ДР1, ДР1А, М62, 2М62, 2М62У	Нітрито-фосфато-хроматна або нітрито-силікатна
ТГМ2, ТГМ3, ТГМ23, ТУ2-7, ТГК2	Нітрито-фосфато-хроматна

Охолодна вода з іншими видами антикорозійних присадок допускається до застосування тільки з дозволу Департаменту локомотивного господарства ПАТ «Укрзалізниця». Тимчасово двигуни модернізованих тепловозів ЧМЕ-3П, М62М охолоджуються водою з нітрито-фосфато-хроматними або нітрито-силікатними антикорозійними присадками.

Для приготування до видачі води на тепловози і дизель-поїзди залежно від місцевих умов виділяється при екіпірувальному господарстві або в депо відповідне приміщення, обладнане водопроводом, каналізацією, опаленням, вентиляцією і підведенням пари.

У приміщенні з приготування води встановлюються ваги, дерев'яні скрині з кришками, що замикаються, для збереження тринатрійфосфату і нітриту натрію, залізний бачок із краном і кришкою, що замикається, для збереження розчину їдкого натру, і бідони, що щільно закриваються, для збереження біхромату натрію і біхромату калію.

У зимову пору року в приміщенні повинна підтримуватися температура не нижче ніж 15 °С. Підлога приміщення повинна бути водонепроникною, гладкою і мати дренаж для стоку води.

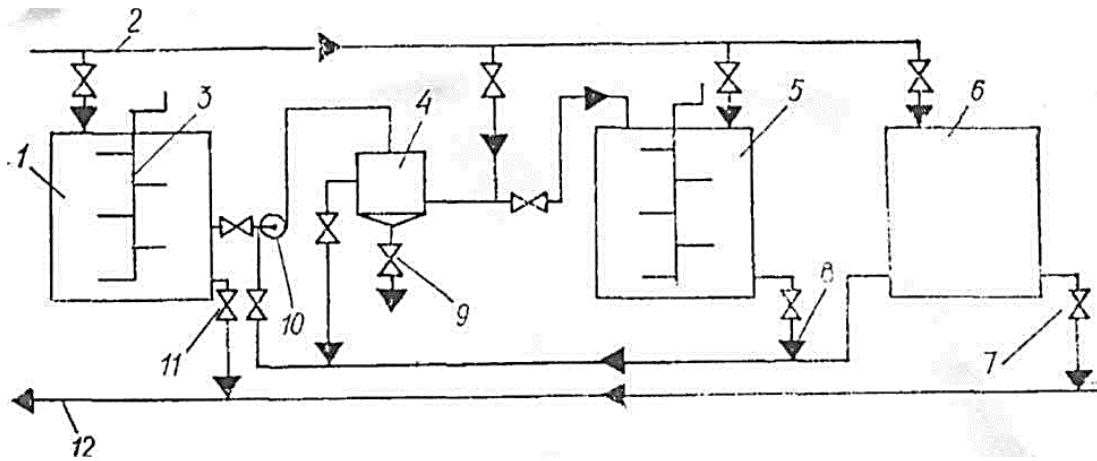
У приміщенні встановлюються чотири баки:

- бак № 1 – для збору конденсату;
- бак № 2 – для приготування води;
- бак № 3 – для видачі води на тепловози і дизель-поїзди;
- бак № 4 – для збору і накопичення води з тепловозів і дизель-поїздів при відставленні їх для ремонту.

Схема установки з приготування води для охолодження дизелів тепловозів та дизель-поїздів наведена на рисунку 2.

Місткість перших двох баків встановлюється з огляду на добову витрату води тепловозами цього депо. Місткість бака № 4 розраховується згідно з планом ремонту тепловозів і дизель-поїздів.

У цеху поточного ремонту депо додатково встановлюються бак № 3 і бак № 4 для зливу якісної води з водяної системи тепловозів, дизель-поїздів при постановці їх на ремонт.



1 – бак для конденсату; 2 – подача води на обробку; 3 – вал з лопатями для перемішування; 4 – фільтр; 5 – роздавальний бак; 6 – збірний бак; 7, 9, 11 – крани для очищення баків; 8 – подача приготованої води на тепловоз; 10 – насос; 12 – злив у каналізацію

Рисунок 2 – Схема установки по приготуванню води для охолодження дизелів тепловозів та дизель-поїздів

При експлуатації в депо тепловозів декількох серій з різними видами води для охолодження двигунів устаноується відповідна кількість баків № 2,3,4 для приготування і видачі на тепловози охолодної води з відповідною антикорозійною присадкою. Баки, які призначені для приготування і збору води, обладнуються термометрами, змієвиками для підігріву, повинні мати кришки із запорами, крани, встановлені в нижній частині, для видачі води на тепловози і дизель-поїзди, і крани для відбору проб води і конденсату, водомірне скло з тарованими відмітками, крани для спуску шламу і таблички із зазначенням місткості бака і найменуванням розчинів.

Бак № 2 повинен бути обладнаний механічною мішалкою або іншим пристроєм для перемішування води (барботажа, циркуляція).

Перекачування води з бака № 1 у баки № 2,3 виконується відцентровим насосом.

Прогрів і заправлення двигунів тепловозів і дизель-поїздів виконується водою, підігрітою до температури плюс 40–60 °С, що подається відцентровими насосами з бака № 3.

Для зручності та безпеки робіт, пов'язаних з приготуванням води, у баках повинні бути передбачені службові площадки,

підмости, східці й освітлення, що відповідають вимогам техніки безпеки.

Приготування води провадиться в баку № 2 у такий спосіб: з бака № 1 конденсат перекачується в бак № 2; до заміряної кількості води в баку № 2 додають відповідну кількість компонентів антикорозійної присадки.

Потрібна кількість хімікатів, що необхідна для приготування певного об'єму води для охолодження двигунів тепловозів і дизель-поїздів, а також для доведення до норми вмісту компонентів присадок у воді системи охолодження двигуна, розраховується відповідно до додатка А. Цими розрахунками треба також керуватися при виконанні контрольної роботи з дисципліни.

Протикорозійні присадки вводяться в бак № 2 у вигляді розчинів. Для цього вони попередньо розчиняються окремо в невеликих ємкостях і перед введенням у бак профільтровуються через неворсисту тканину. Хімікати вводяться в бак у будь-якій послідовності. Після введення в бак № 2 протикорозійних присадок вода, нагріта в ньому до температури плюс 40–50 °С, ретельно перемішується за допомогою механічної мішалки або іншого пристрою протягом 10–15 хв до повного розчинення присадок.

З метою ощадливої витрати присадок вода з водяної системи при постановці тепловоза в ремонт, у випадку відповідності поставленим до неї вимогам за жорсткістю і вмістом хлоридів, збирається в збірний бак № 4 для повторного використання. З бака № 4 після фільтрації воду перекачують у бак № 2 і, в разі потреби, до неї додають компоненти протикорозійних присадок, яких бракує, або вона розбавляється водою з бака № 1 до одержання якості, що задовольняє вимоги, зазначені у таблиці 1.

При експлуатації тепловозів і дизель-поїздів на довгих тягових плечах передбачається запас води в кількості не менше 20 дм³. Цей запас води видається на тепловози і дизель-поїзди в залізні бідони з кришками, що щільно закриваються, та з відповідними написами «Вода отруєна, для пиття непридатна». Машиністи тепловоза і дизель-поїзда зобов'язані забезпечити застосування води для охолодження двигунів згідно з інструкцією,

яка діє в депо, не допускаючи застосування для цієї мети непідготовленої води.

Отримання хімікатів, як у сухому, так і у рідкому вигляді, провадиться тільки за вагою. Приймання хімікатів тарованим об'ємним посудом забороняється.

Якщо в депо експлуатуються тепловози із сучасними системами охолодження – тепловози ЧМЕЗП, 2М62М, дизель-поїзди, рейкові автобуси та інші, які як охолодну рідину мають низькозамерзаючу рідину – антифриз, то у такому разі в приміщенні для приготування та видачі води встановлюється додатковий бак. Бак обладнано окремим відцентровим насосом, відповідним трубопроводом для видачі рідини на рухомий склад, підігрівом та ін.

6.1 Інші охолодні рідини

У сучасних транспортних двигунах як охолоджувач застосовують низькозамерзаючі охолодні рідини, або антифризи. Антифриз – це міжнародна назва охолоджуючих рідин для двигунів. У перекладі з англійської слово Antifreeze позначає «не замерзає».

У складі всіх антифризів гліколева основа: етиленгліколь або пропіленгліколь, плюс пакет присадок, що поліпшують їх властивості.

Найбільшого поширення набули етиленгліколеві антифризи, що є розчином етиленгліколю у воді. Етиленгліколь – це двохатомний спирт CH_2OH-CH_2OH – безбарвна і без запаху рідина, яка кипить при температурі $197\text{ }^\circ\text{C}$ і застигає при мінус $12\text{ }^\circ\text{C}$. Водні розчини етиленгліколю застигають при нижчій температурі. Так, розчин, що містить 67 % етиленгліколю і 33 % води, застигає при температурі мінус $75\text{ }^\circ\text{C}$. Залежності щільності і температури застигання антифризу від його складу подан на рисунку 3. Останнім часом у локомотивному господарстві також застосовуються незамерзаючі при низькій температурі рідини (антифризи). Наприклад, двигуни рейкових автобусів охолоджуються антифризом марки Тосол А-40М. Крім загальних вимог, антифризи повинні мати якомога меншу корозійну агресивність, тобто містити присадки, бути фізично та хімічно

стабільними. Ці рідини не повинні пінитися під час роботи, а їх вартість має бути невелика.

Як антифризи можуть бути використані водні розчини солей, спиртів, етиленгліколів тощо. Найбільшого поширення набули етиленгліколеві рідини. Нині застосовують дві етиленгліколеві рідини марок 40 і 65 з температурою замерзання відповідно -40 і -65 °С.

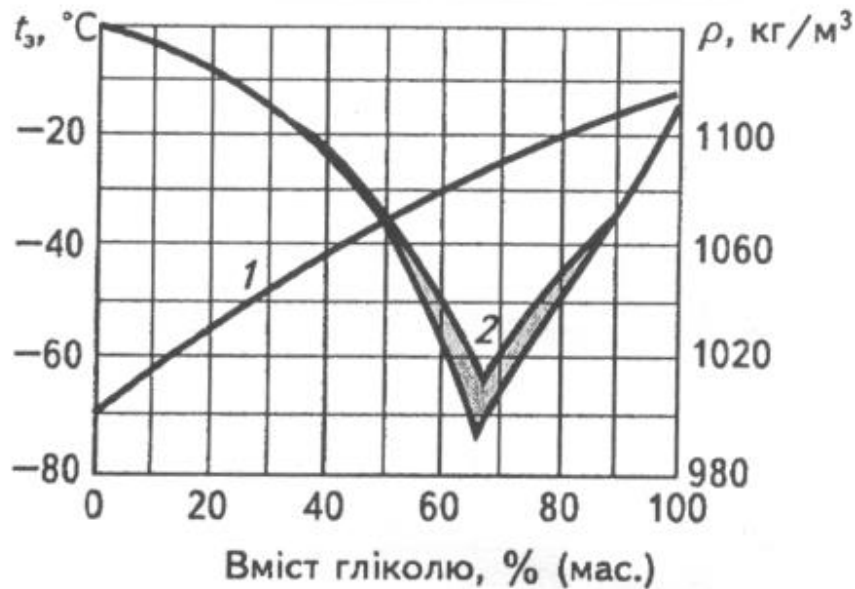


Рисунок 3 – Залежність густини (1) й температури замерзання (2) водно-етиленглікової охолодної рідини від її складу

Етиленгліколеві антифризи мають підвищену корозійну активність до металів і руйнують гуму. Для усунення цих недоліків до антифризів вводять присадки: декстрин, що оберігає від руйнування свинцево-олов'янисті припої, алюміній і мідь; динатрійфосфат, що захищає чорні метали, мідь і латунь. Іноді вводять молибденовий натрій, що запобігає корозії цинкових і хромових покриттів на деталях системи охолодження. У цьому випадку до марки антифризу додають індекс «М».

Значення деяких показників антифризів наведено в таблиці 3.

Тосол А – концентрований етиленгліколь з присадками, що розбавляються дистильованою водою до потрібної концентрації.

Тосоли відрізняються від простих антифризів наявністю протипінних і антифрикційних присадок. Цифра в марці антифризу показує найвищу температуру застигання.

Таблиця 3 – Низькозамерзаючі охолодні рідини

Показник	Простий антифриз			Тосол		
	Концен- трат	40	65	А (концен- трат)	А-40М	А-65М
Колір рідини	Світло-жовтий (злегка каламутна рідина)			Жовто-зелений		
Колір фарбника	-	-	Оран- жевий	Блакит- ний	Блакит- ний	Черво- ний
Щільність при температурі 20 °С, кг/м ³	1110- 1116	1067- 1072	1085- 1090	1120- 1140	1075- 1085	1085- 1095
Температура кристалізації, °С, не вище	-	-40	-65	-	-40	-65
Температура кипіння, °С, не нижче	-	100	100	170	105	105
Етиленгліколь, % (за масою), не менше	94	52	64	96	53	63
Вода, % (за масою), не більше	5	47	35	3	44	35
Присадки, г/дм ³ :						
декстрин	1,80-1,85	1	1	1,0	0,4	0,5
динатрійфосфат	4,4-5,6	2,5-3,5	3,0-3,5	-	-	-
антипінна	-	-	-	0,1	0,05	0,08
антифрикційні	-	-	-	5	2,55	2,95

Промисловість випускає такі марки антифризів: прості антифризи – 40, 65, 40М, 65М; тосоли – Тосол А, Тосол А-40М, Тосол А-65М.

Змішувати прості антифризи 40 та 65 з тосолом не слід, а при заміні одного іншим треба промити систему охолодження двигуна.

Якщо система охолодження довгий час заправлялася водою, то перед заливанням антифризу її потрібно старанно промити, інакше відбудеться реакція накипу з антифризом і агресивність останнього збільшиться.

Якщо колір антифризу дуже змінився при скаламученні, то його слід замінити свіжим, попередньо промивши систему охолодження двигуна.

При експлуатації антифризів передусім випаровується вода, оскільки температура кипіння етиленгліколю 197,5 °С. Тому в разі википання в систему охолодження треба доливати не антифриз, а воду. Якщо система охолодження негерметична, то в неї додають тільки антифриз.

Температурний коефіцієнт об'ємного розширення у антифризів більший, ніж у води, тому заливати його слід на 5–8 % менше, ніж води, або використовувати у складі системи охолодження розширювальний бачок.

Не можна допускати потрапляння в антифриз нафтопродуктів, оскільки в цьому випадку руйнуються присадки.

Кожна країна/фірма виробляє охолодні рідини, відповідно до своїх національних стандартів/допусків. Нижче наведені найбільш поширені їх версії: ГОСТ 28084-89 (Росія); BS 6580:1992 (Великобританія); SAE J 1034, ASTM D 5345, ASTM D 4985 (США); AFNOR NF R15-601 (Франція); JIS K2234 (Японія); General Motors USA - GM 1899-M, GM 6038-M; MAN 324 Typ N/F/NSF; MTU MTL 5048/5049; Volkswagen TL-774 G11/G12/G12+/G12++/G13 (Німеччина).

Згідно з кваліфікацією фірми Volkswagen антифризи поділяють на мінеральні (клас G11), органічні (клас G12), гібридні (клас G12+) і лобридні (клас G12++ і G13) – різниця між ними полягає в типі застосовуваній основі та присадок.

Під класом G11 виробляють антифризи, створені за традиційною технологією (її ще називають силікатною). Як присадки, що захищають від корозії, у таких антифризах використовують неорганічні речовини і різні їх комбінації – силікати, фосфати, борати, нітроти, аміни, нітрати. Силікатні присадки, що містяться в антифризах G11, покривають усю внутрішню поверхню системи охолодження захисним шаром.

Як антикорозійні присадки в антифризах G12 використовуються карбонові (органічні) кислоти. Звідси друга назва цих антифризів – карбоксилатні. Їх особливістю є те, що карбоксилатні присадки не утворюють захисного шару на всій поверхні системи охолодження, а починають діяти лише в місцях

виникнення корозії, з утворенням захисних шарів товщиною не більше одного мікрона. Гібридні антифризи G12+ містять, крім органічних (карбоксилатних) присадок, також і неорганічні.

Антифризи класу G12++ є новим видом охолодних рідин, у яких органічна основа поєднується з невеликою кількістю мінеральних присадок. У своєму складі не мають нітритів, фосфатів, боратів, силікатів, амінів, а тому можуть бути сумісні з іншими класами антифризів.

Антифризи, у складі яких замість етиленгліколю використовується не токсичний пропіленгліколь, отримали позначення G13.

7 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОХОЛОДНОЇ ВОДИ

Відповідальними за організацію і керівництво підготовкою води для охолодження двигунів тепловозів, дизель-поїздів і хімічного контролю в межах залізниці є начальники служби локомотивного господарства і завідувачі хіміко-технічної лабораторії; начальники депо і завідувачі деповської хіміко-технічної лабораторії.

Метою хімічного контролю охолодної води є своєчасне виявлення відхилень основних показників якості води від заданих нормами значень. Хімічний контроль у локомотивному депо організується і здійснюється хіміко-технічною лабораторією.

Хімічному контролю підлягають:

- компоненти антикорозійних присадок;
- вихідна вода відповідно до вимог;
- вода, що видається на тепловоз і дизель-поїзд;
- вода із системи охолодження двигуна в період експлуатації тепловозів і дизель-поїздів,
- вода, що підлягає спуску з водяної системи двигунів при постановці тепловозів і дизель-поїздів на ремонт для можливості повторного її використання.

Хімічний аналіз води проводиться:

- вихідної води – у всіх випадках перед перекачуванням її з бака № 1 у бак № 2;

- води з бака № 2 – після кожного її приготування; води з бака № 3 – один раз на добу;
- води із системи охолодження двигунів поїзних тепловозів і дизель-поїздів – на кожному ТО-3 та поточних ремонтах;
- протикорозійних присадок – при надходженні нових партій на склад зберігання.

Відібрані проби піддаються аналізам на визначення твердості, вмісту хлоридів, лужності і вмісту компонентів присадок. Результати аналізу води заносять у журнали облікової форми ТУ-142 та ТУ-28.

Експлуатаційна придатність охолодної води оцінюється шляхом зіставлення даних аналізу з бракувальними показниками, наведеними в таблиці 4.

Таблиця 4 – Норми бракувань охолодної води

Бракувальний показник	Розмірність	Охолодна вода з присадками			
		Нітрито-фосфатна (лужна)	Нітрито-силікатна	Нітрито-фосфато-хроматна	Нітрито-фосфатна (без луку)
Лужність (за фенолфталеїном)	моль/м ³	Менше 1,5 більше 2,5	Менше 1,0 більше 3,0	Більше 0,3	Більше 1,0 (більше 0,5**)
Загальна твердість	моль/м ³	Вище 0,3	Вище 0,3	Вище 0,3	Вище 0,3
Вміст хлоридів	мг/дм ³	Вище 50	Вище 50	Вище 50	Вище 50
Вміст нітриту натрію	мг/дм ³	Менше 2500 більше 3000	Менше 1000 більше 1500	Менше 1500 більше 2000 (-)*	Менше 2500 більше 3000
Вміст фосфорного ангідриду	мг/дм ³	Менше 15 більше 25	-	Менше 15 більше 25	Менше 15 більше 25
Вміст хромового ангідриду	мг/дм ³	-	-	Менше 800 більше 1000	-
Вміст силікату натрію	мг/дм ³	-	Менше 300 більше 600	-	-

* Допускається для охолодної води двигунів дизель-поїздів Д1, ДР1, ДР1А з блоками із алюмінієвих сплавів.

** Для тепловозів 2ТЕ116, 2ТЕ121, ТЕП150 з деталями із алюмінієвих сплавів

При досягненні бракувальних параметрів охолодної води проводиться заміна її в системі охолодження локомотивів та дизель-поїздів.

При заниженому вмісті у воді антикорозійних присадок вони вводяться робітником з приготування води в систему охолодження двигуна тепловоза, дизель-поїзда у кількостях, розрахованих лабораторією відповідно до додатка А. Присадки вводяться в систему охолодження дизеля в розчиненому вигляді. Якщо вміст антикорозійних присадок у воді перевищено понад норми, у водяну систему двигуна тепловоза, дизель-поїзда додається зм'якшена вода чи конденсат у кількості, вказаній лабораторією.

Для тепловозів ЧМЕЗП з двигунами типу Cat3500В фірма Caterpillar рекомендує для застосування охолодну рідину (ОР) з подовженим строком використання типу ELC. Ця охолодна рідина містить етиленгліколь з комплексом органічних присадок та забезпечує роботу двигуна у діапазоні температур рідини від мінус 37 до 129 °С. Строк служби рідини шість років або 12000 год (приблизно 1000000 км пробігу). Раз на рік обов'язково проводиться аналіз якості. Перед заміною охолодної рідини водяна система промивається водою без додавання очищувача від накипу.

Допускається заміна на DEAC (Diesel Engine Antifreeze Coolant) – охолодну рідину з антифризом для дизельного двигуна на основі гліколю. Ця рідина забезпечує захист обладнання в діапазоні температур від мінус 37 до 129 °С. Строк служби до 3000 год (два роки). Містить інгібітори для охолодної рідини, що забезпечують захист від корозії. Потребує періодичного додавання SCA (Supplemental Coolant Additive), присадки від корозії, в інтервали технічного обслуговування (через кожні 250–300 год) і одночасного проведення аналізу. Перед заміною охолодної рідини водяна система промивається з використанням спеціального очищувача для видалення накипу.

У разі неможливості застосування рекомендованих рідин для охолодження допускається їх заміна на ОР, що відповідають вимогам ASTM D 5345, ASTM D 4985, або на спеціально підготовлену воду з додаванням присадок на основі силікату натрію. Строк служби такої охолодної рідини два або один рік

відповідно, з обов'язковим контролем якості на кожному ТО-3 та ПР1.

При експлуатації тепловозів ЧМЕЗП з дизелями Cat3512B та тепловозів 2М62 з дизелями EMD645E3 в умовах ПАТ «Укрзалізниця» використовують спеціально підготовлену воду з комплексом нітрито-силікатних або нітрито-фосфато-хроматних присадок для захисту обладнання від накипу та корозії.

Для рейкових автобусів 610М, 620М, 630М, на яких установлюються дизелі фірм MTU або MAN виробником рекомендовано застосовувати охолодну рідину на основі концентрату антифризу (40 % антифризу та 60 % води). Ця рідина забезпечує роботу двигуна при температурі рідини до мінус 27 °С. Зниження концентрації антифризу менше 40 % не забезпечує захисту від корозії.

При заправці та додаванні охолодної рідини в систему дизеля під час технічного обслуговування видержують пропорцію 50 на 50 %, за рахунок чого температура замерзання рідини знижується до мінус 37 °С, та з'являється можливість додавання чистої води в систему під час експлуатації.

Для виготовлення охолодної рідини застосовують чисту, прозору водопровідну або демінералізовану воду, що відповідає таким вимогам: жорсткість не більше 2,7 моль/м³, значення *pH* при 20 °С від 6,5 до 8,5, вміст хлоридів до 100 мг/дм³, вміст сульфатів до 150 мг/дм³. Через кожні шість місяців та при кожній дозаправці визначають допустимі показники та концентрацію антифризу. Строк служби ОР становить чотири роки або 500 тис. км пробігу.

У виняткових випадках фірма MAN допускає роботу дизеля на ОР, що містить підготовлену воду та комплект присадок для захисту від корозії MAN248. При використанні присадок іншого виробника не гарантується захист від піттинг корозії гільз циліндрів. Строк служби ОР у цьому випадку становить один рік.

Для виготовлення охолодної рідини використовують концентрат антифризу, який рекомендовано фірмою-виробником (наприклад MAN 324, MTU MTL5048) або відповідає місцевим діючим стандартам.

При експлуатації рейкових автобусів в умовах ПАТ «Укрзалізниця» застосовують концентрат тосолу А-40М, який забезпечує роботу двигуна у діапазоні температур рідини від

мінус 37 до 108 °С. Строк служби до заміни приблизно два роки. Незалежно від цих інтервалів охолодна рідина замінюється, якщо вона забарвлюється в бурий колір або стає каламутною.

Контроль якості антифризів систем охолодження повинен виконуватися згідно з тимчасовою інструкцією Департаменту локомотивного господарства ПАТ «Укрзалізниця».

8 ВИРОБНИЧО-ПОБУТОВЕ СПОЖИВАННЯ ВОДИ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

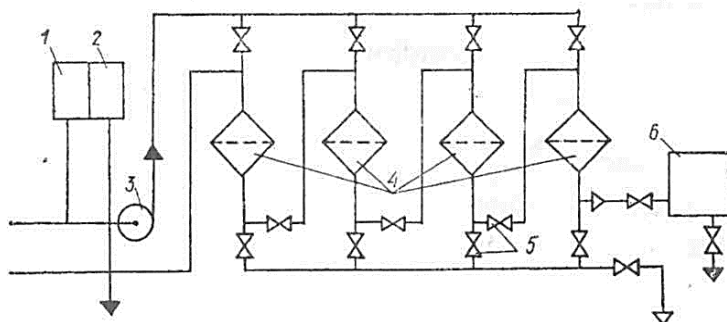
При експлуатації акумуляторних батарей відбувається випаровування електроліту, щільність його підвищується і виникає необхідність періодичного доливання води. Дистильована вода не повинна містити більш ніж 0,5 мг/дм³ заліза, 5,5 мг/дм³ хлору, 17,5 мг/дм³ окису кальцію, 5,0 мг/дм³ окису магнію, 12,5 мг/дм³ окису кремнію.

Електроліт для кислотних і лужних батарей готують з дистильованої води, яка містить хлоридів не більше 0,02 мг/дм³, має жорсткість не більше 0,1 мг·екв/дм³ і окиснюваність 1 мг О₂ на 1 л. Вода не повинна містити важкі метали, сірководень.

Для отримання електроліту використовується знесолена вода, оскільки електрична дистиляція обходиться дорого. Метод знесолювання оснований на застосуванні катіонітового й аніонітового фільтрів. У катіонітовому фільтрі відбувається витіснення іонів кальцію і магнію, а в аніонітовому – заміна мінеральних кислот на гідроксильну групу.

Для отримання глибоко знесоленої води використовують звичайну водопровідну воду із загальним вмістом солей близько 5 мг/дм³, загальною жорсткістю до 4,3 мг·екв/дм³. Схема отримання такої води показана на рисунку 4, продуктивність установки 5 –150 л/год. Електроліт із застосуванням знесоленої води готують у металевих ваннах, які викладені вініпластом. Метод отримання знесоленої води має ряд недоліків: потреба в складному і громіздкому устаткуванні, висока вартість застосовуваних реагентів, велика витрата води на власні потреби, труднощі з автоматизацією процесу. У разі невеликої потреби

води для приготування конденсату можна використовувати електродистильатори спеціального призначення.



1,2 – баки для коагулянтів; 3 – насос; 4 – фільтр;
5 – вентиль; 6 – збірний бак для знесоленої води

Рисунок 4 – Схема установки для глибокого знесолювання (зм'якшування) води

Механізм дії води на робочий процес двигунів внутрішнього згорання вивчений не повністю, але вважається, що при додаванні води підвищується октанове число палива, завдяки чому зростає потужність і поліпшується економічність роботи двигуна.

Ця дія зумовлюється в основному трьома чинниками:

- охолодженням робочої суміші;
- охолодженням деталей камери згорання;
- дією водяної пари як інертного середовища, що регулює процес згорання суміші.

Деякі фахівці вважають, що вода є не тільки каталізатором, а й безпосередньо бере участь у процесі горіння суміші.

Вода може подаватися безпосереднім впорскуванням у циліндри або впускну систему двигуна, а також у вигляді водобензинової емульсії (ВБЕ), приготовленої раніше. Практика показала, що через підвищену в'язкість ВБЕ до її складу поки що можна вводити не більш як 10 % води. Але в Японії проводяться дослідження з додавання води до 30 %.

Незважаючи на перелічені недоліки, практика показує, що при роботі двигуна на ВБЕ з вмістом 10...30 % води питома витрата бензину знижується на 12–22 % при повних навантаженнях і на 7–10 % – при середніх. Крім того, приблизно у 2–6 разів знижується вміст оксиду вуглецю у відпрацьованих газах двигуна.

Впорскування 10 % води до бензину еквівалентне підвищенню октанового числа на 8–10 одиниць, що дає змогу застосовувати бензин з меншим октановим числом. При цьому потужність та економічні показники двигуна зберігаються, а іноді й поліпшуються.

Додання води до бензину потребує встановлення на двигуні додаткової системи живлення або створення стабільних водобензинових емульсій, які дадуть змогу зменшити використання стабілізаторів, що також дорого-кошують.

У дизелях можна також використовувати *обводнене дизельне паливо* – *водопаливну емульсію* (ВПЕ), що характеризується вищою фізичною стабільністю, ніж ВБЕ, і для її приготування потрібно значно менше поверхнево-активних речовин (ПАР).

В разі використання в дизелях ВПЕ питому витрату палива можна знизити на 2–6 %. Димність відпрацьованих газів при цьому зменшується завдяки впливу водяних парів на процес газифікації вуглецю (сажі).

Обводнене дизельне паливо характеризується зниженням цетанового числа і великим періодом затримки самозапалювання. Однак наявність мікрровибухів крапель емульсії та вплив на згорання суміші наявності води в паливі призводять до інтенсифікації виділення тепла і скорочення тривалості згорання палива, що сприяє зниженню його витрати.

Як склоомивну рідину на локомотивах зазвичай використовують воду. Проте вода замерзає при температурі навколишнього середовища нижче за нуль і не надходить до форсунок системи обмивання. Другим недоліком води є те, що вона через високе поверхневе натягнення погано змочує скло і у вигляді крапель стікає з нього. Для усунення цих недоліків виробляють спеціальні склоомивні рідини, які є сумішами води, спирту і мийної речовини. Як спирти використовують етанол, метанол та ізопропанол. Виробники випускають, як правило, концентрати (60–80 % спирту), які розбавляються водою у два – чотири рази. За оптимальну концентрацію можна вважати 10–29 % спирту (залежно від температури навколишнього середовища), що забезпечує нормальну подачу рідини до форсунок і хороше розтікання по склу.

Якщо спеціальних рідин проти обледеніння нема, то скло можна протирати сумішшю 63 %-го спирту з гліцерином (на 100 мл 63 %-го спирту додають 5,5 г гліцерину) або сумішшю калійного мила з гліцерином і скипидаром (60 г мила розчиняють у 30 г гліцерину та 10 г скипидару) чи сумішшю насиченого розчину кухонної солі з гліцерином.

Значні витрати води для миття, очищення ТРС та вагонів дизель-електропоїздів перед постановкою на технічні обслуговування та поточні ремонти.

Для цього застосовують механізовані й автоматизовані мийні й обдувальні установки відкритого і закритого типу на стаціонарних позиціях, а також пересувні самохідні мийні засоби. Найбільшого поширення набули стаціонарні пристрої (рисунк 5), які змонтовані на відкритому майданчику в зонах теплого і помірного клімату.

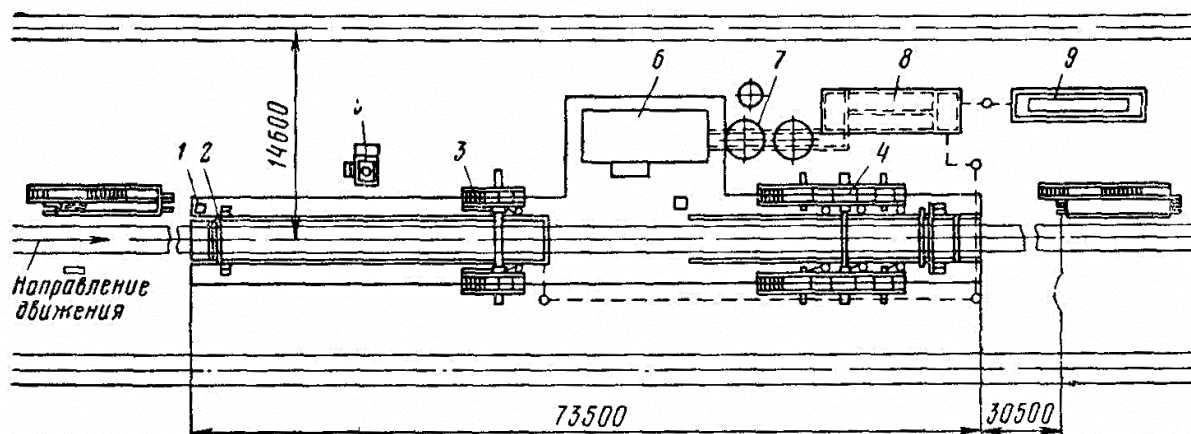


Рисунок 5 – Стаціонарна мийна установка відкритого типу

Стаціонарна мийна установка містить: мийну рамку, що має соплові наконечники для обприскування бічних сторін і даху локомотива спеціальною емульсією на водній основі, що подається насосами під тиском $(4-5) \cdot 10^5$ Па; мийний механізм барабанного типу з капроновими щітками для розтирання нанесеної на локомотив мийної емульсії; пристрій для натирання кузова захисною пастою; пристосування для обмивання бічних стінок і даху локомотива (мийний душ); апарат для сушіння локомотива гарячим повітрям; мийний візок, використовуваний для миття екіпажа знизу і миття підлоги оглядової канави.

Устаткування для миття містить також пристрій для затримання бруду та нафтопродуктів. Для захисту навколишнього середовища від забруднення використовують мийні установки із замкнутим циклом використання мийного розчину.

Розроблені останнім часом мийні установки відзначаються використанням спеціальних додаткових щіток. Це викликано появою рухомого складу нових типів, зовнішні обриси якого характеризуються значною криволінійністю. З огляду на це пара звичайних щіток уже не може забезпечити ефективне очищення. Такі додаткові щітки виконуються вигнутими або циліндричними і встановлюються під різними кутами для обробки верхніх і нижніх скосів бічних стінок кузова або горизонтально для обробки даху.

На рисунку 6 показана сучасна мийна установка, яка оснащена вісьма бічними й двома даховими щітками, пристроєм для попереднього зволоження, порталом для остаточного миття, ополіскування і чотирма потужними вентиляторами для прискорення висихання обмитих поверхонь.



Рисунок 6 – Сучасна мийна установка

Останнім часом у закордонній практиці обслуговування автомобілів сільськогосподарської техніки, рухомого складу залізниць, очищенні виробничих приміщень набув розповсюдження гідродинамічний метод очищення струменями води високого

тиску (до 300 МПа). Він одержав назву гідроджетинг. Цей метод у більшості випадків витісняє спосіб пароструминного очищення через високу продуктивність, зниження собівартості очищення й забезпечення екологічних вимог.

Гідроджетингове обладнання відзначається простотою й зручністю в роботі, гарним зовнішнім виглядом, високими техніко-економічними показниками. Мийні машини з подачею гарячої/холодної води під високим тиском (гідроджетинг) застосовуються для очищення підкузовного простору локомотивів, що особливо важливо перед проведенням ТО або ПР. Недоліком цих установок є те, що миття сучасного електрорухомого МВРС струменями високого тиску може призвести до пошкодження обладнання й проникнення води в підкузовні контейнери з електроапаратурою та у тягові двигуни.

На залізницях України створені пункти відкритого типу, де здійснюється очищення та миття локомотивів з додатковим пристроєм для миття даху тепловозів (рисунок 7).



Рисунок 7 – Модернізований мийний пункт відкритого типу

Вологе щоденне прибирання вагонів електро- і дизель-поїздів робиться гарячою водою з додаванням розчину хлорного вапна або хлориду й іншого дезінфекційного засобу.

У той же час чистою водопровідною водою поновлюються запаси в туалетних установках локомотивів і моторвагонного складу.

На водній основі готують мийні розчини для миття деталей локомотивів під час ремонту: поршнів дизелів, кожухів осьових редукторів, корпусів букс, рам візка, сітчастих повітряних і оливних фільтрів та ін. Для вогкого прибирання підлог приміщень та оглядових канав також застосовують воду з додаванням мийних речовин.

Протипожежне устаткування локомотивів і МВРС зазвичай складається із стаціонарної установки для гасіння пожежі, пересувних вогнегасників і системи автоматичної пожежної сигналізації для виявлення пожежі. Можливість виникнення пожежі вірогідніше на тепловозах і дизель-поїздах через пошкодження дизеля або електроустаткування, високих температур основних вузлів і наявності горючих матеріалів (паливо, олива) і можливості їх витоку.

Установка для гасіння пожежі, яка застосована на магістральних тепловозах, за принципом дії повітропінна. У резервуар установки, розміщений у задній частині дизельного приміщення під дахом або на підлозі, заправляють 260–270 л води і 11 л піноутворювача ПО1 (4 % загального об'єму розчину). Отриманий вогнегасний розчин має кратність виходу піни 25–35 – тобто вихід піни при повному використанні розчину становить від 7000 до 10000 л. Установка підключена через крани до повітряної системи тепловоза. Повітря надходить безпосередньо до змішувачів, де при відкритому крані змішувача потік рідини розпилюється повітрям у дифузорі з інтенсивним утворенням піни.

Для гасіння пожежі в депо споруджують самостійну лінію пожежного водопроводу з певним запасом води. У разі виникнення пожежі на великій площі застосовують протипожежні поїзди, які мають великий запас води.

Значна кількість води використовується *при реостатних випробуваннях тепловозів і дизель-поїздів*. Реостатні установки

для випробування можуть бути повітряні із застосуванням металевих опорів і рідинні.

В умовах депо і заводів переважно застосовуються рідинні реостати, де електрична енергія генератора витрачається на нагрівання води у баку реостата. В установці передбачені реостати навантажень конструкції ПКБ ЦТ типів А-95 та А-158.

Рідинний реостат складається з резервуара об'ємом 17,4 або 10,2 м³, що заливається водою через напірну трубу. Для стоку зайвої води служить зливна труба, а для вимірювання рівня води – поплавцевий пристрій. Піднімаючи і опускаючи пластини, можна змінювати омичний опір реостата, а тому і напругу генератора.

Втрати води при реостатних випробуваннях належать до безповоротних унаслідок випаровування при випробуваннях дизель-генераторів, особливо в літній період. Велика тривалість випробувань і значна сила струму електроенергії потребують постійного поповнення установки водою.

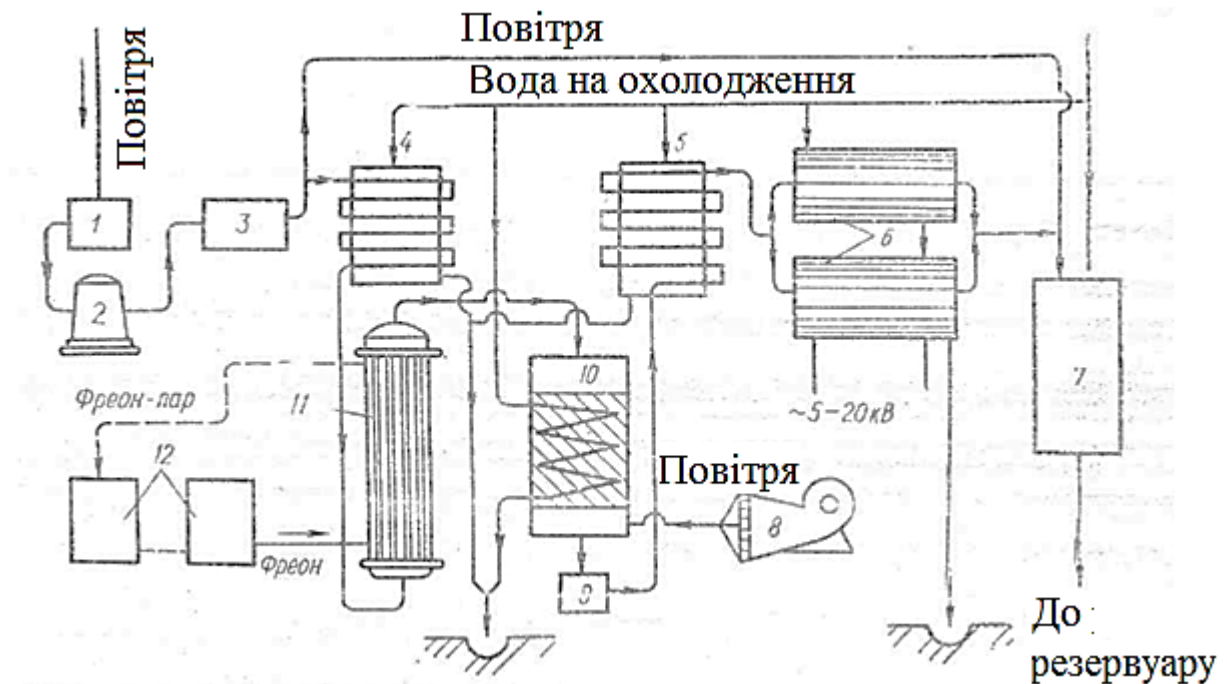
Залізничний транспорт 80–85 % води одержує *від власних (відомчих) систем*. Інші потреби задовольняються промисловими чи комунальними водопроводами. Відомчі системи водопостачання забезпечують водою житлові селища, яка в цьому разі використовується як питна та для побутово-господарських цілей. Тому, крім методів підготовки води для технічних цілей (дивись розділ 5), така вода підлягає додатковій обробці (механічні, хімічні і біологічні методи).

До цієї категорії підготовки можна віднести насичення води киснем (озоном) і хлором з метою зниження кількості небезпечних мікробів, бактерій, грибків, вірусів, тобто застосування біологічного методу.

Установка для озонування води містить блок компримування та підготовки повітря, блок електропостачання, генератор озону, пристрій для контакту озono-повітряної суміші з водою, яка очищується (рисунок 8).

Воду, яка очищується, можна різними способами змішувати з озонованим повітрям: барботуванням, змішуванням за допомогою ежекторів, мішалок та ін. У сучасних установках застосовують барботаж пористими або перфорованими дифузорами, гідравлічним емульсуванням, механічною інжекцією і змішуванням у контактних басейнах, що дає змогу

використовувати озон на 98–100 %. Потрібна тривалість контакту води, що очищується, з озono-повітряною сумішшю становить близько 1 год.



- 1 – повітряний фільтр; 2 – компресор; 3 – фільтр видалення оливи з повітря; 4 – холодильник для осушення повітря; 5 – зрошувальний холодильник; 6 – озонатори; 7 – змішувач озону з водою; 8 – електрокалорифер; 9 – тканинні фільтри; 10 – адсорбер; 11 – жаротрубний теплообмінник; 12 – установка для подачі фреону

Рисунок 8 – Схема очищення води озонуванням

Хлорування застосовують для знезараження води, що використовується для питного водопостачання, а також для знезараження стічних вод, що пройшли біологічне очищення іншими методами, для очищення стічних вод від тетраетилсвинцю й інших шкідливих органічних сполук. При хлоруванні використовують газоподібний хлор, хлорне вапно або гіпохлорид кальцію $Ca(ClO)_2$, або гіпохлорид натрію $NaClO \cdot 5H_2O$.

Хлор – газоподібна речовина, і якщо перевищена гранична його концентрація, він є небезпечним для здоров'я людини. Гіпохлорний натрій перебуває в рідкому стані, має високі бактерицидні властивості і при цьому він безпечний для організму людини. На цей час використання гіпохлориду натрію та кальцію

є найдоцільнішим. Знезараження води ультрафіолетом не дає довготривалого ефекту, а дезінфекція озоном – дуже енергоємний процес. Уперше реагент гіпохлорид був застосований у Німеччині в 1893 році, в США використовується з 1908 року. Зараз гіпохлорид натрію застосовується більш ніж у 60 країнах. У Харкові перехід на новий метод знезараження води планується впровадити починаючи з 2018 року. У деяких країнах також застосовують і інші методи знезаражування води – ультрафіолетовими променями, ультразвуком, іонами срібла Ag^+ , термічним або рентгенівським і радіоактивним випромінюванням, струмами високої частоти, вакуумуванням.

У локомотивних депо питна вода використовується в їдальнях (кафе), побутових корпусах (умивальники, душові), будинках відпочинку локомотивних бригад.

Вода, яка використовується як господарсько-питна, повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». Для цього застосовується насамперед вода підземних джерел. Водневий показник pH води господарсько-питного призначення повинен бути в межах 6,0–9,0.

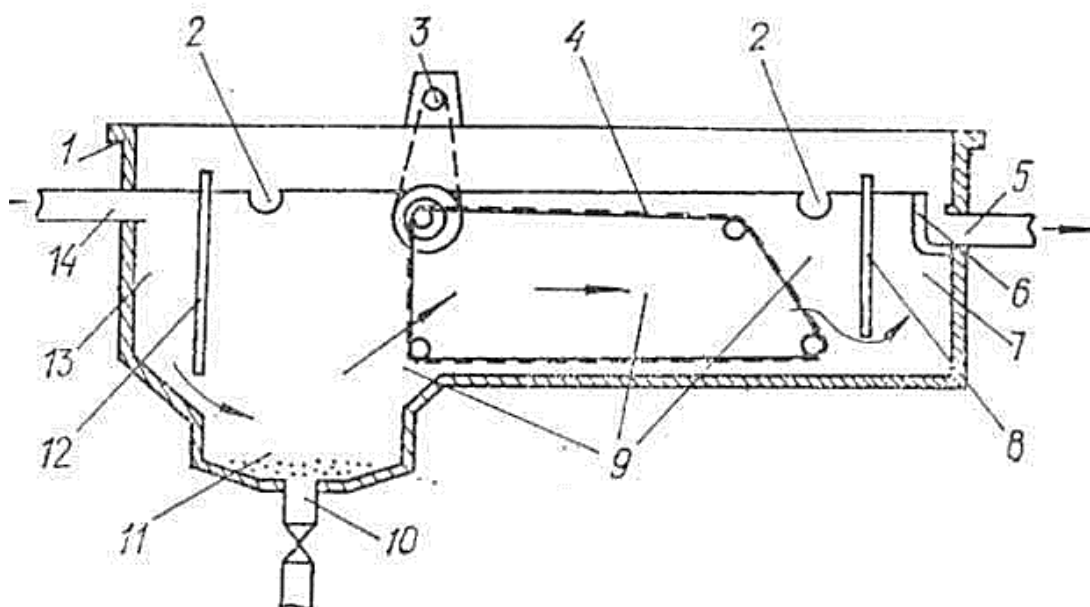
Залізничний транспорт споживає щорічно більше ніж 0,3 % загальних витрат води в Україні. Ремонтні, електротехнічні, шпалопросочувальні і щебеневі заводи, локомотивні і вагонні депо, промивально-пропарювальні станції; котельні витрачають близько 70 % води, яка споживається залізничним транспортом на виробничі потреби. Близько 3 % стічних вод спрямовується в поверхневі водянні об'єкти. Причому з них більше 8 % скидаються недостатньо очищеними і близько 2 % – узагалі без очищення. Водообіг на залізничному транспорті становить усього близько 30 %.

На ремонтних заводах, у локомотивних і вагонних депо стічні води утворюються при обмиванні рухомого складу, очищенні вузлів і деталей, у мийних машинах і ваннах, гальванічній обробці деталей, промиванні акумуляторів, регенерації пом'якшувальних фільтрів, промиванні і продуванні котлів, гідравлічних випробуваннях різних ємкостей, спуску підтоварної води зі сховищ для нафтопродуктів; митті підлог, оглядових каналів та ін. У цих процесах вода забруднюється нафтопродуктами, мінеральною й органічною суспензією, лугами, кислотами, поверхнево-активними речовинами, солями металів (хрому,

нікелю, міді та ін.). Гідросфера також забруднюється поверхневими стоками з території станцій, депо, автобаз, ремонтних заводів рухомого складу. Ці стоки містять, крім нафти і її складових, також антисептики, поверхнево-активні речовини, феноли, кислоти, луги, солі металів і багато інших забруднень.

Методи очищення води підрозділяються на механічні, хімічні і біологічні, які схожі на методи підготовки води для технічних та побутово-господарських цілей (дивись розділи 5, 8). Але є й спеціальні методи – відстоювання води в наземних водоймищах, застосування нафтопасток.

Для механічного очищення виробничих стоків застосовують нафтопастки, відстійники, фільтри. У стічних водах найбільшу частку домішок становлять нафтопродукти (300–600 мг/дм³). Для видалення нафтопродуктів із стічних вод, як правило, використовують нафтопастки (рисунок 9) у вигляді горизонтального відстійника (прямокутний залізобетонний або металевий проточний резервуар).



- 1 – корпус; 2 – поворотні щілинні труби; 3 – привод шкребків;
 4 – шкребки; 5 – відвід очищеної води; 6 – збірний лоток; 7 – випускна камера; 8 – нафтоутримуюча перегородка; 9 – камера відстіювання;
 10 – спускна насадка; 11 – приямок; 12 – напрямна перегородка;
 13 – приймальна камера; 14 – труба для підведення стічної води

Рисунок 9 – Нафтопастка

Стічна вода по трубі 14 надходить у приймальну камеру 13, проходить під напрямною перегородкою 12 і потрапляє в камеру відстоювання 9. При повільному протіканні води через камеру нафтопродукти спливають на поверхню, важкі домішки осідають на дно, після чого вода надходить у випускну камеру 7 і через збірний лоток 6 і трубу 5 виводиться з нафтопастки. Нафтопродукти, що спливли, шкребками 4 зганяються до поворотних щілинних труб 2, які розміщені по кінцях камери відстоювання 9, а через них самопливом надходять у збірний резервуар. Осади, що випали на дно, відділяються шкребком у приямок 11, звідки виводяться по спускній насадці 10. Нафтопастки розраховані на двогодинний цикл очищення стічної води від вмісту нафтопродуктів. Типові нафтопастки очищають 18–108 м³/год стічних вод. Нафтопастка продуктивністю 18 м³/год має ширину 1,7, висоту 3,4 і довжину 12 м.

Для остаточного очищення й освітлення, особливо при великому надходженні стічних вод, використовують спеціальні установки і методи. Наприклад, фільтри з активованим вугіллям, коксом, що знижують вміст нафтопродуктів у 3–5 разів; коагуляцію, яка основана на утворенні згустків під впливом реагентів; пінні апарати, які в десятки разів прискорюють процес відстоювання. Для зручності експлуатації і забезпечення безперебійної роботи очисних споруд нафтопастки бувають дво- і багатосекційними.

При біологічному очищенні стічних вод використовують відповідні мікроорганізми для розкладання шкідливих речовин, що важко піддаються чи не піддаються хімічному впливу. Основним засобом біологічного очищення служить активний мул, що містить мікроби. Біологічного окислення можуть зазнавати і деякі мінеральні речовини (сірководень, нафта, нафтопродукти та ін.). Для розвитку мікроорганізмів у стоках необхідна наявність азоту, фосфору, калію. До основних об'єктів біологічного очищення стічних вод належать станції біоочищення, головними очисними спорудами яких є біофільтри або аеротенки.

На залізничному транспорті впроваджуються ефективні відстійники для освітлення мутних і кольорових вод, а для видалення нафтопродуктів створені флотаційні установки, якими обладнані депо та ремонтні заводи. У флотаційних установках

видалення нафтопродуктів з води значно інтенсифіковано за допомогою дрібних бульбашок повітря, що приводить до створення суспензії з нафтопродуктами які видаляються у вигляді піни. Одночасно видаляється понад 90 % завислих речовин і вода стає прозорою.

Більшість залізничних депо розміщено в містах, на великих станціях поруч з потужними промисловими підприємствами, де є споруди біологічного очищення. За рахунок передачі стоків на ці споруди може бути значно скорочене скидання шкідливих речовин у водойми. Такий шлях більш ефективний і з економічного погляду.

Генеральним напрямом економії води для виробничих потреб і запобігання забрудненню гідросфери є створення на підприємствах замкнених обігових систем водопостачання, створення яких дешевше ніж великих очисних споруд.

9 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ПРИГОТУВАННІ ТА ЗАСТОСУВАННІ ОХОЛОДНОЇ ВОДИ

Працівники, які зайняті на приготуванні і видачі води, повинні знати небезпечні властивості вживаних для обробки води хімікатів, методи захисту й умови поводження з ними. Усі особи, що пов'язані з приготуванням і застосуванням води для охолодження двигунів тепловозів і дизель-поїздів, повинні пройти навчання та перевірку знань інструкцій з охорони праці й технології приготування і застосування води, вміти володіти засобами захисту від шкідливого впливу хімічних речовин. Хімічні речовини, що застосовуються для приготування води, характеризуються такими властивостями:

- технічний їдкий натр є сильним лугом і при потраплянні на шкіру людини спричиняє важкі опіки. Особливо небезпечне потрапляння їдкого натру в очі, у результаті чого можлива втрата зору. При потраплянні на одяг, особливо вовняний, їдкий натр руйнує його;
- тринатрійфосфат має лужні властивості. Пил тринатрійфосфату спричиняє подразнення слизових оболонок очей

і верхніх дихальних шляхів, а також зміну шкірних покривів типу дерматитів і екзем;

- хромовий ангідрид, біхромат калію чи натрію, нітрит натрію при потраплянні на шкіру, особливо в місцях порізів, спричиняють сильне роз'їдання її, а також подразнення слизової оболонки очей і дихальних шляхів. Технічний нітрит натрію дуже токсичний. Сполуки хрому спричиняють атрофію зорового нерва.

У місцях збереження нітриту натрію і сполук хрому повинні бути знаки безпеки «Отрута». Вивантаження сухих хімікатів для подальшого їх збереження в складських приміщеннях повинні провадитися в тій же тарі, у якій прибули хімікати. Злив з цистерни рідких хімікатів повинен провадитися в приймальні резервуари. Злив та вивантаження хімічних речовин повинні провадитися на спеціальних обвалованих майданчиках з покриттям, що не допускає їх потрапляння в ґрунт. У випадку розливу їдкого натру чи розсипу сухих хімікатів місце засипається сухим піском. Збирається із зрізанням шару забрудненого ґрунту в спеціальну тару і вивозиться в місця очищення чи переробки за погодженням з місцевою екологічною інспекцією.

Робітники, які пов'язані з вивантаженням і навантаженням хімікатів, повинні бути проінструктовані про дотримання запобіжних заходів відповідно до «Типової інструкції з техніки безпеки і виробничої санітарії для вантажників підприємств залізничного транспорту» і з «Правилами з техніки безпеки і виробничої санітарії при вантажно-розвантажувальних роботах на залізничному транспорті».

Видача води на тепловози і дизель-поїзди провадиться тільки в бідонах, використання відер забороняється. Бідони повинні мати кришки, упори і ручки. Для уникнення отруєнь на бідонах і ємкостях, у яких зберігається і готується вода, повинен бути чіткий напис «Вода отруєна, для пиття непридатна». Категорично забороняється видача на тепловози і дизель-поїзди хімікатів у чистому вигляді як у сухому, так і в розчиненому стані.

Робітники, що пов'язані з приготуванням і видачею води на тепловози та дизель-поїзди, повинні забезпечуватися і працювати в спеціальному одязі, взутті з використанням засобів індивідуального захисту відповідно до встановлених норм і діючої інструкції про порядок видачі, збереження і використання

спецодягу, спецвзуття і захисних пристосувань. При роботі з хімікатами і приготуванні води не можна торкатися руками обличчя, особливо очей; треба ретельно мити руки і полоскати рот, забороняється класти їжу на інвентар або устаткування, вживати їжу на місці роботи. Після роботи обов'язково прийняти душ. Робітники, пов'язані з вивантаженням хімікатів, приготуванням і застосуванням води, забезпечуються постійним медобслуговуванням у терміни, встановлені Міністерством охорони здоров'я України.

Для надання першої медичної допомоги при нещасних випадках у пунктах з приготування і видачі води на тепловози і дизель-поїзди повинна бути аптечка зі встановленим переліком медикаментів і Правила користування ними. Крім типового набору медикаментів і перев'язного матеріалу в аптечці повинне бути таке:

- 2 %-й розчин борної кислоти;
- 1 %-й розчин ацетату алюмінію (буровської рідини);
- 2 %-й розчин питної соди $NaHCO_3$.

До самостійної роботи, яка пов'язана з приготуванням води для тепловозів і дизель-поїздів, вивантаженням хімікатів, допускаються особи, що пройшли навчання і перевірку знань за фахом і охороною праці в обсязі, що відповідає займаній посаді.

Антифризи та ОР на основі етиленгліколю дуже отруйні (смертельна доза етиленгліколю становить усього 20–30 г). Однак отруйна дія цих рідин проявляється тільки при потраплянні до шлунково-кишкового тракту, тому спеціальні заходи для захисту шкірних покривів і дихальних шляхів при використанні антифризів не потрібні. Після контакту з етиленгліколем потрібно ретельно вимити руки з милом, а в разі проникнення рідини у шлунок – промити його 2 %-м розчином соди.

До затвердження Департаментом локомотивного господарства ПАТ «Укрзалізниця» інструкції із застосування антифризів (тосолів) слід керуватися вказівками фірм-виробників дизельного ТРС.

ЗАПИТАННЯ З ПІДГОТОВКИ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

- 1 Для чого застосовують охолодну воду в системі ДВЗ?
- 2 Які вимоги ставляться до охолодних рідин?
- 3 Чому для охолодження двигунів тепловозів застосовують воду? Назвіть недоліки води як охолодної рідини.
- 4 Наведіть перелік типів природних вод.
- 5 Назвіть фізичні, хімічні та бактеріологічні (санітарні) показники якості води.
- 6 Що таке водневий показник pH , сухий залишок, окиснюваність води?
- 7 Розкрийте поняття хлоридів, сульфатів, силікатів та завислих речовин у складі води.
- 8 Що таке жорсткість води і як вона визначається? Назвіть види жорсткості води.
- 9 Назвіть способи пом'якшення жорсткої води.
- 10 Що таке накип, чим він викликається?
- 11 Назвіть види накипу. Дайте їм характеристику.
- 12 Наведіть методи боротьби з утворенням відкладень та накипу.
- 13 Що таке корозія, ерозія та кавітація металів?
- 14 Назвіть методи захисту металу від корозії.
- 15 Назвіть фізичні засоби покращення якості природних вод.
- 16 Назвіть хімічні засоби покращення якості природних вод.
- 17 Опишіть процеси пом'якшення води. Назвіть методи пом'якшення.
- 18 Назвіть методи обезсолювання води.
- 19 Для чого застосовують магнітну обробку води?
- 20 Які вимоги до води, що застосовується для приготування охолодної води в системах тепловозних двигунів внутрішнього згоряння?
- 21 Які компоненти антикорозійних присадок вводять у приготовану охолодну воду?
- 22 Чим відрізняється охолодна вода для двигунів зі сталевими блоками і блоками із алюмінієвих сплавів?
- 23 Назвіть основне обладнання для приготування охолодної води.

- 24 Які присадки застосовуються для покращення якості охолодної води двигунів внутрішнього згорання?
- 25 Дайте перелік інших охолодних рідин.
- 26 Назвіть асортимент і маркування антифризів. У чому полягають переваги та недоліки антифризів?
- 27 Що потрібно доливати в систему охолодження двигуна, коли рівень антифризу в ній нижчий від норми?
- 28 Яким чином контролюється якість охолодної води під час експлуатації?
- 29 Для яких цілей, крім охолодження двигунів, використовується вода в локомотивному господарстві?
- 30 Який механізм дії води як домішки до палива? Назвіть способи застосування води як домішки до палива.
- 31 Які додаткові заходи застосовуються для підготовки води, якщо вона використовується як питна та для побутово-господарських цілей?
- 32 Назвіть основні джерела забруднення води в локомотивному господарстві.
- 33 Назвіть основні методи очищення води, яка була використана в технологічних цілях локомотивного господарства.
- 34 Наведіть основні вимоги до забезпечення охорони праці при приготуванні та застосуванні охолодної води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 EMD645E turbocharged engine. Engine coolant [Текст]: руководство по техническому обслуживанию двигателя / Electro-Motive Division Of General Motors. – La Grange : General Motors, 1999. – 6 с.

2 MAN рекомендації по матеріалам для технічного обслуговування і експлуатаційним матеріалам [Текст]: грузовые автомобили, встроенные агрегаты и рельсовый транспорт / 81.99589-5074. – Мюнхен : MAN Nutzfahrzeuge Gruppe, 2005. – 74 с.

3 Агеев, К. П. Рельсовые автобусы РА-1, РА-2 [Текст]: устройство основных узлов, устройство аппаратов, электрические и пневматические схемы / К. П. Агеев. – М. : Центр коммерческих разработок, 2007. – 160 с.

4 Аксенов, И. Транспорт и охрана окружающей среды [Текст] / И. Я. Аксенов, В. И. Аксенов. – М. : Транспорт, 1986. – 294 с.

5 Дикаревский, В. Водоохранные сооружения на железнодорожном транспорте [Текст] / В. С. Дикаревский, И. И. Караваев. – М. : Транспорт, 1986. – 281 с.

6 ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості [Текст]: Чинний з 2015-02-01. – К. : Мінекономрозвитку України, 2014. – 30 с.

7 Про охорону навколишнього природного середовища [Електронний ресурс]: [закон України: офіц. текст: станом на 20 березня 2018 р.]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua>. – (Дата звернення: 26.03.2018).

8 Інструкція по приготуванню і застосуванню води для охолодження двигунів тепловозів і дизель-поїздів [Текст]: ЦТ-0047 : затв. М-вом трансп. та зв'язку України наказом 171-Ц від 05.04.2002 р. – К. : Укрзалізниця, 2002. – 33 с.

9 Локомотив серии ЧМЭЗП [Текст]: руководство по техническому обслуживанию / 4-8092-026-00. – Чешска-Тршебова : CZ LOKO, 2004. – 61 с.

10 Локомотивные двигатели серии 3500В [Текст]: руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию / SRBU717904. – Женева : Caterpillar, 2004. – 147 с.

11 Масла, консистентные смазки, охлаждающие жидкости CAT® [Текст] : рекомендации по применению / SEBU625015. – М. : Caterpillar, 2016. – 12 с.

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

13 Технические условия на эксплуатационные материалы [Текст] : ТУ на эксплуатационные материалы фирмы MTU / A001062/02R. – Германия : MTU, 2015. – 38 с.

14 Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення [Текст]. Кн. 1. Паливо-мастильні матеріали і технічні рідини / В. Я. Чабанний, С. О. Магопець, О. Й. Мажейка [та ін.]. – Кіровоград : Центрально-Українське вид-во, 2008. – 353 с.

15 Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення [Текст] : Кн. 2. Системи забезпечення якості паливо-мастильних матеріалів / В. Я. Чабанний, С. О. Магопець, О. Й. Мажейка [та ін.]. – Кіровоград : Центрально-Українське вид-во, 2008. – 500 с.

ДОДАТОК А

Розрахунок кількості хімікатів для приготування охолодної води

А.1 Розрахунок кількості біхромату калію ($K_2Cr_2O_7$) за прийнятою (середньою) нормою

Розрахунок кількості біхромату калію для приготування визначеного об'єму води, а також розрахунок домішки біхромату до раніше приготовленої води, що містить занижений проти норми вміст (CrO_3):

$$M_{K_2Cr_2O_7} = (C - C_1) \cdot 1,47 \cdot V, \quad (A.1)$$

де $M_{K_2Cr_2O_7}$ – маса біхромату калію, г;

C – прийнята (середня) концентрація CrO_3 , мг/дм³;

C_1 – концентрація CrO_3 у приготовленій воді за аналізом, мг/дм³;

V – об'єм води, що готується (чи приготовленої), м³;

1,47 – коефіцієнт перерахунку CrO_3 на $K_2Cr_2O_7$.

Якщо замість біхромату калію буде застосовуватися хромат калію $K_2Cr_2O_4$, то у формулу (А.1) замість коефіцієнта 1,47 підставляють коефіцієнт 1,94, при застосуванні хромату натрію $Na_2Cr_2O_7$ – коефіцієнт 1,62, при застосуванні біхромату натрію $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ – коефіцієнт 1,49.

А.2 Розрахунок кількості їдкого натру

Їдкий натр вживається для одержання необхідної лужності води, застосовуваної для охолодження двигунів з чавунними чи силуміновими блоками.

При застосуванні біхромату калію їдкий натр витрачається також і на переведення біхромату в хромат за реакцією



Тому при застосуванні біхромату калію розрахунок необхідної кількості їдкого натру для одержання потрібної лужності проводиться за нижченаведеними формулами.

Розрахунок каустичної соди за наважкою біхромату проводиться за такою формулою:

$$V_{NaOH} = \frac{q \cdot 80}{C \cdot 294} = \frac{q \cdot 0,272}{C}, \quad (A.2)$$

де V_{NaOH} – об'єм їдкого натру, дм^3 ;

q – наважка біхромату калію, г;

C – концентрація їдкого натру, г/дм^3 ;

0,272 – коефіцієнт відношення вагових кількостей їдкого натру і біхромату калію (за реакцією).

Примітка – При застосуванні хромату калію (K_2CrO_4) їдкий натр не потрібен.

Після взаємодії біхромату калію з їдким натром, який взято згідно з розрахунком за формулою (A.2), лужність води буде дорівнювати нулю, тобто вода буде забарвлюватися від 1–2 крапель 0,1 нормального розчину $NaOH$ з індикатором фенолфталеїном. Для доведення лужності води, що готується, до норми (1,5–2,5 моль/ м^3), а також для доведення до норми лужності раніш приготовленої води, що має лужність нижче 1,5 моль/ м^3 , необхідно додати їдкий натр, розрахунок кількості якого проводять за формулою

$$V_{NaOH} = \frac{V_B \cdot (a-b) \cdot 40}{C}, \quad (A.3)$$

де V_{NaOH} – об'єм їдкого натру, дм^3 ;

V_B – об'єм води, м^3 ,

a – прийнята в депо лужність охолодної води (у межах норми), моль/ м^3 ;

b – лужність води, що готується за аналізом, моль/ м^3 ;

C – концентрація їдкого натру, г/дм^3 ;

40 – молярна маса (грам-еквівалент) їдкого натру.

Вода з нульовою лужністю повинна забарвитися в рожевий колір від 1–2 крапель 0,1 нормального розчину $NaOH$ з індикатором фенолфталеїном.

При застосуванні хромату калію (K_2CrO_4) або натрію (Na_2CrO_4) їдкий натр не додається.

Об'єднана формула для розрахунку загальної кількості рідкої каустичної соди, необхідної для одержання середньої лужності води при її приготуванні із конденсату, $дм^3$,

$$V_{NaOH} = \frac{q \cdot 0,272 + V_B \cdot a \cdot 40}{C}, \quad (A.4)$$

де V_{NaOH} – об'єм їдкого натру, $дм^3$;

V_B – об'єм води, що готується, $м^3$;

q – наважка біхромату калію, г;

0,272 – коефіцієнт відношення вагових еквівалентів їдкого натру і біхромату калію;

a – прийнята в депо лужність охолодної води, моль/ $м^3$;

C – концентрація їдкого натру, г/ $дм^3$;

40 – молярна маса (грам-еквівалент) їдкого натру.

Якщо лужність приготовленої води виявиться вище 2,5 моль/ $м^3$, то її можна знизити до норми, додавши у воду деяку кількість біхромату калію.

Розрахунок домішки біхромату калію для зниження лужності охолодної води до норми проводиться за формулою:

$$M_{K_2Cr_2O_7} = \frac{V_B \cdot (b - a) \cdot 40 \cdot 294}{80} = V_B \cdot (b - a) \cdot 40 \cdot 3,675, \quad (A.5)$$

де $M_{K_2Cr_2O_7}$ – наважка біхромату калію, г;

V_B – об'єм приготовленої води, $дм^3$;

b – лужність приготовленої води за аналізом, моль/ $м^3$;

a – необхідна лужність за нормою, моль/ $м^3$,

40 – молярна маса (грам-еквівалент) їдкого натру.

Примітка – Якщо концентрація CrO_3 у воді близька до верхньої межі норми (1000 мг/ $дм^3$), то в цьому разі завищену

лужність води знижують до норми не біхроматом, а розбавленням конденсатом.

Додавання хроматів лужності не знижує.

А.3 Розрахунок кількості нітриту натрію, необхідного при приготуванні визначеного об'єму охолодної води або доведення вмісту нітриту натрію до норми здійснюють за такою формулою:

$$M_{NaNO_2} = (C - C_1) \cdot V, \quad (A.6)$$

де M_{NaNO_2} – наважка нітриту натрію, г;

C – прийнята в депо (по нормі) концентрація $NaNO_2$ мг/дм³;

C_1 – концентрація $NaNO_2$ в раніше приготовленій воді за аналізом, мг/дм³;

V – об'єм води, що готується, м³.

Примітка – При приготуванні нового об'єму охолодної води $C_1=0$.

А.4 Розрахунок кількості тринатрійфосфату за середньою нормою фосфорного ангідриду (P_2O_5) при приготуванні води і при доведенні вмісту P_2O_5 до норми виконується за формулою:

$$M_{Na_3PO_4 \cdot 12H_2O} = (C - C_1) \cdot V \cdot 5,35, \quad (A.7)$$

де $M_{Na_3PO_4 \cdot 12H_2O}$ – наважка тринатрійфосфату, г;

C – прийнята в депо (за нормою) концентрація фосфорного ангідриду, мг/дм³;

C_1 – кількість фосфорного ангідриду в раніше приготовленій воді за аналізом, мг/дм³;

V – об'єм води, що готується, м³;

5,35 – коефіцієнт перерахування P_2O_5 на $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$.

А.5 Розрахунок кількості силікату натрію

На 1 м³ охолодної води (конденсату) потрібно вводити 1,25 кг скла натрієвого рідкого згідно з ГОСТ 13078, що містить

40 % силікату натрію і 1–1,5 кг нітриту натрію згідно з ГОСТ 19906.

Введення компонентів у бак для приготування охолодної води або в систему охолодження може провадитися в будь-якому порядку. Після введення обох компонентів варто зробити перемішування охолодної води.

Примітки

1 При зниженні вмісту нітриту натрію нижче бракувальної норми варто додати його відповідно до норми (1000–1500 мг/дм³).

2 При зниженні лужності або вмісту силікату натрію нижче бракувальної норми в системах охолодження з чорних металів варто додати його по верхній межі норми (600 мг/дм³), у системах охолодження, що мають деталі з алюмінієвих сплавів, додавати силікат натрію варто відповідно до таблиці А.1.

Таблиця А.1

Лужність, моль/м ³	Домішка силікату натрію, мг/дм ³
Вище 3,0	Силікат натрію не вводити до зниження лужності нижче 2,5 моль/м ³
1,0–3,0	Силікат натрію доповнювати до 300 мг/дм ³
Нижче 1,0	Довести вміст силікату натрію до 500 мг/дм ³

