**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

# Інститут транспорту і логістики

(повне найменування інституту, факультету)

# Кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин

(повна назва кафедри)

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до дипломної роботи**

**освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр**

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

напряму підготовки 6.070105 – Рухомий склад залізниць

(шифр і назва напряму підготовки)

**на тему** «Керування температурою фрикційних поверхонь

дискового гальма»

**Виконав:** студент групи ТЛ-141

Варган Г.О. ……………………….

(прізвище, та ініціали) (підпис)

**Керівник:** Ноженко В.С.  ……………………….

(прізвище та ініціали) (підпис)

**Завідувач кафедри:** Горбунов М. І. ……………………….

(прізвище та ініціали) (підпис)

**Рецензент:** ………………………………….

(прізвище та ініціали)

Сєвєродонецьк – 2018

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Інститут транспорту і логістики**

**Кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин**

Освітньо-кваліфікаційний рівень: **Бакалавр**

Напрям підготовки: **6.070105 – Рухомий склад залізниць**

(шифр і назва)

***"ЗАТВЕРДЖУЮ"***

***Зав. кафедри …………………… пpоф. Горбунов М. І.***

*\_\_\_\_.\_\_\_\_.2018 р.*

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

**Студент** Варган Герман Олексійович

**(прізвище, ім’я, по батькові)**

**Група** ТЛ-141

**1. Тема роботи** Керування температурою фрикційних поверхонь дискового гальма

**Керівник роботи** к.т.н. доц. Ноженко Володимир Сергійович

(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу

від “\_\_\_”\_\_\_\_\_ 201\_\_ року № \_\_

**2. Строк подання студентом роботи** “\_\_” \_\_\_\_ 2018 року

**3. Початкові дані до роботи:**

Візки тепловозів 2ТЭ116, 2ТЭ121, ТЕП60, ЧМЭ3*.*

Діаметр колеса по кругу кочення 1050 *мм.* Гальмівні системи локомотивів.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:**

1*.* Призначення і класифікація гальм залізничного рухомого складу.

2. Аналіз конструкцій гальмівних систем залізничного транспортного засобу.

3. Аналіз конструкцій і роботи стендового обладнання для дослідження дискових гальм.

4. Дослідження роботи вентиляційного апарату гальмівних дисків.

5. Технологічна частина (виготовлення деталі проектного вузла).

**5. Перелік графічного матеріалу** (із точним зазначенням обов’язкових креслень)**:**

1. Колісна пара. Вантажний візок моделі 18-100…. ………….... - 1 л. ф.А1

2. Вузли, деталі, графіки .....................................….....………...... - 2 л. ф.А1

3. Технологічна частина ……………………………………….… - 1 л. ф.А1

**6. Консультанти розділів роботи**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада  консультанта | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання  прийняв |
| 1. Технологічна частина |  |  |  |

**7. Дата видачі завдання** “18” травня 2018 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва етапу дипломного проектування | Строк виконання етапу | Примітка |
| 1 | Призначення і класифікація гальм залізничного рухомого складу | 22.05.2018 р. |  |
| 2 | Аналіз конструкцій гальмівних систем залізничного транспортного засобу | 23.05.2018 р. |  |
| 3 | Аналіз конструкцій і роботи стендового обладнання для дослідження дискових гальм | 28.05.2018 р. |  |
| 4 | Креслення принципової схеми проектного вузла | 02.06.2018 р. |  |
| 5 | Розділ щодо охорони праці | 02.06.2018 р. |  |
| 6 | Креслення вузлів і деталей; схеми і графіки | 03.06.2018 р. |  |
| 7 | Технологічна частина | 05.06.2018 р. |  |
| 8 | Розрахунково-пояснювальна записка | 08.06.2018 р. |  |

**Студент** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Варган Г.О.

( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ноженко В.С.

( підпис ) (прізвище та ініціали)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  док. | Позначення | Назва документу | Фор-мат | Кіл.  лист |
| 1 | РДБ.ТЛ-141.01.00.000 СХ | Вантажний візок моделі 18-100 | А1 | 1 |
| 2 | РДБ.ТЛ-141.02.00.000 СК | Колісна пара | А2 | 1 |
| 3 | РДБ.ТЛ-141.03.00.000 СК | Буксовий вузол | А3 | 1 |
| 4 | РДБ.ТЛ-141.04.00.000 СХ | Класифікація залізничних гальм | А3 | 1 |
| 5 | РДБ.ТЛ-141.05.00.000 СХ | Схема системи адаптивного охолодження гальмівного фрикційного контакту | А1 | 1 |
| 6 | РДБ.ТЛ-141.06.00.000 СК | Пристосування для свердлення  6 отв. 13,2 мм | А2 | 1 |
| 7 | РДБ.ТЛ-141.07.00.000 | Патрубок | А3 | 1 |
| 8 | РДБ.ТЛ-141.08.00.000 | Наладка для свердлення | А3 | 1 |
|  |  | Усього листів формату А1 |  | 4 |
|  |  |  |  |  |
| 9 | РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ | Пояснювальна записка | А4 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

4

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Відомість

роботи

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Зм.  Арк..  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  5  Реферат  док. | Позначення | Назва документу | Формат | Кіл.  листів |

**Р Е Ф Е Р А Т**

**Дипломна робота:** \_\_\_\_ с., \_\_\_ рис., \_\_\_ табл., \_\_\_\_ бібл.,

\_\_\_\_ л. креслень

**Ключові слова:** локомотив, гальмування, колісна пара, дискове гальмо, фрикційна взаємодія, охолодження.

У дипломній роботі досліджено способи керування температурою у фрикційному контакті дискового гальма.

Проведено детальний огляд конструкцій та роботи гальмівних систем рухомого складу. Виконано аналіз сучасних та перспективних методів покращення умов фрикційної взаємодії.

Запропоновано конструкцію дискового гальма, що дозволить охолодити диск і фрикційний контакт диска і колодки, підвищити ефективність роботи дискового гальма в різних режимах руху, зменшити опір руху локомотиву, підвищити його дійсну потужність.

Представлений розділ з охорони праці, у якому розглянуті основні питання та проведений оціночний розрахунок параметрів умов праці.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Зм.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  6  Реферат  док. | Позначення | Назва документу | Формат | Кіл.  листів |

**Р Е Ф Е Р А Т**

**Дипломная работа:** \_\_\_\_ с., \_\_\_ рис., \_\_\_ табл., \_\_\_\_ ист. лит.,

\_\_\_\_ л. чертежей

**Ключевые слова:** локомотив, торможение, колесная пара, дисковый тормоз, фрикционная взаимодействие, охлаждение.

В дипломной работе исследованы способы управления температурой в фрикционном контакте дискового тормоза.

Проведен детальный обзор конструкций и работы тормозных систем подвижного состава. Выполнен анализ современных и перспективных методов улучшения условий фрикционной взаимодействия.

Предложена конструкция дискового тормоза, позволит охладить диск и фрикционный контакт диска и колодки, повысить эффективность работы дискового тормоза в различных режимах движения, уменьшить сопротивление движению локомотива, повысить его действительную мощность.

Представлен раздел по охране труда, в котором рассмотрены основные вопросы и проведен оценочный расчет параметров условий труда.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  Зм.  Арк.  № докум.  Підпис  Дата  Арк.  7  ABSTRACT  док. | Позначення | Назва документу | Формат | Кіл.  листів |

**A B S T R A C T**

**Diploma project:** p., fig., tab., bibl., sheets of drawing.

**Keywords:** locomotive, braking, wheelset, disc brake, frictional interaction, cooling.

In the thesis work the way temperature control in frictional contact disc brakes.

A detailed review of structures and rolling stock brake systems. The analysis of current and future methods to improve the conditions of frictional interaction.

The construction of disk brakes, which will cool the disc and friction disc and touch pads, improve the efficiency of disk brake in different modes of motion, reduce resistance to movement of the locomotive, to increase its real power.

The present chapter on health, which covers the key issues and spent an estimated calculation of parameters of working conditions.

**ЗМІСТ**

**ВСТУП**………………………………………………………………………….. 9

1*.* ПРИЗНАЧЕННЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ГАЛЬМ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ..…………………….………………………………….10

2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ. ………….…………………….………………..14

3. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І РОБОТИ СТЕНДОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ…………….………………………….29

4. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОПОНОВАНОГО ГАЛЬМІВНОГО ОБЛАДНАННЯ……………………...33

5. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА………………………………………………..37

6. ОХОРОНА ПРАЦІ……………………………………………………………46

**ВИСНОВОК**……………………………………………………………………..59

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

ПК. 24. 03. 000. ЗП

**ЛІТЕРАТУРА**.......................................................................................................60

**ДОДАТКИ**.............................................................................................................63

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

8

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Зміст

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

**ВСТУП**

У зв’язку з постійним підвищенням швидкостей руху поїздів пред’являються високі вимоги до гальмових засобів. Застосування відомої конструкції колодкового гальма, яка передбачає взаємодію гальмової колодки з поверхнею катання коліс, обмежене границями їх допустимого нагріву.

До числа найбільш важливих проблем відносяться:

* підвищення коефіцієнта зчеплення коліс з рейками за дисковому гальмі;
* зменшення впливу несприятливих атмосферних умов на роботу дискових гальм; створення гальмівних накладок з високим стабільним коефіцієнтом тертя і великий зносостійкістю;
* розробка надійної і довговічної конструкції гальмівних дисків, що забезпечують ефективне розсіювання енергії.

Використання дискових гальм набуває все більшого поширення, адже потрібна гальмова потужність не досягається за допомогою колодкових гальм.

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

9

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Вступ

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

**1. ПРИЗНАЧЕННЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ГАЛЬМ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

Ефективність роботи фрикційних елементів гальмової системи рухомого складу в значній мірі впливає на безпеку руху, можливість підвищення швидкості, відповідно, на збільшення провізної та пропускної спроможності залізниці.

В процесі експлуатації поверхні катання і гребені ходових коліс взаємодіють з рейками, а в разі колодкового гальмування і з колодками на гальмівних осях. Внаслідок цього обидві пари тертя взаємно впливають на процес зношування коліс і рейок, на формування контактної зони між ними і виникаючий рівень контактних напружень, а, отже, на сили зчеплення, що визначають величину тягових і гальмівних зусиль рухомого складу.

Для підвищення ефективності гальмування рейкового рухомого складу необхідно створити гальмівними пристроями достатню гальмівну потужність і забезпечити стійке зчеплення коліс з рейками.

При гальмуванні кінетична енергія поїзда перетворюється в інші види енергії, більша частини з якої – в теплову. Цей процес супроводжується підвищенням температури фрикційних елементів. Ефективне гальмування поїзда залежить від коефіцієнта тертя, на який впливають температурні зміни в трибоконтакті. Відповідно актуальним питанням при експлуатації рухомого складу є стабілізація температурних режимів в зоні взаємодії гальмівної колодки з колесом [1, 2].

В роботі наводиться опис способів охолодження фрикційних елементів гальмівної системи, розробка рекомендацій та конструктивних рішень по підвищенню ефективності експлуатації фрикційних гальмівних елементів рухомого складу.

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

10

РДБ.ТЛ141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Призначення і класифікація гальм залізничного рухомого складу

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

При гальмуванні, внаслідок сил тертя, місце контакту колеса з гальмівними колодками нагрівається. Авторами робіт [3, 4] виявлені серйозні теплові впливи на поверхню кочення колеса у процесі гальмування (нагрівання до 700 8000С). Встановлено, що теплові навантаження обернено пропорційні площі контакту гальмової колодки з колесом. Температурні поля при значних градієнтах неодмінне, непереборне фізичне явище перетворення механічної енергії в теплову. Це приведе до зміни в гіршу сторону як фрикційних властивостей, так і міцнісних у зв'язку зі структурними змінами в матеріалах. При тривалому впливі високих температур можливі появи термічних тріщин з виходом їх на зовнішню грань [5].У таких умовах тертя відбувається швидкий тепловий знос поверхонь колеса і гальмівної колодки. При цьому швидкість зносу визначається виникненням і розвитком високої температури в зоні тертя [2]. Для гальмових дисків підвищення температури диска приводить до аксіального перекосу (екранування) диску, а температурна деформація в близько реберній області обов’язково викликає хвилястість або горбистість поверхні тертя диску, тим самим збільшуючи тиск на фрикційні накладки й створюючи локальні температурні плями на поверхні тертя диску [6].

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

11

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Проблема ресурсозбереження колодкових гальм, якими обладнані рухомий склад, багатопланова. Вона потребує рішення технікоекономічних, технологічних, металознавчих, трибологічних знань, пов’язаних з вибором зносостійких матеріалів для робочої поверхні колодки.

Для рішення цієї проблеми використовуються різні способи й методи (високоміцні температуростійки керамічні диски, перфорація та інше), а зокрема охолодження повітряним потоком, що набігає. В автомобілебудуванні прийшли до простого й ефективного рішення [7].

Для зменшення швидкості руху поїзда або його зупинки локомотиви і вагони забезпечені гальмами. Гальмо - це комплекс пристроїв, застосованих у поїздах для штучного збільшення сил опору руху. Сили, що створюють штучне опір (сили тертя) , називають гальмівними. З ростом швидкостей руху і мас поїздів для їх зупинки на більш короткому відрізку шляху потрібні значні

гальмівні сили. Від значення гальмівної сили залежить ефективність (потужність) гальм : чим ефективніше гальма, тим менше гальмівний шлях (відстань, яку проходить поїзд від початку гальмування до повної його зупинки) і тим довше поїзд може прямувати перегоном з найбільшою швидкістю. Отже, підвищується середня швидкість руху поїзда, безпека його руху, збільшується пропускна спроможність залізниць.

Ефективність гальмівного пристрою оцінюють також за кількістю енергії, що поглинається гальмом за час гальмування, вимірюваної в Джоулях, і за величиною граничної потужності, що доводиться на одну колісну пару, вимірюється у Ват.

Гальма рейкового рухомого складу, що використовуються в даний час, можна класифікувати за такими ознаками:

а) способу гасіння кінетичної енергії (створення гальмівної сили)

• фрикційні,

• електродинамічні,

• гідродинамічні,

• використанням вихрових струмів,

• аеродинамічні;

б) способом управління

• ручні,

• пневматичні

o стисненого повітря

o вакуумні;

• електропневматичні,

• електричні;

в) виду енергії, яка застосовується для створення гальмівної сили

• з використанням м'язової сили людини,

• потенційної енергії стисненого повітря,

• електроенергії,

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

12

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

• інерційних сил і з використанням основного опору руху;

г) призначенням

• стоянкові,

• вантажні,

• пасажирські,

• швидкісні пасажирські,

• комбіновані вантажопасажирські;

д) властивостям системи управління

• неавтоматичні,

• автоматичні,які приходять в дію при аварії незалежно від волі машиніста;

е) властивостям системи живлення гальмівних циліндрів

• прямодіючі,

• непрямодіючі.

Непрямодіюче гальмо характеризується тим, що харчування гальмівних циліндрів стисненим повітрям під час гальмування здійснюється із запасних резервуарів, які не отримують додаткового підживлення.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

13

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ**

Зручним, ефективним і найбільш поширеним видом службового гальмування є електродинамічне (реостатне) гальмування тяговими двигунами. При цьому двигуни перетворюються на генератори і гальмівний момент, що виникає на валу двигуна, реалізується на доріжці кочення коліс у вигляді гальмівної сили. Перевагою такого виду гальмування є відсутність додаткових механічних пристроїв і неможливість блокування коліс електровоза (відсутність юза ). До недоліків слід віднести неможливість повної зупинки поїзда і утримання його загальмованим на ухилах. Зазвичай електродинамічне гальмування використовується спільно з іншими видами гальм, застосовуваними для остаточної зупинки поїзда. Головним недоліком гальмування тяговим двигуном є невідповідність вимогам безпеки згідно з додатком гальмівного моменту до елементів трансмісії, оскільки вихід їх ладу (руйнування) перерве передачу гальмівного моменту до колеса.

В даний час на локомотивах в якості службового гальмівного пристрою широко використовуються колісно-колодкові і дискові гальма.

Колісно - колодкові гальма мають порівняно просту конструкцію і досить високу надійність дії. У колісно- колодкових гальмах локомотивів зазвичай, як виконавчого органу, використовується гальмівна колодка, при взаємодії якої з колесом відбувається розсіювання кінетичної енергії поїзда. Колісно - колодкові гальма можуть бути односторонніми або двосторонніми. При двосторонньому гальмуванні зменшується тиск на букси, знижується зусилля натискання на колодки і поліпшується тепловий режим гальма, але істотно ускладнюється конструкція. Гальмівні колодки мають нижче осі симетрії коліс таким чином, щоб кут між осями колодки і важеля становив 90°.

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

14

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Аналіз конструкцій гальмівних систем залізничного транспортного засобу

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

Робоча поверхня колодки прилягає до поверхні бандажа або тільки по колу катання, або з обхватом гребеня колеса. В останньому випадку зменшується знос і збільшується термін служби колодки, але можливе утворення термічних тріщин в гребенях коліс. Найчастіше в колісно - колодковому гальмі використовуються чавунні гальмівні колодки, істотним недоліком яких є збільшення коефіцієнта тертя (до 0,35 з фосфористого чавуну) із зменшенням швидкості. Незважаючи на численні дослідження їх фрикціонно- гальмівних властивостей, зазначений недолік поки не усунений. Застосування спеціальних регуляторів для стабілізації гальмівного моменту не отримало широкого поширення через низьку надійності і дорожнечі останніх. Гальмівні колодки з композиційних матеріалів мають мало залежний від швидкості коефіцієнт тертя (до 0,55 з металокераміки) і мають істотно більшу зносостійкість в порівнянні з чавунними колодками. Тим не менш, вони не ефективні на рейковому транспорті зі швидкістю руху складів до 5 м/с зважаючи на малу гальмівної сили і мають низьку теплопровідність, що при тривалому гальмуванні призводить до локального нагріванню верхнього шару колісного бандажа до температури від 600 до 700 ° С. З метою вдосконалення характеристик чавунних гальмівних колодок були розроблені їх нові конструкції. Для сталості сили притиснення гальмівної колодки до колеса при силовому замиканні може використовуватися пружний елемент, тиск рідини і т.д. Останнім часом стали застосовувати секційні гальмівні колодки, що дозволяють забезпечити стабільну і рівномірно розподілену силу притиснення і від 10 до 15 % зменшити гальмівний шлях поїзда.

Привід до колодок колісно-колодкового гальма може бути ручним, пневматичним і гідравлічним. Ручний привід дозволяє тривалий час створювати постійний за величиною гальмівний момент. Гальма всіх локомотивів обладнані ручним приводом через необхідність тривалого загальмування на стоянці і приводяться в дію за допомогою маховика, розташованого в кабіні машиніста. Зазор між колодками і бандажем регулюється гвинтовими стяжками (фаркоп) з правого і лівого різьблення.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

15

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Основним недоліком ручного приводу є його значний час спрацьовування, що призводить до істотного подовження гальмівного шляху, тому робилися спроби механізувати його роботу. Найчастіше застосовують пневматичний і гідравлічний приводи, рідше електричний, який в шахтах небезпечних по газу і пилу набуває значних габарити через високі вимоги до вибухозахищенності обладнання.

Пневматичний привід може бути прямої і непрямої дії. На вітчизняних електровозах застосовується система прямої дії. Переваги пневмоприводу - невеликий час спрацьовування, зручне управління, можливість постачання пневмоенергії ряду допоміжних пристроїв (привід пісочниці, сигнал і т.д.). Недоліки - потреба у великій вільному обсязі для розміщення обладнання приводу, додаткову витрату енергії тягової батареї акумуляторних електровозів на приведення в дію компресора, вибухонебезпечність в умовах шахт, небезпечних по газу і пилу, що пов'язано з використанням в якості робочого середовища повітря рудничної атмосфери.У гідравлічному приводі тиск може створюватися або за допомогою м'язової сили людини, або електронасосом. До достоїнством гідроприводу можна віднести його невеликі розміри, порівняно невисоку вартість і вибухобезпечність.

Головними достоїнствами колісно- колодкового гальма є простота конструкції та відповідність вимогам безпеки в частині перетворення гальмівного моменту в гальмівну силу безпосередньо на колесі. До основних недоліків колісно - колодкових гальм можна віднести залежність коефіцієнта тертя колодки об колесо від швидкості руху та стану рейкового шляху; додатковий знос колісних бандажів; необхідність великих зазорів між колодкою і бандажем в розгальмування стані, що збільшує час спрацьовування гальма; можливість блокування колісних осей при гальмуванні на малих швидкостях, що призводить до переходу в режим юза і утворення лисок на поверхні катання коліс , що викликають додаткові динамічні навантаження на

рухомий склад та рейковий шлях.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

16

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Колодкові гальма, які впливають безпосередньо на поверхню катання коліс і широко застосовувалися ще в епоху парової тяги, використовуються і в наш час, причому не в останню чергу через те, що вони дешевші дискових. На сьогоднішній день більшість вагонів обладнано колодковими гальмами з чавунними або неметалевими (композиційними) колодками. Загальмування відбувається в результаті притиснення гальмівних колодок до поверхні катання колеса. Композиційні колодки володіють високим коефіцієнтом тертя, мало залежних від швидкості руху поїзда. При використанні таких колодок довжина гальмівного шляху, тобто відстані, яку проходить поїзд від моменту приведення гальм у дію до зупинки, менше, ніж при використанні чавунних. Досі колодкові гальма зберігають панівне становище на рухомому складі метрополітену і вантажних вагонах. Однак область їхнього застосування на залізничному транспорті обмежується значенням найбільшої гальмівної потужності, яка може бути реалізована на одній осі. Для рухомого складу без тягового приводу з невисокою потребою в гальмівній потужності (до 450 кВт на колісну пару), зокрема для вантажних вагонів, колодкове гальмо є простим і надійним конструкторським рішенням. При великих гальмівних потужностях (800 кВт і вище на колісну пару) слід застосовувати тільки дисковий гальмо, так як тільки він забезпечує надійне відведення тепла в тривалому режимі.

Запровадження такого обмеження пов'язане з тим, що кінетична енергія поїзда, а, отже, і кількість тепла, що виділяється при гальмуванні, зростає пропорційно квадрату швидкості його руху. При більш високих швидкостях руху відбувається різке зростання температур в зоні фрикційного контакту, що веде до інтенсивного зносу коліс, а також до появи на поверхні катання інших дефектів, що загрожують безпеці руху поїздів.

Найбільш небезпечними вважаються тривалі безперервні гальмування на ухилах. У цих випадках навіть при порівняно невисоких швидкостях і невеликих натисненнях на колодку температура колеса зростає до такої величини, що розвиваються значні залишкові напруги, які також можуть

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

17

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

сприяти руйнуванню коліс. Зазначені недоліки призвели до заміни колодкового гальма дисковим гальмом.

Дисковими гальмами обладнані пасажирські вагони на швидкісному рухомому складі більшості залізниць світу. Необхідність впровадження дискових гальм виникла у зв'язку з тим, що необхідна гальмівна потужність не могла бути досягнута через зростаючі теплових навантажень при колодковому гальмуванні. Дискові гальма володіють рядом безсумнівних переваг. Це, перш за все, можливість отримання значно більшої поверхні тертя, ніж у колодкових гальм при однакових габаритах; відносна легкість захисту дисків і колодок від пилу, бруду, вологи; врівноваженість гальма через відсутність сил, діючих перпендикулярно осі обертання; зчеплення тертьових елементів по плоскій поверхні, що забезпечує більш рівномірне зношування фрикційного матеріалу, ніж у волесно - колодкових гальм; розширення тертьових елементів дискового гальма в осьовому напрямку при нагріванні в процесі роботи, що не впливає на якість прилягання гальмівних накладок; значно більша ефективність порівняно з іншими типами гальм при скороченні габаритних розмірів; незатість величини гальмівного моменту від напрямку осі обертання диска; сталість посилюючого ефекту дискового гальма з підсилювачем незалежно від ступеня зносу фрикційного матеріалу. Обмеження прикладається гальмівного зусилля обумовлено характеристиками зчеплення фрикційної пари колесо-рейка. Спільне включення динамічного гальмування двигуном, використання дискових гальм, розташованих в трансмісії і на осі колісної пари, а також колісно- колодкового гальма на існуючих локомотивах може привести до блокування коліс і зриву зчеплення, оскільки наведені до колеса гальмівні моменти зазначених гальм сумуються. Правилами експлуатації рухомого складу таке комбінування зазвичай забороняється. Конструктори і експлуатаційники змушені обмежувати максимальний гальмівний момент, приведений до колесам локомотива,виходячи з найгірших умов зчеплення колеса і рейки, які можуть виникнути на ділянці шляху з

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

18

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

найбільшим дозволеним ухилом до 50 ‰. У дискових гальмах проблема високих температур на поверхні дисків вирішується їх конструктивним виконанням. Для поліпшення відведення тепла застосовують вентильовані диски ( з внутрішніми радіальними каналами та ін.) Випробування дискових гальм, що показують, що за рахунок примусового повітряного потоку температура нагріву полого диска менше температури нагріву суцільного диска на 30 %. Це збільшує довговічність фрикційного матеріалу майже в три рази. Саме вентильовані дискові гальма знайшли широке застосування на швидкісному магістральному залізничному транспорті та вагонах метро. З метою поліпшення тепловідведення, умов змащення, видалення продуктів зносу на поверхні дисків роблять канали (кільцеві, концентричні, радіальні, спіралеподібні та ін), хоча такі канали сприяє збільшенню зносу фрикційного матеріалу накладки гальмівної колодки.

Дисково - колодкові гальма більш прості конструктивно і тепловий режим у них істотно краще, ніж у багатодискових. Тому вони отримали особливо широке поширення в автомобілебудуванні і на залізничному транспорті. Крім того, дисково - колодкові гальма мають меншу величину моменту інерції гальмівного диска в порівнянні з моментом інерції гальмівного шківа колодкових або стрічкових гальм. Тиск тертьових поверхонь дисково - колодкового гальма розподіляється більш рівномірно, що забезпечує рівномірність зносу фрикційних матеріалів, можливість застосування автоматичної компенсації зносу і полегшує регулювання гальма.

Конструктивне виконання дискових гальм відрізняється великою різноманітністю. У ньому можна виділити конструкції гальм, що відрізняються місцем розташування диска. Диски можуть бути закріплені на колісних центрах і на осях колісних пар. Для виготовлення дисків використовують чавунне і сталеве лиття. Чавунні диски мають вентиляційні канали для повітряного охолодження. Диски з жароміцної сталі виготовляють суцільними. Прикладом може служити дисковий гальмо, що встановлюється

на швидкісних вагонах Тверського вагонобудівного заводу. Однією з переваг

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

19

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

дискового гальма є можливість підбору пар тертя. До фрикційним матеріалами дискового гальма висуваються такі вимоги : нормальної роботи при заданій швидкості початку гальмування; забезпечення коефіцієнта тертя 0,32... 0,44, питомого тиску між накладкою і диском 0,2... 1,5 МПа. Залежно від швидкості поїзда застосовуються різні пари тертя диск- накладка. Деякі з них наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Граничні температури для різних пар тертя, що використовуються в дискових гальмах**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Пара тертя | Максимальна швидкість,км/год | Гранична температура, °С |
| Сірий чавун-  органічна речовина | 220 | 400...450 |
| Сталь-  металокераміка | 400 | 800...900 |
| Al-SiC-  органічна речовина | 250 | 400...450 |
| Углерод-углерод | 500 | 1200 |

Розробка матеріалів накладок йде по лінії створення металокерамічних матеріалів на основі заліза, бронзи і міді. Гальмівна колодка вдосконалюється за рахунок сегментування поверхні тертя для кращого прилягання до диску, застосування пружних елементів кріплення окремих сегментів або їх груп. Наприклад, накладки дискового гальма поїзда ICE3 виконані у вигляді шестикутних сегментів з металокераміки BECORIT ВМ40. Вони кріпляться до основи групами по три.

Магніторейкове гальмо (Електромагнітний рейковий гальмо)- залізничний гальмо, гальмівний ефект якого створюється за рахунок взаємодії гальмівної колодки безпосередньо з рейкою; гальмівне натискання при цьому

утворюється з а рахунок магнітного поля, створюваного електромагнітами і

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

20

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

притягає гальмівну колодку і рейок один до одного. Магніторельсовий

притягає гальмівну колодку і рейок один до одного. Магніторельсовий

гальмо часто виділяють як різновид магнітного гальма. В порівнянні із звичайними колодковими гальмами, магніторельсовий характеризується високим гальмівним натисненням (близько 100 кН ) і, як наслідок, високим гальмівним моментом, завдяки чому активно застосовується на тягових агрегатах промислового транспорту, трамваях і на високошвидкісних поїздах. Зважаючи на високий гальмівного ефекту, магніторейкове гальмо нерідко застосовується лише при екстреному гальмуванні.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

21

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Магніторейкове гальмо складається з двох (по одному з кожного боку ) башмаків ( виготовляються часто з сірого чавуну ), підвішених на пружинах на відстані до 140-150 мм від рейок (щоб уникнути пошкодження елементів гальма і шляхи). Кожен черевик конструкційно являє собою сталеву балку, на якій встановлені котушки індуктивності.

При гальмуванні в спеціальні пневматичні циліндри підвіски башмаків надходить стиснене повітря, таким чином долається опір пружин підвіски і черевики притискаються до рейок. Одночасно з цим на котушки індуктивності з акумуляторної батареї подається електричний струм, і навколо башмаків утворюється магнітний потік, напрямок якого поперечно осі рейки. В результаті за рахунок сил самоіндукції відбувається притиснення кожного гальмівного башмака до рейок. Сила їх притиснення через силу тертя перетвориться в гальмівну силу, яка через черевики і спеціальні наполегливі кронштейни передається на візок вагона або локомотива, і далі по-всьому потягу. Для роботи електромагнітному рейковому гальму вимагається електричне живлення (до 6 кВт на вагон), що значно обмежує його застосування на автономному рухомому складі (тепловози, дизель- поїзда), так як в цьому випадку доводиться збільшувати ємність акумуляторних батарей, що веде до збільшення ваги і вартості рухомого складу. Крім цього, для економії електроенергії магніторелйкові гальма нерідко відключаються при швидкості нижче 20 км / ч. У порівнянні з іншими гальмами, гальмівна сила магніторейкових гальм практично не піддається регулюванню, через що при

малих швидкостях гальмівний ефект високий настільки, що може викликати серйозний дискомфорт у пасажирів. Тому в ряді країн почали застосовуватися магніторейкові гальма, виконані з використанням постійних магнітів, які дозволяють не лише економити електроенергію, але і в деякій можливості

регулювати гальмівний коефіцієнт.

Водночас магнітнорейковому гальму просто немає рівних за гальмівним показниками на середніх і високих швидкостях. Його гальмівний коефіцієнт при середніх швидкостях може досягати 140 %, а при використанні постійних магнітів - до 172 %. При швидкостях вище 160 км / год гальмівний коефіцієнт може перевищувати 200 %.Завдяки цьому, якщо із звичайними колодковими гальмами використовувати і даний гальмо, то гальмівний шлях скорочується на 30-40%. Крім цього, магнітнорейкове гальмо відносно простий і, що особливо важливо, вельми компактний, так як в основному займає лише місце між колесами. Останнє дозволяє спільно з магніторейковим застосовувати на рухомому складі, гальма які займають відносно багато місця. Також магніторейкові гальма підвищують шорсткість поверхні катання рейок і навіть очищають їх поверхню від бруду, що поліпшує зчеплення коліс з рейками.

***Пневматичне гальмо.*** Найпоширенішими є пневматичні гальма, які приводяться в дію стисненим повітрям. У них повітря надходить в гальмівні циліндри і тисне на поршень, який перетворює тиск повітря в зусилля, що передається через гальмівну систему важеля передачу на гальмівні колодки, притискаючи їх до обода колеса, або до гальмівного диску на осі. Вперше пневматичне гальмо було запропоновано в 1869 році Вестінгаузом і відтоді постійно вдосконалювався. Гальмо Вестингауза має тільки два режими - гальмування і відпуск, в даний час він ще використовується в поїздах метрополітену. На відміну від нього, сучасні пневматичні гальма дозволяють регулювати гальмівну силу, змінюючи тиск повітря в гальмових циліндрах. Машиніст управляє гальмами, змінюючи тиск в гальмівній магістралі, за

допомогою крана машиніста- виробляє розрядку гальмівної магістралі (гальмування ), підтримує встановлений тиск (перекриша) і заряджає гальмівну магістраль (відпустка гальм). Пневматична схема локомотива також включає в себе кран допоміжного гальма, що дозволяє управляти гальмами локомотива незалежно від гальм складу. На кожній одиниці рухомого складу до гальмівної магістралі через трійник і роз'єднувальний кран підключений розподільник повітря, з'єднаний з гальмівним циліндром і запасним резервуаром. На вантажних вагонах між розподільником повітря і гальмівним циліндром може включатися вантажний авторежим. Зарядний тиск у гальмівній магістралі залежить від типу поїзда, так для пасажирського поїзда воно складає 4,5-5,2 кг / см ² (близько 0,44-0,51 МПа). При зниженні тиску в гальмівній магістралі розподільник повітря наповнює гальмівний циліндр стисненим повітрям з запасного резервуара. Тиск в гальмовому циліндрі встановлюється залежно від величини розрядки гальмівної магістралі, режиму роботи розподільника повітря (порожній, середній, навантажений) і завантаження вагона при використанні авторежима. У режимі перекриші в прямодіючих гальмах витоку повітря з гальмівного циліндра компенсуються з запасного резервуара, а запасний резервуар може поповнюватися з гальмівної магістралі через зворотній клапан. У непрямодіючих гальмах витоку повітря з гальмівних циліндрів не компенсуються. При підвищенні тиску в гальмівній магістралі гальмівний циліндр розряджається в атмосферу або повністю, при рівнинному (нежорсткому) режимі роботи повітророзподільника, або на щабель, пропорційну підвищення тиску в гальмівній магістралі при гірському (напівжорсткому) режимі роботи і відбувається дозарядки запасного резервуара. У разі пошкодження гальмівної магістралі (у тому числі при розриві поїзда) і виході повітря з неї в атмосферу, розподільник повітря безпосередньо з'єднує запасний резервуар з гальмівним циліндром. У цьому випадку відбувається екстрене гальмування - повітря надходить у циліндри під максимальним тиском, завдяки чому реалізується максимальна гальмівна сила. Екстрене гальмування можна викликати і примусово - постановкою РКМ у положення « Екстрене гальмування », або відкриттям стоп- крана - в цьому

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

22

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

23

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

випадку гальмівна магістраль також безпосередньо з'єднується з атмосферою.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

24

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Основний недолік пневматичного гальма полягає в тому, що швидкість поширення впливу від крана машиніста до повітророзподільників, а отже і спрацьовування гальм по складу, не може перевищувати швидкості звуку (331 м / с). Поширення області зниженого тиску по гальмівної магістралі називається повітряною хвилею, її швидкість близька до швидкості звуку. Процес поширення по складу поїзда наростаючого тиску в гальмівних циліндрах називається гальмівної хвилею. Швидкість гальмівної хвилі залежить від конструкції розподільників повітря, температури повітря, зарядного тиску. Для підтримки швидкості гальмівний хвилі повітророзподільниками проводиться додаткова розрядка гальмівної магістралі. Швидкість гальмівної хвилі може досягати 280 м/с при службовому гальмуванні і 300 м / с - при екстреному.

Неодночасність спрацьовування гальм може привести до поздовжніх поштовхам, що в пасажирських поїздах призводить до дискомфорту пасажирів, а в довгих вантажних - до розриву поїзда. Тому на пасажирських, а також вантажних довгосоставних поїздах використовують електропневматичні гальма. У цьому випадку паралельно гальмової магістралі йде електричний провід, за яким і передаються сигнали на повітророзподільники (останній при цьому називається електроповітророзподільника, через наявність у конструкції електричної частини). Перевага такого типу гальма полягає в практично одночасному спрацьовуванні гальм по всій довжині складу, що також дозволяє скоротити гальмівний шлях.

Для перевірки роботи пневматичних гальм, після завершення формування поїзда проводять їх повне випробування. При цьому перевіряється дію гальм усіх вагонів у складі, а також швидкість витоку повітря з гальмівної магістралі.

Після повного випробування гальм, оглядач вагонів вручає машиністу ведучого локомотива довідку про забезпеченість поїзда гальмами і їх справності.

На моторвагонних поїздах дані про повному випробуванні гальм заносяться до журналу технічного стану. На російських залізницях також виробляють скорочене випробування гальм, при цьому перевіряється дію гальм лише на останньому вагоні. Скорочене випробування роблять у таких випадках: після причеплення поїзного локомотива до состава, якщо попередньо на станції було виконано повне випробування автогальм від компресорної установки (станційної мережі) або локомотива, після зміни локомотивних бригад, коли локомотив від потяги не відчіплюється, при стоянці поїзда більше 20 хвилин, після будь-якого роз'єднання рукавів у складі поїзда або між складом і локомотивом (крім відчеплення підштовхуючого локомотива, включеного в гальмівну магістраль), з'єднання рукавів внаслідок причеплення рухомого складу, а також після перекриття кінцевого крана в складі, при падінні тиску в головних резервуарах нижче 5,5 кгс /см ², при зміні кабіни керування або після передачі управління машиністу другого локомотива на перегоні після зупинки поїзда в зв'язку з неможливістю подальшого управління рухом поїзда з головної кабіни, у вантажних поїздах, якщо при стоянці потяга сталося мимовільне спрацьовування автогальм або у разі зміни щільності більш ніж на 20 % від вказаної в довідці форми ВУ- 45, у вантажних поїздах після стоянки поїзда більше 30 хв, де є оглядачі вагонів або працівники, навчені виконанню операцій з випробування автогальм, і на яких цей обов'язок покладено. Також на шляху прямування у встановлених місцях проводиться перевірка гальм на ефективність- машиніст гальмуванням зменшує швидкість на певну величину, при цьому перевіряється довжина шляху гальмування.

Вже сьогодні багато фірм в якості своїх пріоритетних завдань розглядають завдання створення високонадійних гальм з високою енергоємністю. Для цього ведуться пошуки нових конструктивних рішень і матеріалів. Так, на думку фахівців компанії Knorr - Bremse, однією з провідних

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

25

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

в області гальмівного обладнання, найбільш перспективними напрямками розвитку механічної частини гальмівних систем є розробка та впровадження алюмінієвих гальмівних дисків, гальмівних колодок і накладок з синтетичних матеріалів, а також робочих органів нової, більш компактної конструкції. Knorr - Bremse розробила два варіанти гальмівних накладок типу Isobar, призначених для застосування в комплекті з алюмінієвими гальмівними дисками в гальмівних системах високошвидкісного рухомого складу. Ці накладки з спеченной металокераміки відрізняються поліпшеним використанням площі поверхонь контакту і зниженою гучністю. Їх використання дозволило вирішальним чином підвищити ефективність дискового гальма. При цьому досягається рівномірний розподіл температури по гальмівному диску, що усунуло небезпеку утворення тріщин і підвищило гальмівну потужність диска майже на 50% при незмінному терміні служби. Перші алюмінієві гальмівні диски були впроваджені в експлуатацію на початку 1990 -х років. У той час їх широкому використанню перешкоджали значні капітальні вкладення і висока ціна самих дисків. В даний час алюмінієві гальмівні диски визнані прийнятним рішенням для всіх видів рухомого складу. Дослідження, проведені на залізницях Німеччини, показали, що капітальні вкладення на переоснащення електропоїздів ICE1 алюмінієвими гальмівними дисками і накладками типу KRS окупаються протягом 3 років, а експлуатаційні витрати знижуються на 45%. Іншим перспективним напрямком вважається застосування керамічних дисків. Композитні гальмівні диски можуть витримувати температури (до 2000 ° С), при яких сталеві починають плавитися. Перша розробка сучасних керамічних гальмівних дисків була виконана британськими інженерами, що працювали в залізничній промисловості в 1988 році. Цілями даної розробки було зниження ваги, скорочення кількості гальм на осі, а також забезпечення стабільної ефективності гальм на великих швидкостях і при всіх температурних режимах. Результатом стало застосування к ераміки, армованої вуглецевим волокном, яка тепер широко застосовується для гальмівних систем в авіа-і

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

26

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

автомобілебудуванні, а також на залізницях. Досі армована волокнами кераміка була занадто дорогою для використання в серійному виробництві. DaimlerChrysler створила дешевшу композицію, що складається з кремнію і вуглецевих волокон. Новий матеріал не кородує навіть при підвищених концентраціях кисню, а завдяки низькій щільності він в 3 рази легше стали. Армована кераміка не зношується при високих механічних і термічних навантаженнях, характерних для режимів роботи гальмівних дисків. На всіх видах рухомого складу диски з армованої кераміки матимуть великий термін служби за інтенсивних навантаженнях. Широке впровадження нових гальмівних дисків не тільки підвищує безпеку руху, але й дає значний економічний ефект через зменшення обсягу робіт з технічного обслуговування і зниження маси рухомого складу. Так, в поїзді ICE, що має 36 гальмівних дисків, зниження маси досягне 6т.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

27

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Удосконалення гальмівної техніки в нашій країні, як правило, відбувалося внаслідок зміни умов експлуатації рухомого складу. Це викликало певну часову паузу до створення необхідних за характеристиками гальмівних приладів. І тоді протягом несколькіхі років доводилося користуватися застарілими гальмівними пристроями, що знижувало безпеку руху поїздів. Гальмівні пристрою не розроблялися завчасно на перспективу, хоча в багатьох випадках вона була досить очевидна. Перші електровози і тепловози, наприклад, з'явилися в нашій країні ще в 30- ті роки минулого століття, а розробка гальмівних пристроїв під їх тягові властивості відбулася лише через 20 років. Така ж перспектива, але з великими темпами росту швидкості до 300... 400 км / год, чекає і пасажирські потяги. Сьогодні наше відставання на цьому напрямку стало настільки очевидним, що в рамках реалізації стратегічної програми розвитку залізничного транспорту перед ВАТ «РЖД » поставлено завдання докорінного оновлення парку рухомого складу, причому з поліпшеними технічними характеристиками, безпосередньо підвищують його споживчі і комерційні параметри.

При вирішенні поставлених завдань необхідно спиратися на світовий досвід розробки гальмівних пристроїв, в який великий внесок внесли вітчизняні вчені та конструктори: Н. П. Петров, Ф. П. Казанцев І. К.Матросов, Б. Л. Карвацький, В. Ф. Єгорченко, В. М. Казаринов, В. Г. Іноземцев, В. І. Крилов, В. В. Крилов та багато інших. Накопичений на сьогоднішній день досвід показує, що створення нових конструкцій гальмівних пристроїв - це тривалий і наукомісткий процес, що вимагає проведення великого обсягу проектних і конструкторсько- доводочних робіт. Пов'язано це з тим, що просте копіювання відомих рішень часто не приносить бажаних результатів, так як при створенні й доведенні конструкції гальма в кожному конкретному випадку доводиться враховувати цілий ряд специфічних вимог, що пред'являються до цього пристрою. Один із шляхів прискорення розв'язання цієї проблеми полягає в широкому використанні методів математичного моделювання. Досвід зарубіжних фірм показує, що таким чином можна істотно підвищити якість проектно- конструкторських і скоротити обсяг доводочних робіт. У зв'язку з цим виникає гостра потреба в розробці математичних моделей для дослідження теплового і напружено - деформованого стану деталей гальма, здатних замінити або суттєво скоротити дорогі натурні випробування. Щоб побудувати такі моделі необхідно вирішити проблему адекватного опису процесів теплообміну,що протікають при гальмуванні і, перш за все, запропонувати модель, адекватно описує теплообмін в зоні фрикційного контакту.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

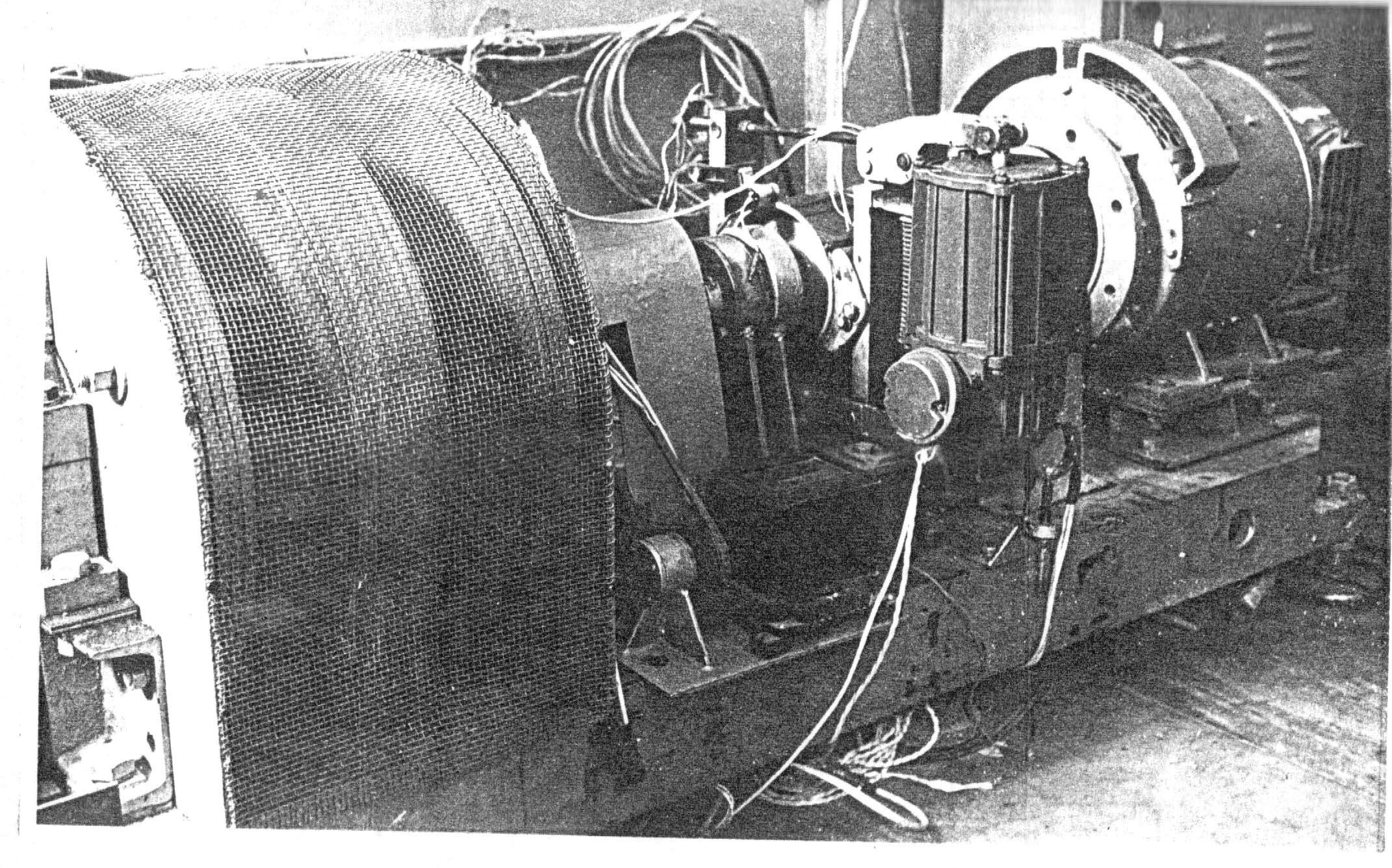
Арк.

28

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**3. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І РОБОТИ СТЕНДОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ**

Загальний вигляд стенду і його принципова схема показані на рис.3.1 і 3.2. Гальмо I (рис. 3.2) встановлено на рамі 2 і за допомогою пружних муфт 3 з'єднано з приводним електродвигуном 4 і обертовою масою 5, яка складається з 18 дисків і дозволяє змінювати момент інерції від 2 до 60 кг • м2 приєднанням до валу або від'єднанням від нього дисків махової маси. Рама 2 і обертова маса 5 спираються на підшипники кочення, укріплені на стійках.



## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

29

РДБ.ТЛ-131.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## 

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Аналіз конструкцій і роботи стендового обладнання для дослідження дискових гальм

Літ.

## Аркушів

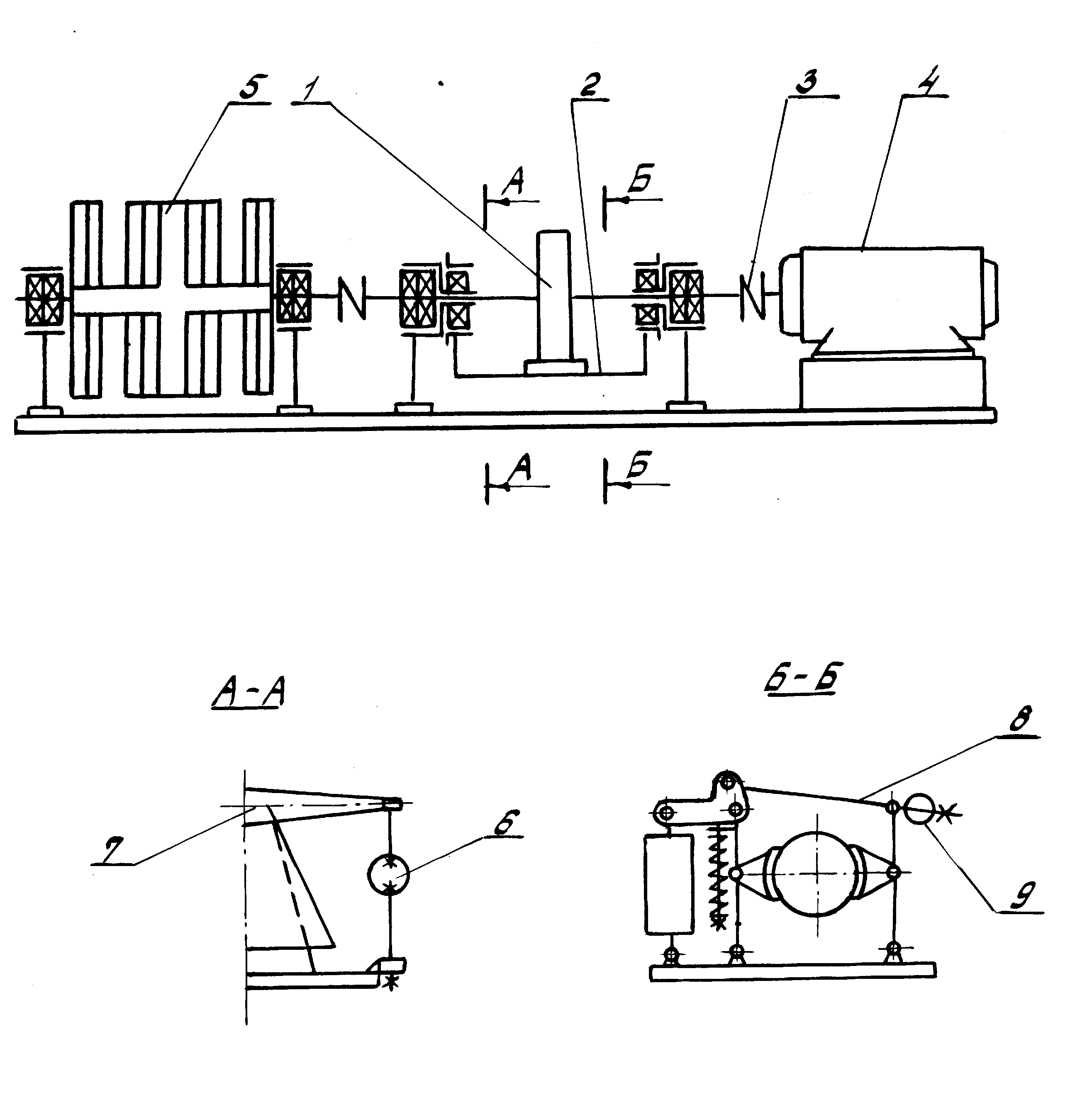
ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

Рис. 3.1. Загальний вигляд стенда



Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

30

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Рис.3.2. Схема принципова конструкції стенда

Стенд дозволяє варіювати момент інерції за допомогою обертових дисків, частоту обертання, тривалість роботи приводу і реєструвати такі вихідні параметри гальма і приводу, як гальмівний момент, зусилля в тязі, час розмикання гальма і розгону приводу, час спрацьовування і гальмування гальма, частота обертання приводу, температура поверхонь, що труться.

Вимірювання і реєстрація вихідних параметрів проводиться за допомогою вимірювально-реєструючої апаратури і приладів, принципова схема під'єднання яких до стенду показана на рис. 3.3.

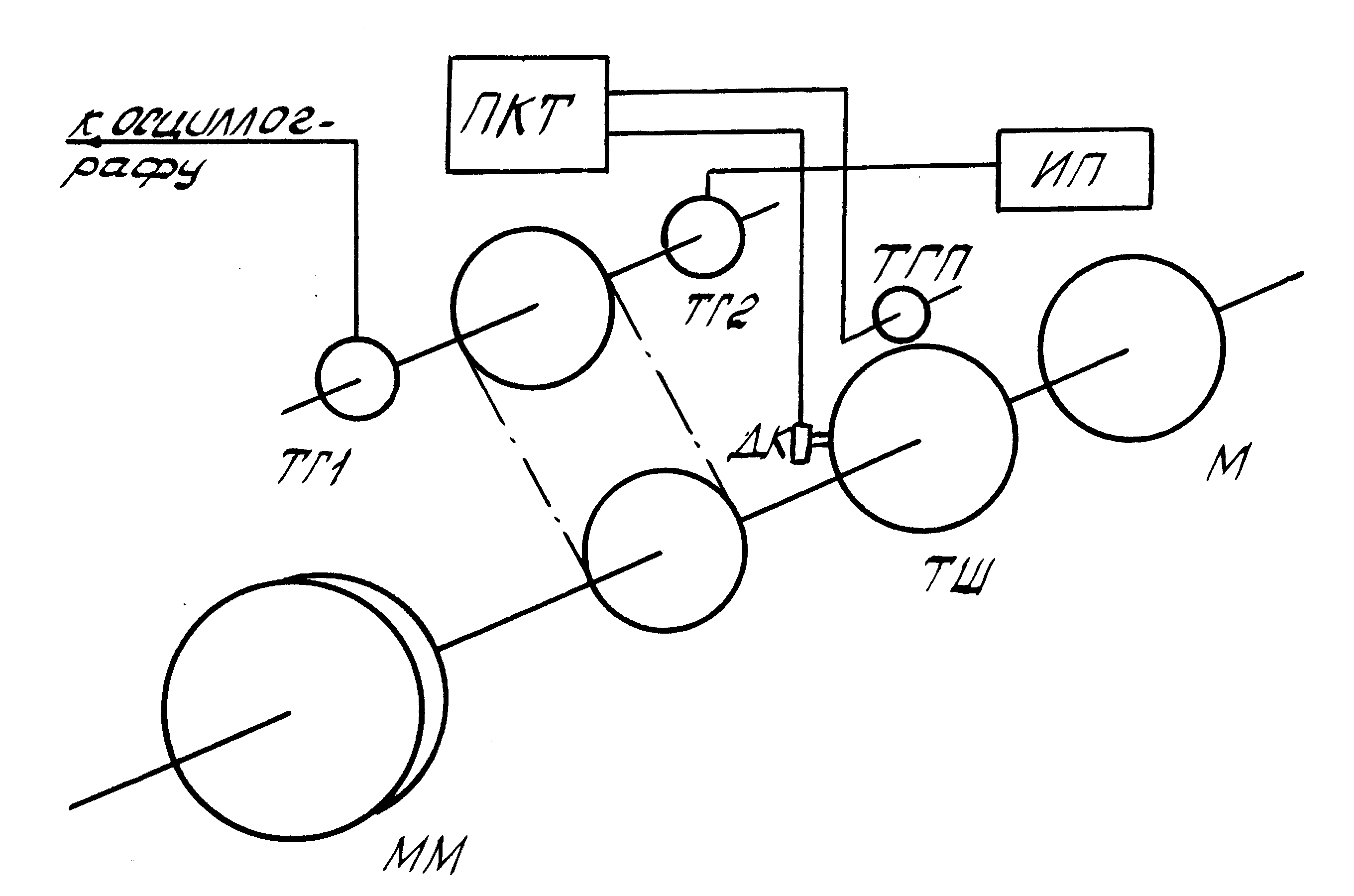


Рис.3.3. Кінематична схема конструкції стенда

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

31

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Гальмівний момент, створюваний гальмом, вимірюється з допомогою динамометричних кілець 6 (см.ріс.3.2, А-А), з'єднаних сферичними шарнірами з підставою. Коромисло 7 жорстко закріплено на хиткій рамі 2. На динамометричних кільцях наклеєні тензорезистори, з'єднані по півмостовій схемі. Електричні сигнали з тензорезисторів посилюються підсилювачем 8АНЧ-7М і регіструються світлопроменевим шлейфовим осциллографом типу Н-117.

Зусилля в тязі, яка пропорційна гальмівним моментом, вимірюється за допомогою датчика 9, виконаного у вигляді динамометрічного кільця з наклеєними тензорезисторами і встановленого на тязі гальма (см.ріс.3.2. Б-Б). Електричні сигнали з датчика надходять на підсилювач, а потім на реєструючий прилад, який представляє собою аналогово-цифровий перетворювач ті¬па В7-35.

Час розмикання і розгону, час спрацьовування і гальмування вимірюються і реєструються приладом для контролю вихідних параметров гальм (див. Гл. 4), який включає в себе генератор імпульсів, лічильник імпульсів і комплект датчиків.

Час розмикання відраховується з моменту подачі живлення на привід гальма до моменту відходу колодок, з встановленим на одній з них датчиком контакту (ДК), від гальмівного шківа (ТШ) (див. Рис.3.3).

Час розгону приводу відраховується з моменту подачі напруження на привід (М) до моменту досягнення нею номінальної частоти обертання. Частота обертання валу приводу знімається тахогенератором постійного струму типу ТГП-5.

Час спрацювання гальма вимірюється з моменту відключення живлення від приводу гальма до моменту першого контакту колодок з гальмівним шківом, на одній з яких встановлено датчик контакта (ДК). Датчик контакту при торканні колодками поверхні гальмового шківа відключає генератор імпульсів від лічильника імпульсів.

Час гальмування вимірюється з моменту закінчення реєстрації часу спрацьовування до моменту повної зупинки гальмівного шківа, що контролюється величиною напруги на виході тахогенератора ТГП-5.

Частота обертання приводу (М) вимірюється тахогенератором по-постійного струму ТГ-1 типу ТМГ-38. Для візуального спостереження за частотою обертання валу махової маси (ММ) використовується тахогенератор ТГ-2 типу Д1-ММ з вимірювальним приладом (ІП) типу ТМ і ЗП. Вал обертових мас з валами тахогенераторів з'єднаний ремінною передачею.

Температура поверхонь, що труться гальма вимірюється за допомогою датчика-термопари. Застосована хромель-копелеві термопара, розрахована на нагрівання до 600 ° С. Конструктивно термопара виконана у вигляді порцелянового циліндра, через отвори якого пропущені електроди термопари. Термопара встановлена ​​в тілі колодки гальма і зафіксована гвинтом. Як реєструючий прилад використаний універсальний прилад типу В7-35.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

32

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**4. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ**

**ПРОПОНОВАНОГО ГАЛЬМІВНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Гальмівний диск містить два фрикційних диска, з'єднаних за допомогою болтів з вентиляційними лопатками (вінцем), які при обертанні створюють циркуляцію повітря, спрямовану від вхідних отворів центральної частини дисків до його периферії. Вентиляційні лопаті на зовнішньому торці оснащено пластинами, виконаними із матеріалу з пам'яттю форми, які змінюють своє положення в залежності від температури вентиляційних лопатей.

Недоліком відомої конструкції є те, що вона не сприяє охолодженню зовнішньої частини диска і фрикційного контакту диска і колодки.

В основу цієї конструкції поставлено задачу охолодження зовнішньої частини диска і фрикційного контакту диска і колодки, усунення циркуляції повітря в вентиляційних каналах під час руху, що призведе до зменшення опору руху транспортного засобу, викликаного роботою лопатей дискового гальма, і, як наслідок, зменшення додаткових витрат потужності локомотива. Поставлена задача досягається тим, що кожен фрикційний диск з’єднаний за допомогою болтів з вентиляційними лопатками (вінцем), складається з двох частин, між якими вставлені пластини, які відкриваються назовні на 135°. Пластини виконані із матеріалу з пам'яттю форми, які змінюють своє положення в залежності від температури вентиляційних лопатей, при високій температурі матеріал пластини перебуває в аустенітному стані, при охолодженні миттєво переходить у мартенситну фазу зі зміною форми пластини, під час руху, коли гальмівний диск охолоджений пластини приймають пряме положення, при гальмуванні вентиляційні лопаті нагріваються й пластина згинається, відкриваючи вентиляційні канали, забезпечуючи при цьому циркуляцію повітря в каналах гальмівного диску

## Зм.

## Арк*.*

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

33

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр*.*

## Затверд.

Опис конструкції та дослідження роботи пропонованого гальмівного обладнання

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

та його охолодження, зі зрівнянням температури гальмівного диску з температурою навколишнього середовища пластина повертається в початкове положення. Таке рішення дозволяє охолодити диск і фрикційний контакт диска і колодки, усунути циркуляцію повітря в вентиляційних каналах під час руху, тим самим зменшити опір руху транспортного засобу, викликаний роботою лопатей дискового гальма, і, як наслідок, зменшити додаткові витрати потужності локомотива.

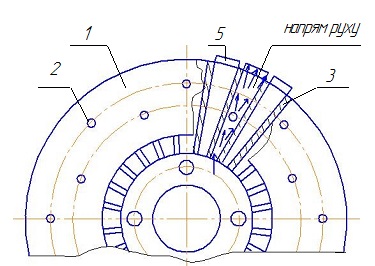


Рис. 4.1. Циркуляція повітря в фрикційному диску.

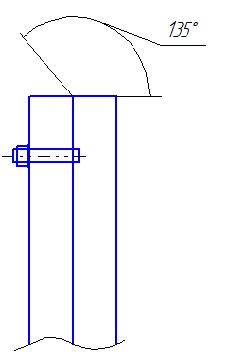


Рис. 4.2. Розташування пластин з матеріалу із пам’яттю форми на лопатях гальмівного диска.

Зм.

Арк..

№ докум.

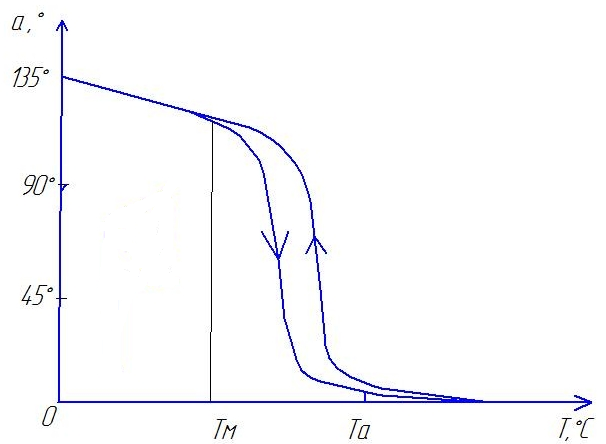
Підпис

Дата

Арк.

34

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ



Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

35

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Рис. 4.3. Характер зміни кута нахилу α пластини 4 до лопаті 3 зі зміною температури.

Під час руху пластини 4 із матеріалу з пам'яттю форми, які розташовані на кожній з лопатей 3, перекривають вентиляційні канали 5. Під час гальмування рухомого складу гальмівні накладки (на кресленні не показані) притискаються з певним зусиллям до фрикційних кілець 1 гальмівного диска. В результаті створюється гальмівний момент, який через фрикційні кільця 1 і сполучений з ними вінець 3 передається на ось колісної пари, на яку напресований вінець 3.

При гальмуванні підвищується температура гальмівного диска. Під дією високої температури матеріал пластини 4 переходить з мартенситного стану Тм в аустенітний ТА (рис. 3). При цьому змінюється кристалічна решітка та форма пластини 4. Кут нахилу α пластини 4 до лопаті 3 збільшується з 0° до 135° - вентиляційні канали 5 відкриваються. Під дією відцентрових сил повітря, що знаходиться у вентиляційних каналах 5, рухається від центру гальмівного диска до його периферії в радіальному напрямку, в результаті

чого утворюються вентиляційні повітряні потоки, що забезпечують відведення тепла від диска та охолодження зовнішньої частини диска та фрикційного контакту диска і колодки.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

36

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Коли фрикційний диск охолоджується, відбувається зворотний процес - матеріал пластини 4 переходить з аустенітного стану в мартенситний. При досягненні пластиною 4 температури мартенситного стану Тм вона розгинається, займаючи вихідне положення (α = 0°) - вентиляційні канали 5 перекриваються (рис. 2, 3), завдяки чому знижується додаткова витрата потужності через циркуляцію повітря в вентиляційних каналах гальмівного диска під час руху. 5

Застосування запропонованої конструкції дозволить охолодити диск і фрикційний контакт диска і колодки, підвищити ефективність роботи дискового гальма в різних режимах руху, зменшити опір руху локомотиву, підвищити його дійсну потужність.

**5. ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА**

**ДЕТАЛІ «ПАТРУБОК»**

**5.1. Конструкторсько-технологічна характеристика деталі**

Ескіз деталі «патрубок» показаний на рис. 5.1.

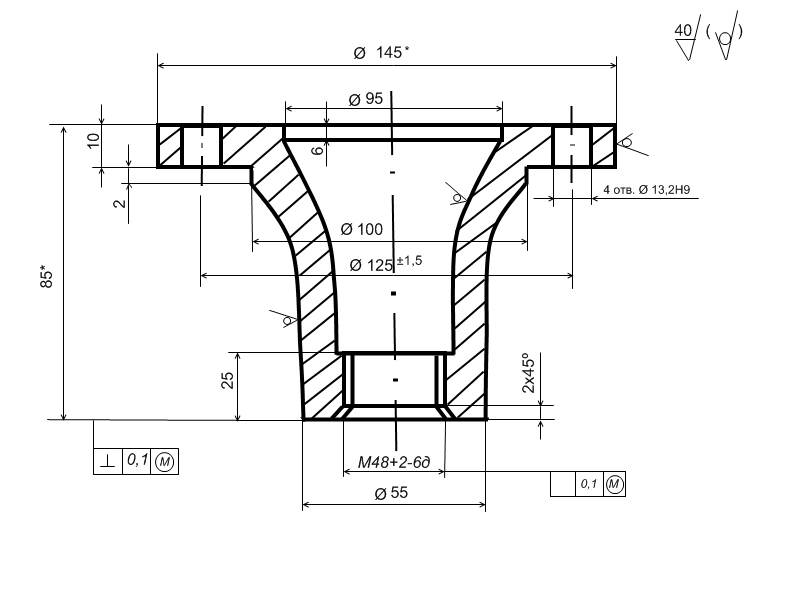


Рис. 5.1. Ескіз деталі «патрубок»

**Технічні вимоги:**

1. розміри для довідок;

2. не вказані граничні відхилення.

**Матеріали деталі:** відливання 25Л-I ГОСТ 974-75.

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

37

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Технологічна підготовка виробництва

деталі «патрубок»

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

Патрубок входить у вузол «бункер пісочної системи». Він прикріплений до днища бункера. У нього в різьблення М48×2 угвинчується штуцер, до якого приєднаний трубопровід підведення піску під колесо [5, 6].

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

38

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Основну увагу приділити при виготовленні патрубка забезпеченню перпендикулярності площини Ø55 осі отвору М48×2. У конструктивному плані патрубок – деталь тіла обертання. Призначені розміри обґрунтовані та помірної точності, що досягаються традиційними засобами обробки. При цьому оброблюваних поверхонь – 6, а кількість розмірів, що характеризують оброблювані поверхні, – 11, з них:

- 3 розміри по 9 квалітету;

- 8 розмірів по 14 квалітету.

Всі поверхні обробляються з класом шорсткості – 4.

Деталь в експлуатації піддається вібраційним навантаженням.

Характеристики матеріалу патрубка після нормалізації приведені в таблиці 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1.

Фізико-механічні характеристики стали 25л-I

|  |  |
| --- | --- |
| Твердість по Брінеллю | 180…210 |
| Тимчасовий опір σв, МПа | 450 |
| Межа текучості σТ, МПа | 240 |
| Ударна в'язкість, δ5-кДж | 400 |
| Відносне подовження бв, % | 19 |

Таблиця 5.2.

Технологічні властивості стали 25л-I

|  |  |
| --- | --- |
| Оброблюваність різанням | Хороша |
| Зварюваність | Хороша |
| Пластичність при холодній обробці | Незадовільна |
| Інтервал температур при термообробці tºС | 880…1100 |

**5.2. Базові поверхні патрубка**

Класифікація базових поверхонь деталі приведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3.

Класифікація базових поверхонь

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Види баз | Позначення | Кількість мір свободи, що позбавляються |
| А. По призначенню |  |  |
| 1. Конструкторська |  |  |
| - основна  - допоміжна | Площина Ø145  Торець Ø55 і ØМ48 |  |
| 2. Технологічна | Ø145  Торці Ø145 і ØМ48 |  |
| 3. Вимірювальна | Торець Ø145 |  |
| Б. По мірам свободи, що позбавляються |  |  |
| Напрямна  Опорна | ØМ48  Торці Ø145 та 55 | 4  2 |
| В. По характеру прояву |  |  |
| - явна  - прихована | Вісь  Всі останні |  |

**5.3. Вибір заготовки**

Види заготовки визначені КТД – це відливання 25л-I ГОСТ 977-75. Такий вид заготівки починається для деталей, функціональні призначення якої визначаються конфігурацією деталі і технологічністю конструкції.

Деталь виготовляється методом точного сталевого литва по моделях, що виплавляються.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

39

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

В цьому випадку досягаються можливі припуски на обробку ~1.2мм на сторону з чистотою поверхні 3мм шорсткості. Маса заготівки – 1,22 кг

**5.4. Техніко-економічні показники виробництва патрубка**

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

40

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Дані показники виразимо через тип виробництва і величину виробничої партії.

Величини річної програми випуску деталі  при випуску *А=200шт* секцій тепловозів, в конструкції якого міститься *n=8* патрубків, рівна



*а* – кількість запчастин у відсотках, *а=12%*



Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції, який визначається по формулі:



де  – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, для двозмінної роботи *(=3900 год*);

 – середній штучно-калькуляційний час по операціях обробки, яке визначається по формулі:



де *Т* – загальна трудомісткість обробки, число яких Е

За даними ПЕО підприємства ХК «ПО ЛТЗ» *Т=18,* число характерних операцій *Е=3*, тоді





При >20 виробництво малосерійне.

При вибраному серійному типі виробництва визначається об'єм виробничої партії:

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.



 – число днів запасу деталей (=5 днів, оскільки деталь відноситися до дрібних деталей (до 25кг масою)).

253 – число робочих днів в році.



**5.5. Аналіз конструкції патрубка на технологічність**

Даний аналіз здійснимий зіставленням розрахункових значень (за даними ЧТД) коефіцієнтів точності обробки – *КТ.О*., шорсткості *КШ* і використанню конструкційного матеріалу *КИ.М*. з нормованим показником, які рівні відповідно [*КТ.О*.]≥0,8; [*КШ*]≥0,16; [ *КИ.М*.]≥0,7.

При цьому розрахункові коефіцієнти рівні:



де 1,2,3…17 – квалітет обробки;

n1, n2, n3… . - кількість розмірів відповідного квалітету обробки;





де *n1, n2, n3,…* - кількість поверхонь відповідного класу шорсткості;

*1, 2, 3…14* – класи шорсткості поверхні;





де Qg – маса деталі, кг

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

41

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Q3 – маса заготівки, кг

Q0,3 – маса відходів Q0,3=0,05 Q, кг



Таким чином, видно, що по сукупності всіх показників конструкція деталі технологічна [19].

**5.6. Маршрут обробки патрубка**

Пропонується наступний маршрут обробки:

005. Токарно-гвинторізна. Точити деталь з боку фланця Ø145, обумовлені КТД.

010. Токарно-гвинторізна. Точити деталь по контуру з боку різьблення М48×2-6д в розміри згідно КТД.

015. Радіально-свердлувальна. Свердлити 6 отв.Ø13,2Н9

020. Контрольна

**5.7. Вибір устаткування**

Перелік устаткування, вживаного при обробці патрубка, приведений в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4.

Перелік устаткування у виробництві патрубка

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найменування | Модель | Коротка хар-ка | Для операції |
| 1. Токарно-гвинторізний верстат | 1П611 | Фмах=250;  К=500; N=4,2кВт | 005, 010 |
| 2. Радіально-свердлильний верстат | 2А592 | Фмах=25  Плита 450×590 | 015 |
| 3. Плита контрольна | н/о | 1000×600 | 020 |

**5.8. Призначення режимів обробки**

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

42

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Режими різання визначимо для операції 005 «токарно-гвинторізна» Розкладом її на переходу технологічні.

Переходи операції 005.

1. Встановити і зняти деталь після обробки.

2.Підрізати торець Ø145 в розмір 11,5мм.

3. Точити виточку Ø3×45.

4. Точити поверхню Ø145 в розмір Ø145.

При виконанні операції використовується стандартний 3-х кулачковий патрон із змінними губками, підігнаними під конічну поверхню патрубка. Обробка ведеться різцями підрізними і розточувальними. Їх ріжуча частина – пластина з твердого сплаву Т15к6. Державка різців 25×40мм; геометрія ріжучих елементів різців - стандартна; обробка ведеться без охолоджування; стійкість різців *Т=90хв,* глибина різання *t=1,5м,* подача *S=0,3мм/об*., число проходів *i=1*.

*Cv1=434, Xv=0,18 Yv=0,35, m=0,2, n=1,15, KnV=0,88, НБ=200*

Тоді швидкість різання *V*:

*м/хв*

Число оборотів шпинделя рівне

*об/хв*

Найближче паспортне значення *nд=400 об/хв.*

У такому разі дійсна швидкість різання рівна:

*м/хв*

Сила різання на різці:

*Cpt=3,57; Xp=1,0; Yp=0,75; n=0,75; KpV=0,84, g=9,81м/с2*



Потужність різання:

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

43

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ



З урахуванням ККД верстата:



Коефіцієнт завантаження верстата  складе:



**5.9. Визначення трудомісткості обробки патрубка по операції 005**

Машинний час рівний:

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

44

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

*хв*

*L* – повна довжина обробки з урахуванням складових на урізування різця, зняття пробних стружок, орієнтування рівна *L=72мм*

*i* - число проходів, *i=1*.

Штучний час:

*Тшт=Топ+Тобсл+Тотд*

де *Топ* – час операційне, рівне *Топ=Тш+Туп;*

*Туп* – час на управління верстатом;

*Тобсл* – час на обслуговування верстата і робочого місця;

*Тотд* – час на особисті потреби.

Згідно нормативній документації

*Тобсл=Тотд=0,05Тм,* а *Туп=0,1Тм.*

Тоді

*Тшт=Тм+0,2Тм=1,2Тм=0,72 хв.*

**5.10. Проектування пристосування**

На листі 4 графічних частини роботи показана конструкція пристосування для свердлення 6-х отворів Ø13,2Н9. Пристосування містить плиту кондукторну з втулками під свердло Ø13,2 мм. Плита базується по виточці Ø95мм. За допомогою стяжного болта через спеціальну шайбу плитою кондукторною деталь притискається до столу верстата.

При цьому сила притиску *Q* рівна[7, 8]:



де *М=Pl* – момент на рукоятці гайкового ключа, яким деталь через гайку плиту притискається до столу верстата;

*Р* – сила, що прикладається робочим до гайкового ключа, вона рівна (150…200) Н;

*l=300мм* – довжина важеля;

 – зовнішній діаметр різьблення болта М16×2.

Отже



Величина моменту різання при свердленні рівна (зрушуюча сила):

*Md=G3·Дz·S7·НБ11·9,81=2560 Н*

Таким чином, *Мс≥Мd.*

**Висновок**

Запропонований технологічний процес виготовлення «патрубка» бункера пісочний системи, такий, що задовольняє технічним вимогам обумовлених КТД при прийнятній продуктивності праці.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

45

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**6. ОХОРОНА ПРАЦІ**

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [20].

Закон України про охорону праці визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.[20, 21, 22].

Мета розділу – дати загальні наукові основи безпечних методів роботи, забезпечення нормальних умов для високопродуктивної праці співробітників, що запобігають виробничому травматизму, профзахворюванням, аваріям, пожежам та інш. в виробничих приміщеннях та на робочих місцях при проектуванні пристрою блокування подачі піску у стрілочних переводах.

**6.1. Правові основи охорони праці. Відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров’я працівників або у разі їх смерті.**

**Завдання страхування від нещасного випадку на виробництві**

Відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров’я або у разі смерті працівника, здійснюється Фондом соціального страхування від нещасних випадків відповідно до Закону України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», від 23.09.1999 (01.01.2011) ст. 21 ЗУ «Про охорону праці» від 14.10.1992 (від 25.06.2011) [20, 21].

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

46

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр.

## Затверд.

Охорона

праці

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

Власник підприємства, установи і організації (надалі - підприємство) або уповноважений ним орган (надалі - власник) несе матеріальну відповідальність за шкоду, заподіяну працівникові каліцтвом або іншим ушкодженням здоров’я, пов’язаним з виконанням ним трудових обов’язків (надалі – ушкодження здоров’я), а також за моральну шкоду, заподіяну потерпілому власником фізичного чи психічного впливу небезпечних або шкідливих умов праці.

Власник звільняється від відшкодування шкоди, якщо доведе, що шкода заподіяна не з його вини, а умови праці не є причиною моральної шкоди. Відшкодування шкоди, заподіяної працівнику ушкодженням здоров’я (надалі - потерпілому) складається з: виплати втраченого заробітку (або відповідної його частини) залежно від ступеня втрати потерпілим професійної працездатності; виплати в установлених випадках одноразової допомоги потерпілому (членам сім’ї та утриманцям померлого); компенсації витрат на медичну та соціальну допомогу (посилене харчування, протезування, сторонній догляд тощо).

Ступінь втрати працездатності визначається медико-соціальною експертною комісією (МСЕК) у відсотках до професійної працездатності, яку мав потерпілий до ушкодження здоров’я.

У разі смерті потерпілого право на відшкодування шкоди (одержання частини втраченого заробітку) мають особи, які перебували на утриманні померлого або мали на день його смерті право на одержання від нього утримання, а також дитина померлого, яка народилася після його смерті. Розмір відшкодування втраченого потерпілим заробітку встановлюється відповідно до ступеня втрати професійної працездатності і середньомісячного заробітку, який він мав до ушкодження здоров’я.

Утрачений заробіток або його частина відповідно до ступеня втрати професійної працездатності виплачується власником у повному розмірі, тобто без урахування розміру пенсії по інвалідності, а також незалежно від одержуваних потерпілим інших видів пенсій,заробітку (доходу) і стипендії. Розмір одноразової допомоги потерпілому встановлюється колективним договором (угодою, трудовим договором). Якщо відповідно до медичного висновку потерпілому встановлена стійка втрата працездатності, одноразова допомога потерпілому має бути не менше суми, визначеної з розрахунку його середньомісячного заробітку за кожний процент втрати ним професійної працездатності. У разі смерті потерпілого розмір одноразової допомоги його сім’ї повинен бути не менше п’ятирічного заробітку і, крім того, не менше однорічного заробітку потерпілого на кожного утриманця, а також на його дитину, яка народилася після його смерті.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

47

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Завданнями страхування від нещасного випадку є:

– проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози здоров'ю застрахованих, спричинених умовами праці;

– відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань;

– відшкодування матеріальної та моральної шкоди застрахованим і членам їхніх сімей.

Законодавство про страхування від нещасного випадку складається з Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, Кодексу законів про працю України, Закону України «Про охорону праці», Закону Україні «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та інших нормативно-правових актів. Дія Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» поширюється на осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) на підприємствах, в

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

48

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

установах, організаціях, незалежно від їхніх форм власності та господарювання, у фізичних осіб, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, та громадян-суб'єктів підприємницької діяльності [22, 23].

**6.2. Класифікація причин і методи аналізу виробничого травматизму та профзахворювань.**

**Основні причини виробничого травматизму і профзахворюваності**

**та заходи щодо їх попередження**

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійно захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні [22, 23, 24].

**Організаційні причини:** відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

**Технічні причини:** несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

**Санітарно-гігієнічні причини:** підвищений (вище ГДК) вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

49

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

**Психофізіологічні причини:** помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі. Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

**До технічних заходів** належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки. Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціювання повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; установлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування. Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів.

**До організаційних заходів** належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

50

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**6.3. Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії.**

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

51

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**Повітря робочої зони**

Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах [22, 23, 24].

Забруднення повітряного середовища пилом, газом, аерозолем у виробничих умовах відбувається з багатьох причин. Основними з них є:

1. Недосконалість технологічного процесу (наприклад, виробництво цементу мокрим і сухим способом).

2. Переривчастість технологічних процесів (перевантаження, пересипання).

3. Недостатня герметичність устаткування.

4. Рух транспорту (так зване вторинне забруднення).

Забруднення повітряного середовища пилом, окрім несприятливого впливу на організм людини, може бути причиною:

1) вибуху (вугільний, торф'яний, алюмінієвий);

2) втрати сировини та готового продукту;

3) псування продукції (при виготовленні точних приладів, лакофарбових покриттів).

Окремі технологічні процеси, наприклад, в машинобудуванні (травлення чорних металів кислотами, цинкування, процеси знежирення і нанесення лакофарбових покриттів), хімічній промисловості супроводжуються, окрім викиду пилу, виділенням у повітря шкідливих парів і газів.

Отруйні речовини проникають в організм людини через дихальні шляхи, травний тракт і шкіру. Вони можуть порушити нормальну життєдіяльність організму і призвести до стійких або патологічних змін. иОтруєння, що виникають на виробництві, називаються професійними. Вони можуть бути гострими (раптово у великих дозах), і тоді їх відносять до нещасних випадків, або хронічними (малі дози тривалий час), і тоді їх відносять до категорії профзахворювань [25].

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

52

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

Небезпека дії на організм людини отруйних речовин визначається такими чинниками: хімічний склад речовини; ступінь подрібнення (дисперсність); розчинність в біологічних середовищах (приклад з ДДТ); концентрація (зміїна отрута); час дії.

За ступенем дії на організм людини шкідливі речовини підрозділяються на 4 класи небезпеки [26]:

1. Речовини надзвичайно небезпечні (ртуть металева, свинець, гексахлоран, жовтий фосфор).
2. Речовини високо небезпечні (хлорофос, сірковуглець, сурма).
3. Речовини помірно небезпечні (тютюн, спирт метиловий).
4. Речовини мало небезпечної дії (спирт етиловий, уайт-спірит).

За фізіологічною дією отруйні речовини можуть бути розділені на чотири основні групи:

а) подразнюючі - діють на поверхневі тканини дихального тракту і слизові оболонки (хлор, сірчистий газ, аміак, акролеїн);

б) задушливі - діють як речовини, що порушують процес засвоєння кисню тканинами (окисел вуглецю, сірководень);

в) наркотичні - діють як наркотики (азот під тиском, дихлоретан, чотирихлористий вуглець);

г) соматичні отрути - викликають порушення діяльності всього організму або його окремих органів і систем (свинець, ртуть, бензол, миш'як).

Виробничий пил досить розповсюджений небезпечний та шкідливий виробничий фактор. Вражаюча дія пилу в основному визначається дисперсністю (розміром частинок пилу), їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею. Шкідливість виробничого пилу обумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень, в першу чергу пневмоконіози. До заходів щодо оздоровлення повітряного середовища відносяться: – механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними;

– застосування технологічних процесів і устаткування, при яких виключено

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

53

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

або зведено до мінімуму утворення шкідливих факторів, їхнє надходження в робочу зону; воно досягається заміною токсичних матеріалів і речовин нетоксичними, застосуванням замість твердих і рідких палив газоподібного, нагріванням матеріалів за рахунок застосування електромагнітного поля;

– герметизація устаткування і технологічних процесів;

– заміна роботи з застосуванням сухих матеріалів роботою зі зволоженими матеріалами (мокре шліфування замість сухого);

– ретельне систематичне прибирання приміщення вологим способом або з застосуванням пилососів;

– забезпечення працюючих комплексом санітарно-побутових приміщень (душами, умивальниками тощо);

– професійний добір осіб для роботи в цехах, де має місце забруднення повітря, попередні і періодичні медичні огляди;

– встановлення особливого режиму роботи і відпочинку (скорочений робочий день, додаткова відпустка й ін.);

– санітарно-технічна пропаганда і навчання безпечним методам роботи;

– використання вентиляції, кондиціонування повітря і опалення у відповідності зі СНіП 2.04.05-84 [22, 24].

Проведемо дослідження та оцінку вмісту пилу у повітрі виробничого приміщення за наступними даними:

|  |  |
| --- | --- |
| Вага фільтра до відбору проби, Р1 (мг) – | 110 |
| Вага фільтра після відбору проби, Р2 (мг) – | 120 |
| Об'ємна швидкість відбору проби, Qt (л/хв) – | 10 |
| Час відбору проби, Т (хв) – | 15 |
| Температура повітря в приміщенні, t (оС) – | 15 |
| Барометричний тиск, В (мм.рт.ст.) – | 760 |
| Склад пилу – | Алюміній |
| ГДК пилу (мг/м3) – | 2,00 |

Розрахунок концентрації пилу роблять за формулою:

,

де Сп – концентрація пилу (мг/м3);

Vo – обсяг пропущеного через фільтр повітря, приведеного до нормальних умов (м3).

Обсяг повітря, приведений до нормальних умов, визначається за формулою:

,

де Vt – обсяг пропущеного через фільтр повітря при даній температурі повітря (t°) і фактичному атмосферному тиску (В), м3.

Обсяг пропущеного через фільтр повітря (Vt) визначається по формулі:



де Т – час відбору проби повітря, хв;

Qt – об'ємна швидкість протягування повітря через фільтр.



 мг/м3.

Висновок:

При оціночному розрахунку було визначено оцінку вмісту пилу у повітрі виробничого приміщення. Визначено, що фактична концентрація алюмінію у повітрі виробничого приміщення перевищує гранично допустиму концентрацію.

Виходячи з цього необхідно провести заходи щодо зниження забруднення, такі як:

- герметизація устаткування і технологічних процесів;

- заміна роботи з застосуванням сухих матеріалів роботою зі зволоженими

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

54

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

матеріалами (мокре шліфування замість сухого);

- ретельне систематичне прибирання приміщення вологим способом або з застосуванням пилососів;

- попередні і періодичні медичні огляди;

- санітарно-технічна пропаганда і навчання безпечним методам роботи;

- використання вентиляції, кондиціонування і очищення спеціальними фільтрами.

**6.4. Основи техніки безпеки на виробництві.**

**Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання**

**і технологічних процесів**

Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання та виробничих процесів встановлені ГОСТ 12.2.003-91 і ГОСТ 12.3.002-75. Безпека виробничих процесів в основному визначається безпекою виробничого обладнання [22, 23, 24, 27].

Виробниче обладнання повинно відповідати наступним вимогам:

1) забезпечувати безпеку працюючих при монтажі (демонтажі), введення в експлуатацію та експлуатації як у випадку автономного використання, так і у складі технологічних комплексів при дотриманні вимог (умов, правил), передбачених експлуатаційною документацією. Всі машини і технічні системи повинні бути травмо-, пожежо- і вибухобезпечними; не бути джерелом виділення парів, газів, пилу в кількостях, що перевищують на робочих місцях встановлені норми; генеровані ними шуми, вібрації, ультра-та інфразвук, виробничі випромінювання не повинні перевищувати допустимі рівні;

2) мати органи управління і відображення інформації, відповідні ергономічними вимогам, і розташовуватися таким чином, щоб користування ними не приводило до підвищеної стомлюваності, що є однією з визначальних причин травматизму. Зокрема, органи управління повинні бути в зоні досяжності оператора; зусилля, які необхідно до них прикладати, повинні відповідати фізичним можливостям людини; рукоятки, штурвали, педалі, кнопки і тумблери повинні бути спрофільовані таким чином, щоб вони

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

55

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

були максимально зручні у використанні. Число і розрізнення засобів відображення інформації повинні враховувати можливості оператора по її сприйняття і не приводити до необхідності через-мірної концентрації уваги;

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

56

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

3) мати систему управління обладнанням, що забезпечує надійне і безпечне її функціонування на всіх передбачених режимах роботи устаткування і при всіх зовнішніх впливах в умовах експлуатації. Система управління повинна виключати створення небезпечних ситуацій через порушення працюючими послідовності керуючих дій.

Основними вимогами безпеки до технологічних процесів є наступні:

• усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що надають шкідливу дію;

• заміна технологічних процесів та операцій, пов'язаних з виникненням травмонебезпечних і шкідливих виробничих факторів, процесами і операціями, при яких зазначені фактори відсутні або мають меншою інтенсивністю;

• комплексна автоматизація та механізація виробництва, застосування дистанційного керування технологічними процесами та операціями за наявності травмонебезпечних і шкідливих виробничих факторів;

• герметизація обладнання;

• застосування засобів колективного захисту працюючих;

• раціональна організація праці та відпочинку з метою профілактики монотонності і гіподинамії, а також обмеження важкості праці;

• своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних виробничих-них факторів на окремих технологічних операціях;

• впровадження систем контролю та управління технологічним процесом, які забезпечують захист працюючих та аварійне відключення виробничого обладнання;

• своєчасне видалення і знежирення відходів виробництва, що є джерелами травмонебезпечних і шкідливих виробничих факторів, забезпечення пожежовибухобезпеки.

**6.5. Основи пожежної безпеки.**

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

57

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

**Пожежна безпека**

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, яке призводить до матеріальної шкоди [22, 23, 24].

Пожежна безпека – стан об’єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону «Про пожежну безпеку» [28].

Небезпечними факторами пожежі і вибуху, які можуть призвести до травми, отруєння, загибелі або матеріальних збитків є відкритий вогонь, іскри, підвищена температура, токсичні продукти горіння, дим, низький вміст кисню, обвалення будинків і споруд.

Протипожежна профілактика – це комплекс організаційних і технічних заходів, які спрямовані на здійснення безпеки людей, на попередження пожеж, локалізацію їх поширення, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

Горіння – це процес окислення який супроводжується інтенсивним виділенням тепла і променевої енергії.

Горіння виникає коли є горюча речовина, окислювач та джерело запалювання. Окислювачами можуть бути кисень повітря, бертолєтова сіль,пероксид натрію, азотна кислота,хлор, фтор, бром, окисли азоту, тощо .

Горіння може бути повним і неповним. Повне – при достатній або надлишковій кількості окислювача і при такому горінні виділяються натоксичні речовини.

Вибух – швидке перетворення речовин (вибухове горіння), яке супроводжується виділенням енергії і утворенням ударної хвилі. Ударна хвиля поширюється перед фронтом полум’я із швидкістю звуку 330 м/с [28].

Первинні засоби гасіння пожежі:

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

58

РДБ.ТЛ 141.09 ПЗ

• внутрішні пожежні крани;

• відра, кошми, лопати, пісок;

• вогнегасники.

Існують два способи гасіння пожеж: фізичний та хімічний.

До фізичних способів припинення горіння відносяться:

• охолодження зони горіння або горючих речовин;

• розбавлення реагуючих речовин в зоні горіння негорючими речовинами;

• ізоляція реагуючих речовин від зони горіння.

Хімічний спосіб припинення пожежі – це хімічне гальмування реакції горіння. До основних засобів гасіння пожежі (з допомогою яких здійснюється той чи інший спосіб припинення горіння) відносяться:

• вода (у вигляді струменя або у розпиленому стані);

• інертні гази (вуглекислий газ, азот);

• піни хімічні та повітряномеханічні;

• порошкові суміші;

• покривала з брезенту та азбесту.

Вибір тих чи інших способів та засобів гасіння пожеж визначається в кожному конкретному випадку залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загорянь, особливостей горіння речовин та матеріалів.

Висновки: у даному розділі дипломної бакалаврської роботи розглянуто загальні питання охорони праці і техніки безпеки на робочих місцях проектування пристрою блокування подачі піску у стрілочних переводах, загальних наукових основ безпечних методів роботи, по створенню безпечних та комфортних умов праці, спрямованих на збереження здоров’я і працездатності людини у процесі трудової діяльності, проведена оцінка вмісту пилу у повітрі виробничого приміщення.

**ВИСНОВОК**

Виконана дипломна робота присвячена створенню адаптивної системи охолодження гальмівних поверхонь тертя.

У виконаній дипломній роботі проаналізовано стратегічні принципи розвитку залізничного транспорту, намічені Міжнародним союзом залізниць. На підставі експертного оцінювання виділені найбільш значущі кластери напрямків досліджень. Відповідність напряму дослідження пріоритетам стратегічного розвитку в значній мірі визначає його перспективи розвитку та впровадження у виробництво. Ефективність гальмових засобів є однією з найважливіших умов, які визначають можливість підвищення ваги та швидкості руху поїздів, пропускної і провізної спроможності залізних доріг. Від властивостей і стану гальмового обладнання рухомого складу в значній мірі залежить безпека руху. Згідно з пріоритетними напрямами розвитку міжнародної залізничної системи розроблена система методів підвищення енергоефективності та безпеки руху за рахунок управління фрикційною передачею «колесо-рейка», управління трибологічними і теплофізичними процесами фрикційних елементів гальм. Запобігання юзу, надійність екстреного гальмування, забезпечення стабільного коефіцієнта зчеплення колеса з рейкою - важливі завдання, вирішення яких сприятиме значному зниженню ризику виникнення аварійних ситуацій, що призводять до негативних екологічних наслідків. Методологія запропонованих інноваційних методів управління температурою гальмових фрикційних поверхонь сприятиме подальшому розвитку високошвидкісного руху локомотивів.

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

59

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт*.*

## Н. Контр.

## Затверд*.*

Висновок

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

**ЛІТЕРАТУРА**

## Зм.

## Арк.

## № докум.

## Підпис

## Дата

## Аркуш

60

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

## Розроб.

## Перевір.

## Консульт.

## Н. Контр*.*

## Затверд.

Література

Літ.

## Аркушів

ВНУ им. В.Даля

7

СНУ ім. В. Даля

Кафедра ЗА ТПТМ

1. Горбунов М.І. Аналіз технічних рішень по підвищенню енергорозсіючої спроможності елементів гальмових систем / М.І. Горбунов, К.О. Кравченко, О.В. Просвірова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: в 2 - х ч. Ч.1. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013 – № 18(207) – С. 57-61.
2. Горбунов М.І. Технічні рішення по стабілізації температури фрикційних елементів гальм / М.І. Горбунов, К.О. Кравченко, О.С. Ноженко, О.В. Просвірова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля:– Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2013 – № 4(193) – С. 68 – 72.
3. Лапидус Б.М. Приоритетные направления железнодорожных исследований в рамках глобальной экономики / Б.М. Лапидус // Бюллетень ОУС ОАО «РЖД». №5, 2013. – С. 1-10.
4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 45058 від 06.08.2012. Комп’ютерна програма «Прийняття рішень у задачах залізничного транспорту з використанням методу експертних оцінок» / Горбунов М.М., Ковтанець М.В., Кравченко К.О., Просвірова О.В.
5. Пат. 91595 Україна МПК (2014.01): F16D 69/00. Спосіб взаємодії гальмівної колодки із колесом залізничного транспортного засобу / Горбунов М.І., Кравченко К.О., Ноженко В.С., Просвірова О.В.,; заявник і власник СНУ ім. В.Даля. – опубл. 10.07.2014, бюл. № 13/2014.
6. Пат. 109064 Україна МПК (2015.01): B61H 1/00, F16D 65/04 (2006.01), F16J 3/00. Спосіб гальмування локомотива та система для його здійснення / Горбунов М.І., Кравченко К.О., Просвірова О.В., Слюсарева Л.О.; заявник і власник СНУ ім. В.Даля. – опубл. 10.07.2015, бюл. № 13/2015.
7. Горбунов Н.И. Методология инновационного развития железнодорожного транспорта / Н.И. Горбунов, М.В. Ковтанец, Р.Ю. Дёмин // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2014. – № 3 (210). – С. 22-28.

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

61

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

1. Горбунов Н.И. Обеспечение безопасности эксплуатации железнодорожных транспортных средств созданием инновационных решений песочной системы локомотива / Н.И. Горбунов, М.В. Ковтанец, Н.Н. Горбунов, В.С. Ноженко, Е.А. Кравченко // Наукові вісті Далівського університету.
2. Маловічко В.В. Підвищення ефективності технічного обслуговування стрілочних переводів шляхом автоматизації контролю їх параметрів: автореф. дис. На здобуття наукового ступеню к.т.н.: 24.01.2011 / В.В. Маловічко. Дніпропетровськ, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, 2011. – 20 с.
3. Каменский В.Б. Справочник дорожного мастера и бригадира пути / В.Б. Каменский, Л.Д. Горбов. – М.: Транспорт, 1985. – С. 215-218.
4. Даніленко Е.І. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України / Е.І. Даніленко, В.О. Яковлєв, A.M. Орловський, М.І. Карпов та інші. - К.: Транспорт України, 2006. – 336 с.
5. Леонов А.А. Техническое обслуживание автоматической локомотивной сигнализации / А.А. Леонов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 255 с.
6. Брылеев А.М. Автоматическая локомотивная сигнализация и авторегулировка / А.М. Брылеев и др. – М.: Транспорт, 1981. – 320 с.
7. Кулиш М.Л. Измерение магнитной индукции в рельсовом стыке / М.Л.Кулиш. – Автоматика, связь, информатика, 2005, № 11.
8. Закон України «Про охорону праці», №229-IV від 21.11.2002 р.
9. Закон України «Про загальнообов’язкове державне соціальне

страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», № 1105-XIV від 23.09.99. Основи охорони праці: Підручник. / За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

1. Голубенко О.Л. Охорона праці у машинобудівному виробництві:

Зм.

Арк..

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

62

РДБ.ТЛ-141.09 ПЗ

Підручник / Голубенко О.Л., Касьянов М.А., Гунченко О.М., Кожин В.М., Медяник В.О., Сало B.I., Гапонов В.В. – Луганськ: Вид-во СНУ iм. В.Даля, 2010. – 456 с.

1. Охрана труда в машиностроении. Учебник для вузов. Под ред.

Е.А. Юдина. – М.: Машиностроение, 1983. – 423 с.

1. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних

понять. – К.: Держстандарт, 1999. – 19 с. Введено в дію наказом Держстандарту України від 26.03.1999 р. № 164.

1. ГОСТ 12.1.007-88. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и

общие требования безопасности.

1. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие

требования безопасности.

1. Конспект лекцій з дисципліни «Основи охорони праці» (для

студентів усіх напрямів підготовки) / Укл. В.М. Кожин, В.Є. Александров, І.В. Савченко. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – 164 с.