

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

ВЛАСТИВОСТІ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи
з дисципліни

«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 29 січня 2018 р., протокол № 12.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» спеціалізації «Локомотиви та локомотивне господарство», які вивчають дисципліну «Експлуатаційні матеріали», заочної форми навчання.

Укладачі:

професори Д. С. Жалкін,
С. Г. Жалкін

Рецензент

проф. А. П. Фалендиш

ВЛАСТИВОСТІ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольної роботи
з дисципліни
«ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ»

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 11.06.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

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

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

ЗМІСТ

Загальні вказівки	4
Зміст контрольної роботи	4
Завдання на контрольну роботу	4
1 Властивості бензину та дизельного палива	13
2 Аналіз властивостей моторної оливи	17
3 Аналіз властивостей води для охолодження дизеля	19
4 Аналіз властивостей піску для локомотивів	22
Список літератури	24
Додаток А. Норми бракування моторної оливи	26
Додаток Б. Операції, які проводять при бракуванні дизельної оливи	28
Додаток В. Норми вмісту компонентів антикорозійних присадок в охолодній воді	30
Додаток Г. Норми бракування охолодної води	31
Додаток Д. Норми бракування піску для локомотивів	33

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Мета виконання контрольної роботи полягає в тому, щоб студент засвоїв методи аналізу основних показників якості матеріалів, що застосовуються при експлуатації тепловозів.

Оформлення контрольної роботи потрібно відповідати вимогам роботи [1]. При виборі необхідних розрахункових величин, використанні таблиць, формул, довідкових матеріалів потрібно посилатися на джерела. У роботі для всіх розмірних величин застосовується Міжнародна система одиниць вимірювань (СВ). Формули потрібно писати в загальному вигляді, підставляти в них числові значення і без проміжних обчислень наводити лише заключний результат. Буквені позначення, що входять у формули, пояснюються. Всі обчислення потрібно робити з точністю до трьох значущих цифр.

Контрольна робота обов'язково підписується студентом.

Зміст контрольної роботи

- 1 Властивості бензину та дизельного палива.
 - 2 Аналіз властивостей моторної оливи.
 - 3 Аналіз властивостей води для охолодження дизеля.
 - 4 Аналіз властивостей піску для локомотивів.
- Список літератури.

Завдання на контрольну роботу

У таблиці 1 наведені номери питань контрольного завдання.

У таблиці 2 наведені значення результатів аналізу моторної оливи тепловоза заданої серії.

У таблиці 3 наведені результати аналізу води з системи охолодження тепловоза заданої серії.

У таблиці 4 наведені результати аналізу піску з системи піскопостачання локомотива.

Дані для аналізу та розрахунків обираються відповідно до шифру залікової книжки студента за останньою, передостанньою та передпередостанньою цифрами.

У контрольній роботі необхідно:

- дати глибокі відповіді на питання контрольного завдання з додаванням у разі необхідності таблиць і графічного матеріалу [2, 3, 4, 8];

- визначити забрудненість і диспергувальну здатність моторної оливи за результатами вимірювань, які указані для відповідного варіанта з таблиці 2. Потім, керуючись бракувальними значеннями, [5, 9] (додаток А), провести аналіз якості та зробити висновок про придатність оливи до експлуатації тепловоза, розробити необхідні заходи (додаток Б) для недопущення зниження показників моторної оливи;

- користуючись розрахунковими нормами роботи [10] (додатки В, Г), потрібно визначити кількість присадок або конденсату, доданих у систему охолодження тепловоза. Зробити висновок про придатність води з системи охолодження до експлуатації тепловоза;

- визначити вологість і зерновий склад піску для локомотивів. Керуючись бракувальними нормами роботи [11] (додаток Д), зробити висновок про придатність піску до застосування в системі піскоподачі локомотива.

Таблиця 1 – Варіанти питань до завдання

Дві останні цифри шифру та номери питань контроль-ного завдання	Дві останні цифри шифру та номери питань контроль-ного завдання	Дві останні цифри шифру та номери питань контроль-ного завдання	Дві останні цифри шифру та номери питань контроль-ного завдання
01 і 51	14 і 64	27 і 77	40 і 90
02 і 52	15 і 65	28 і 78	41 і 91
03 і 53	16 і 66	29 і 79	42 і 92
04 і 54	17 і 67	30 і 80	43 і 93
05 і 55	18 і 68	31 і 81	44 і 94
06 і 56	19 і 69	32 і 82	45 і 95
07 і 57	20 і 70	33 і 83	46 і 96
08 і 58	21 і 71	34 і 84	47 і 97
09 і 59	22 і 72	35 і 85	48 і 98
10 і 60	23 і 73	36 і 86	49 і 99
11 і 61	24 і 74	37 і 87	50 і 00*
12 і 62	25 і 75	38 і 88	-
13 і 63	26 і 76	39 і 89	-

* Варіанти 50 та 00 дають відповіді на питання 50 і 100

Таблиця 2 – Результати аналізу моторної оливи

Параметр моторної оливи	Остання цифра шифру (варіант завдання)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серія локомотива	2ТЕ11	2ТЕ116	ТЕП70	М62	ТГМ6А	ЧМЕ3	ЧМЕ3	Д1	2ТЕ10В	2ТЕ10М
Марка моторної оливи	М14В ₂	М14Г ₂ ЦС	М14Г ₂ ЦС	М14В ₂	М14В ₂	М14В ₂	М14В ₂	М14Б ₂	М14В ₂	М14В ₂
Температура спалаху, °С	180	180	185	180	160	180	160	180	175	185
В'язкість кінематична при температурі 100 °С, мм ² /с (сСт)	14,5	14,5	17,5	10,5	11,5	12,5	8,5	12,5	10,5	15,5
Товщина шару оливи δ , см	0,2	0,2	0,05	0,2	0,02	0,1	0,2	0,05	0,1	0,2
Оптична густина, D	3,58	0,58	0,95	0,68	0,29	0,8	0,68	0,78	0,8	0,65
Водневий показник, pH	6,2	6,2	7,4	6,2	6,2	6,2	7,2	5,2	5,2	7,2
Загальне лужне число, мг/г	0,5	0,5	0,8	0,75	0,75	0,2	0,35	0,2	0,2	0,35
Вміст сірки в оліві, %	0,2	0,35	0,2	0,2	0,35	0,35	0,50	0,2	0,5	0,35
Вміст води, %	нема	0,07	нема	нема	нема	0,05	нема	0,08	нема	0,09
Діаметри ядра оливної плями d_1 ; d_2 , мм	23;25	24;25	21;20	21;25	21;22	18;15	15;13	22;18	12;15	12;15
Діаметри оливної плями D_1 ; D_2 , мм	62;67	62;65	65;66	65;68	60;61	23;28	20;25	35;39	37;33	47;53

Таблиця 3 – Результати аналізу води з системи охолодження

Значення результатів аналізу води	Передостання цифра шифру (варіант завдання)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серія локомотива	2ТЕ116	М62	ТЕП70	ТЕП150	2ТЕ10В	М62	Д1	ТЕМ103	ЧМЕ3	ТГМ23В
Об'єм системи, м ³	1,2	0,95	1,1	1,1	1,45	0,95	1,2	0,34	1,1	0,19
Тип присадки	Н-Ф (без лугу)	Н-Ф-Х	Н-Ф (без лугу)	Н-Ф (без лугу)	Н-Ф (лужна)	Н-С	Н-С	Н-Ф (лужна)	Н-Ф (лужна)	Н-Ф-Х
Фосфорний ангідрид, P ₂ O ₅ , мг/дм ³	12	12	10	5	2	-	-	15	12	18
Хромовий ангідрид, CrO ₃ , мг/дм ³	-	800	-	-	-	-	-	-	-	600
Нітрат натрію, NaNO ₂ , мг/дм ³	2500	1200	1000	500	300	800	1600	1000	2000	800
Силікат натрію, NaSiO ₃ , мг/дм ³	-	-	-	-	-	750	200	-	-	-
Лужність, каустична сода, NaOH, моль/м ³	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	1,2	1,5	0,25	1,6	0,2
Концентрація розчину NaOH, мг/дм ³	-	-	-	-	670	-	-	650	640	-
Примітка – Н-Ф - нітритофосфатна; Н-Ф-Х - нітритофосфатхромагна; Н-С - нітритосилікатна										

Таблиця 4 – Результати аналізу піску для локомотивів

Значення результатів аналізу піску	Передпередостання цифра шифру (варіант завдання)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Маса піску для аналізу, г	50*	49,5	50*	48,5	50*	47	50*	46,5	50*	47,5
Маса глинистої складової, г	1	0,5	1	1,5	1	3,0	1	3,5	1	2,5
Залишки в ситах за фракціями, г										
До 2 мм, г	0,5	0,6	0,8	1	1,5	5	0,3	2,5	0,4	0,35
До 1 мм, г	1	1,9	3,5	3,5	5,5	15	2,2	3,2	4	4,15
До 0,5 мм, г	12	11	8	11,5	12,5	6,5	14	7	12,5	12,5
До 0,2 мм, г	32	30	30,2	25,5	27	14	22,5	25,3	23,6	15
До 0,1 мм, г	2,5	5	4,5	4,5	1,5	5,5	8	8	7,5	13,5
Залишок у нижній кришці (газику), г	0,5	1	2	2,5	2	5	3	0,5	0,4	2
Маса піску до сушіння, г	50,01	49,99	50,0	50,0	50,01	50,0	49,99	50,0	50,01	50,0
Маса піску після сушіння, г	49,77	49,66	49,74	49,74	49,79	49,81	49,75	49,87	49,91	49,55

* – при визначенні зернового складу без попереднього відмучування умовно можливо прийняти масу глинистої складової (розмір зерен менше 0,022 мм) 1 г (2 %). Ця маса входить до складу фракції менше 0,1 мм

Контрольні питання

- 1 Нафта як основний продукт для виробництва палива та мастильних олив і мастил. Склад нафти.
- 2 Первинна (атмосферна) і вторинна (деструктивна) переробка нафти.
- 3 Загальні відомості про паливо. Його склад і класифікація.
- 4 Енергетичний потенціал палива (теплота згорання).
- 5 Паливоповітряні паливні суміші. Вплив складу горючої суміші на роботу двигуна.
- 6 Основні методи виробництва палива з нафти.
- 7 Властивості рідких палив: випаровуваність, тиск насиченої пари.
- 8 Як впливають на властивості палив густина, в'язкість і температура згорання?
- 9 Що таке динамічна, кінематична та умовна в'язкість?
- 10 Що таке температури спалаху, займання, застигання?
- 11 Який вплив надають сірчисті сполуки на якість нафтопродуктів?
- 12 Назвіть основні засоби перегонки нафти.
- 13 Що таке пряма перегонка нафти?
- 14 Що таке термічний і каталітичний крекінг?
- 15 Що таке гідрокрекінг, каталітичний риформінг?
- 16 При яких температурах кипіння отримують бензин, гас, дизельне паливо?
- 17 Що таке умовне та натурне паливо?
- 18 Як класифікується паливо для двигунів внутрішнього згорання?
- 19 Дати визначення вищої та нижчої теплоти згорання палива.
- 20 Визначити основні вимоги до бензинів, до дизельного палива.
- 21 Основні методи отримання високоякісних бензинів.
- 22 Основні вимоги до автомобільних бензинів.
- 23 Хімічна стабільність, індукційний період, корозійна активність бензинів.
- 24 Асортимент і маркування бензинів.
- 25 Назвіть марки зарубіжних бензинів.

- 26 Індукційний період бензинів.
- 27 Методи оцінювання схильності бензинів до утворення смолистих і вуглистих відкладень.
- 28 Причини виникнення детонації у двигуні, чинники, що впливають на детонацію.
- 29 Показники якості автомобільних бензинів. Сфера їхнього застосування.
- 30 Особливості згоряння палива в дизельних двигунах.
- 31 Детонація, її причини та наслідки.
- 32 Октанове число автомобільних бензинів, методи його визначення. Антидетонатори.
- 33 Основні вияви і механізм детонаційного горіння у двигунах.
- 34 Октанове число бензину. Моторний метод визначення октанового числа.
- 35 Дослідницький метод визначення октанового числа бензину.
- 36 Основні вимоги до дизельного палива.
- 37 Самозаймання і цетанове число дизельного палива.
- 38 Основні властивості дизельного палива: густина, в'язкість, низькотемпературні властивості.
- 39 Асортимент і маркування дизельного палива.
- 40 Стабільність дизельного палива і параметри, що її характеризують.
- 41 Вплив механічних домішок у паливі на роботу і стан двигуна.
- 42 Вплив води, що міститься в паливі, на роботу двигуна.
- 43 Вплив низькотемпературних властивостей дизельного палива на роботу двигуна.
- 44 Методи поліпшення низькотемпературних властивостей палива.
- 45 Порівняльна характеристика процесів горіння палива в дизелях і карбюраторних двигунах.
- 46 Присадки, що використовуються для підвищення стабільності дизельного палива.
- 47 Особливості горіння палива в дизелях.
- 48 Шкідлива дія на двигуни водорозчинних кислот і лугів, що знаходяться в паливі.

49 Засоби визначення наявності водорозчинних лугів і кислот у нафтопродуктах.

50 Засоби зменшення корозійної агресивності дизельного палива.

51 Нагароутворююча здатність дизельного палива. Показники її оцінювання.

52 Займистість дизельного палива та показники, що оцінюють займистість.

53 Вплив густини дизельного палива на роботу двигуна.

54 Випаровуваність палива. Кількісні засоби оцінювання випаровуваності.

55 Вплив фракційного складу палива на запуск двигуна.

56 Цетанове число дизельного палива. Методи його визначення.

57 Присадки, що зменшують корозійну активність палива.

58 Чому не рекомендується застосовувати дизельне паливо літньої марки взимку?

59 Як поліпшити низькотемпературні властивості дизельного палива?

60 Перелічити відомі вам марки бензинів, дизельного палива, газоподібного палива.

61 Вплив сірки та сірчаних сполук на роботу двигуна, нагаровідкладення та зношування деталей циліндропоршневої групи.

62 Розшифруйте позначення дизельного палива ДП-Л-Євро5-В5.

63 Розшифруйте позначення дизельного палива ДП-З-Євро4-В0.

64 Назвіть асортимент і маркування зарубіжного дизельного палива.

65 Що таке цетанове число дизельного палива, його значення та вплив на роботу двигуна?

66 Що таке жорсткість роботи дизельного двигуна?

67 Методи визначення цетанового числа та його підвищення.

68 Як впливає фракційний склад дизельного палива на роботу і зношування деталей двигуна, витрати палива й оливи, а також на склад відпрацьованих газів?

69 Склад нагару. Які властивості палива впливають на його утворення?

70 Назвіть фази нагароутворення.

71 Призначення та види присадок до моторних палив.

72 Що називається альтернативним паливом? Які основні види альтернативних палив?

73 Як класифікується газоподібне паливо?

74 Назвіть переваги та недоліки газоподібного палива.

75 Які основні компоненти стисненого природного газу?

76 Наведіть приклади застосування газоподібного палива на залізничному транспорті.

77 Перспективні види палива: спирти, ефірт, водень, біопаливо.

78 Які особливості застосування газового конденсату як палива для ДВЗ?

79 Які переваги та недоліки спиртів як палива для ДВЗ?

80 З якої сировини отримують промисловим способом метанол і етанол?

81 Яке октанове число мають метанол та етанол?

82 Як впливає додавання спиртів у дизельне паливо на його властивості?

83 Що являє собою метилтребутиловий ефір?

84 Які позитивні результати додавання МТБЕ до бензинів?

85 Що служить речовиною для одержання біодизельного палива?

86 Які позитивні результати застосування біодизельного палива?

87 Що таке паливо *P-series*?

88 Застосування водню як моторного палива, його переваги та недоліки?

89 Назвіть сировинні ресурси для одержання водню.

90 Який сучасний промисловий спосіб одержання водню?

91 Як зберігають водень на транспортних засобах?

92 Які переваги зберігання водню в складі металогідридів?

93 На яких режимах роботи двигуна доцільно застосовувати водень?

94 Як впливає застосування водню на зменшення шкідливості відпрацьованих газів?

95 Застосування води як домішки до палива. Що таке ВБЕ та ВПЕ?

96 Назвіть засоби отримання синтетичного рідкого палива для ДВЗ з кам'яного вугілля, торфу, сланців і бітумінозних пісків.

97 У чому зберігають паливо на складах локомотивного господарства?

98 Які токсичні речовини утворюються під час згоряння бензину, дизельного палива, газоподібного палива?

99 Що таке паливний елемент, який принцип його роботи, які перспективи його застосування на залізничному транспорті?

100 Токсичність палива, засоби її оцінювання, засоби захисту.

1 ВЛАСТИВОСТІ БЕНЗИНУ ТА ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

З таблиці 1 обирають варіанти контрольних питань і, користуючись джерелами [2, 3, 4, 8], дають на них розгорнуту відповідь з залученням у разі необхідності таблиць і графічного матеріалу. Обсяг відповіді від 0,5 до 1,5 сторінок.

Приклад відповіді на контрольне питання.

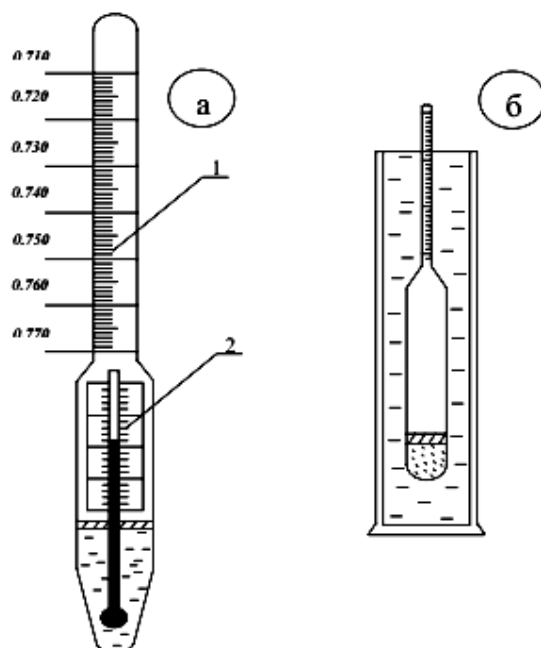
101 Як визначається густина дизельного палива?

Густина – це маса речовини (рідини), яка міститься в одиниці об'єму. У системі СВ густина вимірюється в кілограмах на метр кубічний, стандартом [2] передбачається визначення густини дизельного палива при 15 °С (ρ_{15}). У тих випадках, коли температура визначення густини відрізняється від 15 °С, одержане значення густини при t , °С, приводять до стандартної:

$$\rho_{15} = \rho_t + v \cdot (t - 15), \quad (1.1)$$

де v – температурна поправка на 1 °С (знаходять за розрахунковими таблицями; змінюється в межах 0,000620...0,000870).

Визначають густину у виробничих умовах за допомогою нафтоденсиметрів-ареометрів (рисунок 1.1).



а – нафтоденсиметр; б - вимірювання густини палива;
1 – шкала густини; 2 – шкала температури

Рисунок 1.1 – Визначення густини нафтоденсиметром

Густина дизельного палива – важливий його показник, її необхідно знати для обліку витрат і нормування в локомотивних депо, оскільки отримують паливо з нафтобази в одиницях маси (кг, т), а при заправці видають в об'ємних одиницях (дм³, л).

ДСТУ 7688:2015 встановлює такі вимоги до дизельного палива: при температурі 15 °С літні марки дизельного палива мають густину 820-845 кг/м³, зимні 800-845 кг/м³, арктичні 800-840 кг/м³.

102 Як визначається в'язкість дизельного палива?

В'язкість – це властивість рідини чинити опір взаємному переміщенню її шарів під дією зовнішньої сили. В'язкість залежить переважно від хімічного складу і температури дизельного палива. В'язкість є однією з найважливіших характеристик якості дизельного палива. Занадто велика в'язкість

палива ускладнює прокачуваність його через фільтри і трубопроводи, а також призводить до неякісного розпилювання його при впорскуванні в циліндри двигуна. При застосуванні дизельних палив з дуже малою в'язкістю погіршується змащення паливного насоса і зростає його знос. Крім того, збільшується підтікання через зазори насоса і форсунки. Все це призводить до обмеження в'язкості дизельних палив і встановлення для неї верхньої і нижньої меж [2].

Розрізняють динамічну і кінематичну в'язкості. Динамічна в'язкість (η) – коефіцієнт внутрішнього тертя. Одиницею вимірювання є Паскаль·секунда (Па·с), яка чисельно дорівнює опору, що виникає при взаємному переміщенні двох шарів рідини площею 1 м^2 , віддалених на 1 м один від одного, зі швидкістю 1 м/с під дією сили в 1 Н . Динамічну в'язкість вимірюють у ротатійному або капілярному віскозиметрах. При визначенні динамічної в'язкості в капілярному віскозиметрі заміряють час витікання рідини через капіляр віскозиметра під дією певного тиску (не нижче $13,3 \text{ кПа}$). Динамічну в'язкість розраховують як, $\text{мПа}\cdot\text{с}$,

$$\eta_t = c\tau, \quad (1.2)$$

де c – постійна віскозиметра, $\text{мм}^2/\text{с}^2$;

τ – час витікання рідини, с;

ρ – густина палива, $\text{мг}/\text{мм}^3$.

Кінематична в'язкість – питомий коефіцієнт внутрішнього тертя, відношення динамічної в'язкості до густини при тій самій температурі. Одиниця вимірювання – $\text{м}^2/\text{с}$ або $\text{мм}^2/\text{с}$ ($10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$). Кінематичну в'язкість дизельного палива визначають за допомогою капілярних віскозиметрів ВПЖ-1, ВПЖ-2, ВПЖ-4, ВПЖТ-4. Кінематична в'язкість дизельних палив нормується при $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Визначення кінематичної в'язкості в капілярних віскозиметрах засновано на тому, що в'язкість рідин прямо пропорційна часу протікання однакових їхніх кількостей через капіляр, який забезпечує ламінарність потоку.

Загальний вигляд віскозиметра показано на рисунку 1.2.

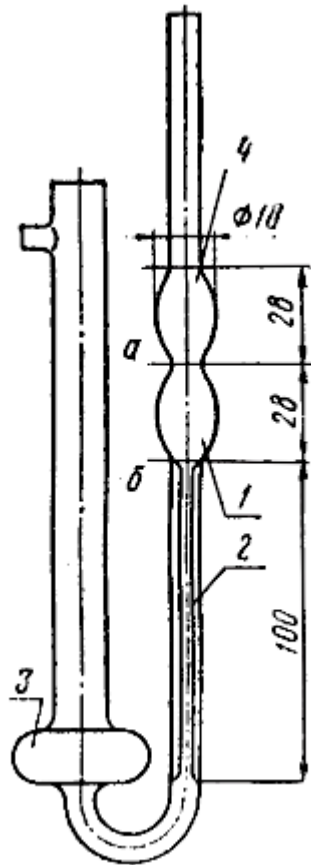


Рисунок 1.2 – Схема капілярного віскозиметра

Для кожного віскозиметра, що відрізняються один від одного діаметром капіляра, зазначається його постійна C , яка являє собою відношення в'язкості ν_{k20} , мм²/с, калібрувальної рідини при 20 °С до часу T_{k20} (с) протікання цієї рідини під дією власної маси також при 20 °С з об'єму 1 від мітки а до мітки б через капіляр 2 в розширення 3.

$$C = \nu_{k20} / T_{k20}. \quad (1.3)$$

Для визначення в'язкості заданого нафтопродукту при температурі t за допомогою даного віскозиметра необхідно його постійну C помножити на час T_t , с, протягом якого рідина з об'єму розширення 1 перетече від мітки а до мітки б, тобто

$$\nu_t = CT_t. \quad (1.4)$$

Кількість нафтопродукту для віскозиметра береться в об'ємі двох розширень 1 та 4.

ДСТУ 7688:2015 встановлює такі вимоги до дизельного палива: при температурі 40 °С літні марки палива мають в'язкість 2,0-4,5 мм²/с, зимні та арктичні 1,5-4,0 мм²/с.

2 АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОТОРНОЇ ОЛИВИ

Забрудненість оливи – розрахунковий показник, що характеризує вміст у моторній оливі продуктів зносу, нагару, пилу τ , см⁻¹,

$$\tau = 2,303 \left(\frac{i}{\delta} \right) D, \quad (2.1)$$

де i – ступінь розведення оливи розчинником,

$$i = \frac{V_p + V_M}{V_M},$$

де V_p , V_M – об'єм розведеної оливи та оливи, що випробується, дм³ (приймається однаковим для всіх варіантів, 0,4 та 0,01 відповідно);

δ - товщина шару, через який пропускають потік світла (відстань між гранями кювети), см (задана);

D – оптична густина розчину, що визначена в результаті вимірювання на квантометрі та дорівнює логарифму співвідношення інтенсивності потоків світла (задана).

Диспергувальна здатність моторної оливи характеризує ефективність роботи миючих присадок. Визначається методом хроматографії як відношення середніх діаметрів ядра до зони розтікання оливної плями [9]:

$$D3 = \frac{d_1 + d_2}{D_1 + D_2}, \quad (2.2)$$

де d_1, d_2 – діаметри ядра оливної плями, мм (задані);
 D_1, D_2 – діаметри оливної плями, мм (задані).

Приклад аналізу властивостей моторної оливи

Користуючись варіантом завдання (таблиця 1) і додатком А, заповнюємо таблицю, складену за формою таблиці 2.1.

Перед заповненням таблиці 2.1 виконуємо розрахунки з визначення забрудненості та диспергувальної здатності моторної оливи.

Забрудненість оливи τ , см^{-1} ,

$$\tau = 2,303 \frac{0,4 + 0,01}{0,01} \frac{1}{0,2} 0,58 = 274 \text{ см}^{-1}.$$

У межах норми.

Диспергувальна здатність моторної оливи визначається як відношення середніх діаметрів ядра до зони розтікання оливної плями:

$$DC = \frac{23 + 25}{62 + 67} = 0,37.$$

У межах норми.

Таблиця 2.1 – Результати аналізу моторної оливи

Параметр	Значення показників моторної оливи	Бракувальні значення
1	2	3
Серія тепловоза	2ТЕ116	-
Марка моторної оливи	М14Г ₂	-
Температура спалаху, °С	180	менше 170
В'язкість кінематична при температурі 100 °С, мм ² /с (сСт)	14,5	менше 11,5 більше 16,5
Забрудненість оливи, см^{-1} (за розрахунком)	1690	більше 1500

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Товщина шару оливи δ , см	0,2	-
Оптична густина, D	0,58	-
Водневий показник, pH	6,2	менше 5,5
Вміст сірки в оливі, %	0,2	більше 0,5
Загальне лужне число, мг/г	0,5	менше 0,6
Вміст води, %	нема	більше 0,06
Диспергувальна здатність (за розрахунком)	0,37	менше 0,35
Діаметри ядра оливної плями d_1, d_2 , мм	23;25	-
Діаметри оливної плями D_1, D_2 , мм	62;67	-

Висновок: лужне число моторної оливи М14Г₂ тепловоза 2ТЕ116 має значення менше допустимого. Олива підлягає заміні. Необхідно провести реостатні випробування дизель-генераторної установки, недоліки усунути.

3 АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ДИЗЕЛЯ

Розрахунки необхідної кількості присадок або конденсату виконують, користуючись вимогами роботи [10]. Розрахунки виконуються тільки для заданого типу присадки.

Розрахунок необхідної кількості каустичної соди, дм³:

$$NaOH = \frac{V \times (a_1 - a_{11}) \times 40}{c_1}, \quad (3.1)$$

де V – об'єм водяної системи тепловоза, м³ (задано);

a_1 – лужність за заміром, моль/м³ (задано);

a_{11} – прийнята лужність, моль/м³ (приймається з додатка Г);

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

c_1 – концентрація розчину $NaOH$, г/дм³ (задана).

Розрахунок необхідної кількості нітрату натрію, г:

$$NaNO_2 = (c_2 - c_3)V, \quad (3.2)$$

де c_2 – розрахункова концентрація $NaNO_2$, мг/дм³ (приймається з додатка Г);

c_3 – визначена концентрація $NaNO_2$, мг/дм³ (задано).

Розрахунок необхідної кількості тринатрійфосфату, г:

$$Na_3PO_4 = (c_4 - c_5)V \times 5,35, \quad (3.3)$$

де c_4 – розрахункова концентрація P_2O_5 , мг/дм³ (приймається з додатка Г);

c_5 – визначена концентрація P_2O_5 , мг/дм³ (задано);

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

Розрахунок необхідної кількості хромового ангідриду, г:

$$CrO_3 = (c_6 - c_7)V, \quad (3.4)$$

де c_6 – розрахункова концентрація CrO_3 , мг/дм³ (приймається з додатка Г);

c_7 – визначена концентрація CrO_3 , мг/дм³ (задано).

Розрахунок необхідної кількості силікату натрію, г:

$$NaSiO_3 = (c_8 - c_9)V, \quad (3.5)$$

де c_8 – розрахункова концентрація $NaSiO_3$, мг/дм³ (приймається з додатка Г);

c_9 – визначена концентрація $NaSiO_3$, мг/дм³ (задано).

Примітка – від'ємний результат розрахунку вказує на необхідність додавання конденсату в систему охолодження дизеля тепловоза.

Приклад аналізу властивостей води для охолодження дизеля

Користуючись даними таблиці 2 та додатка Г, заповнюємо таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати аналізу води з системи охолодження

Параметр	Значення результатів аналізу води	Бракувальні значення
Серія тепловоза	ЧМЕЗ	-
Об'єм системи, м ³	0,4	-
Тип присадки	нітритофосфатна (лужна)	-
Фосфорний ангідрид, P_2O_5 , мг/дм ³	12	15-25
Нітрат натрію, $NaNO_3$, мг/дм ³	2000	2500-3000
Лужність, моль/дм ³	1,0	1,5-2,5
Концентрація розчину $NaOH$, г/дм ³	670	-

Проводимо розрахунок необхідної кількості присадок.

Кількість каустичної соди, дм³,

$$NaOH = \frac{0,4 \times (2 - 1) \times 40}{670} = 0,024 .$$

Кількість нітрату натрію, г,

$$NaNO_2 = (2500 - 2000) \cdot 0,4 = 200 .$$

Кількість тринатрійфосфату, г,

$$Na_3PO_4 = (20 - 12) \cdot 0,4 \times 5,35 = 17,1 .$$

Висновок: після додавання необхідної кількості присадок вода придатна для подальшого використання в системі охолодження тепловоза.

4 АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІСКУ ДЛЯ ЛОКОМОТИВІВ

Зерновий склад і вміст кварцу є основними показниками якості піску [11]. Зерновий склад характеризується розподілом частинок за розмірами, вираженим у відсотках загальної маси піску. Зерновий склад піску поділяється на робочу масу і пилоподібні частинки. Робочу масу піску, що поступає після сушіння і просіювання в пісочниці локомотивів, складають зерна розміром від 0,1 до 2 мм включно. Пісок повинен містити робочу масу в кількості не менше 90 %.

Спочатку визначаються фракції з розмірами частинок менше 0,022 мм (глиниста складова) - методом відмучування, а потім піщана основа розсіюванням на ситах.

Для визначення зернового складу з піску відбирається одна наважка масою $[(50-a) \pm 0,01]$, г, де a – середня маса глинистої складової. Зерновий склад визначають за допомогою приладу, що складається з набору сит діаметром 200 мм з номінальним розміром сторони чарунки або діаметром отворів на світло: 2,0; 1,0; 0,5; 0,2 і 0,1 мм і верхньої і нижньої кришок того самого діаметра.

Кожен із залишків зважують з точністю до 0,01 г. Сукупність зерен, що залишилися на кожному ситі, складає окрему фракцію з розмірами частинок у межах розмірів отворів сита, що знаходиться зверху, і даного сита. Сукупність частинок, що скупчилися в тазі, складає фракцію з розмірами частинок менше 0,10 мм, але більше 0,022 мм.

Для визначення відсоткового вмісту в піску окремих фракцій, отриману масу кожній з них в грамах, включаючи і масу відмученої фракції (глинистої складової), множать на 2. Обчислені дані заносять в спеціальну форму (таблиця 4.1).

Для визначення вмісту вологи з представницької проби вибирають $(50 \pm 0,01)$ г піску у заздалегідь висушеному і зваженому стаканчику (або фарфоровій чашці) і висушують у

сушильній шафі до постійної маси при температурі 105-110 °С протягом 1-2 год. Після висушування наважку охолоджують до температури 15-20 °С і знову зважують.

Вологість піску, який подається до пісочниці локомотива, не повинна перевищувати 0,5 %, тому що більш вологий пісок виявляє схильність до злежування, прилипає до стінок піскоподавальних труб і може викликати повне закупорювання системи піскоподачі на локомотиві.

Вміст води (\bar{X}), %,

$$\bar{X} = \frac{G - G_1}{G} \times 100 . \quad (4.1)$$

де G – первинна маса навжки піску, г;

G_1 – маса наважки піску після сушіння, г.

Приклад аналізу властивостей піску для локомотивів

Користуючись варіантом завдання (таблиця 4) і додатком Д, заповнюємо таблицю, яка складена за формою таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Склад піску за фракціями (зерновий склад)

Розмір отворів сит, мм	Віднесення зерен до фракцій*, мм	Залишки в ситах за фракціями	
		грам	відсоток
2,0	2,0	0,0	0
1,0	1,0-2,0	1,0	2
0,5	0,5-1,0	12,0	24
0,2	0,2-0,5	32,0	64
0,1	0,1-0,2	3,0	6
Нижня кришка (тазик)	Менше 0,1	1,0	2
Разом піщана основа		49,0	98
Глиниста складова	Більше 0,022	1,0	2
Разом	-	50	100

* – фракції більше 2 мм – не повинно бути; 1,0-2,0 мм – не більше 10 %; 0,5-1,0 мм – не більше 30 %; 0,2-0,5 мм – не менше 30 %; 0,1-0,2 мм – не більше 25 %; пилоподібні частинки: залишок у тазі – не більше 7 %; глиниста складова – не більше 3 %

Вміст вологи (\bar{X}), %,

$$\bar{X} = \frac{50,01 - 49,77}{50,01} \times 100 = 0,48 \text{ \%}.$$

Висновок: за зерновим складом і вмістом вологи пісок придатний для використання в системі піскоподачі локомотива.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Коновалов, Є. В. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення [Текст] : метод. посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / Є. В. Коновалов, Л. М. Козар. – Харків : УкрДАЗТ, 2014. – 58 с.

2 ДСТУ 7688:2015. Паливо дизельне євро. Технічні умови. [Текст] : Чинний з 2016-01-01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 16 с.

3 Жалкін, Д. С. Сучасні методи переробки нафти. Хімотологія бензинів [Текст] : конспект лекцій / Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – 31 с.

4 Жалкін, Д. С. Хімотологія дизельних палив. Альтернативні види палива [Текст] : конспект лекцій / Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – 42 с.

5 Жалкін, Д. С. Хімотологія моторних олів (частина друга) [Електронний ресурс] : конспект лекцій / Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) (40 с.). – Загол. з екрана.

6 Жалкін, Д. С. Застосування води в локомотивному господарстві [Електронний ресурс] : конспект лекцій / Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) (49 с.). – Загол. з екрана.

7 Жалкін, Д. С. Застосування піску в локомотивному господарстві [Електронний ресурс] : конспект лекцій / Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) (29 с.). – Загол. з екрана.

8 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.

9 Інструкція з використання мастильних матеріалів на тяговому рухомому складі залізниць України [Текст] : ЦТ-0060; затв. Міністерством трансп. та зв'язку України наказом 110-Ц від 21.04.2003 р. – К. : Укрзалізниця, 2003. – 53 с.

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

11 Песок для песочниц локомотивов, следующих по территории государств – участников Содружества [Текст] : техн. требования: утв. Советом по железнодорожному транспорту, протокол № 63 от 4-5 ноября 2015 г. – Астана, 2015. – 20 с.

ДОДАТОК А
(довідковий)
Норми бракування моторних олив

Таблиця А.1 – Норми бракування моторних олив

Фізико-хімічна властивість	Значення параметра	Нормативний документ
1	2	3
Температура спалаху, яка визначається у відкритому тиглі, °С, нижче	170	ГОСТ 4333-48
В'язкість кінематична при температурі 100 °С, мм ² /с (сСт), олив: М-14Б ₂ , М-14В ₂ , М-14Г ₂ , М-14Г ₂ ЦС більше	16,5	ГОСТ 33-82
М-14Б ₂ , М-14В ₂ , М-14Г ₂ , М-14Г ₂ ЦС менше	11,5	
Забруднення оливи, см ⁻¹ , для тепловозів типів ТЕ10, ТЕП60, М62, ЧМЕЗ, дизель-поїздів, більше	1300	ГОСТ 24943-81
Те саме для тепловозів 2ТЕ116, ТЕП70 і ТЕМ7, більше	1500	
Те саме для інших серій тепловозів, більше	650	
Значення водневого показника оливи М-14В ₂ , менше	5,5	Інструкція рН-метра будь-якої моделі зі скляними електродами
Те саме оливи М-14Б ₂ , М-14Г ₂ , М-14Г ₂ ЦС менше	5,0	
Загальне лужне число, мг КОН, на 1 г оливи М-14Б ₂ , при вмісті сірки в оліві до 0,2 %, менше	0,30	ГОСТ 11362-76
Те саме до 0,35 %, менше	0,45	
Те саме до 0,5 %, менше	0,60	

Продовження таблиці А.1

1	2	3
Загальне лужне число, мг КОН, на 1 г, оливи марок М-14В ₂ , М-14Г ₂ , М-14Г ₂ ЦС при вмісті сірки в оливі до 0,2 %, менше Те саме до 0,35 %, менше Те саме до 0,5 %, менше	0,60 0,90 1,20	ГОСТ 11362-76 ISO 3771-77
Вміст води якісно	Наяв-ність	ISO 3771-77
При позитивній якісній пробі масова частка води, %, більше	0,06	ГОСТ 1547-74
Диспергуюча здатність, менше	0,35	ГОСТ 2477-65

ДОДАТОК Б
(довідковий)

Операції, які проводять при бракуванні дизельної оливи

Таблиця Б.1 – Перелік операцій, які проводять при бракуванні дизельної оливи

Показник бракування	Перелік операцій
1	2
Забрудненість, диспергуюча здатність	Перевірити роботу паливної апаратури, у тому числі правильність установлення форсунок, тиск наддування, кути випередження подачі оливи, випередження нижнього колінчатого вала дизелів типу Д100, чистоту випускного колектора, вікон циліндрів, фільтра неперервної дії, злити з фільтра оливу і заправити свіжою. Зробити достроковий огляд і очищення центрифуг, замінити фільтри тонкого очищення оливи і очистити грубого. Замінити оливу в картері з одночасним промиванням і очищенням картера двигуна. У тих випадках, коли приріст абсолютного значення забруднення за один цикл між ТО-3 перевищує 30 % граничного значення, провести реостатні випробування дизель-генераторної установки з перевіркою параметрів робочого процесу дизеля та усунути недоліки
В'язкість кінематична, верхня межа	Те саме, що і при забрудненні. Крім того, перевірити роботу охолоджувальної системи, у тому числі вентилятор холодильника, очистити оливні секції холодильника або теплообмінник від відкладень
Температура спалаху, в'язкість кінематична, нижня межа розрідження оливи паливом	Зробити перевірку роботи паливної апаратури, механізмів відключення частини паливних насосів, вертикальної передачі, кулачкових валів, штовхачів відповідно до місцевої інструкції, розробленої в локомотивному депо. Виявлені недоліки усунути, замінити оливу

Продовження таблиці Б.1

1	2
Водневий показник, лужне число	Замінити оливу. Провести реостатні випробування дизель-генераторної установки, недоліки усунути
Обводнення	Злити відстій оливи 25-30 кг. Зробити повторний аналіз проби оливи після 2-3 год стоянки тепловоза з зупиненим двигуном і повторним зливом 20-30 кг оливи з системи. Якщо при повторному аналізі знову буде виявлена вода в кількості, більшій від норми бракування, оливу злити, виявити причину потрапляння води і усунути її (у тому числі перевірити роботу автоматики холодильника), водяну систему опресувати, картер двигуна промити і протерти, замінити фільтруючі елементи фільтра тонкого очищення, фільтри грубого очищення і центрифуги очистити

ДОДАТОК В
(довідковий)

**Норми вмісту компонентів антикорозійних присадок
в охолодній воді**

Таблиця В.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 лугу)
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 їдкого натру ($NaOH$)	з розрахунку для одержання необхідного значення лужності				
* – допускається для охолодної води двигунів дизель-поїздів Д1, ДР1, ДР1А					

ДОДАТОК Г
(довідковий)

Норми бракування охолодної води

Таблиця Г.1 – Норми бракування охолодної води

Нормований показник	Розмірність	Охолодна вода з присадкою			
		Нітрито-фосфатна (лужна)	Нітрито-силікатна	Нітрито-фосфато-хроматна	Нітрито-фосфатна (без луку)
Лужність	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 жорсткість	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 (NaNO ₂)	мг/дм ³	менше 2500 більше 3000	менше 1000 більше 1500	менше 1500 більше 2000 (-)*	менше 2500 більше 3000
Вміст фосфорного ангідриду (P ₂ O ₅)	мг/дм ³	менше 15 більше 25		менше 15 більше 25	менше 15 більше 25
Вміст силікату натрію (Na ₂ SiO ₃)	мг/дм ³	-	менше 300 більше 600***	-	-
Вміст хромового ангідриду (CrO ₃)	мг/дм ³	-	-	менше 800 більше 1000	-

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

**— для тепловозів 2ТЕ116, ТЕП70, ТЕП150 з деталями системи охолодження з алюмінієвих сплавів.

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

Таблиця Г.2 – Норми додавання силікату натрію

Лужність, моль/м ³	Добавка силікату натрію, Na_2SiO_3 , 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

ДОДАТОК Д
(довідковий)
Норми бракування піску для локомотивів

Таблиця Д.1 – Технічні вимоги на пісок для локомотивів

Склад піску	Показники	Зміст, %, для категорії якості	
		нормаль-ної	підвище-ної
Зерновий	Робоча маса, не менше	90	95
	Пилоподібні частинки, не більше	10	5
Мінералогічний	Зокрема глиниста складова, не більше	3	1
	Зерна кварцу, не менше	75	90
Хімічний	Польовий шпат і інші гірські породи, не більше	25	10
	Двооксид кремнію (кремнезем), не менше	85	92
	Оксид алюмінію (глинозем), не менше	5	3
	Решта складових піску, не більше	9	4
Вологість	Втрати при прожарюванні, не більше	1	1
	Відсоток маси піску, не більше	0,5	0,5

Таблиця Д.2 – Склад піску за фракціями

Нормальний розмір сторони отворів сита на світло, мм					Пилоподібні частинки, не більше	
2,0	1,0	0,5	0,2	0,1	Залишок у тазі	Глиниста складова
Не повинно бути	Не більше 10 %	Не більше 30 %	Не менше 30 %	Не більше 25 %	7,0 %	3,0 %

Таблиця Д.3 – Хімічний склад піску

Втрати при прожарюванні не більше, %	Двооксид кремнію (кремнезем) SiO_2 , не менше, %	Оксид алюмінію (глинозем) Al_2O_3 , не більше, %	Решта складових піску: CaO ; MgO ; $(K_2O + Na_2O)$ та ін., не більше, %
1	85	5	9

Допустимий вміст вологи – не більше 0,5 %.