

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження ергономічних властивостей кабіни машиніста дизель-поїзда дпкр-3 відповідно до вимог інтероперабельності

за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент

групи: ІН-2226

(підпис студента)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Руслан ЛАНЬ /

Керівник:

(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ PhD Андрій КУЗИШИН /

Нормоконтролер:

(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

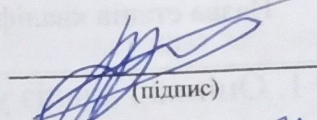
Дніпро – 2024 рік

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
Кафедра: «Транспортна інфраструктура»
Рівень вищої освіти: «Магістр»
Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»
Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
«Транспортна інфраструктура»

 (підпис) Олексій ТЮТКІН
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Дата 29.01.2023

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

студенту Лань Руслану Ігоровичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження ергономічних властивостей кабіни машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 відповідно до вимог інтероперабельності»

Керівник роботи: Кузишин Андрій Ярославович, PhD, доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

«28» квітня 2023 р. № 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу українських та європейських норм. Експериментальні вимірювання шумового навантаження в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3.

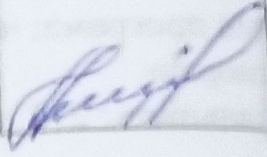

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ. Розділ 1. Оцінка і аналіз умов праці працівників локомотивних бригад магістрального залізничного руху. Розділ 2. Особливості конструкції та експлуатації дизель-поїзда ДПКр-3. Розділ 3. Дослідження шумового впливу на локомотивну бригаду дизель-поїзда ДПКр-3. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 11 слайдів).

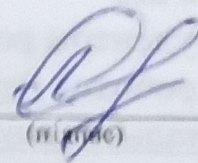
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посяда консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента)
Всі розділи	Кузипин А.Я.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

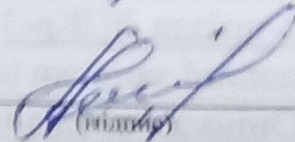
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Розділ 1. Опівка і аналіз умов праці працівників локомотивних бригад магістрального залізничного руху.	30.10.2023-19.11.2023	
2	Розділ 2. Особливості конструкції та експлуатації дизель-поїзда ДПКр-3.	20.11.2023-04.12.2023	
3	Розділ 3. Дослідження шумового впливу на локомотивну бригаду дизель-поїзда ДПКр-3.	05.12.2023-07.01.2024	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-14.01.2024	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент


(підпис)

Руслан ЛАНЬ
(ім'я прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Андрій КУЗИПИН
(ім'я прізвище)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ННЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження ергономічних властивостей кабіни машиніста дизель-поїзда дпкр-3 відповідно до вимог інтероперабельності

за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ІН 2226

(підпис студента)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Руслан ЛАНЬ /

Керівник:

(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ PhD Андрій КУЗИШИН /

Нормоконтролер:

(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Дніпро – 2024 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

Master

(higher education degree)

on the topic: A study of the ergonomic properties of the driver's cab of the dpcr-3 diesel train in accordance with the requirements of interoperability

according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport

in the Specialization: 273 Rail transport

(Specialization and its code)

Done by the student

(name, surname)

of the group: IH 2226

/ Ruslan LAN /

Scientific Supervisor:

(position, name, surname)

/ Candidate of Science (Engineering)

Andriy KUZYSHYN /

Normative controller :

(position, name, surname)

/ Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

Dnipro – 2024

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

56 стор., 15 рис., 3 табл., 10 літературних джерел.

Об'єкт розробки – дизель-поїзд ДПКр-3.

Мета роботи – дослідження ергономічних властивостей кабіни машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 у відповідно до вимог інтероперабельності.

Метод дослідження – аналіз нормативної документації України та ЄС. Експеримент із вимірювання шумового навантаження в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 при прослідкуванні станції Ходорів.

Для досягнення поставленої мети в роботі відзначено, що процеси автоматизації та механізації процесів супроводжуються збільшенням нервово-емоційної напруги за рахунок зростання інформаційного навантаження, кількості об'єктів контролю та періоду зосередженого спостереження, встановлено, що основними джерелами віброакустичних факторів у кабінах локомотивів є силові установки та процес взаємодії «колесо-рейка», розглянуто та проаналізовано складові елементи металокаркасу кабіни машиніста дизель-поїзда ДПКр-3, побудовано модель, що описує виникнення шуму кочення, встановлено, що граничне значення рівня шуму в кабіні машиніста відповідно до SIST EN 15892:2011 становить 78 дБ, встановлено, що під час руху дизель-поїзда ДПКр-3 по вихідній стрілочній горловині станції Ходорів максимальне значення становить 79 дБ.

Ключові слова: ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗД, КАБІНА МАШИНІСТА, ЛОКОМОТИВНА БРИГАДА, ШУМ, ЕРГОНОМІКА, ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕХНІЧНІ СПЕЦІФІКАЦІЇ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І СЛОВНИК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

ДПКр	Дизель-поїзд Крюківського вагонобудівного заводу
ПТЕ	Правила технічної експлуатації залізниць України
СЗМ	Система забезпечення мікроклімату
УКП	Установка кондиціонування повітря
ЄС	Європейський Союз
EN	Європейська норма
TSI	Технічні специфікації інтероперабельності
ОСЖД	Товариство Співдружності залізниць
МВРС	Моторвагонний рухомий склад

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОЦІНКА І АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД МАГІСТРАЛЬНОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХУ	7
1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД МАГІСТРАЛЬНОГО РУХУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПОЇЗНОЇ РОБОТИ	7
1.2. ФІЗИЧНІ ФАКТОРИ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА.....	9
1.3. ФАКТОРИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ	15
1.4. РЕЖИМИ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД МАГІСТРАЛЬНОГО РУХУ	17
1.5. ВПЛИВ КОМПЛЕКСУ ФАКТОРІВ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ НА ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД МАГІСТРАЛЬНОГО РУХУ	18
Висновки до розділу 1.....	22
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДИЗЕЛЬ- ПОЇЗДА ДПКР-3.....	23
Висновки до розділу 2.....	39
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ВПЛИВУ НА ЛОКОМОТИВНУ БРИГАДУ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА ДПКР-3.....	40
3.1. ПОНЯТТЯ ШУМУ ЯК ШКІДЛИВОГО ВИРОБНИЧОГО ФАКТОРА, ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ, НОРМУВАННЯ.....	40
3.2. ДжЕРЕЛА ШУМУ	45
3.3. АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ, ЯКІ РЕГЛАМЕНТУЮТЬ РІВНІ ШУМУ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	49
3.4. АНАЛІЗ РІВНЯ ШУМУ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ МАШИНІСТА ТА ПОМІЧНИКА МАШИНІСТА В ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДІ ДПКР-3	52
Висновки до розділу 4.....	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ЛІТЕРАТУРА.....	56

ВСТУП

Кабіни є найбільш поширеними та високоефективними звукозахисними системами операторів технологічних машин різного функціонального призначення. Існуючі нині дослідження віброакустичних характеристик кабін кранів, дорожньо-будівельних машин та інших не враховують ряд характерних процесів шумоутворення в кабінах залізничних машин. Зокрема, вплив звукового випромінювання динамічної системи «колесо – рейка» як джерела зовнішнього повітряного шуму та передачі структурного шуму на несучу конструкцію, особливо на елементи скла при високих швидкостях руху.

Одним з основних шкідливих факторів, що несприятливо впливають на стан здоров'я машиністів та їх помічників, є шум, створюваний працюючим обладнанням локомотива та його рухом залізничною колією. Частка шуму у пофакторній оцінці умов праці машиністів та помічників машиністів локомотивів становить понад 35%.

Дослідження проведені проф. Волковим О.М. показали, що шум призводить до зниження розумової працездатності та уваги, збільшення часу реакції, підвищення порога чутливості, передчасної втоми.

Завод-виробник локомотивів отримує дозвіл на серійне виробництво локомотива тільки після підтвердження відповідності всіх показників, що оцінюються нормованим значенням.

З 2020 року на залізницях України почали експлуатацію дизель-поїзда ДПКр-3 «Крюківського вагонобудівного заводу». Для допуску дизель-поїздів до експлуатації, випробування проводились у відповідності до вимог нормативних документів України. Враховуючи євроінтеграційний шлях України актуальним постає питання перевірки ергономічних властивостей кабіни машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 у відповідно до вимог інтероперабельності.

Об'єктом дослідження в даній роботі є дизель-поїзд ДПКр-3.

Предметом дослідження являється рівень шуму в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 та його вплив на локомотивну бригаду відповідно до вимог інтероперабельності.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА І АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНИХ БРИГАД МАГІСТРАЛЬНОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХУ

1.1. Характеристика умов праці працівників локомотивних бригад магістрального руху під час виконання поїзної роботи

Обов'язки працівників локомотивних бригад магістрального руху включають: управління тяговим рухомим складом відповідно до графіка руху та правил технічної експлуатації (ПТЕ) [1], поточною та оперативною інформацією (радіозв'язок) диспетчерів та чергових по станціях. У зоні уваги машиністів знаходяться «покази приладів, сигнали, стан поїзда, якість залізничної колії, на електрифікованих коліях контактний провід та струмоприймач. При вимушеній зупинці машиніст організує огороження поїзда [2]. Додатково до обов'язків машиніста локомотива входить участь у поточному огляді локомотива та усунення на шляху несправностей. Машиніст керує роботою помічника. Організаційна форма роботи без помічника накладає додаткові обов'язки: контроль автозчеплення, технічного стану локомотива, усунення дрібних несправностей у машинному відділенні, огляд хвостових сигнальних вогнів зустрічного поїзда та веденого складу у кривих, контроль посадки та висадки пасажирів.

Обов'язки помічника машиніста визначаються залежно від виду руху та типу локомотива. Відповідно до посадової інструкції: «у процесі руху необхідно контролювати сигнали, стан колії та контактної мережі, режим роботи локомотива; при вимушеній зупинці встановлювати сигнали огороження поїзда; приймати накази диспетчерів та чергових станцій, дублювати та уточнювати правильність їх прийому; брати участь в екіпіруванні локомотива та його поточному огляді».

Введення в експлуатацію нового та модернізація існуючого рухомого складу покращує якість робочих місць та стан умов праці працівників локомотивних бригад. Знижується інтенсивність впливу негативних факторів

робочого середовища та, як наслідок, їх роль у формуванні виробничого навантаження для локомотивних бригад.

Водночас процеси автоматизації та механізації процесів супроводжуються збільшенням нервово-емоційної напруги за рахунок зростання інформаційного навантаження, кількості об'єктів контролю та періоду зосередженого спостереження.

Додатковий внесок у формування напруженості трудового процесу робить збільшення швидкостей руху за рахунок зниження часу на прийняття рішення та інформаційного навантаження в умовах дефіциту часу при ймовірності виникнення «нештатних» ситуацій.

Збільшення швидкостей руху та впровадження нової техніки та технологій супроводжується також появою нових, раніше не вивчених та не оцінюваних факторів виробничого середовища – непогашене прискорення, світлодіодне освітлення тощо.

Таким чином, впровадження нової техніки та технологій керування поїздами, автоматизація виробничих процесів об'єктивно супроводжується зміною змісту професій машиністів та їх помічників, умов праці та виробничого навантаження загалом.

1.2. Фізичні фактори робочого середовища

Віброакустичні фактори

Переважними джерелами віброакустичних факторів у кабінах локомотивів можна вважати: в основному силові установки та процес взаємодії «колесо – рейка», а також допоміжне обладнання та щільність з'єднань, що знижується у процесі тривалої експлуатації локомотивів [3]. Показники рівнів шуму під час роботи двигунів навіть при стоянках часом перевищують допустимі показники.

Шум у кабінах локомотивів, що довго експлуатуються, так і сучасних, має широкий спектр з найбільшою інтенсивністю області низькочастотного діапазону.

Встановлено, що шум на електровозах менш виражений, ніж на тепловозах.

Це пов'язано з відсутністю дизеля. Значний шум створюється за рахунок зіткнень коліс із стиками рейок під час руху, при роботі генераторів, вентиляторів, тягових двигунів і т.д. Водночас впровадження заходів із шумозахисту (покращення звукоізоляції, незалежна підвіска кабіни, обладнання тамбуру між кабіною та машинним приміщенням) на нових типах електровозів дає позитивний ефект.

Рівень шуму в машинних відділеннях локомотивів значно перевищує гігієнічні нормативи та складає 110-120 дБА.

У кабінах електровозів основний внесок у загальний рівень шуму вносить процес взаємодії «колесо – рейка», робота силових та допоміжних установок не має суттєвого значення. У кабінах більшості магістральних електровозів шум на стоянці становить від 78 до 96 дБА, при русі зі швидкістю 75-100 км/год - понад 90 дБА, в окремих випадках досягаючи 108 дБА. Перевищення допустимих рівнів шуму на різних типах тепловозів по всьому частотному спектрі становить до 4-16 дБ.

При аналізі результатів встановлено, що показники шуму в кабінах тепловозів, що довго експлуатуються, також змінюються в широкому діапазоні, на стоянці коливаються від 75 до 95 дБА. При русі тепловоза в результаті збільшення навантаження на дизель показник шуму зростає до 90-110 дБА (по всьому спектру частот на 15-35 дБА, 10-20 дБА щодо допустимого рівня еквівалентного показника). У кабінах сучасних тепловозів еквівалентні показники рівня шуму лише епізодично перевищують гігієнічний норматив на 1-3 дБА, здебільшого відповідаючи нормам.

Шкідливим віброакустичним виробничим чинником під час роботи на сучасних локомотивах є вібрація. Спектр коливань представлений як нерезонансними, і резонансними для організму частотами (6-8 і 16-30 Гц). В основному вібрація на робочих місцях локомотивних бригад має низькочастотний характер із високими рівнями в інтервалах 1-8 Гц.

У кабінах локомотивів є дві групи джерел вібрації. Одні пов'язані з

процесом взаємодії «колесо – рейка». Причини вібрацій – рейкові стики, хвилеподібний знос рейок, стрілочні переводи, нерівності підрейкової основи. Внаслідок ударного характеру взаємодії «колесо – рейка» формуються широкосмугові, переважно низькочастотні коливання. Вібрація також генерується роботою допоміжного обладнання. В основному це дизелі, електродвигуни, компресорні установки, які генерують переважно полігармонічні високочастотні коливання. Спектральні показники і величина при цьому залежить від конструкції, режиму роботи та технічного стану, тобто має суттєве значення тривалість та умови експлуатації локомотива. Поєднання різних видів коливань формує складну картину коливального процесу, що має широкосмугову характеристику у діапазоні частот від 1,6 до 63 Гц.

Оскільки вібрація локомотива переважно впливає на локомотивні бригади через крісло, вона класифікується як загальна. Інтенсивність вібрації відрізняється навіть для локомотивів однієї марки та серії у зв'язку з різними умовами експлуатації. Загальним є те, що в ділянці низьких частот інтенсивність коливань крісла локомотивних бригад значно перевищує допустимі значення.

На локомотивах, що пройшли капітальний ремонт, рівень вібрації перевищує гранично допустиму концентрацію по вертикальних складових від 1,5 до 14 разів переважно на рівні середніх і нижніх частот спектра і перевищує по горизонтальних складових від 1,1 до 10 разів. На локомотивах останніх 10 років побудови параметри вертикальної та горизонтальної вібрації нижче, в середньому перевищували гранично допустиму концентрацію у 2-2,5 рази.

У конструкції більшості проектів сучасних локомотивів передбачено та використовується вібродемпфування кабіни не тільки від візка, а й додатково від кузова локомотива. У результаті на сучасних локомотивах рівні вібрації доведено до нормативних величин.

Важливе значення має інфразвук. Причинами виникнення інфразвуку є взаємодія повітря з локомотивом, що рухається, а також робота механізмів і пристроїв.

Інструментальними дослідженнями інфразвук виявлено на електровозах (від 95 до 102 дБ), на тепловозах (від 96 до 114 дБ), інфразвук реєструється не протягом всієї робочої зміни.

Непогашене прискорення є одним із видів шкідливих чинників робочого середовища. В даний час прийнято наступну градацію швидкостей руху пасажирських поїздів: до 140-160 км/год – звичайний магістральний рух поїздів; до 200 км/год – швидкісний рух поїздів; понад 200 км/год – високошвидкісний рух.

Прискорення виникають як при зміні швидкості (прямолінійне), так і при зміні напрямку руху (радіальне) [4]. Що стосується залізничного транспорту лінійне прискорення виникає при наборі швидкості чи гальмуванні поїзда, радіальне - під час руху поїзда по криволінійній ділянці колії. Для магістрального пасажирського і вантажного руху поздовжні прямолінійні прискорення не є характерні, швидкостя не перевищують 200 км/год.

Технічно допустимими, без урахування фізіологічної стійкості та збереження працездатності локомотивних бригад є значення прискорень у межах 0,3-0,5 g (3-5 м/с), спрямовані на забезпечення комфортності пасажирів.

Фізіологічно значне навантаження виникає під час руху поїзда по криволінійній ділянці колії. Вектор цього навантаження має напрямок «бік – бік». При певних конструкціях колії вектор відцентрового прискорення зміщується з напрямку «бік – бік» до напрямку «голова – ноги». Вплив навантаження на організм людини залежить від в'язкості, еластичності та чутливості тканин тіла та окремих органів.

Проведені дослідження дозволили встановити, що величини непогашених відцентрових прискорень під час руху зі швидкостями до 160 км/год не перевищують значень 0,57 м/с², під час руху зі швидкістю до 200 км/год досягають 0,7 м/с². Слід зазначити, що така дія надається на локомотивну бригаду протягом усього періоду поїзної роботи. Значення цього чинника постійно зростатиме у зв'язку з планами збільшення швидкісного режиму

пасажирського та вантажного руху.

Позначений фактор дозволяє ідентифікувати вестибулярні навантаження машиністів магістрального пасажирського руху внаслідок позитивних та негативних прискорень та постійного хитання.

Вплив непогашеного прискорення проявляється у вигляді заколисування, відчуття задухи, почастішання дихання, болю в різних частинах опорно-рухового апарату, відзначається деяка схильність до збільшення значень артеріального тиску. Непогашене прискорення, безсумнівно, спричиняє розвиток патології кістково-м'язової системи у працівників локомотивних бригад.

Неіонізуючі електромагнітні поля та випромінювання

Результати дослідження дозволили виявити наявність наднормативного електромагнітного випромінювання у машинних відділеннях електровозів змінного струму. В основному електромагнітні поля зареєстровані у місцях розташування тягових генераторів. Виявлено максимальну напруженість магнітного поля до 6000 А/м. На висоті від підлоги 2 м показник у 20 разів нижчий – до 300 А/м. У зв'язку з тим, що час перебування локомотивних бригад під впливом електромагнітного випромінювання є обмежений, його гігієнічне значення незначне.

Мікрокліматичні умови

Під час руху локомотивів у кабінах можуть створюватись незадовільні параметри мікроклімату. Перепад температур по вертикалі в зимовий період (вісь «голова – ноги») досягає від 4 до 19°C (гігієнічний норматив 3°C). Перевищення допустимих параметрів у літній період року досягає 12-15°C, що викликає дискомфорт у працівників локомотивних бригад, прискорює процес розвитку втоми та може провокувати застудні захворювання.

Параметри мікроклімату в робочій зоні залежать від великої кількості факторів (температури повітря відкритої зони, справності опалювальної вентсистеми (якості її обслуговування), стану бокових вікон. За даними Трофімова А. А. «при постійно включеному калорифері та закритих вікнах

відбувається досить швидкий перегрів кабіни до 36-40°C (при нормі 20-24°C).» В умовах періодичних відкривань вікон, пов'язаних з необхідністю уточнення інформації під час руху, спостерігається зниження температури повітря в робочій зоні до +14 - +16°C. Розмах амплітуди коливань температури повітря в робочій зоні може становити 16-20°C, по вертикалі від висоти 150 мм до 1600 мм може досягти від 10 до 18°C (при нормі 3-5°C) Перепади температури такого діапазону

Перепади температури такого діапазону, вкрай несприятливо позначаються на системі терморегуляції організму працюючих, особливо в умовах великої рухливості повітря, яка при закритих вікнах нерідко перевищує 0,7 м/с, а при відкритих - досягає біля голови машиніста 3,5 м/с. Відносна вологість у кабінах, зазвичай, відповідає нормі і коливається не більше 30-70%, крім старих кабін електровозів, у яких за рахунок установки потужних електропечей відзначається зниження вологості до 15%. Температура всередині кабіни при відкритих вікнах відповідає зовнішній, а при закритих - перевищує зовнішні на 5-8°C за рахунок сонячної радіації, що проникає в кабіну через вікна, та гарячого повітря, що надходить з машинного відділення».

Забруднення повітря робочої зони хімічними речовинами

Повітря робочої зони локомотивної бригади тепловозів забруднене хімічними речовинами - продуктами згоряння палива. Через близькість джерела викидів забруднювачі проникають у кабіну тепловоза через відкриті вікна та нещільності конструкцій кабіни. Концентрації забруднювачів повітря робочої зони локомотивних бригад визначаються типом, режимом роботи, умовами експлуатації тепловоза та змінюються у широких межах.

Повітряне середовище кабіни магістральних тепловозів забруднюється такими газами як: оксид вуглецю II, оксидами азоту, діоксидом сірки та ін.

На стоянках, зупинках та під час роботи у режимі холостого ходу виявлено більш значне забруднення повітря кабіні локомотивів, порівняно з режимом руху.

Якість деповського та заводського капітального ремонту тягового рухомого складу визначає рівень впливу факторів робочого середовища. Найбільш суттєвими недоліками, виявленими в ході вибіркового контролю умов у кабінах локомотивів, що надійшли у депо після ремонту, залишаються шум, вібрація, стан вентиляції, показники мікроклімату.

1.3. Фактори трудового процесу

Тяжкість трудового процесу

У процесі роботи локомотивні бригади значний час перебувають у стані відносної гіподинамії, оскільки управління сучасного локомотива не потребує значних витрат м'язів.

За даними хронометражних досліджень, за одну годину роботи машиніст, у середньому, здійснює близько 200 робочих операцій, причому понад 65% складають складні рухові операції. На сучасних типах локомотивів загальна кількість операцій, що виконуються, зменшується з одночасним збільшенням відносної чисельності складних операцій. Водночас виконання трудових операцій вимагає від працівника локомотивної бригади перебування у певній позі. При оцінці тяжкості трудового процесу оцінювали фізичне динамічне навантаження, вид та кількість стереотипних рухів, тривалість перебування у фіксованій робочій позі, кількість нахилів корпусу та відстань переміщення у просторі (горизонтальне та вертикальне).

Напруженість трудового процесу

Аналіз дозволив встановити, що загалом для поїздної роботи характерна висока концентрація уваги. У магістральному пасажирському русі спостерігається мінімальна різниця між завантаженістю зорового та слухового аналізатора: розподіл інформації, що отримується, становить 40% до 50%, близько 10% – на вестибулярний аналізатор.

Навантаження на зоровий аналізатор обумовлено необхідністю розрізнення сигналів світлофора в умовах утрудненої видимості на межі порогового значення сприйняття.

Навантаження на слуховий аналізатор обумовлено службовими переговорами, необхідністю сприйняття різних звукових сигналів та відстеженням роботи механізмів – дизеля, компресора, вентиляторів тощо, відстеженням сторонніх шумів у механічній частині локомотива.

Для магістрального руху потрібне зосереджене спостереження за об'єктами, що знаходяться поза кабіною локомотива (світлофори, переїзди, станційні сигнали).

Важливим видом інформації, яка є необхідна локомотивним бригадам є сигнали про роботу агрегатів локомотива, які отримані шляхом зорового спостереження, що вимагає високого ступеня напруги зорового аналізатора.

Праця машиніста має емоційне забарвлення, внаслідок чого його робота віднесена до робіт з нервово-емоційною напругою.

Джерелом емоційного навантаження є відповідальність за безпеку руху [6]. У ряді випадків джерелом емоцій, які формують додаткову нервово-емоційну напругу, є неспрацьованість, нечіткі вказівки або нечітке виконання вказівок.

У магістральному русі (пасажирському та вантажному) значну роль відіграє монотонія. Особливістю вантажного руху є вимушені простой в очікуванні проїзду, а також обмеження швидкості та порушення графіка руху.

Загальна сума подразників магістрального локомотива під час однієї поїздки в середньому становить близько 7 тис., з яких 800-900 професійно важливі (світлофори, сигнали, покажчики). Напруженість зростає внаслідок підвищених вимог до точності та швидкості сприйняття та швидкості безпомилкової реакції. У магістральному русі через характер діяльності нині напруженість трудового процесу є непереборним чинником.

Виявлено особливості умов праці локомотивних бригад магістрального вантажного руху. Кількість управляючих процесів і питома вага складних операцій на вантажному русі значно різняться: максимальна їх кількість відзначено під час ведення довгоскладових і «важких» поїздів, і навіть при

частих змінах сигналів світлофора. Кількість дій у вантажному русі значно більше, ніж у пасажирському, але менше, ніж у маневровому.

Інформаційне навантаження працівників локомотивних бригад вантажного руху також різне: на напружених ділянках об'єм інформації, що надходить, майже на 40% більше, ніж на мало напружених ділянках, що обумовлено збільшенням числа світлофорів, платформ і станцій.

1.4. Режими праці та відпочинку працівників локомотивних бригад магістрального руху

За рахунок зростання інтенсивності руху поїздів, подовження плечей роботи локомотивів, одним з провідних факторів, що впливають на стан здоров'я локомотивних бригад, у тому числі і серцево-судинні захворювання, є режим праці та відпочинку [7].

Режим праці та відпочинку локомотивних бригад складається з наступних послідовних етапів: відпочинок вдома; ведення складу із основного депо до пункту призначення (обороту); відпочинок у пункті обороту; ведення складу із пункту обороту до основного депо; відпочинок вдома. Неприятливими особливості режиму є: початок та закінчення роботи у різний час доби; неритмічне чергування змін; умови міжпоїздного відпочинку в пунктах обороту відрізняються від «домашніх» і, у ряді випадків, пов'язані з тривалим очікуванням; робота за іменними графіками, явки за системою виклику; нічна робота; тривалість зміни часто може становити до 12:00; чергування денних та нічних змін (у періоди відпочинку супроводжується порушеннями сну, труднощами у засипанні); часті перепрацювання.

Незважаючи на те, що відпочинок у пунктах обороту організований задовільно, ймовірно надмірне за часом очікування викликає додаткову нервово-емоційну напругу. В силу специфіки роботи, у локомотивних бригад відсутня регламентована обідня перерва.

Особливістю праці є практика понаднормового годинника, обумовленого викликами локомотивних бригад на роботу поза їхньою зміною та у вихідні дні.

Через низку виробничих причин режим роботи часто порушується. З іншого боку, тривалість поїздок може змінюватися на одній і тій самій ділянці, що обумовлено конкретною поїздною обстановкою.

1.5. Вплив комплексу факторів робочого середовища та трудового процесу на працівників локомотивних бригад магістрального руху

Зміни функціонального стану локомотивних бригад у процесі трудової діяльності сприяють зміні працездатності. Поєднання напруженості трудового процесу та несприятливих факторів робочого середовища формує різні форми виробничо обумовлених хвороб.

Відомо, що для оцінки професійної придатності комплексна оцінка умов праці проводиться за п'ятьма груповим ергономічними показниками, важливе місце у системі яких займає психологічний показник. Пусковим механізмом розладів здоров'я локомотивних бригад є стрес, який призводить до розвитку втоми і, як наслідок, до неадекватної оцінки ситуації та формує основу «людського фактора», який вважається однією з причин травматизму, нещасних випадків, збільшує розвиток професійних та виробничо обумовлених захворювань, створює загрозу безпеки руху.

Вирізняють емоційний, комунікаційний, інформаційний та професійний стреси. Всі перераховані види стресу взаємопов'язані і в певних умовах можуть проходити один в одного або виявлятися у різних поєднаннях. Встановлено, що для локомотивних бригад у межах напруженості трудового процесу характерним є розвиток інформаційного стресу (робота може здійснюватися в умовах дефіциту часу на обмірковування та прийняття рішень, пов'язаних з великою відповідальністю). Додатково, для робочого процесу локомотивних бригад характерні: часті усні інструкції, необхідність виконувати важкосумісні функції, необхідність регулярних відряджень, невідповідність умов праці гігієнічним нормативам. Це сприяє формуванню професійного стресу, що призводить до хронічної зміни психологічного стану. Гіподинамія посилює негативну дію стресу та може стати його причиною.

Встановлено, що зі збільшенням стажу роботи в умовах високої напруженості трудового процесу у локомотивних бригад старшого віку вищий рівень тривоги, нижчий за самооцінку, вони прагнуть це приховати, відчують психологічні труднощі, які вони переживають у собі. Виявлені психологічні особливості локомотивних бригад необхідно враховувати для вироблення заходів підвищення стресостійкості до негативних факторів, що, у свою чергу, оптимізує психофізіологічні реакції та в цілому знижує ризик виникнення негативних наслідків для здоров'я та забезпечує високий рівень працездатності та безпеку залізничного руху.

Для оцінки можливості безпечного виконання обов'язків працівниками локомотивних бригад, що належать до групи фахівців з підвищеними вимогами безпеки та оцінки стану втоми у процесі управління локомотивом, широко використовується метод хронорефлексометрії.

Результати досліджень вказують на те, що протягом зміни у локомотивній бригаді розвиваються явища втоми, які виражаються уповільненням зорово-моторної та аудіо-моторної реакцій на світлові та звукові подразники та збільшенням числа хибних рухових реакцій.

Зміни функціонального стану організму машиністів та помічників машиніста локомотивів збільшують ризик виникнення професійних захворювань та не виключають можливість помилкових дій у нестандартних ситуаціях. Для забезпечення можливості безпечного виконання обов'язків необхідно передбачати дублювання звукових та світлових сигналів, оскільки людина здатна переробляти інформацію, що одночасно надходить від різних аналізаторів. При цьому навіть у разі, при якому час реакції у відповідь кожного з аналізаторів збільшується в порівнянні з прийомом окремих сигналів, загальна реакційна здатність всієї системи змінюється менш істотно.

Таким чином, результати кількісної оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу працівників локомотивних бригад дозволяють отримати більш об'єктивну характеристику виробничого навантаження та

встановити залежність інтенсивності несприятливого впливу факторів робочого середовища та показників захворюваності працівників локомотивних бригад. Оцінка умов праці дозволяє обґрунтувати формування у локомотивних бригад магістрального залізничного руху такі патології: патологія центральної нервової системи (нейросенсорна приглухуватість) внаслідок наднормативного шуму; патологія серцево-судинної системи внаслідок напруженості трудового процесу, гіподинамії, сидячої робочої пози, впливу віброакустичних факторів, хімічного забруднення повітря робочої зони та несприятливих мікрокліматичних умов; патологія кістково-з'язової системи внаслідок загальної вібрації та непогашеного прискорення; патологія дихальної системи внаслідок токсичної дії забруднювачів повітря робочої зони та несприятливих мікрокліматичних умов.

Як оціночні показники умов праці рекомендується використовувати показники професійної та професійно обумовленої захворюваності.

Таким чином, у локомотивних бригад ідентифіковані такі несприятливі виробничі фактори: віброакустичні (шум, вібрація), непогашене прискорення (під час руху в кривих ділянках колії), несприятливі мікрокліматичні умови, у ряді випадків хімічні фактори забруднення повітря робочої зони внаслідок закидання в кабіну продуктів згоряння, напруженість трудового процесу, нераціональний режим праці та відпочинку. Поєднаний вплив факторів виробничого середовища знижує неспецифічну резистентність організму працюючого та зменшує напруженість його специфічного імунітету. Це значно послаблює організм і значно підвищує сприйнятливність працівників локомотивних бригад до вірусних інфекцій.

Більшість факторів виробничого середовища та трудового процесу за своєю природою політропні, діють одночасно і односпрямовано, надаючи комплексний, комбінований і поєднаний вплив, викликаючи найчастіше підсумовуючі ефекти.

Так, негативний вплив вібрації посилюється в умовах низьких температур, статичної напруги та високого фізичного навантаження.

У нічний час організм людини стає вразливішим до дії несприятливих факторів виробничого середовища та збудників інфекційних захворювань.

Отже, наявність несприятливих факторів виробничого середовища та трудового процесу в межах, встановлених гігієнічними нормативами, не гарантує безпечних умов праці через особливості їх спільного впливу.

Умови праці локомотивних бригад належать до шкідливих, в силу комбінації факторів фізичної та хімічної природи, важкості та напруженості праці. Разом з тим, внаслідок того, що в ході тривалої експлуатації локомотивів внаслідок загальної вібрації знижується герметизація кабін, погіршуються ущільнення підлоги, вікон та дверей, відбувається погіршення теплотехнічних властивостей (на 10%), що позначається на мікрокліматичних умовах у кабіні. Одночасно шум у кабінах більшості серійних локомотивів по всьому спектру частот перевищує допустимі значення на 3-12 дБ.

Вплив несприятливих умов праці спочатку викликає виникнення функціональних змін у організмі працівника, які мають зворотній характер, проявом яких є втома, зниження працездатності та професійної надійності, погіршення показників стану окремих функціональних та аналізаторних систем.

Встановлено, що трудовий процес локомотивних бригад вимагає постійної уваги, в умовах, коли інформація надходить при підвищеній інтенсивності шуму та вібрації, ймовірних перешкодах при контролі зорових та аудіосигналів, необхідності особистої відповідальності за безпеку руху, що супроводжуються постійною готовністю до раптових та позаштатних ситуацій.

Отже, аналіз результатів гігієнічної оцінки умов праці локомотивних бригад дозволив встановити, що у працівників локомотивних бригад виявлено несприятливі фактори (шум, вібрація, несприятливі метеорологічні умови, важкість та напруженість трудового процесу). У працівників локомотивних бригад, що експлуатують тепловози, додатково ідентифіковано забруднення повітря робочої зони. Умови праці на сучасних локомотивах незалежно від виду тяги характеризуються нижчими показниками шуму та вібрації. Слід зазначити,

що важкість та напруженість трудового процесу можна віднести до групи непереборних факторів, інтенсивність яких можна знизити лише організаційними заходами.

Висновки до розділу 1

– відзначено, що процеси автоматизації та механізації процесів супроводжуються збільшенням нервово-емоційної напруги за рахунок зростання інформаційного навантаження, кількості об'єктів контролю та періоду зосередженого спостереження;

– аналізуючи основні фізичні фактори робочого середовища встановлено, що основними джерелами віброакустичних факторів у кабінах локомотивів є силові установки та процес взаємодії «колесо-рейка»;

– показано, що в кабінах більшості магістральних електровозів шум на стоянці становить від 78 до 96 дБА, при русі зі швидкістю 75-100 км/год - понад 90 дБА, в окремих випадках досягає 108 дБА. В кабінах тепловозів, що довго експлуатуються, значення шуму також змінюються в широкому діапазоні, на стоянці коливаються від 75 до 95 дБА. При русі тепловоза в результаті збільшення навантаження на дизель показник шуму зростає до 90-110 дБА;

– розглянуто послідовні етапи режиму праці та відпочинку локомотивних бригад;

– встановлено, що у локомотивних бригад ідентифіковані такі несприятливі виробничі фактори: віброакустичні (шум, вібрація), непогашене прискорення (під час руху в кривих ділянках колії), несприятливі мікрокліматичні умови, у ряді випадків хімічні фактори забруднення повітря робочої зони внаслідок закидання в кабіну продуктів згоряння, напруженість трудового процесу, нерациональний режим праці та відпочинку.

РОЗДІЛ 2

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА ДПКР-3

Внутрішнє обладнання головних вагонів розміщено у наступних приміщеннях (рис. 2.1-2.2).

- у кабіні управління поїздом;
- в апаратних відсіках;
- у санітарному модулі;
- у пасажирському салоні.

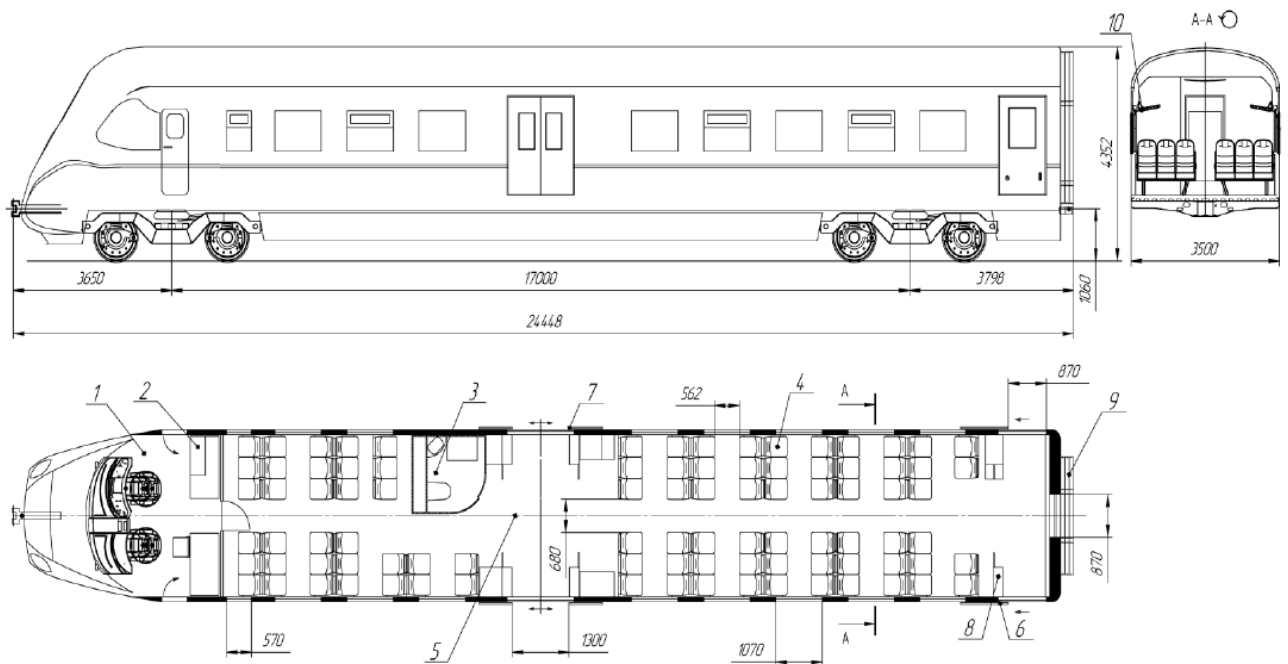


Рисунок 2.1 – Планування головного моторного вагона з кабіною керування:
1 – кабіна машиніста; 2 – апаратний відсік; 3 – санітарний модуль; 4 – блок крісел; 5 – тамбурна зона; 6 – автоматичні зсувні двері; 7 – автоматичні зсувні двері; 8 – ящик для сміття; 9 – герметичний перехід; 10 – багажна полиця

Кабіна управління поїздом розташована в передній частині головних вагонів і є робочим місцем локомотивної бригади (машиніста та помічника машиніста) під час руху дизель-поїзда.

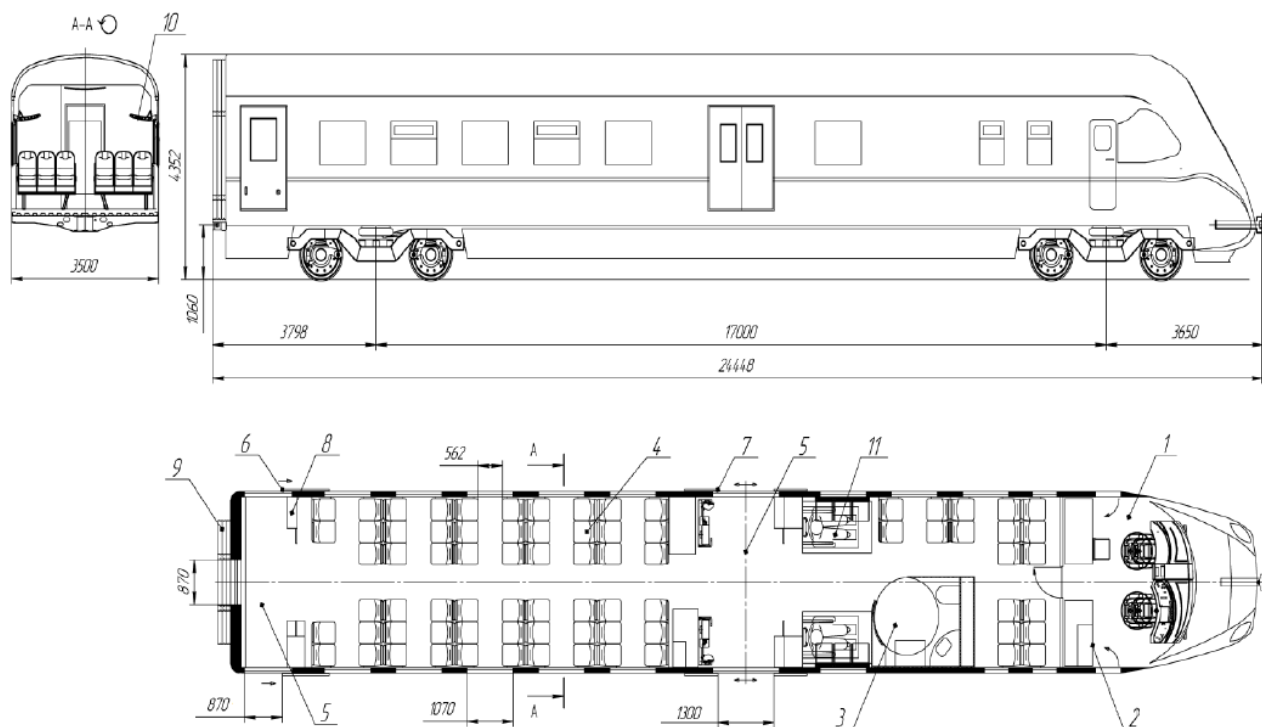


Рисунок 2.2 – Планування головного моторного вагона з кабіною керування, обладнаного для перевезень пасажирів-інвалідів в інвалідних візках: 1 – кабіна машиніста; 2 – апаратний відсік; 3 – санітарний модуль; 4 – блок крісел; 5 – тамбурна зона; 6, 7 – автоматичні зсувні двері; 8 – ящик для сміття; 9 – герметичний перехід; 10 – багажна полиця; 11 – службовий тамбур; 12 – місця для розміщення інвалідних візків.

Від пасажирського салону кабіна відділена перегородкою, з встановленими в ній поворотними дверима, що відкривається всередину пасажирського салону.

Внутрішнє планування кабіни керування головного вагона забезпечує безпеку та комфортні умови для роботи машиніста та помічника машиніста дизель-поїзда.

У зоні можливого знаходження машиніста та його помічника всі елементи, прилади та деталі внутрішнього обладнання спроектовані у травмобезпечному виконанні. Розташування внутрішнього обладнання кабіни керування забезпечує доступ до виконання прибирання, обслуговування та ремонту.

У кабіні управління розміщено:

– оперативний пульт управління з органами управління та забезпечення безпеки руху поїзда (рукоятки керування швидкістю дизель-поїзда, реверсу, гальма, відкриття-закриття дверей);

– прилади індикації та управління, що потребують спостереження та оперативного втручання машиніста;

– апаратура КЛУБ-У;

– апаратура резервного керування поїздом;

– стоп кран;

– світильники загального та місцевого освітлення;

– два крісла для машиніста та його помічника;

– апаратура пожежної сигналізації;

– радіостанція КВ та УКХ діапазонів;

– кліматична установка;

– пульт керування кліматичною установкою;

– прилади та засоби управління системою автоматичного пожежогасіння;

– засоби ручного пожежогасіння;

– склоочисник;

– захисна ролетна штора лобового скла;

– апаратура системи відеоспостереження;

– апаратура звукової та відео інформації;

– апаратура зв'язку «пасажир-машиніст»;

– одне відкидне сидіння (може бути використане для машиніста-інструктора);

– гачки для верхнього одягу;

– шафа для зберігання одягу;

– холодильник;

– мікрохвильова піч;

– двос бокових зовнішні дверей з вікнами, що відчиняються рухом «вниз»;

– інше обладнання, необхідне для роботи машиніста та помічника машиніста.

У кабіні управління передбачені місця для зберігання експлуатаційних документів та інструментів, передбачених ПТЕ та інструкцією щодо утримання та розміщення спорядження поїзда, а також особистих речей машиніста та помічника.

Оперативний пульт управління, крісла машиніста та його помічника виконані як елементи робочого місця. Взаємне розташування елементів робочого місця сприяє оптимальному режиму праці та відпочинку, зниження стомлюваності машиніста та його помічника, попередження появи хибних дій.

При проектуванні взаємного розташування елементів робочих місць машиніста та його помічника було враховано:

- робочі пози машиніста та його помічника;
- простір їхнього розміщення;
- можливість огляду елементів робочого місця;
- можливість огляду простору за межами робочого місця;
- можливість ведення записів та роботи з документами.

Командоапарати та органи управління вузлами та агрегатами вагонів складу розташовуються в зоні моторного поля машиніста та його помічника, позонно, залежно від частоти використання їх у процесі експлуатації дизель-поїзда, при цьому найбільш важливі та часто використовуючі органи управління – встановлені в зоні легкої досяжності.

Екрани дисплеїв системи управління та пристроїв індикації необхідних параметрів для виконання функцій управління складом розташовані в зоні видимості розсіяним поглядом одночасно з можливістю спостереження за станом світлофорів, колії та тунельних споруд, платформ.

Лицьові поверхні дисплеїв та індикаторів розташовані в оптимальній зоні інформаційного поля у площині, перпендикулярній нормальній лінії погляду машиніста, що знаходиться у робочій позі.



Рисунок 2.3 – Внутрішнє обладнання кабіни машиніста

Прилади управління силовими блоками, включаючи набір швидкості, гальмування та вибір напрямку руху (реверс), встановлені під ліву руку машиніста; органи управління пневматичним гальмом – під праву руку. Прилади управління вибором напрямку руху виконані з блокувальними пристроями, які унеможливають виникнення помилкових дій персоналу (вони можуть бути виконані механічними або електричними). Конструктивно забезпечена можливість керування лише з однієї кабіни.

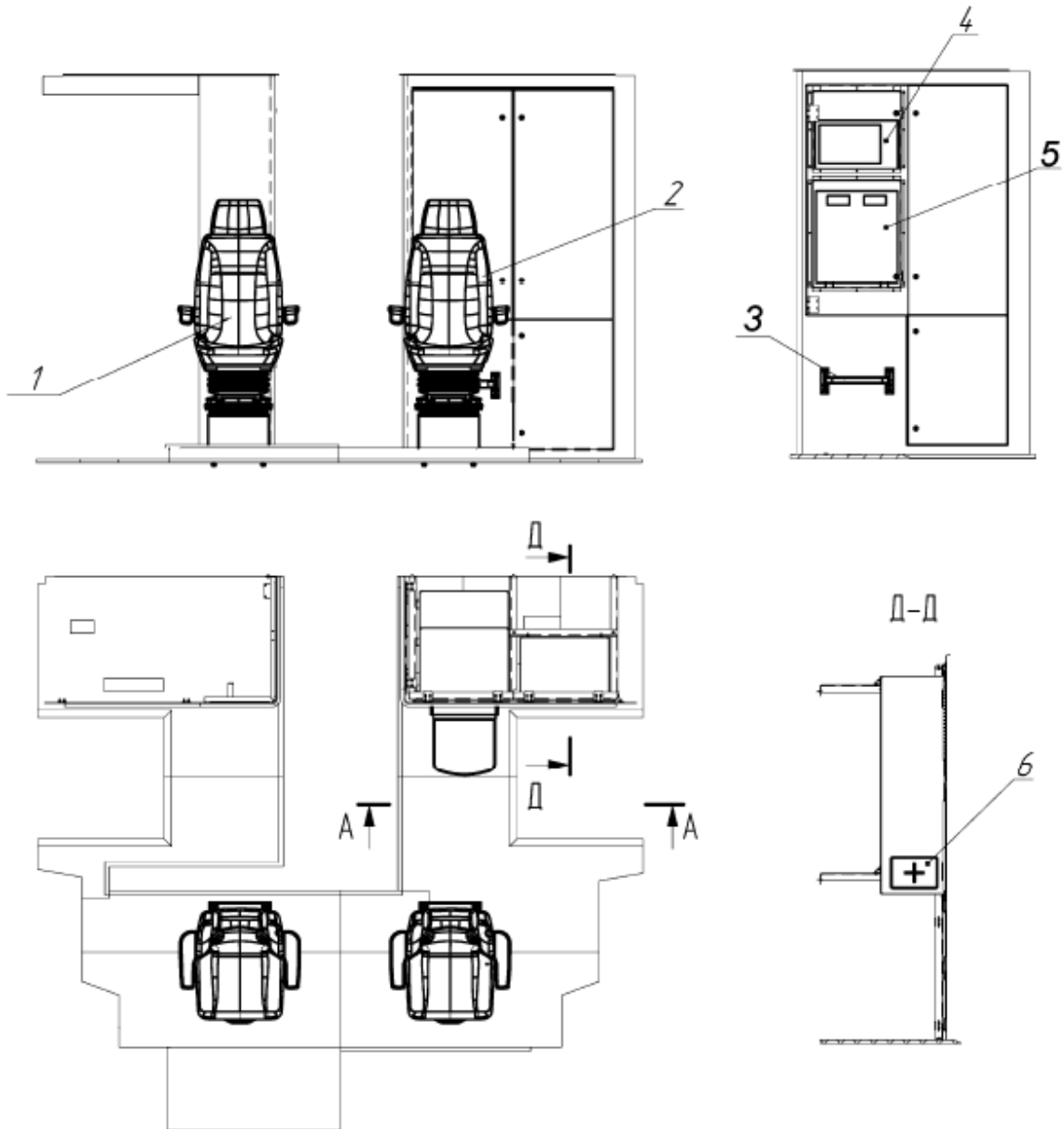


Рисунок 2.4 – Внутрішнє обладнання кабіни машиніста: 1 – крісло машиніста; 2 – крісло помічника машиніста; 3 – відкидне сидіння; 4 – мікрохвильова піч; 5 – холодильник; 6 – місце для аптечки

Крісло машиніста має систему гасіння вібрації та регулювання залежно від ваги машиніста, відкидні підлокітники з фіксацією в заданому положенні, регулювання положення по вертикалі, горизонталі та куту нахилу спинки (рис. 2.5).

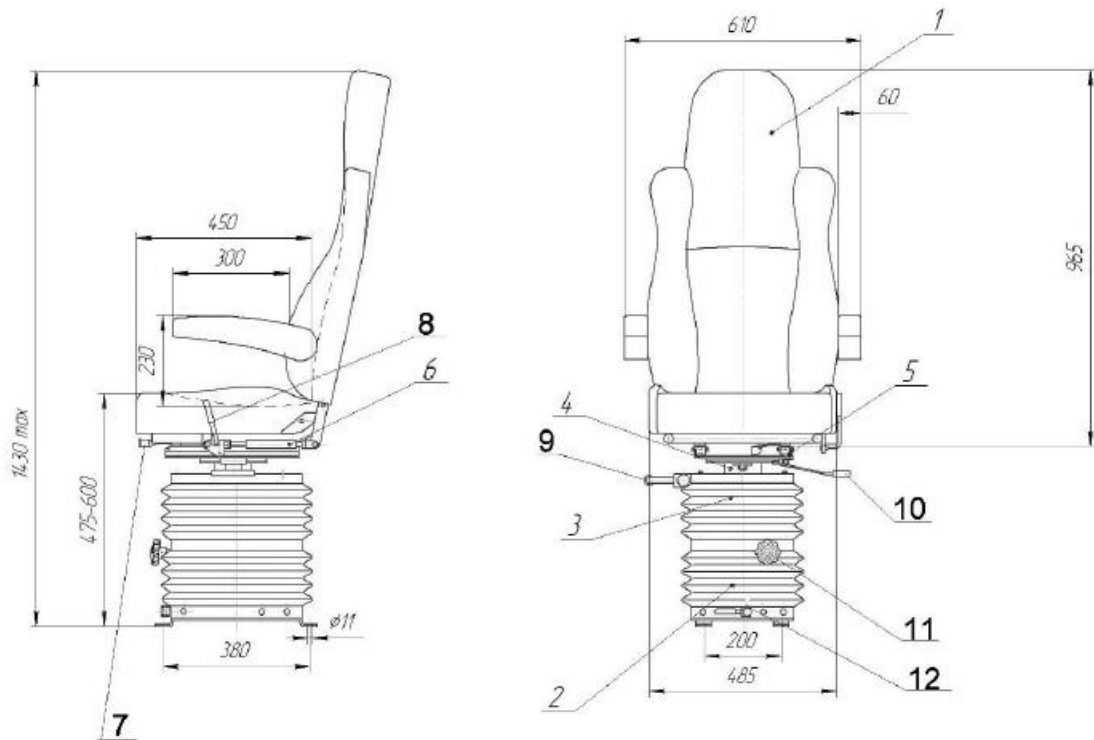


Рисунок 2.5 – Сидіння (крісло) машиніста: 1 – сидіння; 2 – вібромодуль; 3 – механізм регулювання; 4 – механізм повороту; 5 – ведуча полоза; 6 – важіль пружини; 7 – важіль механізму поздовжнього переміщення; 8 – важіль регулювання кута нахилу спинки; 9 – важелі регулювання кута нахилу сидіння та висоти; 10 – важіль повороту сидіння (кут регулювання 3600/450); 11 – ручка регулювання висоти вібромодуля; 12 – важіль регулювання навантаження

Регулювання навантаження, залежно від ваги машиніста (у межах 60 – 120 кг), здійснюється ручкою, розташованою в нижній частині вібромодуля 2. Поворотом ручки за годинниковою стрілкою модуль налаштовується працювати при більшому навантаженні. Рукояткою у верхній частині вібромодуля 2 регулюється висота вібромодуля в межах 80 мм. Поворотом ручки проти годинникової стрілки висота вібромодуля збільшується. Підйом чи опускання сидіння додатково здійснюється почерговою розфіксацією механізму

регулювання кута нахилу та висоти крісла за допомогою важелів, розташованих праворуч механізму 3. Передній важіль піднімає/опускає перед крісла, задній – задню частину крісла. Опускання виконується під навантаженням, підйом повинен виконуватися без навантаження. При цьому кут нахилу спинки крісла змінюється в межах: $\pm 9^\circ$; висота – 45 мм.

Поворот крісла виконується при піднятому важелі механізму повороту 4, розташованому спереду під сидінням 1, для цього розфіксується лівий полоз 5. Крісло переміщається в потрібне положення і важіль відпускається. Переміщення можливе в межах 200 мм.

Нахил спинки регулюється при одночасному натисканні на спинку сидіння та важіль пружини (газліфта) 6, розташованого зліва в передній частині сидіння (нахил спинки регулюється в межах: $95^\circ - 116^\circ$).

Розташування в кабіні пульта керування, крісел машиніста, помічника машиніста та приладів керування забезпечує вільний прохід до дверей кабінки керування.

Лобова частина головного вагона обладнана пристроєм розміщення інформації про станції призначення. З обох боків кабінки передбачено два дзеркала та дві відеокамери огляду за ситуацією зовні вагонів та заднього вигляду.

Монітор відеокамер встановлений у кабінці машиніста (з боку помічника машиніста).

Кабіна обладнана двома боковими вікнами (з кожного боку кабінки), обладнаними дзеркалами заднього виду та одним лобовим вікном.

Лобове скло обладнане електричним підігрівом, склоочисником та склоомивачем.

Кабіна керування має окрему від пасажирського салону вагона систему забезпечення мікроклімату.

У кабінці управління встановлена система відеоспостереження, яка розташована з боку помічника машиніста.

Пульт управління виконаний як елемент робочого місця машиніста та його помічника (рис. 2.6).

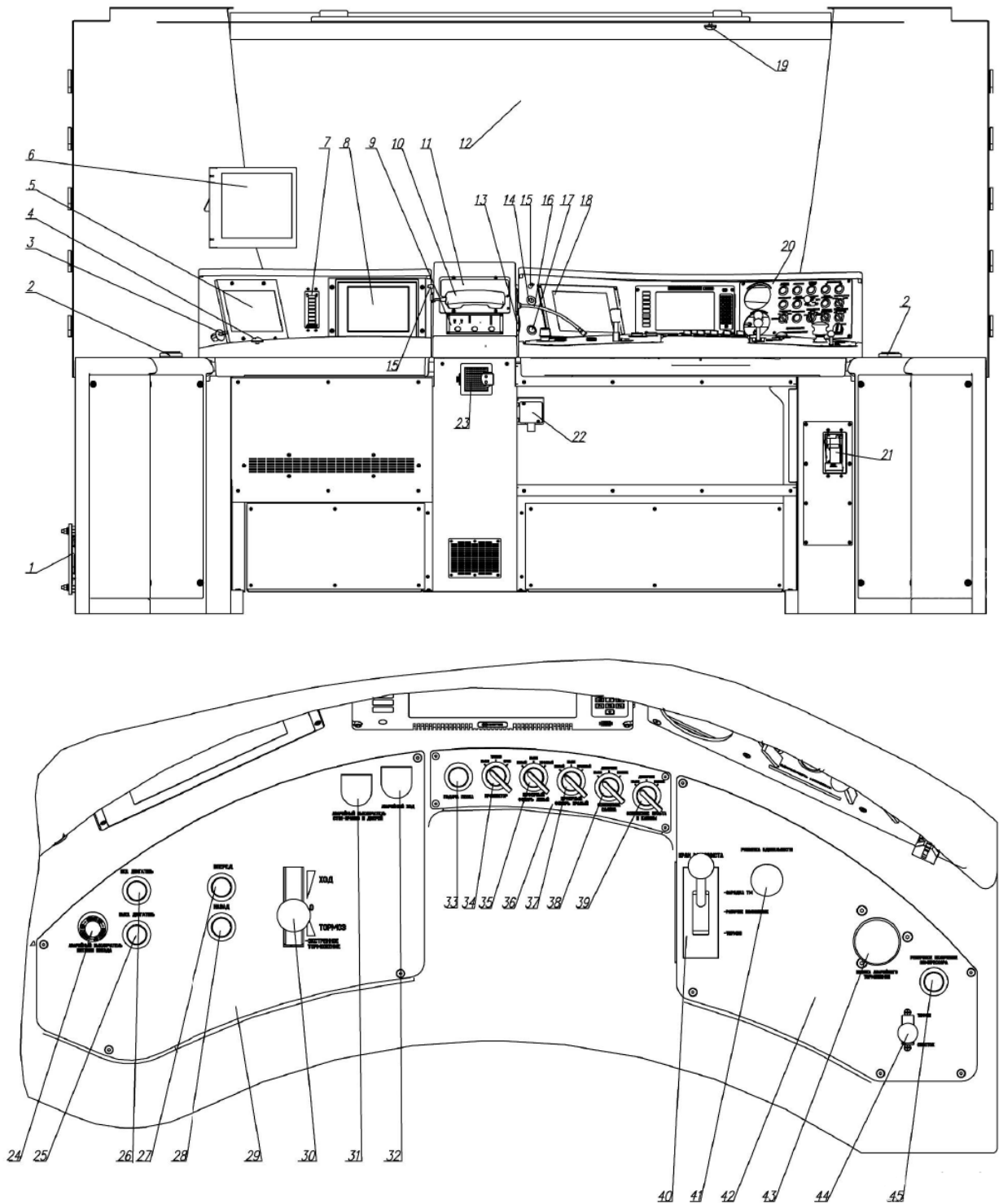


Рисунок 2.6 – Пульт управління

Пристрої управління силовими блоками, включаючи набір швидкості, гальмування та вибору напрямку руху (реверс), встановлені під ліву руку

машиніста.

Органи управління силовими блоками включають:

- кнопку увімкнення двигуна 26;
- кнопку вимикання двигуна 25;
- кнопку аварійного вимкнення живлення поїзда 24;
- контролер машиніста 30.

Кнопки 26 та 25 призначені для активації включення та вимкнення силових установок на вагонах дизель-поїзда. Кнопка 24 служить для активації включення реле аварійної зупинки двигуна. Внаслідок чого відбувається зупинка всіх силових установок дизель-поїзда. Контролер машиніста 30 призначений для керування тягою та зусиллям службового гальмування. Також є можливість активації за допомогою екстреного гальмування (крайне заднє положення).

Органи управління пневматичним гальмом розташовані під праву та ліву (контролер 30) руку машиніста. Вони включають:

- контролер машиніста 30, що має чотири положення: «хід», «0», «гальмування» і «екстренне гальмування».
- кран машиніста 40;
- кнопку аварійного гальмування 43;
- кнопки активації та відключення гальма стоянки 53 і 55.

Контролер машиніста 30, крім управління тягою, також дозволяє регулювати зусилля службового гальмування. Є можливість плавної зміни гальмівного зусилля до повного службового. Також є позиція, що активує режим аварійного гальмування. Кран машиніста 40 має три фіксовані положення: зарядка ГМ, робоче положення і гальмування.

При встановленні крана в положення «зарядання ГМ» здійснюється зарядження гальмівної магістралі стисненим повітрям. При переведенні крана машиніста в положення «гальмо» активується дія аварійного гальмування. У процесі здійснення руху кран машиніста перебуває у робочому положенні. Кнопка аварійного гальмування 43 використовується за необхідності активації

режиму аварійного гальмування. Кнопки активації та відключення гальма стоянки 53 і 55 використовуються при необхідності включення гальма стоянки в ручному режимі.

Під час включення режиму аварійного гальмування будь-яким з описаних вище способів відбувається індикація включення – лампочка 47, а при використанні службового гальмування лампочка 49.

Кузови вагонів виконані за принципом суцільнометалевих несучих конструкцій типу замкнутих оболонок з вирізами та підкріплюючими поперечними елементами (поперечні балки рами, стійки бокових стін, силові дахові дуги), які з'єднуються в замкнуті кільця, і поздовжніми у вигляді тонкостінних стрижнів – гофр.

Кузов головного вагона обладнаний такими пристроями:

– чотирма опорними точками для підйому вагона домкратами, розташованими по осях шкворневих балок (за довжиною бази вагона);

– «crash system» – система, призначена для поглинання енергії лобового зіткнення у разі аварійної ситуації. Система, що складається з 2-х рівнів, один з яких розташовується на фронтівій стіні кабіни керування, а другий на буферному брусі рами.

– автозчіпними (з боку кабіни управління) та зчіпними (з протилежного боку) пристроями та міжвагонним переходом з огороженням;

– вікнами, зокрема аварійними;

– каркасом кабіни управління з металевих профілів, на якому методом приклеювання кріпиться зовнішній обтічник, виготовлений з композитних матеріалів;

– вхідними дверима прислонно-зсувного типу з електромеханічним приводом;

– теплоізоляцією стін, підлоги та даху.

Несучими елементами кузова головного вагона є рама, дах, бокові стіни, торцева стіна та каркас кабіни керування. Для виготовлення деталей та

складальних одиниць вагонів дизель-поїзда використовується низьколегована сталь.

Для виготовлення бокових стін вагонів дизель-поїзда, металоконструкції підлоги, даху використовуються нержавіючі постійні марки сталі 08X18H10T або 08X18H10 (або їх аналоги).

Кабіна машиніста (головні вагони дизель-поїзда), виконана як окреме приміщення, яке служить робочим місцем для локомотивної бригади та в якому розташовані органи управління, апаратура, пристрої та прилади, необхідні для обслуговування та регулювання роботи силових установок, гальмівної системи.

Кабіна є склопластиковою капсулою масочного типу (рис. 2.7), яка укріплена на металевому несучому каркасі (рис. 2.8). Настил підлоги кабіни виконаний із фанерних листів та покритий лінолеумом. Для доступу до окремих пристроїв та проводів електропроводки, у підлозі є металеві лючки.

Використання склопластику у вагонобудуванні дозволяє виконувати конструкційні елементи складної форми, з численними отворами (під передні та бокові вікна, фари та ін.), місцевими посиленнями, проводити приформовування в тіло виробу металеві заставні елементи, що служать для подальшого закріплення до них різних деталей, вузлів та іншого необхідного обладнання. Технологія виробництва забезпечує виконання міцного зовнішнього або внутрішнього поверхневого шару різної колірної гами.

Склопластиковий обтічник має рівномірну товщину, але в деяких місцях (сполучення поверхонь, кути) може мати незначні потовщення.

Кріплення обтічника до металоконструкції корпусу вагона проводиться за допомогою механічного з'єднання, а також з використанням сучасних клейових з'єднань, при цьому застосовуються поліуретанові клеї з природною полімеризацією (волога, що міститься в повітрі).



Рисунок 2.7 – Склопластикова маска кабіни машиніста

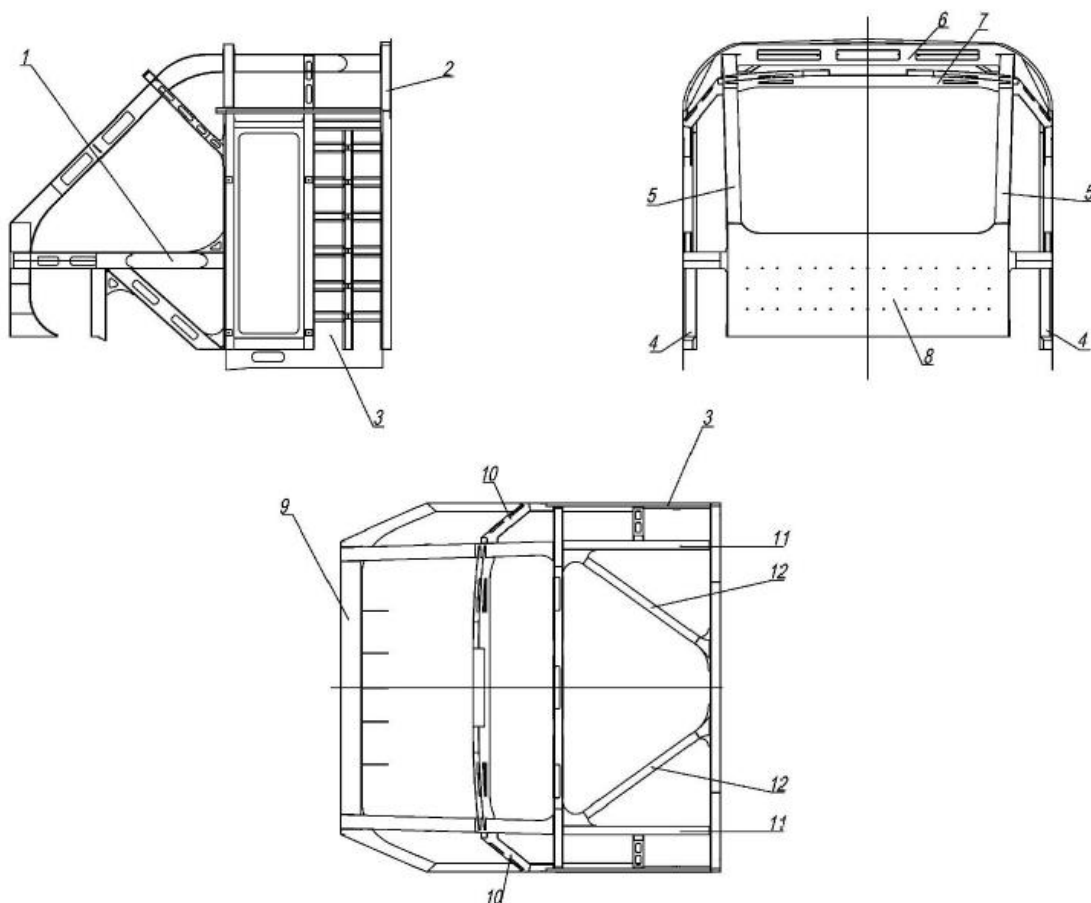


Рисунок 2.8 – Металокаркас кабіни: 1 – підсилення; 2 – арка; 3 – стіна кабіни; 4 – опора; 5 – розкіс; 6 – арка проміжна; 7 – фрамуга; 8 – фронтна стіна; 9 – накладка; 10, 11 – перемичка; 12 – балка поперечна

Процес приклеювання супроводжується ретельним виконанням технологічного процесу, що забезпечує міцність та довговічність з'єднання.

Установка лобового скла, скла фар, інформаційного табла, прожектора та інших елементів на обтічнику проводиться вклеюванням за подібною технологією.

Також дизель-поїзд обладнаний системою забезпечення мікроклімату (СЗМ), яка в автоматичному режимі підтримує задані параметри мікроклімату у приміщеннях вагонів дизель-поїзда при температурах зовнішнього повітря від мінус 40 до плюс 40 °С, у наступних режимах роботи:

а) основних:

- охолодження;
- вентиляція;
- опалення.

б) додаткових:

- попереднє нагрівання;
- попереднє охолодження.

Агрегати СЗМ мають блочно-модульну конструкцію, яка забезпечує зручний доступ, швидке зняття та заміну вузлів у разі відмови, підключення системи діагностування обладнання та приладів, а також можливість їх періодичного очищення від пилу та бруду.

Конструкція СЗМ виконана з можливістю керування її режимами (включення/вимикання обладнання, здійснення його діагностики тощо) з кабіни керування комп'ютерними лініями зв'язку.

Кабіна керування має окрему від пасажирського салону вагона СЗМ. Кліматична установка кабіни управління включає технічні засоби охолодження, підігріву та очищення повітря, а також засоби автоматичного регулювання температури.

Кліматична установка під час роботи в автоматичному режимі підтримує температуру повітря в кабіні керування в теплий період (24 ± 2)°С при відносній

вологості повітря в кабіні (50 ± 20) % та зовнішній температурі 40°C , при відносній вологості 20 %, а також при зовнішній температурі 32°C та відносній вологості 70 %. У холодний період система опалення в кабіні керування забезпечує підтримку середньої температури повітря $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ при розрахунковій температурі зовнішнього повітря до мінус 40°C . Перепад температур за висотою в кріслі машиніста на рівнях 0, 1 і 1,5 м від підлоги вагона у всіх режимах забезпечується в межах 3°C .

СЗМ під час роботи в автоматичному режимі охолодження не допускає різницю температур між зовнішнім повітрям та повітрям у кабіні керування більш ніж на 12°C при температурі зовнішнього повітря до плюс 40°C .

Швидкість руху повітря в кабіні управління в зоні розміщення машиніста та помічника машиніста:

- у теплий період часу – не більше ніж 0,3 м/с;
- у холодний період – не більше ніж 0,2 м/с.

Вентиляційна установка забезпечує охолодження та подачу в кабіну управління повітряної суміші, яка складається на 30 % із зовнішнього повітря та на 70 % – з рециркуляційного.

Охолодження та вентиляція

Установка кондиціонування повітря (УКП) в залежності від пори року працює:

- у режимі охолодження – при температурі зовнішнього повітря на вході в повітряний конденсатор від 20 до 40°C ;
- у режимі нагрівання – при температурі навколишнього повітря від мінус 40 до плюс 20°C ;
- у режимі вентиляції – за температури навколишнього повітря від мінус 40 до плюс 40°C .

Для підтримання комфортних параметрів повітря в кабіні машиніста дизель-поїзда використовується автономний вагонний кондиціонер АВК-10-1 (рис. 2.9). Основні технічні характеристики кондиціонера наведено у (табл. 2.1).

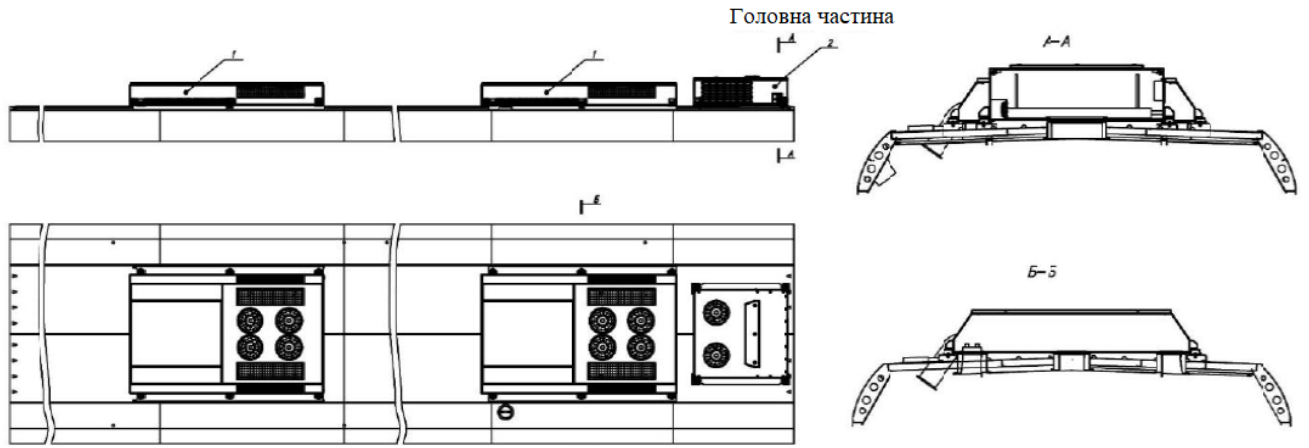


Рисунок 2.9 – Встановлення кондиціонерів АВК-10-1 та АВК-26 на даху вагонів: 1 – кондиціонер АВК-26; 2 – кондиціонер АВК-10-1

Корпус кондиціонера виготовлений у вигляді моноблоку звареної конструкції (з алюмінієвого сплаву). У ньому виконані необхідні отвори для кріплення до кузова вагона, вікна та монтажні люки, що закриваються знімними або поворотними кришками.

На даху вагона кондиціонер кріпиться за допомогою амортизаторів.

Корпус кондиціонера тепло- та звукоізований. Як ізоляція застосовується масло-, бензо- та біологічно стійкий матеріал KFlex-ST (температура застосування якого від мінус 200 до плюс 105 °С).

Кондиціонер має корпус, розділений водонепроникною перегородкою на два відсіки:

- відсік холодильної машини;
- відсік повітрообробний.

Кондиціонер обладнаний повітряною заслонкою з електроприводом для забору зовнішнього повітря.

У кондиціонері передбачені вузли приєднання до хладонового контуру холодильної машини манометричної апаратури для діагностики.

Живлення кондиціонера здійснюється від мережі трифазного змінного струму номінальною напругою 380В, (50Гц) та постійного струму напругою 26В.

Фільтр повітря забезпечує ефективність очищення оброблюваного повітря в

кондиціонері не менше 90% (запиленість повітря, що подається після очищення – не перевищує 0,5 мг/м³).

У кондиціонері здійснюється очищення повітря від пилу, знезараження, охолодження, нагрівання та нагнітання обробленого повітря в систему повітророзподілу кабіни машиніста.

Кондиціонер є моноблочною конструкцією, що складається з двох відсіків, умовно розділених водонепроникною перегородкою: холодильної машини і блоку обробки повітря.

У відсіку холодильної машини розташовані:

- спіральний горизонтальний компресор;
- трисекційний повітряний конденсатор;
- два осьові вентилятори повітряного конденсатора;
- клапан перепуску холодоагенту;
- терморегулюючий вентиль;
- датчики-реле тиску.

Повітроохолоджувач здійснює охолодження повітря, що проходить через нього, являє собою чотирирядний пластинчасто-трубний теплообмінник, теплопередаюча поверхня якого складається з мідних труб, оребрених алюмінієвими пластинами. Нагрів повітря здійснюється електронагрівальним блоком потужністю 6,0 кВт. Електронагрівальний блок складається з двох ступенів потужністю 3,0 кВт кожна. На електронагрівальному блоці встановлені реле захисту від перегріву.

Робота кондиціонера: вибір режимів роботи кондиціонера, задання та контроль температури повітря кабіни машиніста, видача інформації про поточні значення температури повітря всередині кабіни машиніста, видача інформації про можливі несправності, що виникають в процесі роботи кондиціонера, забезпечуються системою управління. Для діагностики стану кондиціонера та обміну інформаційними та керуючими сигналами між кондиціонером та системою автоматизованого управління, контролю та діагностики електрообладнання вагона

– служит пристрій збору та передачі даних.

Режим охолодження: зовнішнє повітря забирається осьовими вентиляторами повітряного конденсатора через захисні решітки, розташовані з боків кондиціонера, проходить через повітряний конденсатор, охолоджуючи його, і викидається через захисні решітки вентиляторів на верхній крищі кондиціонера. Рециркуляційне повітря з кабіни машиніста і зовнішнє повітря, що засмоктується через повітряну заслонку, розташовану на днищі кондиціонера, надходить в блок обробки повітря, де суміш зовнішнього і рециркуляційного повітря очищається повітряним фільтром, охолоджується в охолоджувачі повітря, знезаражується бактерицидним фільтром і відцентровим вентилятором блоку обробки повітря нагнітається в повітропровід кабіни машиніста.

Режим вентиляції: при роботі в цьому режимі тепловологове оброблення повітря в кондиціонері не здійснюється. Обмін повітря в кабіні машиніста забезпечується відцентровим вентилятором блоку обробки повітря кондиціонера.

Режим нагрівання: при роботі в цьому режимі задіяний електронагрівальний блок. При цьому рециркуляційне та зовнішнє повітря нагнітається всередину вагона за допомогою відцентрового вентилятора блоку обробки повітря.

Висновки до розділу 2

- розглянуто особливості конструкції дизель-поїзда ДПКр-3;
- відзначено, що при проектуванні взаємного розташування елементів робочих місць машиніста та його помічника було враховано: робочі пози машиніста та його помічника; простір їхнього розміщення; можливість огляду елементів робочого місця; можливість огляду простору за межами робочого місця; можливість ведення записів та роботи з документами;
- проаналізовано складові елементи металокаркасу кабіни машиніста. Встановлено, що каркас кабіни управління складається з металевих профілів, на якому методом приклеювання кріпиться зовнішній обтічник, виготовлений з композитних матеріалів.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ВПЛИВУ НА ЛОКОМОТИВНУ БРИГАДУ ДИЗЕЛЬ-ПОЇЗДА ДПКР-3

3.1. Поняття шуму як шкідливого виробничого фактора, його характеристики, нормування

Основним фактором, що викликає ураження слухового аналізатора у працівників рухомого складу залізничного транспорту, є інтенсивний шум.

Шум – це всякий несприятливо сприйманий звук [8]. На виробництві шумом прийнято вважати всякий небажаний для людини звук, що не несе корисної інформації. У фізиці шум – це безупорядковані звукові коливання різної природи, що поширюються в повітрі. Звукові коливання характеризуються високими частотами (від 20 Гц і вище) і випадковою величиною амплітуди.

Шум чинить шкідливу дію на організм людини. Шкідливість шуму залежить від багатьох факторів, таких як рівень інтенсивності шуму, спектральний склад, тривалість і розподіл шуму протягом робочого дня, загальна тривалість дії шуму протягом життя.

Шум чинить шкідливий вплив на людину, який при тривалій дії значною мірою залежить від рівня гучності сприйманих шумів. Шум зменшує продуктивність праці та знижує загальний об'єм виконаної роботи. Шум завдає шкоди людині при фізичній роботі, особливо при роботах, які вимагають зосередженої уваги, і особливо велику шкоду він завдає при розумовій праці.

У виробничих умовах вплив шуму на працюючих зазвичай поєднується з низкою інших несприятливих факторів – вібрацією, певним ступенем напруженості та тяжкості праці, незадовільними мікрокліматичними умовами, впливом хімічних речовин, інфразвуку та ультразвуку, електромагнітного поля та ін. хімічної природи, надаючи насамперед негативний вплив на стан здоров'я та працездатність професійних груп, праця яких супроводжується нервовою напругою.

Виробничий шум характеризується спектром, що складається із звукових

хвиль різних частот.

При дослідженні шумів зазвичай діапазон 16 Гц - 20 кГц розбивають на смуги частот і визначають звуковий тиск, інтенсивність або звукову потужність, що припадають на кожну смугу.

Як правило, спектр шуму характеризується рівнями названих величин, розподіленими по октавних смугах частот.

Смуга частот, верхня межа якої перевищує нижню вдвічі, тобто $f_2 = 2 f_1$ називається октавою.

Для детальнішого дослідження шумів іноді використовуються трьохоктавні смуги частот, для яких $f_2 = 2^{1/3} f_1$; $f_1 = 1,26 f_2$.

Октавна або трьохоктавна смуга зазвичай визначається середньо-геометричною частотою:

$$f_{cr} = \sqrt{f_1 \cdot f_2}, \quad (1)$$

Існує стандартний ряд середньгеометричних частот октавних смуг (табл. 3.1), у яких розглядаються спектри шумів ($f_{cr \min} = 31,5$ Гц, $f_{cr \max} = 8000$ Гц).

Таблиця 3.1 – Стандартний ряд середньгеометричних частот

$f_{cr}, \text{Гц}$	$f_1, \text{Гц}$	$f_2, \text{Гц}$
16	11	22
31,5	22	44
63	44	88
125	88	177
250	177	355
500	355	710
1000	710	1420
2000	1420	2840
4000	2840	5680
8000	5680	11360

За частотною характеристикою розрізняють шуми:

- низькочастотні ($f_{cr} < 250$);
- середньочастотні ($250 < f_{cr} \leq 500$);
- високочастотні ($500 < f_{cr} \leq 8000$).

За природою виникнення шуми машин чи агрегатів поділяються на:

- механічні;
- аеродинамічні та гідродинамічні;
- електромагнітні.

Джерелами механічного шуму є зубчасті передачі, механізми ударного типу, ланцюгові передачі, підшипники кочення і т.д. Він викликається силовими впливами неврівноважених обертових мас, ударами в з'єднаннях деталей, в зазорах, рухом матеріалів в трубопроводах і т.д. Спектр механічного шуму займає широку область частот. Визначальними факторами механічного шуму є форма, розміри і тип конструкції, кількість обертів, механічні властивості матеріалу, стан поверхонь тіл, що взаємодіють, і їх змащування. Машини ударної дії, до яких належить, наприклад, ковальсько-пресове обладнання, є джерелом імпульсного шуму, причому його рівень на робочих місцях, як правило, перевищує допустимий. На машинобудівних підприємствах найбільший рівень шуму створюється під час роботи метало- і деревообробних верстатів.

Аеродинамічні та гідродинамічні це шуми:

- обумовлені періодичним викидом газу в атмосферу, роботою гвинтових насосів та компресорів, пневматичних двигунів, двигунів внутрішнього згоряння;

- що виникають через утворення вихорів потоку. Ці шуми найбільш характерні для вентиляторів, насосів, турбокомпресорів, повітроводів;

- виникають у рідинах через втрату рідиною міцності на розрив при зменшенні тиску нижче певної межі та виникнення порожнин і бульбашок, заповнених парами рідини та розчиненими в ній газами.

Шуми електромагнітного походження виникають у різних електротехнічних виробках (наприклад під час роботи електричних машин). Їх причиною є взаємодія феромагнітних мас під впливом змінних у часі та просторі магнітних полів. Електричні машини створюють шуми з різними рівнями звуку від 20 до 30 дБ (мікромашини) до 100-110 дБ (великі швидкохідні машини).

Під час роботи різних механізмів, агрегатів, устаткування одночасно можуть виникати шуми різної природи.

Будь-яке джерело шуму характеризується насамперед звуковою потужністю.

Звукова потужність джерела W , Вт – це загальна кількість звукової енергії, що випромінюється джерелом шуму в навколишній простір.

Якщо оточити джерело шуму замкненою поверхнею площею S , то звукова потужність джерела визначається за формулою:

$$W = \int_S I(S) dS = \int_S \frac{p^2(S)}{\rho c} dS, \quad (2)$$

де $I(S), p(S)$ – закони розподілу інтенсивності звуку та звукового тиску по поверхні S .

Оскільки джерела виробничого шуму, як правило, випромінюють звуки різної частоти та інтенсивності, то повну шумову характеристику джерела дає шумовий спектр – розподіл звукової потужності (або рівня звукової потужності) по октавних смугах частот.

Джерела шуму часто випромінюють звукову енергію нерівномірно за напрямками. Ця нерівномірність випромінювання характеризується коефіцієнтом $\Phi(\varphi)$ – фактором спрямованості.

Фактор спрямованості $\Phi(\varphi)$ показує відношення інтенсивності звуку $I(\varphi)$, створеного джерелом у напрямку з кутовою координатою до інтенсивності $I_{сер}$, яку розвинуло б в цій же точці ненаправлене джерело, що має ту ж звукову потужність і випромінює звук на всі боки рівномірно визначається за формулою:

$$\Phi(\varphi) = I(\varphi) / I_{сер} = p^2(\varphi) / p_{сер}^2, \quad (3)$$

де $p_{сер}$ – звуковий тиск (усереднений у всіх напрямках на постійній відстані від джерела);

$p(\varphi)$ – звуковий тиск у кутовому напрямку, виміряний на тій самій відстані від джерела.

Стандартними шумовими характеристиками є:

- рівні звукової потужності, дБ в октавних смугах частот;
- коригований за шкалою А рівень звукової потужності, дБА.

Децибел (міжнародне позначення – dB) становить десятку частину більшої одиниці – бела, дБА – акустичний децибел, одиниця виміру рівня шуму з урахуванням сприйняття звуку людиною. Є одиницями виміру шуму.

Виробничі шуми мають різні спектральні та часові характеристики, які визначають ступінь їхнього впливу на людину. Працюючі в умовах інтенсивного шуму підлягають попереднім та періодичним медичним оглядам з метою виявлення протипоказань для роботи, пов'язаної з шумом, та ранніх форм професійного захворювання.

Основою всіх правових, організаційних та технічних заходів щодо зниження виробничого шуму є гігієнічне нормування його параметрів з урахуванням впливу на організм.

Нормування шуму на всіх робочих місцях зазвичай здійснюють з урахуванням того факту, що організм людини в прямій залежності від частотної характеристики абсолютно по-різному реагує на шуми з однаковою інтенсивністю. Чим вище буде частота звуку, тим сильнішим буде його вплив на людську нервову систему, тобто ступінь шкідливості шуму залежить і від його спектрального складу.

Нормування шуму проводять двома методами: 1) за граничним спектром шуму в дБ; 2) за інтегральним показником (рівнем звуку) в дБА.

Перший метод застосовують для нормування постійного шуму. В основу норм покладено обмеження рівня звукового тиску в межах октав, характер шуму та особливості праці для дев'яти октавних смуг із середніми геометричними частотами від 31,5 до 8000 Гц. Смути з $f_c = 16\ 000$ Гц не враховують, оскільки звуки такої частоти практично не чути.

Другий метод полягає у нормуванні інтегрального (по всьому діапазону частот) рівня шуму, виміряного за шкалою А шумоміра. Цей показник називають рівнем звуку та позначають дБА. Шкала А шумоміра призначена для орієнтовної оцінки постійного та непостійного шуму, що приблизно відповідає лініям рівної

гучності звуків, і відображає його суб'єктивне сприйняття людиною.

Принцип дії приладів для вимірювання шуму заснований на перетворенні коливань звукового тиску в електричну напругу, яка після посилення реєструється стрілочним пристроєм. Шкала останнього відградується у децибелах.

Конструкції сучасних шумомірів дозволяють вимірювати шум за трьома шкалами - А, В і С, які введені для умовної відповідності приладу особливостям слуху середньої людини. При положенні перемикача на позначках А або В фіксують умовну величину – рівень звуку. За цим показником перевіряють відповідність шуму нормі. Якщо рівень звуку, виміряний у положенні «А» приладу, вищий за норму, то далі визначають, в яких саме октавних смугах частот рівень звукового тиску більший за допустимий. Для цього перемикачем по черзі встановлюють одне із середніх геометричних значень октавних смуг - від 16 до 8000 Гц, аналізуючи коливання в межах 10...12500 Гц. Приладом такого вимірювання шуму є шумомір.

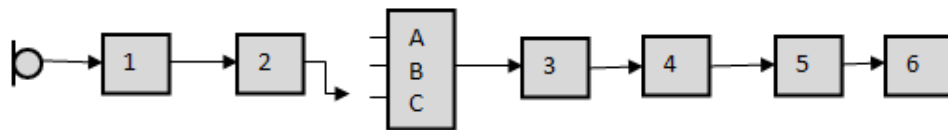


Рисунок 3.1 – Спрощена блок-схема шумоміру

У конструкції шумоміра (рис. 3.1) [9] закладено спеціальні схемні рішення. Вони дозволяють деякою мірою реалізувати однозначну залежність між показаннями приладу та звуковим тиском, що сприймається слуховим апаратом.

Елементом, що сприймає шум, є ненаправлений вимірювальний мікрофон, що перетворює звукові коливання в електричний сигнал. Слабкий сигнал мікрофона посилюється підсилювачем 2 і надходить на один з коригувальних фільтрів А, або С. Після обробки в блоках посилення 3 і детектування 4 сигнал надходить на ланцюжок експоненціального усереднення 5 і на індикатор 6.

3.2. Джерела шуму

Основними джерелами шуму на залізничному транспорті є експлуатуючі

поїзди, колійні машини, виробниче устаткування.

Поширеним джерелом шуму є локомотив. Загальний шум дизельного тепловоза на відстані 0,5 м від корпусу і аеродинамічного шуму вихлопу на відстані 1 м від виходу патрубка сягає 120 дБ.

Джерелами шуму на тепловозі є працюючі дизеля і допоміжні машини, удари коліс на стиках і нерівностях колії. Коливальна енергія цих джерел частково випромінюється в навколишній простір (повітряна складова), а частково поширюється як вібрації по елементам конструкції (структурна складова).

Найбільший шум створює дизель. При номінальних режимах рівень звукових тисків, створюваних дизелями 2Д100 та 10Д100, становлять 115 дБ, а дизелями 11Д45 та Д49 – 118 дБ.

Аналізуючи процеси шумоутворення поїздів можна виділити три основні групи:

- шум обладнання;
- шум кочення;
- аеродинамічний шум.

Інтенсивність шуму залежить переважно від швидкості і в загальному вигляді представлена на (рис. 3.2).

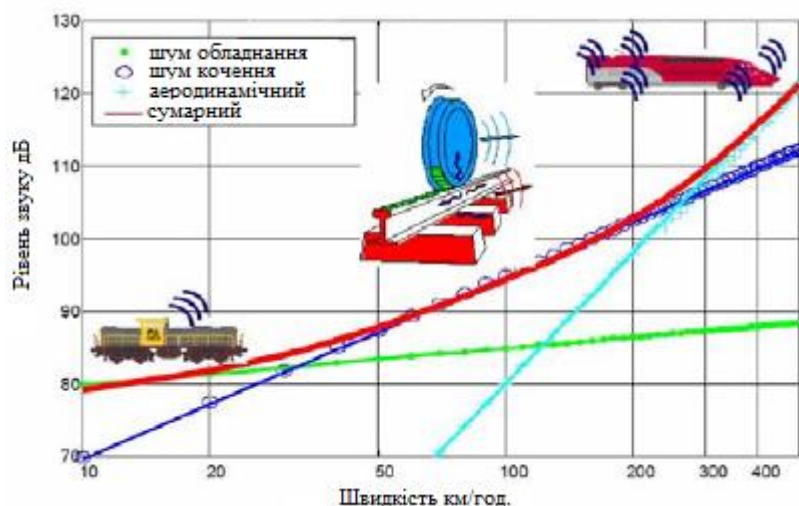


Рисунок 3.2 – Залежність шуму залізничного поїзда від швидкості

Шум обладнання (компресори, тягові електродвигуни та ін) переважає на швидкостях до 50-60 км/год. Шум кочення – процес зіткнення в системі «колесо –

рейка» визначається залежністю $30lgV$ (V – швидкість руху, км/год) і переважає в діапазоні швидкостей 60-300 км/год. Аеродинамічний шум утворений обтіканням повітрям корпусу рухомого складу, пантографа та ін визначається залежністю $60lgV$ і переважає на швидкостях понад 300 км/год.

Шум взаємодії колеса та рейки з'являється в результаті вібрації, викликаной їхньою взаємодією. Процес утворення шуму кочення описується моделлю, створеною Ремінгтоном. Графічний вигляд цієї моделі показаний на (рис. 3.3).

Для рейок характерний хвилеподібний знос поверхні кочення, що характеризується періодичними нерівностями довжиною приблизно 50-100 мкм і заввишки кілька десятків мікрометрів залежно від ступеня зносу. Величина нерівностей значною мірою впливає на шум кочення.

Шум кочення також зростає, якщо на колесах виникають нерівності від гальмування, так звані повзуни.

На сили, що виникають при контакті, впливають не тільки нерівності, але вагове навантаження на вісь, швидкість руху, а також площа контакту між колесом і рейкою. У зоні контакту колеса та рейки виникає своєрідна пляма, яку називають контактною. У зоні контактної плями можна, крім двох основних тіл – колеса та рейки, виділити свого роду третє тіло – проміжний шар, що складається із суміші оксиду заліза та продуктів зносу коліс та рейок. Суміш цих матеріалів виконує роль своєрідної прокладки, знижуючи сили, що виникають, і відіграє роль фільтра. Вібрація, що виникає при взаємодії збурюючих сил, збуджує колесо, рейку, а через останню шпали. Всі тіла, що взаємодіють між собою, випромінюють звук, який називається шумом кочення.

У різних діапазонах частот переважає шум різних компонентів взаємодіючої системи. Шум шпал – низькочастотний діапазон до 400 Гц. У діапазоні частот від 400 до 1600 Гц переважає шум рейок, а частотному діапазоні вище 2000 Гц основним джерелом стають колісні диски.

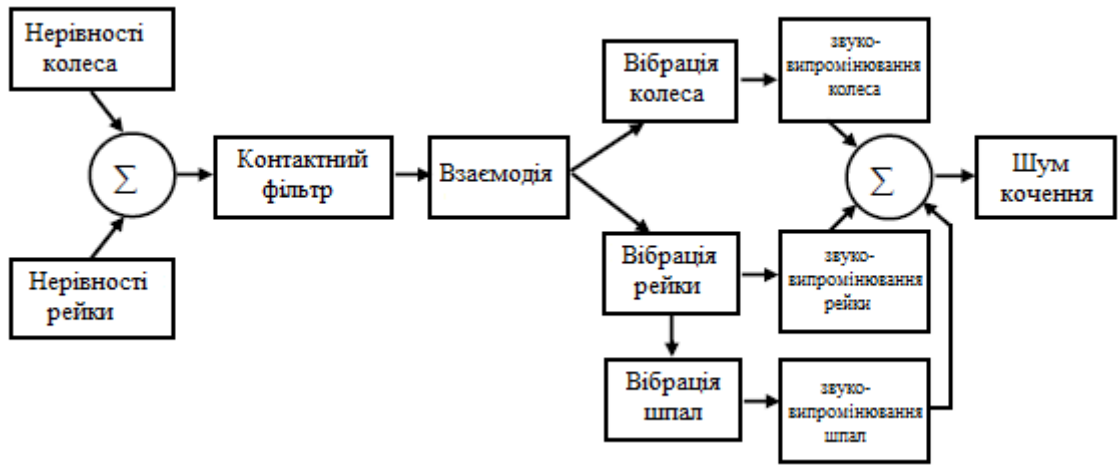


Рисунок 3.3 – Модель, що описує виникнення шуму кочення

Шум гальмування різний для різних видів гальм. Найменші шумні вагони, обладнані дисковими гальмами. Найбільш шумними є вагони, які обладнані колодковими гальмами із чавунними колодками. Тут шум випромінюється колесом і системою гальмування, але додатковий ефект виникає через повзуни, що утворюються на поверхні кочення колеса. Якщо шум гальмування носить короткочасний характер, пошкодження колеса призводять до збільшення шуму кочення. Шум поїзда з дисковими гальмами на 5-10 дБА нижче, ніж з колодковими у високочастотному діапазоні (рис. 3.4).

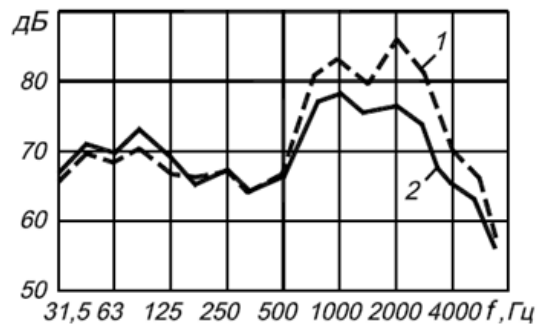


Рисунок 3.4 – Спектри шуму (1/3) поїзда ($S = 25$ м) при швидкості руху 160 км/год: 1 – вагони з колодковими гальмами; 2 – вагони з дисковими гальмами

Джерела шуму в кабіні тепловоза можна поділити на три групи:

1) Виникають при русі локомотива (взаємодії тепловоза та колії, тепловоза та вагонів поїзда, завихрення повітряних потоків при великих швидкостях);

2) Від основного обладнання (дизель-генераторна установка та її системи, тягові електродвигуни, тягові редуктори);

3) Від допоміжного обладнання (вентилятори холодильника, охолодження електричних машин та випрямляючої установки, гальмівний компресор, редуктори, водяний насос, допоміжний генератор, вентиляційно-опалювальна система кабіни машиніста.)

Шум, що виникає внаслідок взаємодії рухомого складу з рейковою колією, являє собою випадкові процеси. Решта обладнання тепловоза генерує переважно періодичні звукові коливання практично однакової частоти.

Специфічною особливістю рухомого складу, зокрема, тепловозів є те, що їх режим роботи під час експлуатації змінюється в залежності від профілю та ділянки колії, графіка руху, маси поїзда та інших факторів. Внаслідок цього коливальна енергія, що генерується кожним джерелом, і спектри збурень так само змінюються.

Найбільший рівень шуму спостерігається у машинному відділенні. Локомотивна бригада, що складається з машиніста та помічника машиніста 75% часу робочої зміни зазнають впливу як місцевої так і загальної вібрації. При цьому загальна вібрація у різних типах локомотивів перевищує гранично допустимі величини.

На робочому місці машиніста рівень шуму коливається в межах 84-95дБ при максимумі звукової енергії в області середніх та високих частот.

3.3. Аналіз нормативних документів, які регламентують рівні шуму на залізничному транспорті

Відповідно до нормативних документів країн ЄС обмеження за рівнем шуму всередині кабіни машиніста відображено у SIST EN 15892:2011 [10].

Граничні значення коригованого за шкалою А еквівалентного рівня звукового тиску постійного шуму (еквівалентного рівня звуку) ($L_{pAeq,T}$), що характеризує шум усередині кабіни машиніста електровозів і тепловозів, колійних машин, електропоїздів, дизель-поїздів, а також пасажирських вагонів з

кабіною машиніста представлені в (табл. 3.2). Граничні значення визначаються у безпосередній близькості від вуха машиніста.

Таблиця 3.2 – Граничні значення рівня шуму всередині кабіни машиніста

Шум усередині кабіни машиніста	$L_{pAeq,T}$ [дБ]
Під час стоянки	95
На максимальній швидкості V_{max} , якщо $V_{max} < 250$ км/год.	78
На максимальній швидкості V_{max} , якщо 250 км/год $\leq V_{max} < 350$ км/год	80

Директива 2003/10/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 6 лютого 2003 року про мінімальні вимоги до здоров'я та безпеки, які пов'язані з впливом на працівників ризиків, пов'язаних з фізичними властивостями (шум) встановлює, для цілей цієї Директиви, граничні значення впливу та пікового тиску (як і принципи їх застосування):

- (а) граничні значення впливу: $L_{EX}, 8h = 87$ дБ (А) та $p_{peak} = 200$ Па;
- (б) верхні значення впливу експозиції: $L_{EX}, 8h = 85$ дБ (А) та $p_{peak} = 140$ Па;
- (с) нижні значення впливу експозиції: $L_{EX}, 8h = 80$ дБ (А) та $p_{peak} = 112$ Па.

У статті 6 Постанови Комісії (ЄС) № 1304/2014, в якій затверджується TSI «Noise», встановлено, що дотримання нижніх значень впливу експозиції, викладених у Статті 3 Директиви 2003/10/ЄС, має забезпечуватись дотриманням внутрішнього рівня шуму кабіни водія, як зазначено у пункті 4.2.4 Додатка до цих Правил TSI «Noise», а також відповідних умов експлуатації, що визначаються залізничним підприємством.

Оскільки Україна входить до складу Товариства Співдружності залізниць (ОСЖД), то рівні шумів та їх вимірювання може бути регламентоване і Пам'ятками ОСЖД.

Пам'ятка ОСЖД Р 652/4 «Рекомендації щодо допустимого рівня шуму залізничного рухомого складу» (друге видання від 31 жовтня 2013 р.) містить такі вимоги:

- Для оцінки шуму в приміщеннях нового залізничного рухомого складу, як нормовані встановлені характеристики:

- рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125, 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц;
- рівень звуку, дБА в нормованому частотному діапазоні;
- еквівалентний рівень звуку, дБАекв (при прискоренні з максимальними значеннями сили тяги та потужності).

– Для оцінки шуму в приміщеннях експлуатованого залізничного рухомого складу, як нормована характеристика встановлено еквівалентний рівень звуку, L_{pAeq} ;

– Нормативні значення вказані у Додатку А для нового та експлуатованого залізничного рухомого складу:

- рівні звукового тиску, L , дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами f , Гц та рівень звуку, L_{pA} , дБА в заданому режимі роботи обладнання тепловоза, електровоза та МВРС при швидкостях руху 0^* , $2/3$ конструкційної швидкості ± 5 км/год, 80^* , конструкційної швидкості* та прискорення* (символом «*» визначено окремі положення, обов'язкові для застосування в країнах ОСЖД, що перебувають одночасно в ЕЕА).
- рівні звукового тиску, L , дБ у октавних смугах із середньгеометричними частотами f , Гц та рівень звуку, L_{pA} , дБА для приміщень вагонів локомотивної тяги – вагонів для перевезення пасажирів та службових вагонів при швидкості 80 км/год ($V_k \leq 160$).
- еквівалентний рівень звуку, L_{pAeq} , дБА встановлений для приміщень локомотивів, МВРС та вагонів локомотивної тяги. Нижче наведено значення для кабін машиністів (табл. 3.3).

– Характеристики шуму під час руху залізничного рухомого складу в режимі прискорення з максимальною силою тяги та потужністю (далі – прискорення) визначаються в кабінах машиніста локомотивів, а також у службових та пасажирських приміщеннях моторних вагонів моторвагонного рухомого складу.

– Вимірюваними характеристиками є еквівалентний рівень звуку $L_{pAeq,T}$, за період часу прискорення, що визначається на підставі п. 4.2 та максимальний

рівень звуку $L_{pA}F_{max}$, виміряний при встановленні на шумомірі тимчасової характеристики F (швидко).

Таблиця 3.3 – Еквівалентний рівень звуку

Тип РС		Еквівалентний рівень звуку, L_{pAeq} , дБА
Тепловози		80
Електровози		78
Автономний МВРС	моторний вагон	75
	немоторний вагон	70
Електропоїзда	моторний вагон	75
	немоторний вагон	70

3.4. Аналіз рівня шуму на робочих місцях машиніста та помічника машиніста в дизель-позді ДПКр-3

Дослідження проводились на станції Ходорів РФ «Львівська залізниця». На (рис. 3.5-3.6) відображено рівень звуку в кабіні машиніста при проходження вхідної та вихідної стрілочної горловин.

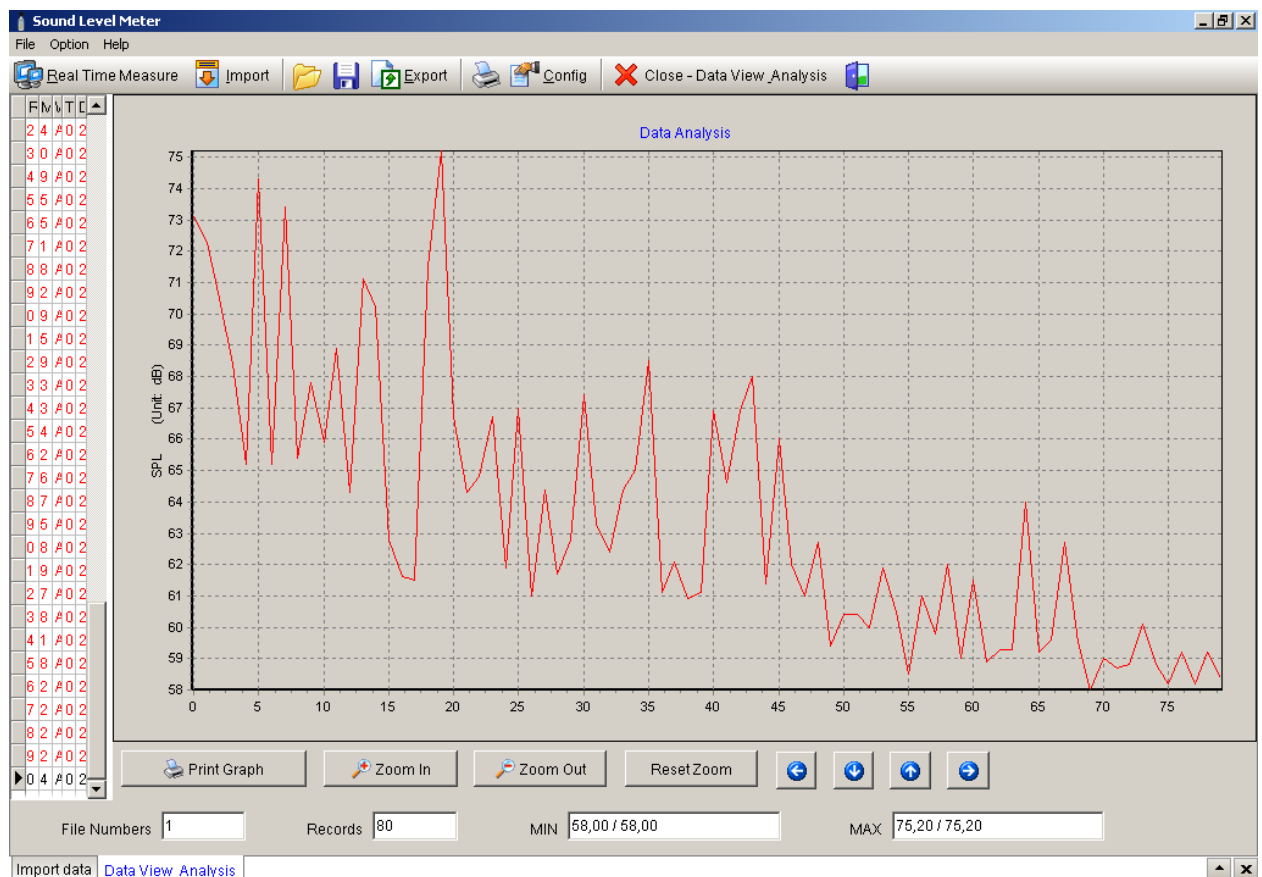


Рисунок 3.5 – Рівень шуму в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 на вхідній стрілочній горловині станції Ходорів

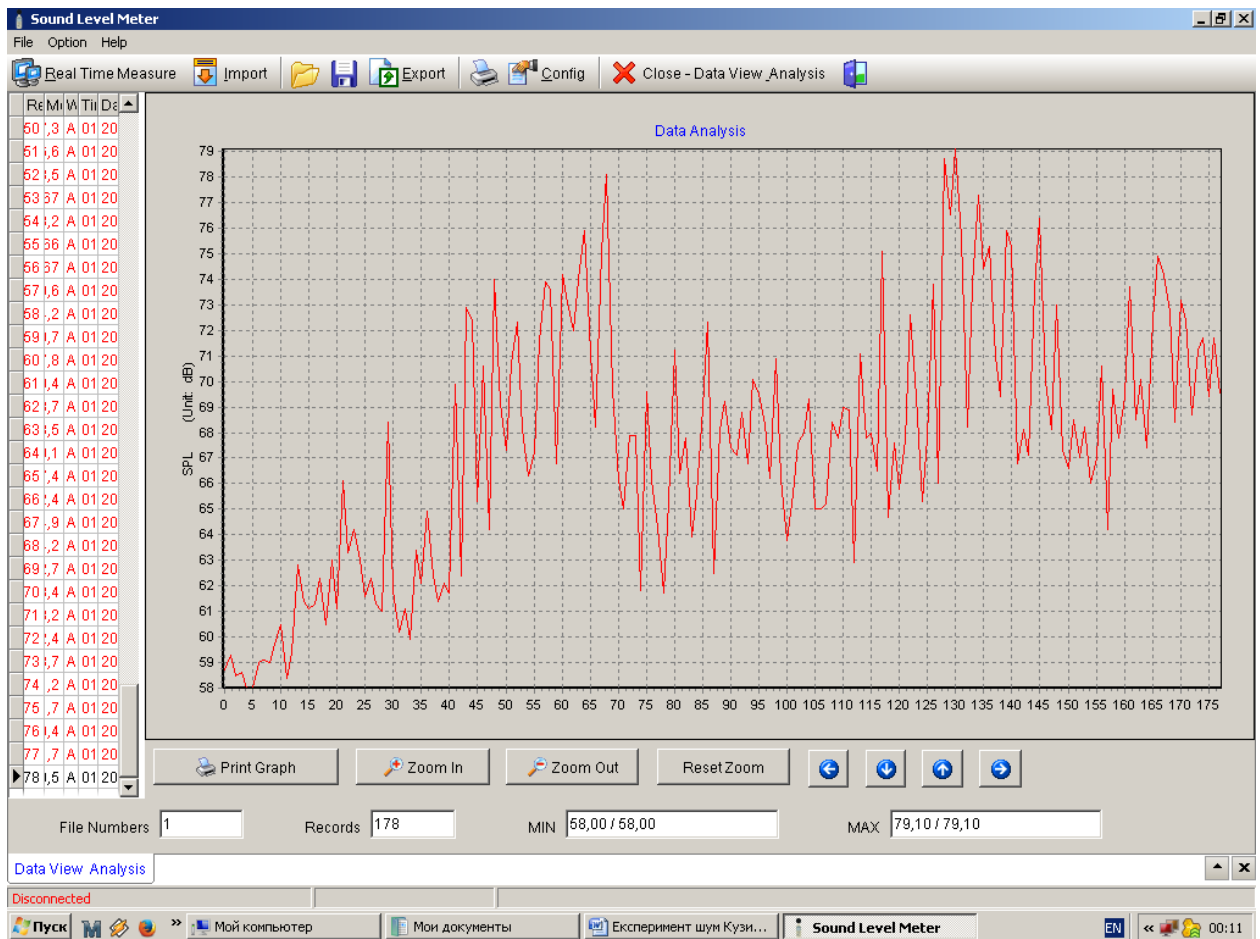


Рисунок 3.6 – Рівень шуму в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 на вихідній стрілочній горловині станції Ходорів

З (рис. 3.5) встановлено, що рівень шуму в кабіні машиніста не перевищує допустимих значень нормативних документів. Аналіз (рис. 3.6) показує, що максимальне значення рівня шуму в кабіні машиніста при відправленні зі станції Ходорів становить 79 дБ, що перевищує допустиме значення 78 дБ відповідно до вимог SIST EN 15892:2011. Слід відзначити, що такий рівень значень шуму у вказаних умовах в першу чергу виникає за рахунок впливу стрілочних переводів та їх технічного стану.

Висновки до розділу 3

– проаналізовано стандартний ряд середньгеометричних частот октавних смуг, у яких розглядаються спектри шумів;

- розглянуто два методи нормування шуму, а саме за граничним спектром шуму та інтегральним показником (рівнем звуку).
- побудовано модель, що описує виникнення шуму кочення;
- розглядаючи нормативні документи, встановлено, що граничне значення рівня шуму в кабіні машиніста відповідно до SIST EN 15892:2011 становить 78 дБ;
- досліджуючи рівень шуму в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 встановлено, що під час руху по вихідній стрілочній горловині станції Ходорів максимальне значення становить 79 дБ, що перевищує допустиме значення 78 дБ відповідно до вимог SIST EN 15892:2011.

ВИСНОВКИ

– відзначено, що процеси автоматизації та механізації процесів супроводжуються збільшенням нервово-емоційної напруги за рахунок зростання інформаційного навантаження, кількості об'єктів контролю та періоду зосередженого спостереження;

– аналізуючи основні фізичні фактори робочого середовища встановлено, що основними джерелами віброакустичних факторів у кабінах локомотивів є силові установки та процес взаємодії «колесо-рейка»;

– показано, що в кабінах більшості магістральних електровозів шум на стоянці становить від 78 до 96 дБА, при русі зі швидкістю 75-100 км/год - понад 90 дБА, в окремих випадках досягає 108 дБА. В кабінах тепловозів, що довго експлуатуються, значення шуму також змінюються в широкому діапазоні, на стоянці коливаються від 75 до 95 дБА. При русі тепловоза в результаті збільшення навантаження на дизель показник шуму зростає до 90-110 дБА;

– встановлено, що у локомотивних бригад ідентифіковані такі несприятливі виробничі фактори: віброакустичні (шум, вібрація), непогашене прискорення (під час руху в кривих ділянках колії), несприятливі мікрокліматичні умови, у ряді випадків хімічні фактори забруднення повітря робочої зони внаслідок закидання в кабіну продуктів згоряння, напруженість трудового процесу, нераціональний режим праці та відпочинку;

– розглянуто та проаналізовано складові елементи металокаркасу кабіни машиніста дизель-поїзда ДПКр-3. Встановлено, що каркас кабіни управління складається з металевих профілів, на якому методом приклеювання кріпиться зовнішній обтічник, виготовлений з композитних матеріалів;

– побудовано модель, що описує виникнення шуму кочення;

– розглядаючи нормативні документи, встановлено, що граничне значення рівня шуму в кабіні машиніста відвідо до SIST EN 15892:2011 становить 78 дБ;

– досліджуючи рівень шуму в кабіні машиніста дизель-поїзда ДПКр-3 встановлено, що під час руху по вихідній стрілочній горловині станції Ходорів максимальне значення становить 79 дБ, що перевищує допустиме значення 78 дБ відповідно до вимог SIST EN 15892:2011.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила технічної експлуатації залізниць України. Затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. №411. Зі змінами, внесеними згідно з Наказами Мінтрансу №226 від 08.06.98 р., №386 від 23.07.99 р. №179 від 19.03.2002 р., № 962 від 10.12.2003 р. [Електрон. документ] Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97>.

2. Інструкція з сигналізації на залізницях України. №ЦШ-0001. Міністерство транспорту та зв'язку України. Наказ №747 від 23.06.2008.

3. Боднар Б.Є., Нечаєв Є.Г., Бобир Д.В. Теорія та конструкція локомотивів, Допоміжні системи та устаткування[Текст]: Підручник.- Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД», 2008. - 372 с.

4. Боднар, Б. Є. Теорія та конструкція локомотивів. Основи проектування [Текст]: підручник для ВНЗ залізн. трансп. /під ред. Б. Є. Боднара. – Д.: ПП Ліра ЛТД, 2010. – 358 с.

5. Боднар, Б. Є. Теорія та конструкція локомотивів. Екіпажна частина [Текст]: підручник для ВНЗ залізн. трансп. /під ред. Б. Є. Боднара. – Д.: ПП Ліра ЛТД, 2009. – 284 с.

6. Положення про систему управління безпекою руху поїздів у Державній адміністрації залізничного транспорту України. Затверджено Наказом Міністерства інфраструктури України від 01.04.2011 №27.

7. Основи експлуатації локомотивів: Навч. посібник / О. Б. Бабанін, Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 266 с.

8. Визначення параметрів шуму заданого об'єкта. Методичні вказівки до лабораторної роботи з курсу «Основи охорони праці». Українська державна академія залізничного транспорту, 2011. – 23 с.

9. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с.

10. SIST EN 15892:2011. Railway applications - Noise Emission - Measurement of noise inside driver's cabs.