

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання контрольної роботи
з дисципліни**

«НАДІЙНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ЗРС»

Харків – 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 27 серпня 2014 р., протокол № 1.

Описано обсяги, правила та порядок виконання контрольної роботи. Наведено варіанти індивідуальних завдань та правила їх вибору.

Методичні вказівки призначені для студентів напряму «Рухомий склад залізниць», що вивчають курс «Надійність та технічна діагностика ЗРС», денної та заочної форм навчання.

Укладачі:

проф. І.Е. Мартинов,
доц. А.В. Труфанова,
асист. С.В. Перешивайлов

Рецензент

проф. В.Г. Маслієв (НТУ «ХПІ»)

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи
з дисципліни

«НАДІЙНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ЗРС»

Відповідальний за випуск Труфанова А.В.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 13.10.14 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Вступ

Сучасна теорія надійності вирішує такі завдання: оцінка кількісних показників надійності; розроблення методів визначення показників надійності; розроблення методів контролю надійності; підвищення надійності технічних систем при конструюванні та виготовленні; розроблення організації експлуатації, технічного обслуговування та ремонту технічних систем.

Теорія надійності спирається на сукупність різних понять, визначень, термінів і показників, які строго регламентуються в державних стандартах.

Вагони та їх елементи належать до виробів серійного або масового виробництва. Вагони розраховуються за допустимими навантаженнями, однак час роботи кожного з них до першої відмови або між відмовами виявляється різним. Це свідчить про неоднорідність властивостей міцності вагонів і нерівномірність їх навантаження. Такі особливості недостатньо враховуються звичайними розрахунками за допустимим напруженням і залишається незрозумілим, яка ж імовірність роботи вагона протягом заданого часу експлуатації.

Наука про надійність ставить за мету встановити статистичні закономірності появи відмов у роботі виробів серійного або масового виробництва, вивчити причини відмов і науково обґрунтувати загальні принципи забезпечення високої надійності виробів.

Сьогодні у вагонному господарстві широко використовуються засоби технічного діагностування вагонів і неруйнівного контролю їх вузлів і деталей у процесі технічного обслуговування й ремонту вагонів.

Основне призначення засобів технічного діагностування – періодичний контроль та оцінка технічного стану вагонів, визначення їх залишкового технічного ресурсу та виявлення дефектів з метою забезпечення безпеки руху в поїзній і маневровій роботі, збереження вантажів, що перевозяться, і комфорту пасажирів. Фахівці вагонного господарства, які здійснюють технічне обслуговування і ремонт вагонів, повинні знати перелік існуючих пристроїв для контролю технічного стану

вагонів, їх призначення, принципи дії, правила розміщення, встановлення, використання й обслуговування. Необхідно знати основні поняття технічної діагностики, правила побудови алгоритмів діагностування, використання діагностичних ознак, принципи дії вимірювальних перетворювачів тощо.

Контрольна робота призначена для набуття практичних навичок щодо засвоєння матеріалу з дисципліни «Надійність і технічна діагностика ЗРС», а також для проведення проміжного контролю знань студентів у процесі вивчення дисципліни та орієнтування студентів на самостійну роботу з літературою та нормативно-технічною документацією.

1 Загальні вимоги щодо виконання контрольної роботи

Контрольна робота передбачає виконання контрольних завдань, спрямованих: на розуміння процесів, що відбуваються у вузлах та деталях вагонів рухомого складу, використання способів діагностування технічного стану вузлів та деталей вагонів, застосування методів прогнозування ресурсу вузлів та деталей вагонів.

Самостійне виконання контрольної роботи можливе тільки після ретельного вивчення літератури, список якої наведено в кінці методичних вказівок.

Контрольна робота передбачає виконання п'яти розділів за варіантом індивідуального завдання, наведеним далі.

Контрольну роботу необхідно виконувати на стандартних аркушах формату А4 відповідно до вимог [10].

Текст, що оформляється за допомогою комп'ютерної техніки, має бути надрукованим прямим шрифтом типу Times New Roman розміром 14 пунктів, вирівнювання – «По ширині». Множник міжрядкового інтервалу можна вибирати в межах від 1,2 до 1,5, але він має бути єдиним для всього тексту документа.

Обсяг пояснювальної записки контрольної роботи не повинен перевищувати 20 сторінок.

Контрольна робота включає в себе:

- титульний аркуш;
- зміст;

- основні розділи роботи;
- список використаних джерел.

На титульному аркуші зазначається:

- найменування навчального закладу (Українська державна академія залізничного транспорту);
- найменування кафедри (кафедра «Вагони»);
- вид студентської роботи («КОНТРОЛЬНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ «НАДІЙНІСТЬ ТА ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ЗРС»);
- позначення документа з додаванням коду (КРВ ХХ.00.00 ПЗ), де КРВ – контрольна робота, кафедра «Вагони»; ХХ - двозначний номер варіанта індивідуального завдання студента, записаний арабськими цифрами. Обов'язково додається попереду нуль, якщо варіант має одну цифру (Приклад: п'ятий варіант буде мати вигляд – 05);
- шифр групи, код спеціальності, підпис, ініціали, прізвище студента, який розробив документ, дата розроблення;
- посада, науковий ступінь, ініціали, прізвище викладача, що перевіряв документ, дата перевірки;
- графі оцінювання роботи, яку проставляє викладач (Національна шкала: _____; Кількість балів: ____; Оцінка ECTS _____). Для студентів заочної форми навчання проставляється оцінка тільки за національною шкалою;
- рік розроблення документа.

Зміст включає в себе номери та назви розділів і підрозділів із зазначенням сторінок. Слово «Зміст» записують у вигляді заголовка (симетрично тексту). Найменування, включені в зміст, записують малими літерами, крім першої великої.

Основний текст роботи ділять на розділи і підрозділи, позначені арабськими цифрами без крапки. За текстом виконуваної роботи розташовують необхідні ілюстрації (ескізи, графіки, рисунки тощо). Усі вони нумеруються арабськими цифрами в межах усієї роботи (Приклад: рисунок 1, рисунок 2 і т.п.) або в межах окремих розділів, відповідно до номера розділу (Приклад: рисунок 1.1, рисунок 1.2 і т.п.).

Якщо рисунок, крім назви, має пояснення, то порядок запису такий. З інтервалом в один рядок під рисунком розміщують пояснення. Позиції (пункти) пояснень

відокремлюються крапкою з комою. Далі з інтервалом в один рядок пишеться слово «Рисунок», поряд з ним ставиться його номер і далі через тире з великої літери пишеться його назва без крапки у кінці.

Виклад тексту основних розділів має бути коротким і лаконічним. Термінологія і визначення повинні бути єдиними й відповідати встановленим вимогам. Значення символів, що входять у формули, наводяться безпосередньо під формулою. Якщо в тексті більше однієї формули, то їх нумерують арабськими цифрами в круглих дужках на рівні формули в правій стороні аркуша.

Наприкінці контрольної роботи необхідно навести список використаних джерел. При посилянні на літературне джерело в тексті вказують його порядковий номер у квадратних дужках, під яким він значиться в списку використаних джерел.

Аркуші контрольної роботи нумерують таким чином: перший номер присвоюється титульному аркушу, однак на ньому номер не ставиться, нумерація подальших аркушів виконується в правому нижньому кутку аркуша.

2 Завдання та основний зміст для виконання контрольної роботи

Контрольна робота передбачає виконання п'ятдесяти варіантів (таблиця 1). У кожному варіанті вказаний вузол або деталь вагона, для якого необхідно дати відповіді на поставлені запитання.

Вибір варіанта індивідуального завдання для контрольної роботи виконується за допомогою таблиці 1. Початкова буква прізвища студента вказує горизонтальний рядок, а кінцева цифра у номері залікової книжки – вертикальний рядок. На перехрещенні вертикального та горизонтального рядків указаний номер варіанта індивідуального завдання.

Зміна варіанта, як виняток, може проводитися за узгодженням з викладачем.

Контрольна робота складається з таких основних розділів.

Перший розділ має назву «Основні поняття надійності». Розділ повинен містити основні терміни та визначення з теорії надійності, поглиблене розкриття поняття «надійність» (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереженість), а також комплексні показники надійності (функція готовності, коефіцієнт готовності, коефіцієнт технічного використання, коефіцієнт оперативної готовності).

Таблиця 1 – Вибір варіанта індивідуального завдання для контрольної роботи

Початкова буква прізвища студента	Остання цифра номера залікової книжки або шифру									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Номер варіанта індивідуального завдання									
А, Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В, Г	11	12	13	23	20	22	16	17	18	19
Д-Ж	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31
З, І	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Ї-Л	50	49	48	47	46	45	45	44	43	42
М, Н	18	19	20	21	22	2	24	25	26	27
О-Р	8	6	5	4	3	2	16	30	29	28
С, Т	9	10	11	12	13	14	15	16	17	50
У-Х	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ц-Щ	5	6	7	8	9	10	23	22	21	14
Ю, Я	48	13	8	1	50	6	10	24	33	47

Другий розділ має назву «Технічна діагностика». У розділі наводяться основні поняття технічної діагностики, класифікація діагностичних ознак, види засобів технічного діагностування, помилки діагностування.

Третій розділ називається «Відмови та несправності заданого вузла або деталі вагона». Розділ повинен містити найменування заданого вузла або деталі вагона, обраного за таблицею 2, згідно з варіантом індивідуального завдання, аналіз основних відмов і несправностей заданого вузла або деталі вагона, способи підвищення надійності заданого вузла або деталі вагона.

Четвертий розділ називається «Діагностична модель заданого вузла або деталі вагона». У розділі необхідно побудувати діагностичну модель вузла або деталі вагона, обраного за таблицею 2, згідно з варіантом індивідуального завдання, вказати способи діагностування технічного стану заданого вузла або деталі.

Таблиця 2 – Вихідні дані для виконання третього та четвертого розділів

Варіант	Вузол вагона
1	2
1	Колісна пара РУ1Ш-957
2	Буксовий вузол вантажного вагона
3	Візок моделі 18-100
4	Візок моделі КВЗ-ЦНИИ
5	Гасник коливань візка моделі 18-100
6	Бокова рама візка моделі 18-100
7	Рама критого вагона
8	Автозчепний пристрій СА-3
9	Механізм автозчепу СА-3
10	Гумовий поглинальний апарат Р-4П
11	Котел чотиривісної цистерни
12	Рама чотиривісного універсального піввагона
13	Кришка люка піввагона
14	Буксовий вузол пасажирського вагона
15	Бокова стіна чотиривісного піввагона
16	Тріангель візка моделі 18-100
17	Надресорна балка візка моделі 18-100
18	Поглинальний апарат ЦНИИ-Н6
19	Вісь типу РУ1
20	Гідравлічний гасник коливань
21	Корпус буксового вузла візка моделі 18-100
22	Корпус буксового вузла візка моделі КВЗ-ЦНИИ
23	Мастило буксового вузла
24	Пружина візка пасажирського вагона

Продовження таблиці 2

1	2
25	Корпус автозчепного пристрою типу СА-3
26	Пружина вантажного вагона
27	Бокова стіна пасажирського вагона
28	Поглиналий апарат Ш-2-В
29	Рама візка КВЗ-ЦНИИ
30	Торцева стіна піввагона
31	Підшипник роликовий циліндричний буксового вузла
32	Рама платформи для перевезення контейнерів
33	Надресорна балка візка КВЗ-ЦНИИ
34	Залізничне колесо
35	Акумуляторна батарея пасажирського вагона
36	Гальмівна важільна передача чотиривісного вантажного вагона
37	Вісь типу РУ1Ш
38	Центральне підвішування пасажирського візка
39	Бокова стіна критого вагона
40	Траверса візка моделі КВЗ-ЦНИИ
41	Корпус автозчепного пристрою типу СА-3М
42	Торцеве кріплення колісної пари РУ1Ш-957
43	Рама чотиривісної цистерни
44	Гальмівний циліндр
45	Кузов хопера для перевезення зерна
46	Зливний прилад цистерни
47	Буферний прилад пасажирського вагона
48	З'єднувальна балка візка моделі 18-101
49	Торцеве кріплення колісної пари РУ1-957
50	Кузов хопера для перевезення цементу

П'ятий розділ називається «Побудова моделі відмов». У розділі необхідно визначити середній термін служби технічного об'єкта й побудувати чотири графіки залежностей (функції ймовірності відмов, ймовірності безвідмовної роботи, щільності розподілу відмов, інтенсивності відмов). Вихідні дані для

побудови графіків залежностей наведені в таблиці 3, згідно з варіантом індивідуального завдання.

Таблиця 3 – Вихідні дані для виконання п'ятого розділу

Варіант	Вид закону розподілу (модель відмов)	Параметри		Пробіг, тис. км	
				від	до
1	2	3		4	5
1	Нормальний	$\mu=17,6$	$\sigma=13,9$	1	10
2	Нормальний	$\mu=25,7$	$\sigma=14,8$	2	20
3	Нормальний	$\mu=37,8$	$\sigma=24,6$	1	34
4	Нормальний	$\mu=43,6$	$\sigma=33,8$	1	41
5	Нормальний	$\mu=88,9$	$\sigma=42,6$	1	46
6	Нормальний	$\mu=66,5$	$\sigma=54,8$	1	21
7	Нормальний	$\mu=112,6$	$\sigma=79,4$	3	33
8	Нормальний	$\mu=54,5$	$\sigma=32,6$	4	34
9	Нормальний	$\mu=7,7$	$\sigma=1,5$	5	50
10	Нормальний	$\mu=27,6$	$\sigma=15,5$	1	100
11	Експоненціальний	$\lambda=0,1$	-	0,2	1
12	Експоненціальний	$\lambda=0,15$	-	0,2	2
13	Експоненціальний	$\lambda=0,28$	-	0,3	3
14	Експоненціальний	$\lambda=0,08$	-	0,4	4
15	Експоненціальний	$\lambda=0,04$	-	0,5	5
16	Експоненціальний	$\lambda=0,2$	-	1	6
17	Експоненціальний	$\lambda=0,03$	-	1	7
18	Експоненціальний	$\lambda=0,18$	-	0,3	8
19	Експоненціальний	$\lambda=0,48$	-	0	22
20	Експоненціальний	$\lambda=1,12$	-	0	10
21	Логарифмічно-нормальний	$\mu=6,1$	$\sigma=18,4$	1	10
22	Логарифмічно-нормальний	$\mu=3,6$	$\sigma=2,6$	1	20
23	Логарифмічно-нормальний	$\mu=7,8$	$\sigma=3,6$	1	30
24	Логарифмічно-нормальний	$\mu=9,8$	$\sigma=4,8$	1	40
25	Логарифмічно-нормальний	$\mu=11,7$	$\sigma=5,6$	1	50
26	Логарифмічно-нормальний	$\mu=12,1$	$\sigma=9,2$	1	60
27	Логарифмічно-нормальний	$\mu=5,8$	$\sigma=2,9$	1	70
28	Логарифмічно-нормальний	$\mu=7,9$	$\sigma=3,4$	2	80
29	Логарифмічно-нормальний	$\mu=1,5$	$\sigma=3,4$	1	80
30	Логарифмічно-нормальний	$\mu=4,8$	$\sigma=4,4$	10	120
31	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=4,5$	$\beta=0,5$	0,1	1

Продовження таблиці 3

1	2	3		4	5
32	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=5,3$	$\beta=0,6$	0,4	2
33	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=1,7$	$\beta=0,65$	0,3	3
34	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=3,2$	$\beta=0,9$	0	7
35	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=5,8$	$\beta=0,7$	0,4	4
36	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=3,9$	$\beta=0,75$	1	5
37	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=7,3$	$\beta=1,15$	0,6	6
38	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=6,6$	$\beta=1,25$	0	8
39	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=8,3$	$\beta=1,4$	0,9	9
40	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=8,3$	$\beta=1,4$	2	10
41	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=1,7$	$\beta=0,68$	0,1	1
42	Вейбулла-Гнеденка	$\alpha=5,3$	$\beta=0,77$	0	2
43	Гамма	$\alpha=0,9$	$\beta=5,5$	0,1	1
44	Гамма	$\alpha=0,7$	$\beta=3,6$	0,2	2
45	Гамма	$\alpha=1,8$	$\beta=3,6$	0,3	3
46	Гамма	$\alpha=2,3$	$\beta=1,5$	0	8
47	Гамма	$\alpha=1,1$	$\beta=2,8$	0,4	4
48	Гамма	$\alpha=3,3$	$\beta=2,5$	0,5	5
49	Гамма	$\alpha=3,2$	$\beta=2,1$	0,6	6
50	Гамма	$\alpha=1,6$	$\beta=6,7$	0,6	7

Список літератури

1 Борзилов, І. Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики [Текст]: навч. посібник / І. Д. Борзилов. – Харків: ТОВ «Енергозберігаючі технології», 2003. – Ч. 1. – 91 с.

2 Борзилов, І. Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики [Текст]: навч. посібник / І. Д. Борзилов. – Харків: ТОВ «Енергозберігаючі технології», 2003. – Ч. 2. – 89 с.

3 Вентцель, Е. С. Теория вероятностей [Текст]: учеб. для вузов / Е. С. Вентцель. – М.: Высш. школа, 2006. – 575 с.

4 Войнов, К. Н. Надежность вагонов [Текст] / К. Н. Войнов. – М.: Транспорт, 1989. – 110 с.

5 Волошин, Д. І. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Надійність та технічна діагностика ЗРС» [Текст] / Д. І. Волошин, С. В. Перешивайлов. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 59 с.

6 Волошин, Д. І. Аналіз основних несправностей елементів автотягачного пристрою вантажних вагонів у експлуатації [Текст] / Д. І. Волошин, І. М. Афанасенко // Зб. наук. праць / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків, 2013. – Вип. 139. – С. 282 – 286.

7 Гнеденко, Б. В. Математические методы в теории надежности [Текст] / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М.: Наука, 1982. – 524 с.

8 ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення [Текст]: видання офіційне. – Чинний від 01.01.1999. – К., 1998. – 42 с.

9 Основи надійності вагонів [Текст]: навч. посібник / М. Б. Кельріх, І. Е. Мартинов, Н. С. Брайковська [та ін.] – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – 106 с.

10 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до викладення та оформлення [Текст]: метод. посібник з додержання вимог нормо контролю у студент. навч. звітності / Л. М. Козар [та ін.]. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 58 с.

11 Костенко, Н. А. Прогнозирование надежности транспортных машин [Текст] / Н. А. Костенко. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

12 Конструирование и расчёт вагонов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. В. Лукин, Л. А. Шадур, В. Н. Котуранов [и др.]. – М.: УМК МПС России, 2000. – 731 с.

13 До питання оптимізації конструкції буксових вузлів рухомого складу [Текст] / І. Е. Мартинов, А. В. Труфанова, В. Л. Мельничук [та ін.] // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків, 2013. – Вип. 141. – С. 70 – 75.

14 Совершенствование конструкции тележек грузовых вагонов с целью снижения износа гребней колес и бандажей [Текст] / И. Е. Мартынов, В. Г. Маслиев, С. Д. Мокроусов [и др.] // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків, 2013. – Вип. 139. – С. 25 – 34.

15 Мартинов, І. Е. До питання оцінки показників надійності торцевого кріплення букс вантажних вагонів [Текст] / І. Е. Мартинов // Зб. наук. праць – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип. 46. – С. 76 – 79.

16 Соколов, М. М. Диагностирование вагонов [Текст] / М. М. Соколов. – М.: Транспорт, 1990. – 197 с.

17 Тартаковський, Е. Д. До питання визначення показників надійності буксових підшипників вантажних вагонів [Текст] / Е. Д. Тартаковський, І. Е. Мартинов // Зб. наук. праць – Харків: УкрДАЗТ – 2008. – Вип. 99. – С. 81-87.

18 Устич, П. А. Надежность рельсового нетягового подвижного состава [Текст]: учеб. пособие / П. А. Устич, В. А. Карпычев, М. Н. Овечников; под ред. П. А. Устича. – М.: УМЦ ЖДТ, 2004. – 419 с.

19 Четвергов, В. А. Надежность локомотивов [Текст]: учеб. для вузов ж. - д. транспорта / В. А. Четвергов, А. Д. Пузанков. – М.: Маршрут, 2003. – 415 с

