

Дніпропетровський державний технічний університет  
залізничного транспорту

АФАНАСОВ  
Андрій Михайлович

629.4.027.4  
УДК ~~629.4.082.053~~

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЗМАЩУВАННЯ  
ГРЕБЕНІВ КОЛІС ЛОКОМОТИВІВ

Спеціальність 05.22.07 – рухомий склад залізниць і тяга поїздів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук



Дніпропетровськ - 1999

НТБ  
ДНУЗТ

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі електрорухомого складу Дніпропетровського державного технічного університету залізничного транспорту, Міністерства транспорту України

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент  
Гетьман Геннадій Кузьмич,  
Дніпропетровський державний технічний  
університет залізничного транспорту,  
доцент кафедри електрорухомого складу.

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор  
Данович Віктор Данилович,  
Дніпропетровський державний технічний  
університет залізничного транспорту, завідувач  
кафедри колії та колійного господарства;

- кандидат технічних наук  
Марченко Дмитро Миколайович,  
Східноукраїнський державний університет,  
старший викладач кафедри залізничного транспорту.

Провідна установа - Харківська державна академія залізничного транспорту,  
кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу.

о 14 годині на  
Дніпропетровському  
транспорту за  
на, 2.

Дніпропетровського  
порту.

Боднар Б.Є.

НТБ  
ДНУЗТ

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність проблеми.** Сучасний стан проблеми "колесо-рейка" диктує жорсткі вимоги до систем автоматичного змащування гребенів, якими є:

- необхідна міра зниження інтенсивності зношування гребенів коліс і рейок;
- мінімальна питома витрата мастильних матеріалів;
- автоматичне регулювання подачі мастила без втручання локомотивної бригади;
- відсутність забруднення мастилом екіпажної частини локомотива та зниження протибоксовочних властивостей локомотива.

Незважаючи на високу ефективність застосування лубрикації, зафіксовану при експлуатаційних випробуваннях ряду систем автоматичного змащування, докорінно проблема наднормативної інтенсивності зносу гребенів коліс і рейок на мережі залізниць України не вирішена. Причиною цього є як достатньо низька надійність існуючих приладів подачі мастила, так і зайве спрощення алгоритмів управління лубрикаторами.

Останнє приводить до надмірної витрати мастила, значного забруднення ним екіпажної частини локомотивів, збільшує ймовірність боксування. Передічені фактори суттєво погіршують умови експлуатації та технічного обслуговування як самих змащуючих приладів, так і всієї екіпажної частини локомотивів, є причиною частих відмов від використання лубрикації з боку локомотивної бригади та ускладнюють широке впровадження гребнезмащувачів.

Розробка та впровадження систем автоматичного управління, що забезпечують раціональний режим змащування, дозволить значно підвищити ефективність гребнезмащувачів і знизити інтенсивність зношування гребенів рухомого складу і рейок на залізницях України.

Таким чином, дослідження в галузі оптимізації режимів змащування гребенів, розробка і впровадження систем автоматичного управління локомотивними лубрикаторами є актуальними.

Актуальність виконаних досліджень підтверджується внесенням їх до "Програми науково-дослідницьких і дослідно-конструкторських робіт з проблеми зниження інтенсивності ненормальних зносів пари колесо-рейка, підвищення надійності та довговічності рейок і колісних пар рухомого складу", що реалізується Укрзалізницею з 1995р.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка, дослідження і практична реалізація системи автоматичного управління локомотивними лубрикаторами з поширеними функціональними можливостями та раціональним алгоритмом регулювання, що забезпечує необхідну міру зниження інтенсивності зношування гребенів коліс рухомого складу і рейок.

Поставлена мета досягається рішенням слідуючих задач:

- встановлення міри впливу параметрів плану колії та режимів руху на інтенсивність зносу гребенів колісних пар локомотива, а також доцільності введення в алгоритм управління подачею мастила цих параметрів в якості керуючих;

6015a

НТБ  
ДНУЗТ

визначення раціональної величини необхідного ступеня зниження інтенсивності зносу гребенів;

встановлення характеристик приладів і систем подачі мастила як об'єктів регулювання;

розробка математичних моделей кінетики змащувальних шарів в контакті гребеня колеса з рейкою та поза контактом;

- розробка раціонального алгоритму подачі мастила і системи автоматичного управління за даним алгоритмом;

розробка методики вибору раціональних параметрів управління лубрикаторами;

- розробка методики інтервальної оцінки ефективності системи автоматичного змащування гребенів, проведення лабораторних та експлуатаційних випробувань розробленої системи автоматичного управління.

#### **Наукова новизна одержаних результатів:**

- запропоновано та науково обгрунтовано раціональний алгоритм змащування гребенів, що враховує параметри плану колії, напрямок і швидкість руху локомотива, а також зміну в'язкості мастила при коливаннях температури навколишнього середовища;

запропоновано методику визначення раціональної величини ступеня зниження інтенсивності зношування гребенів, що забезпечує відсутність технологічного зносу бандажу локомотива;

розроблені математичні моделі кінетики змащувальних шарів на вільній поверхні гребеня і в контакті його з рейкою, що дозволяють оптимізувати параметри управління змащувачами;

- розроблена методика вибору раціонального періоду ввімкнення лубрикаторів по величині пройденого шляху, а також параметрів елементів температурної компенсації режимів змащування;

- отримані універсальні характеристики регулювання питомої подачі мастила для узагальненого алгоритму управління, як за величиною пройдені відстані, так і за часом;

запропоновано методику інтервальної оцінки ефективності системи автоматичного змащування гребенів;

розроблена система автоматичного управління локомотивними лубрикаторами з розширеними функціональними можливостями і раціональним алгоритмом регулювання подачею мастила; запропоновано нові технічні рішення генераторів імпульсів, датчика кривої, датчика відстані та напрямку руху.

**Практичне значення одержаних результатів.** При виконанні наукової роботи було розроблено і виготовлено ряд модифікацій систем автоматичного змащування гребенів для локомотивів серій: ВЛ8, ВЛ80, ЧС2, 2ТЭ116, ЧМЭЗ, 2М62, які були випробувані у різних умовах експлуатації. Експериментальними системами автоматичного змащування гребенів було обладнано тяговий рухомий склад ряду локомотивних депо Придніпровської та Одеської залізниць. Досягнуто зниження

інтенсивності зношування гребенів колісних пар локомотивів в 2 - 4 рази. Створений гребнезмащувач ГС2 рекомендовано Укрзалізницею в 1997р. до впровадження на всій мережі залізниць України.

**Апробація роботи.** Основні положення дисертаційної роботи докладені, обговорені і схвалені на:

- IX Міжнародній конференції "Проблеми механіки залізничного транспорту", 1996р.

Нараді представників Укрзалізниці, залізниць та наукових організацій України, 26.12.1995р.

- Засіданні секції Головного управління локомотивного господарства техніко-економічної ради Укрзалізниці, 26.06.1997р.

НТС Придніпровської залізниці та наукових семінарах кафедри Електрорухомого складу ДІІТу.

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в 8 наукових статтях, авторському посвідченні СРСР та двох тезах міжнародної конференції. Статті опубліковані в виданнях, які входять до затвердженого ВАК України переліку наукових видань.

**Особистий внесок здобувача.** В співавторстві опубліковано одну статтю, авторське посвідчення і тези міжнародної конференції. В роботах [2] і [11] автором було зібрано та оброблено статистичні данні про знос гребенів колісних пар локомотивів, а в роботі [9] запропоновано систему автоматичного управління гребнезмащувачами.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, висновку, списку літератури і додатка. Містить 150 сторінок основного машинописного тексту, 56 рисунків, 28 таблиць, список літератури із 130 найменувань, 10 сторінок додатків. Усього 210 сторінок.

У вступі обґрунтована актуальність роботи, сформульовані мета і задачі дослідження, приведено її основні положення та результати, показана наукова новизна та визначено практичне значення результатів досліджень.

У першому розділі приведено стислий огляд досліджень, пов'язаних з проблемою зносу гребенів коліс рухомого складу і рейок, охарактеризовано сучасний стан проблеми, приведено аналіз причин наднормативного зносу пари колесо-рейка і засобів його зниження, в тому числі шляхом змащування. Показано, що причина зростання темпу зносу гребенів і рейок є комплексною і містить у собі цілий ряд окремих факторів. З них особливої уваги заслуговує відсутність "природного" змащування рейок, яка виникла після переведу рухомого складу на підшипники кочення, завершення якого співпало за часом зі спалахом інтенсивності зношування пари колесо-рейка.

Шляхом критичного аналізу існуючих систем автоматичного управління локомотивними лубрикаторами показано, що використані у них алгоритми регулювання подачею мастила відзначаються надмірною спрощеністю, а самі системи управління потребують суттєвого розширення їх функціональних можливостей.

У другому розділі приведено аналіз основних факторів, що визначають інтенсивність зношування гребенів колісних пар локомотивів і бокових граней рейок, що можуть бути враховані алгоритмом управління лубрикаторами.

В аналізі розглянуто вплив на фактор зносу кривизни рейкової колії в плані, положення колісної пари в екіпажі, величини тягового і гальмового зусиль локомотива, а також швидкості руху.

Аналіз проводився за найбільш відомими критеріями фактору зносу з використанням результатів теоретичних і експериментальних досліджень у галузі взаємодії колії та рухомого складу.

З усіх розглянутих факторів в якості тих, що повинні враховуватися алгоритмом управління лубрикаторами, визначені кривизна колії в плані та положення колісної пари в екіпажі локомотива, так як їх вплив на інтенсивність зносу пари колесо-рейка є найбільш значним.

Одержані висновки підтверджені результатами статистичного аналізу інтенсивності зносу гребенів, приведеними в даному розділі.

Розроблено методику визначення оптимальної величини ступеня зниження інтенсивності зношування гребенів, що базується на умові досягнення відсутності технологічного зносу локомотивного бандажу.

**Третій розділ** присвячено розробці і науковому обґрунтуванню алгоритму управління змащуючими приладами, а також створенню теоретичних передумов до оптимізації режимів змащування. З цією метою були проведені теоретичні та експериментальні дослідження кінетики змащувальних шарів на поверхні гребеня, характеристик приладів і систем подачі мастила, виконано теоретичний аналіз регулюючих властивостей систем управління лубрикаторами.

Внаслідок аналізу кінетики змащувальних шарів розроблені математичні моделі, що описують рух мастила по вільній поверхні гребеня під дією відцентрової сили, а також процеси переносу мастила з гребеня на рейку при їх контактуванні в кривій.

Зміна товщини змащувального шару при контактуванні гребеня колеса з рейкою описується виразом

$$h_n = h_0 \prod_{i=0}^{n-1} [1 - a_i/(2A)], \quad (1)$$

де  $n$  - число обертів колеса;

$h_n$  - товщина змащувального шару;

$h_0$  - початкова товщина змащувального шару;

НТБ  
ДНУЗТ

$a_i$  - ширина зони контакту бокової грані рейки з мастилом;

$A$  - ширина змащувального шару на поверхні гребеня.

На основі розроблених моделей отримано графіки залежності товщини змащувального шару від відстані, яку проходить колесо по зовнішній нитці кривої при увімкненому та вимкненому змащуючому приладі.

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень характеристик приладів і систем подачі мастила отримана універсальна залежність продуктивності розпилювачів від в'язкості мастила, а також залежності тривалості затримки розпилення і зворотного витікання мастила в ємкість від тиску, що створюється розпилювачем, і геометричних параметрів маслопроводу. Тривалість затримки розпилення мастила, що обумовлена обмеженням швидкості заповнення ним маслопроводу, визначається виразом

$$t_{зп} = 16 l_{мп}^2 \nu / (H g d^2), \quad (2)$$

де  $l_{мп}$  - довжина маслопроводу;

$\nu$  - в'язкість мастила;

$H$  - тиск, що створюється розпилювачем;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$d$  - діаметр маслопроводу.

Метою теоретичного аналізу регулюючих властивостей системи управління було визначення можливостей і обмежень регулювання питомої подачі мастила параметрами системи управління. В аналізі розглядався узагальнений змішаний алгоритм управління як за величиною пройденої відстані, так і за часом. Внаслідок аналізу отримана універсальна залежність питомої подачі мастила від швидкості руху та періоду спрацювання системи змащування

$$M = f(S_0, V), \quad (3)$$

де  $M$  - питома подача мастила;

$S_0$  - період увімкнення змащуючих приладів по величині пройденого шляху;

$V$  - швидкість руху.

Запропоновано методику чисельного дослідження універсальної характеристики  $M(S_0, V)$  в трьох ортогональних площинах проєкцій.

На підставі результатів проведених досліджень розроблено і науково обгрунтовано раціональний алгоритм управління лубрикаторами, а також запропоновано функціональну схему, що забезпечує управління за даним алгоритмом.

Система автоматичного управління містить відповідно до схеми, приведеної на рис. 1, датчик пройденої відстані ДП, датчик швидкості ДС, дільник частоти ДЧ, генератор імпульсів ГИ, датчик напрямку руху ДН, датчик кривої ДК, підсилювачі  $У_1$ - $У_4$ , електричні приводи змащуючих приладів  $ЭП_1$ - $ЭП_4$  та логічні елементи, що зв'язують між собою перелічені блоки відповідно до логіки управління. Схема

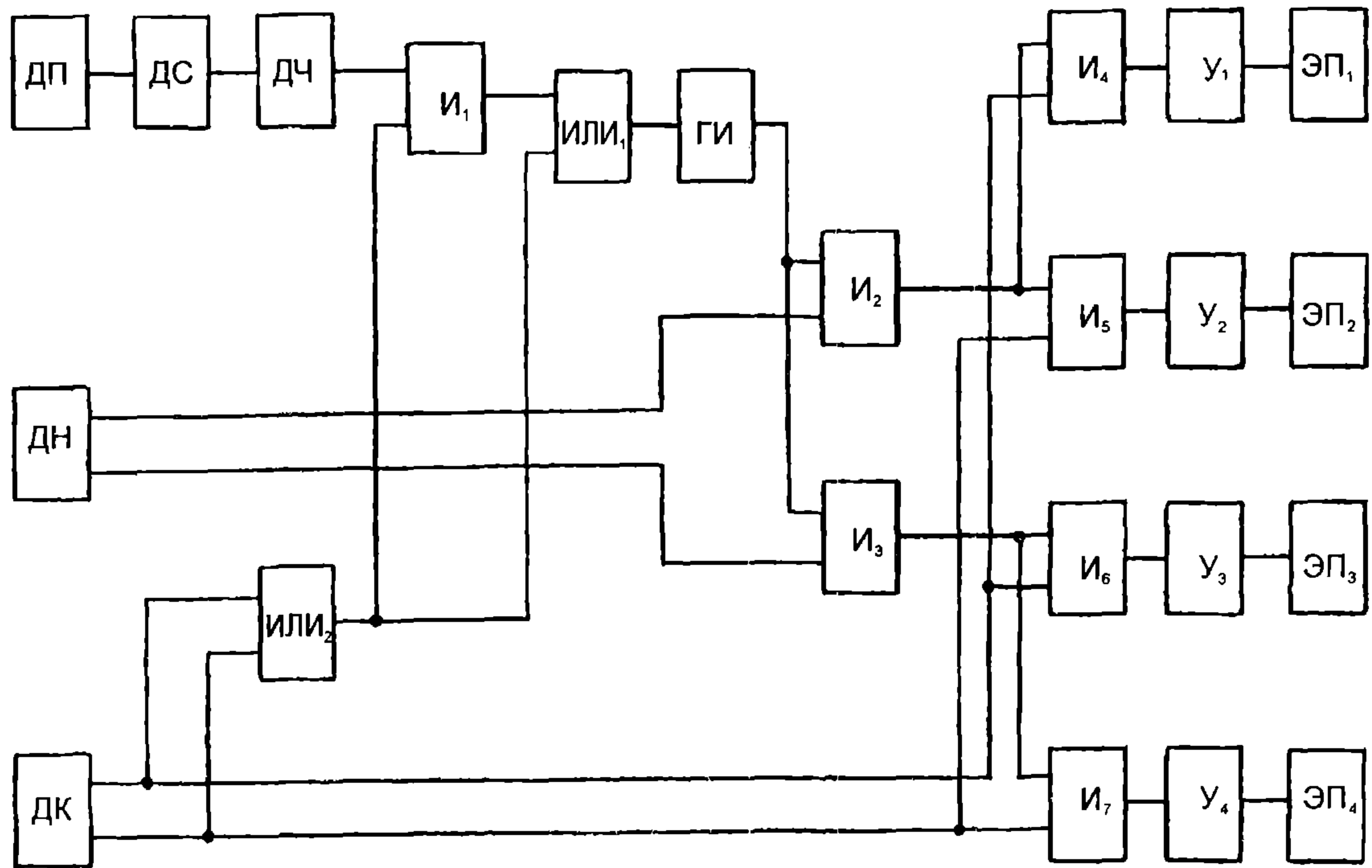


Рисунок 1 - Функціональна схема системи автоматичного управління

забезпечує подачу мастила в кривій на гребінь колеса, що рухається по зовнішній рейці, передньої по напрямку руху колісної пари кожній секції.

Синхронізація подачі мастила по величині пройденої відстані забезпечується датчиком відстані, а періодичність увімкнення лубрикаторів регулюється дільником частоти. Датчик швидкості забезпечує відключення змащуючих приладів при низьких швидкостях руху локомотива. Асинхронний запуск генератора імпульсів на початку кожної кривої забезпечується зв'язком виходу датчика кривої зі входом генератора через логічні елементи ИЛИ<sub>1</sub>, ИЛИ<sub>2</sub>.

У четвертому розділі запропоновано схемні рішення блоків системи автоматичного управління, а саме: генератора імпульсів, датчика кривої, датчика пройденої відстані та напрямку руху, дільника частоти.

Генератор імпульсів виконано за функціональною схемою, що забезпечує змішаний алгоритм управління (рис. 2), та містить два одновібратора ОВ<sub>1</sub>, ОВ<sub>2</sub>, перший з яких формує робочий імпульс тривалістю  $t_1$ , а другий - тривалість  $T$  несприйнятливою до впливу вхідних імпульсів стану генератора. Кожний одновібратор має два входи запуску, від вибору яких залежать тривалість імпульсів. При запуску генератора від датчика пройденої відстані тривалість імпульса  $t_1$  дорівнює необхідній тривалості розпилення  $t_p$ . При запуску генератора від датчика кривої тривалість  $t_1$  більше на величину  $t_{сп}$ .

До схеми генератора входить напівпровідниковий терморезистор, що забезпечує постійність порції наносимого мастила при коливаннях температури та змінах в'язкості мастила.

Датчик кривої виконано за функціональною схемою, яка приведена на рис. 3, і містить два датчика повороту візка ДПТ<sub>1</sub>, ДПТ<sub>2</sub>. Така логічна схема датчика кривої дозволяє знизити ймовірність його помилкового спрацьовування приблизно в 5 разів.

Датчик повороту візка виконано з використанням герметизованих магнітокермованих контактів (рис. 4).

Відсутність жорсткого механічного контакту кузова локомотива з корпусом датчика, розміщеного на рамі візка, дозволила значно підвищити надійність і ресурс датчика в порівнянні з відомими прототипами.

Датчики пройденої відстані та напрямку руху виконано у вигляді одного прилада, виконуючого обидві функції одночасно. Датчик виконано безконтактним, герконовим (рис. 5). Напрямок руху визначається електронною схемою по черговості замикання герконів у залежності від напрямку обертання приводу швидкостеміру.

Датчик швидкості являє собою пороговий прилад у вигляді цифрового фільтру високої частоти, а дільник частоти виконано на базі цифрового лічильника з дешифрованим виходом і дозволяє регулювати періодичність увімкнення лубрикаторів по величині пройденої відстані в межах 66-297 м з інтервалом 33 м.

П'ятий розділ присвячено розробці методик вибору раціональних параметрів управління лубрикаторами і формування характеристики елементів температурної компенсації генератора імпульсів.

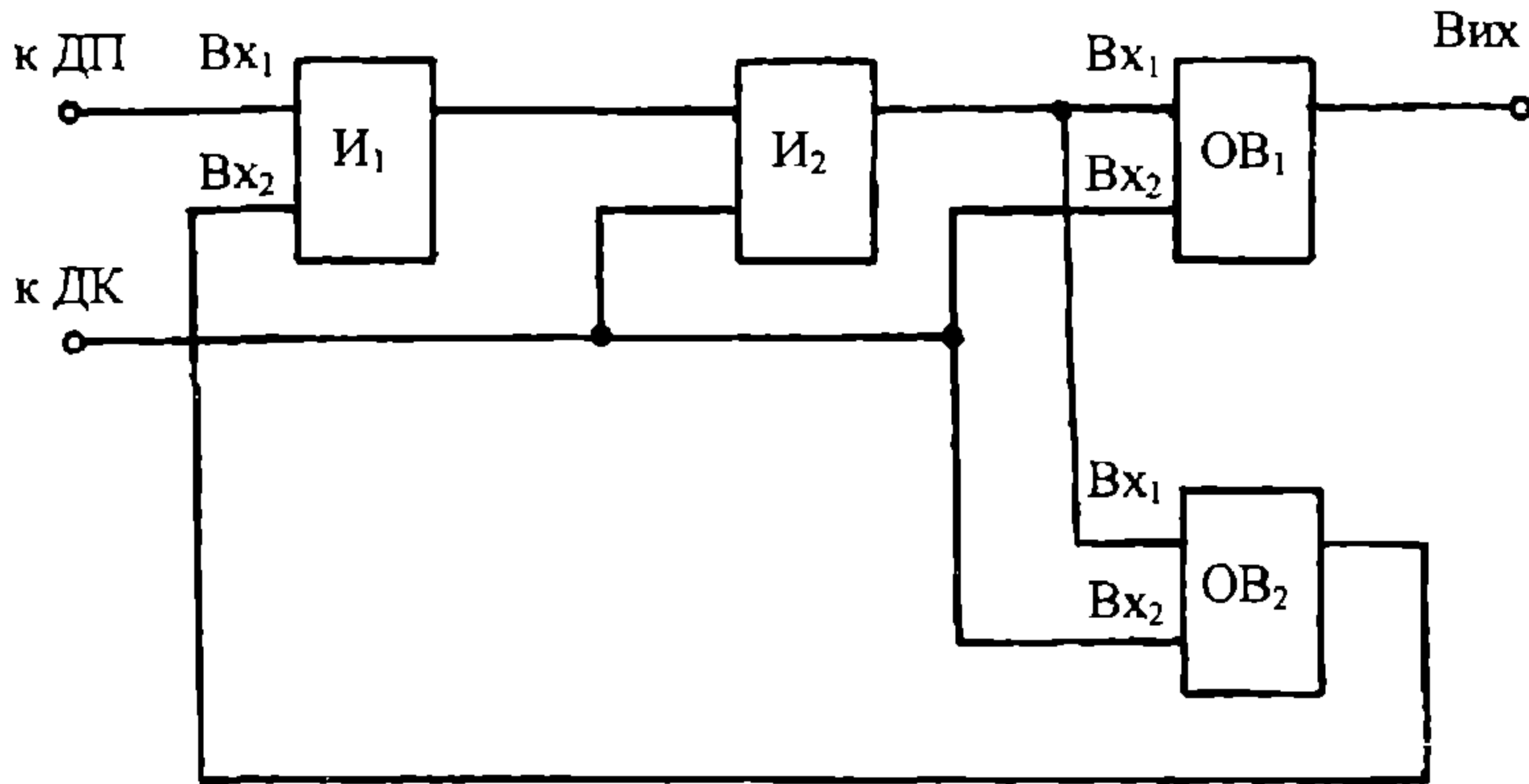


Рисунок 2 - Функціональна схема генератора імпульсів

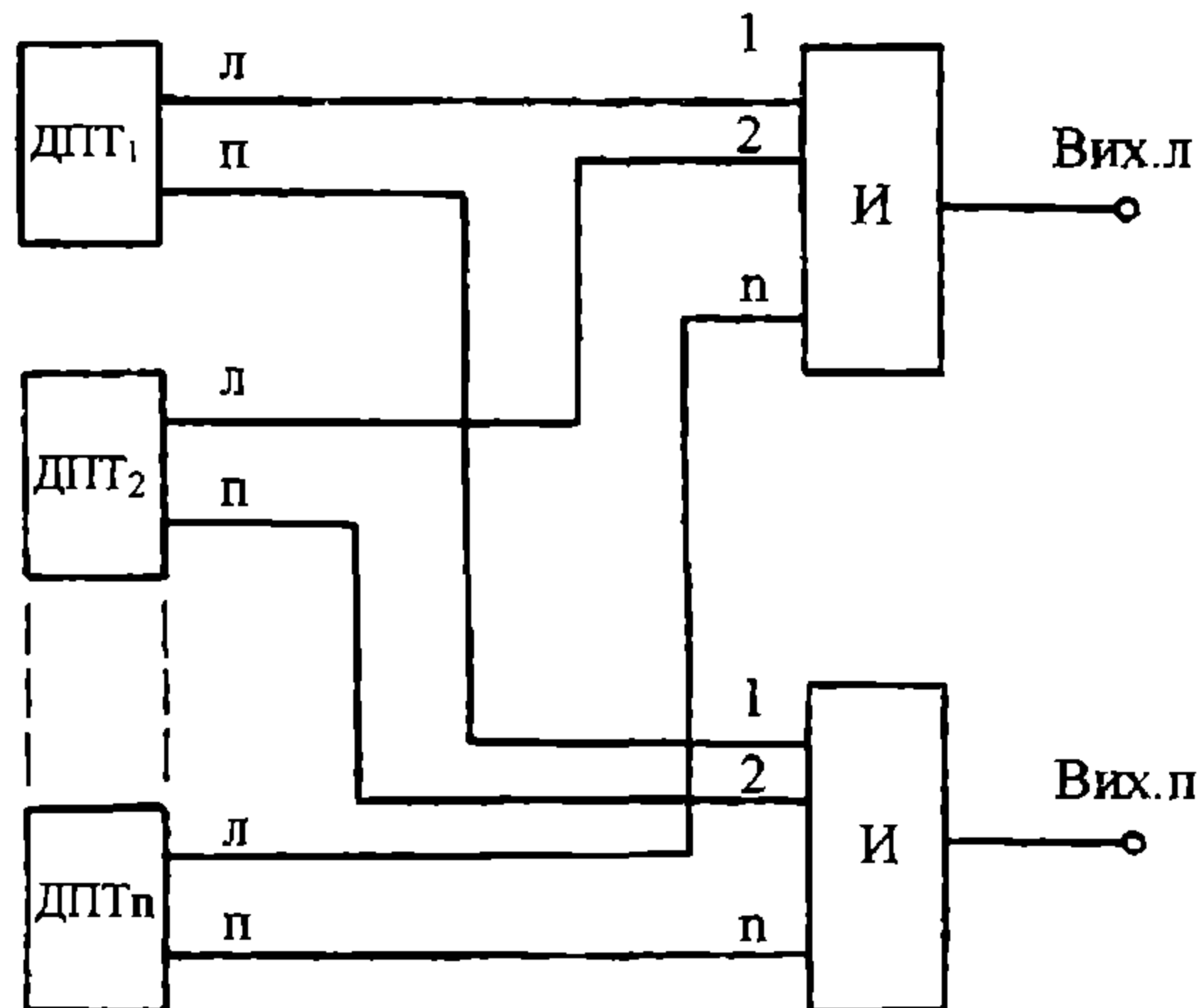
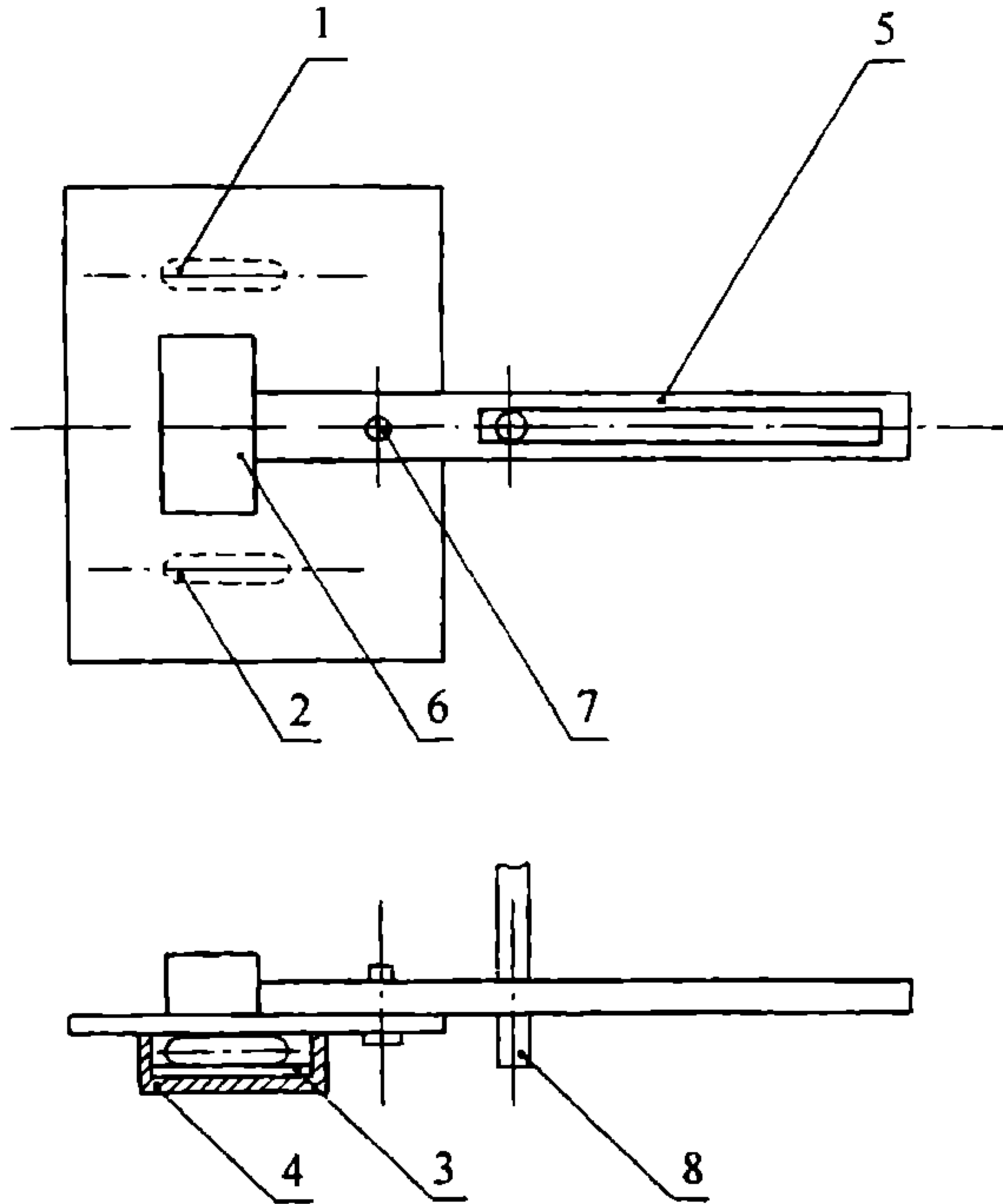
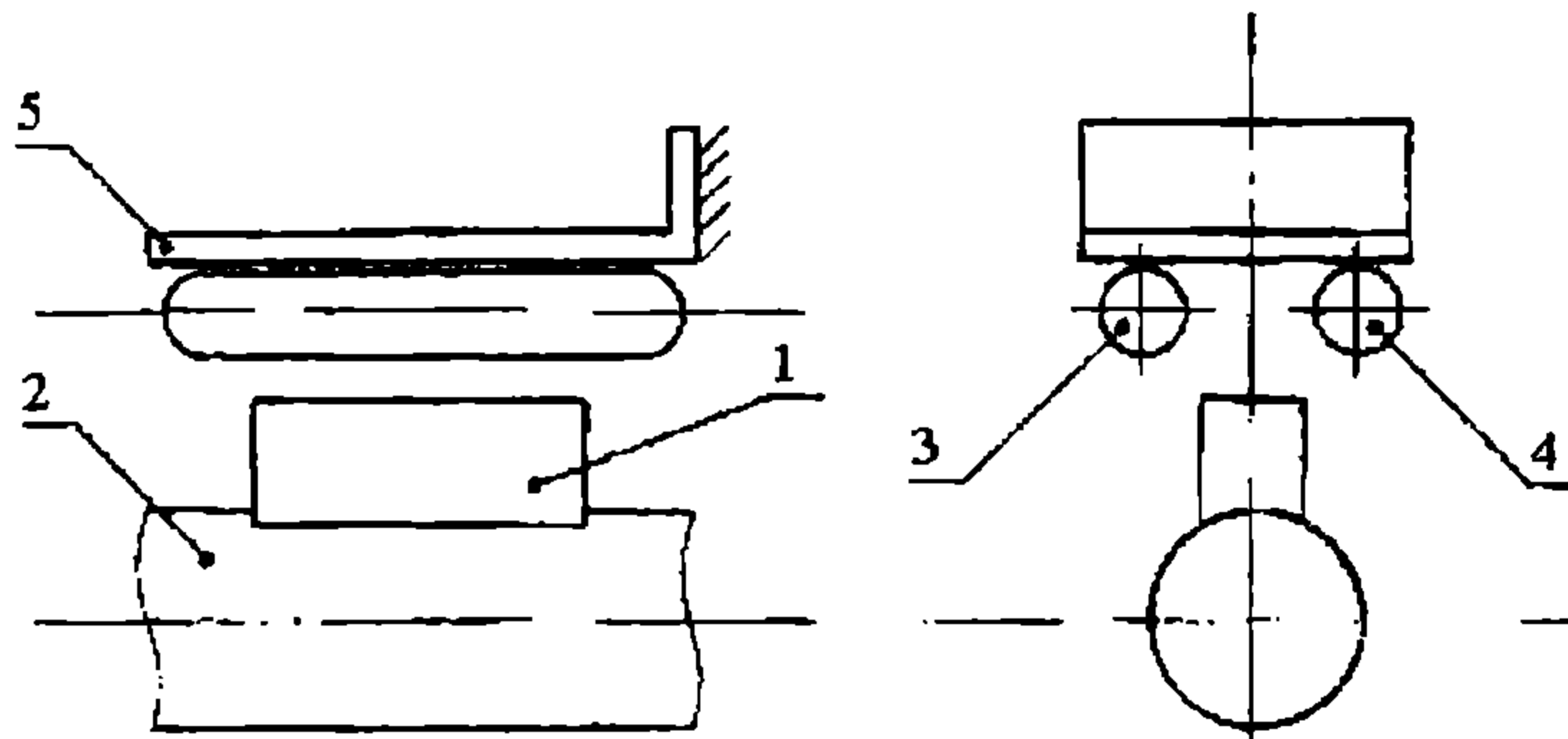


Рисунок 3 - Функціональна схема датчика кривої



1, 2 – герконы; 3 – плата; 4 – корпус; 5 – двуплечий важіль;  
6 – постійний магніт; 7 – вісь обертання; 8 – стержень.

Рисунок 4 - Конструкція датчика повороту візка



1 – постійний магніт; 2 – вал привода швидкостеміру; 3, 4 – герконы;  
5 – кронштейн.

Рисунок 5 - Конструкція датчика пройденої відстані та напрямку руху

Запропоновано вирази для визначення раціональних значень порції мастила  $Q_1$ , тривалості робочого імпульсу  $t_i$  та часу несприйнятливого стану генератора  $T$ .

Раціональний період увімкнення змащувачів  $S_0$  знаходиться по схемі, наведеній на рис. 6, як

$$S_0 = S_p + S_{всу}, \quad (4)$$

де  $S_p$  і  $S_{всу}$  - відстані, пройдені локомотивом відповідно за час розпилення мастила  $t_n$  та при вимкненому стані приладів змащування.

Криві  $h(S_p)$  і  $h(S_{всу})$ , які визначають товщину шару мастила, будуються по математичним моделям кінетики змащувальних шарів, наведеним у третьому розділі.

З допомогою запропонованих моделей одержані залежності раціонального періоду увімкнення лубрикаторів  $S_0$  від швидкості руху в кривій та продуктивності розпилювачів. Мінімальна товщина шару мастила  $h_{\min}$  одержана з точки зору утворення в контактї гребеня колеса з рейкою умови граничного тертя, що забезпечує достатній ступінь зниження інтенсивності зношування.

Методика формування характеристики елементів температурної компенсації засновується на досягненні співпадіння зкоректованої характеристики терморезистора з необхідною, що забезпечує постійність порції мастила. Необхідна характеристика визначається за параметрами розпилювача і системи підводу мастила, а корекція природньої характеристики терморезистора виробляється за схемою, наведеною на рис. 7.

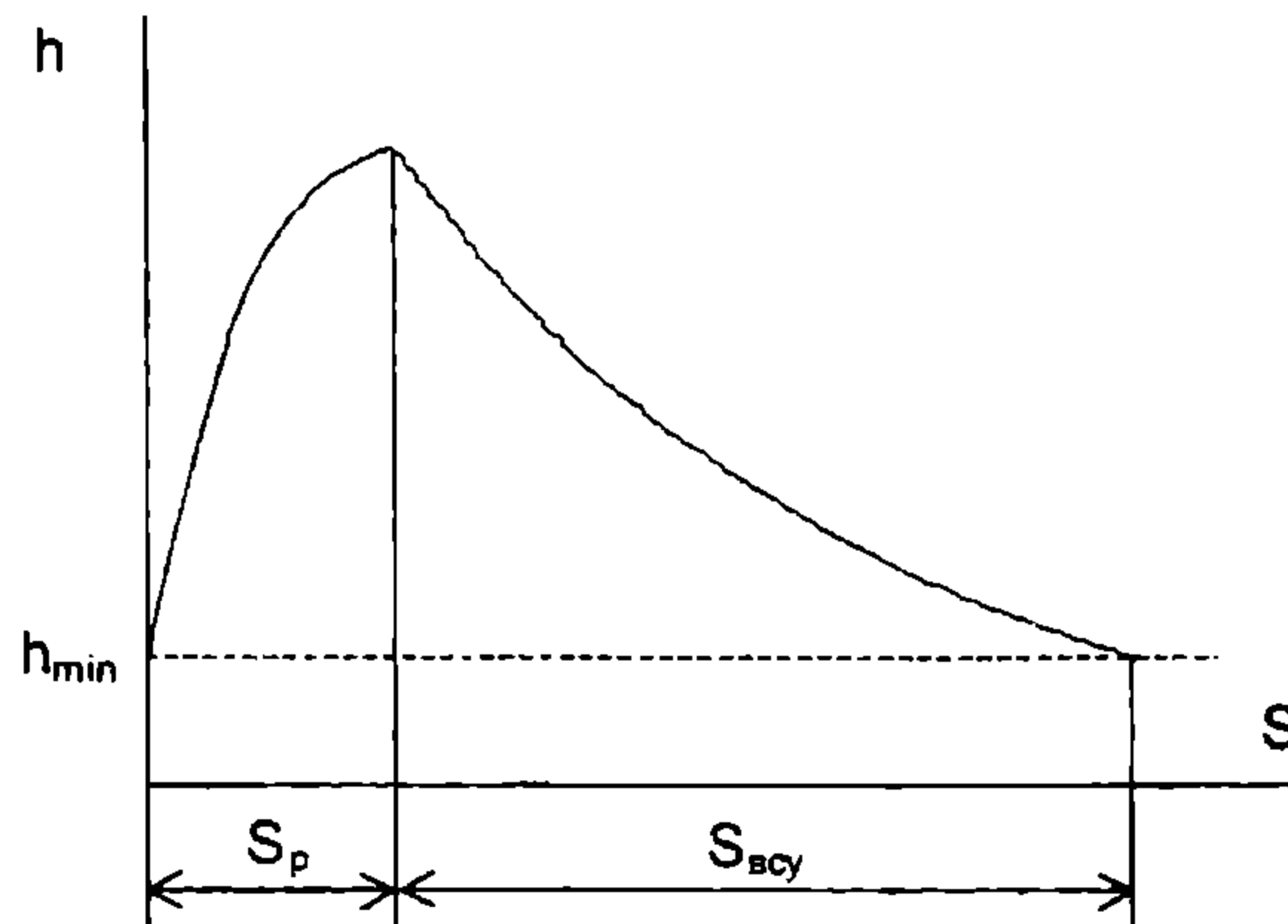


Рисунок 6 - Схема знаходження раціонального періоду увімкнення змащувачів приладів

По розробленій методиці можуть бути визначені необхідні опори коректуючих резисторів залежно від природної характеристики терморезистора, параметрів хронометруючих ланцюжків генератора імпульсів, характеристик розпилювачів та системи підводу мастила.

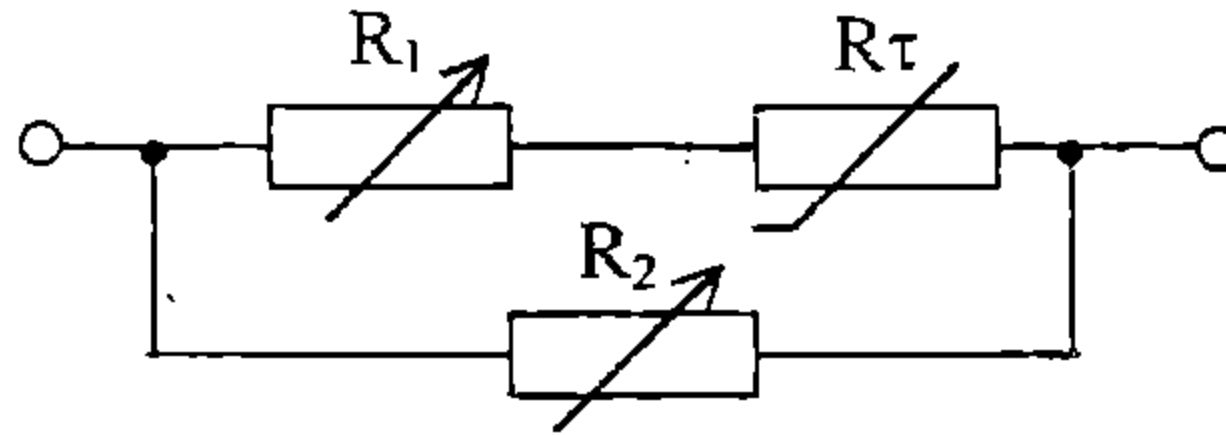


Рисунок 7 - Схема корекції природної характеристики терморезистора

У шостому розділі наведені результати лабораторних та експлуатаційних досліджень розробленої системи автоматичного управління локомотивними лубрикаторами.

Результати лабораторних досліджень підтверджують правильність запропонованої методики температурної компенсації, а також достатню адекватність математичних моделей, приведених у роботі.

Шляхом вибору раціональних параметрів елементів температурної компенсації досягнені такі умови змащування, при яких порція мастила  $Q_1$  в діапазоні температури від 10 до 30<sup>0</sup>С практично не змінюється, а при подальшому зниженні температури незначним чином зростає.

Запропоновано методику інтервальної оцінки ефективності системи автоматичного змащування, яка дозволяє визначити ймовірність перевищення ступеня зниження інтенсивності зношування гребенів будь-якого наперед заданого значення. Ця ймовірність визначається у вигляді

$$p(e > e_{\min}) = 0,5 + \Phi \left[ \frac{(m_1 - e_{\min} m_2)}{\sqrt{\sigma_1^2 + e_{\min} \sigma_2^2}} \right], \quad (5)$$

де  $e_{\min}$  - задане значення мінімальної ефективності;  
 $m_1, m_2$  - середні статистичні вибірок даних, які порівнюються;  
 $\sigma_1, \sigma_2$  - середні квадратичні відхилення вибірок;  
 $\Phi$  - функція Лапласа.

Одержані залежності ймовірності перевищення ефективністю значення  $e_{\min}=1$  (тобто існування ефекту взагалі) від різниці середніх статистичних зрівнювальних вибірок для декількох значень параметра. Показано, що при значній варіації інтенсивності зношування гребенів зрівнювальних локомотивів об'єктивність порівняльної оцінки суттєво залежить від різниці середніх статистичних. В разі незначності цієї різниці результати порівнювання будуть невизначеними.

Експлуатаційні випробування ряду модифікацій систем автоматичного управління локомотивними лубрикаторами для локомотивів серій: 2М62, ВЛ8, ВЛ80, ЧС2, 2ТЭ116, ЧМЭЗ, які експлуатуються у різних умовах, проводилися на тяговому рухомому складі Придніпровської та Одеської залізниць в період з 1989 по 1997р. Під час наукових досліджень, що проводилися по ряду договорів з метою створення високоефективного лубрикатора, було розроблено та виготовлено ряд систем автоматичного управління для перелічених серій локомотивів, які відрізняються один від одного в залежності від специфіки їх експлуатації, але в цілому мають усі вузли та елементи системи автоматичного управління, запропонованій у даній роботі.

Внаслідок експлуатаційних випробувань одержані наступні результати:

- досягнуто зниження середньої інтенсивності зношування гребенів колісних пар локомотивів у 2-4 рази;

- за рахунок використання логічної схеми датчика кривої, яка наведена на рис.3, досягнуто практично повне вилучення помилкових спрацьовувань датчика на прямих ділянках (спостерігалися одиночні помилки датчика);

- зафіксовано суттєве збільшення товщини шару мастила на бокових гранях зовнішніх рейок на початку кривих колії при введенні в систему автоматичного управління асинхронного запуску генератора імпульсів від датчика кривої;

- під час випробувань у дослідних поїздках впливу подачі піску на режим змащування встановлено, що наявність піску у зоні контакту приводить до повного зникнення мастила з поверхні гребеня;

- завдяки використуванню температурної компенсації режиму змащування зникла необхідність ручного регулювання тривалості робочого імпульсу генератора при зміні температури навколишнього середовища, досягнена тривала робота розпилювачів при низьких температурах;

- при вимиканні датчика кривої та напрямку руху зафіксовано різке підвищення витрати мастила, забруднення екіпажної частини локомотивів та часті боксування колісних пар при практично незмінній інтенсивності зношування гребенів бандажів;

Результати проведених лабораторних досліджень та експлуатаційних випробувань системи автоматичного управління локомотивними лубрикаторами вказують на те, що запропоновані в дисертаційній роботі математичні моделі, методики та технічні рішення є ефективними і можуть бути широко використані при проектуванні та впровадженні систем автоматичного змащування гребенів колісних пар локомотивів.

В додатках приведено статистичні дані що до інтенсивності зносу гребенів локомотивів, які одержані за результатами обмірювань колісних пар у локомотивних депо Придніпровської залізниці.

## ВИСНОВОК

Робота присвячена рішенням важливої, актуальної, що має велике практичне значення, задачі автоматизації змащування гребенів коліс рухомого складу, зокрема локомотивів, з метою зниження інтенсивності зносу гребенів, а також

зниження питомої витрати мастила та забруднення мастилом екіпажної частини рухомого складу і колії.

В ході виконання даної роботи одержані наступні результати:

1. Шляхом аналізу факторів, впливаючих на інтенсивність зносу гребенів коліс локомотивів, встановлено, що до параметрів, які обов'язково повинні враховуватися системою автоматичного управління лубрикаторами, необхідно віднести кривизну колії та розташування колісної пари в екіпажі по відношенню до напрямку руху локомотива.

2. Запропоновано методику визначення оптимального ступеня зниження інтенсивності зношування гребенів, що забезпечує відсутність технологічного зносу бандажу локомотива.

3. Встановлено мінімальну товщину шару мастила на поверхні гребеня, що забезпечує потрібний ступінь зниження інтенсивності його зносу при мінімальній питомій витраті мастила.

4. Внаслідок дослідження характеристик пристроїв і системи подачі мастила одержані експериментальні залежності продуктивності розпилувачів від величини тиску повітря та в'язкості мастила. Запропоновано теоретичні та експериментальні залежності тривалості затримки розпилення від параметрів маслопроводу, в'язкості мастила та розріджування, що створюється розпилувачем.

5. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження кінетики змащувальних шарів на поверхні гребеня з урахуванням дії на мастило відцентрової сили. Встановлено максимально допустиму з умов забезпечення необхідної якості лубрикації дозу мастила в залежності від швидкості руху.

6. Запропоновано математичну модель кінетики шарів мастила при контактуванні гребеня колеса локомотива з голівкою рейки. Одержано залежність зміни середньої товщини мастильного шару на поверхні гребеня від числа обертів колеса.

7. Отримано універсальну залежність питомої подачі мастила від швидкості руху та періоду спрацьовування приладів змащування, яка дозволяє прогнозувати витрати мастила при будь-якому алгоритмі управління.

8. Запропоновано раціональний алгоритм управління змащувальними приладами, а також методику вибору раціональних параметрів регулювання подачею мастила, які забезпечують високу ефективність змащування гребенів при мінімальній витраті мастила.

9. Розроблено систему автоматичного управління змащувальними приладами, що забезпечує виконання запропонованого раціонального алгоритму.

10. Запропоновано методику інтервальної оцінки ефективності системи автоматичного змащування гребеня, яка дозволяє визначити ймовірність перевищення ступеня зниження інтенсивності зношування гребенів будь-якого наперед заданого значення.

11. Використання результатів досліджень, приведених в дисертації, забезпечує зниження інтенсивності зносу гребенів колісних пар локомотивів у 2-4 рази.

НТБ  
ДНУЗТ

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Афанасов А.М. Анализ результатов испытаний распылителей для смазки гребней колес локомотивов системы ДИИТа / Совершенствование устройств электрического транспорта. Сборник научных трудов. ДИИТ, 1995. – С.41 – 44.
2. Афанасов А.М., Гетьман Г.К., Михайленко Ю.В. Анализ результатов эксплуатации гребнесмазывателей системы ДИИТа на Приднепровской железной дороге / Совершенствование устройств электрического транспорта. Сборник научных трудов. ДИИТ, 1995. – С. 53 – 57.
3. Афанасов А.М. Системы автоматического управления гребнесмазывателями локомотивов / Совершенствование устройств электрического транспорта. Сборник научных трудов. ДИИТ, 1995. – С. 28 – 32.
4. Афанасов А.М. Математическая модель кинетики смазочных слоев при контактировании гребня колеса с рельсом / Математичне моделювання в інженерних та економічних задачах транспорту. Збірник наукових праць. ДІТ, 1999. – С. 29 – 33.
5. Афанасов А.М. К интервальной оценке степени снижения интенсивности изнашивания гребней колесных пар локомотивов / Математичне моделювання в інженерних та економічних задачах транспорту. Збірник наукових праць. ДІТ, 1999. – С. 26 – 29.
6. Афанасов А.М. Анализ кинетики смазочных слоев на свободной поверхности гребня колеса рельсового транспортного средства / Підвищення ефективності роботи приладів електричного транспорту. Міжвузівський збірник наукових праць. Дніпропетровськ, 1999. – С. 154 – 159.
7. Афанасов А.М. Теоретические и экспериментальные исследования режимов подачи смазки жидкостными лубрикаторами эжекционного типа в зависимости от температуры окружающей среды / Придніпровський науковий вісник. 1998.- N105(172) – С.24 - 27.
8. Афанасов А.М. К определению минимальной толщины смазочного слоя гребней колес рельсового подвижного состава / Придніпровський науковий вісник. 1998.-N101(168) – С.95 - 97.
9. А.с. 1759703 СССР, МКИ В61 К 3/02. Устройство для смазки гребней колесных пар / Г.К. Гетьман, А.И. Кийко, Г.П. Круш, А.М. Афанасов, В.С. Сахарюк {СССР}. - № 4817990/11; Заявлено 24.04.90. Опубл. 07.09.92. Бюл. № 33.
10. Афанасов А.М. Оптимизация управления режимами смазывания гребней колесных пар локомотивов // Труды IX Междунар. конф. “Проблемы механики железнодорожного транспорта” -1996.– С.48.
11. Гетьман Г.К., Афанасов А.М., Швец А.В. Статистический анализ износа гребней колесных пар локомотивов на Приднепровской железной дороге // Труды IX Междунар. конф. “Проблемы механики железнодорожного транспорта” -1996.– С.69.

Афанасов А.М. Автоматизація управління системою змащування гребенів коліс локомотивів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.07 - рухомий склад залізниць і тяга поїздів. -Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, Дніпропетровськ, 1999.

Захищається рукопис, що містить опис шляхів оптимізації управління режимами змащування гребенів колісних пар локомотивів бортовими лубрикаторами. Запропоновано раціональний алгоритм управління змащуючими приладами, що забезпечує значну економію змащувальних матеріалів, зниження ступеня забруднення мастилом екіпажної частини локомотива та ймовірності боксування колісних пар в режимі змащування при високому ступені зниження інтенсивності зношування гребенів.

Розроблено систему автоматичного управління, що реалізує оптимальний алгоритм регулювання режимів змащування, а також методику вибору раціональних параметрів управління.

Отримані результати можуть бути використані при розробці приладів та систем автоматичного змащування гребенів коліс рейкового рухомого складу.

**Ключові слова:** локомотив, гребінь колісної пари, інтенсивність зношування, лубрикатор, система автоматичного управління, ефективність, боксування, математичне моделювання.

Afanasov A.M. Automation of control by lubrication system of locomotive wheel flanges.- Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.22.07 - mobile structure of railways and draft of trains. The Dniepropetrovsk state technical university of a railway transport, Dniepropetrovsk, 1999.

The manuscript including the description of ways of optimisation of controlling by modes of greasing of flanges of wheel pairs of locomotives onboard lubricator is protected. The rational algorithm of controlling of greasing devices is offered which provides significant economy of lubricant materials, decrease of a degree of pollution with greasing mechanical of a part of the locomotive and probability boxing of wheel pairs at a high degree of intensity of wear process of flanges.

The system of automatic control realising optimum algorithm of regulation of modes of greasing, and also technique of a choice of rational parameters of management is developed.

The received results can be used at the decision of tasks of development of devices and systems of automatic greasing of flanges of wheels of the rail rolling-stock.

**Key words:** the locomotive, flanges of wheel pair, intensity of deterioration, lubricator, system of automatic control, efficiency, boxing, mathematical modelling.

6015a

НТБ  
ДНУЗТ

Афанасов А.М. Автоматизация управления системой смазывания гребней колес локомотивов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - подвижной состав железных дорог и тяга поездов.- Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта, Днепропетровск, 1999

Защищается рукопись, включающая описание путей оптимизации управления режимами смазывания гребней колесных пар локомотивов бортовыми лубрикаторами. Предложен рациональный алгоритм управления смазывающими устройствами, учитывающий кривизну рельсового пути в плане, скорость и направление движения локомотива. Постоянство удельной подачи смазки обеспечивается путем применения алгоритма управления лубрикаторами по длине пройденного пути.

Предложена математическая модель кинетики смазочных слоев при контактировании гребня колеса с головкой рельса при движении в кривой, позволяющая оптимизировать периодичность включения лубрикаторов. Получена зависимость рационального периода включения лубрикаторов по длине пройденного пути от скорости движения локомотива в кривой и производительности смазывающих устройств.

Разработана система автоматического управления локомотивными лубрикаторами, обеспечивающая оптимальный алгоритм регулирования подачей смазки, позволяющий снизить удельный расход смазочного материала, степень загрязнения смазкой экипажной части локомотива и вероятность боксования колесной пары в режиме смазывания. Использование в системе автоматического управления элементов температурной компенсации обеспечивает поддержание постоянства порции подаваемой смазки при изменениях производительности распылителей из-за колебаний температуры окружающей среды и изменения вязкости смазки.

Предложена методика определения рациональной степени снижения интенсивности изнашивания гребней, а также методика интервальной оценки эффективности системы автоматической смазки гребней, дающая возможность определения вероятности превышения эффективностью заданного минимального уровня.

Результаты лабораторных исследований, приведенные в диссертации, подтверждают адекватность разработанных в работе математических моделей и высокую эффективность предложенных методик. В результате проведенных эксплуатационных испытаний разработанной системы автоматического управления локомотивными лубрикаторами получено снижение интенсивности износа гребней колесных пар локомотивов в 2 – 4 раза.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке устройств и систем автоматической смазки гребней колесных пар тягового подвижного состава.

**Ключевые слова:** локомотив, гребень колесной пары, интенсивность изнашивания, лубрикатор, система автоматического управления, эффективность, боксование, математическая модель.

НТБ  
ДНУЗТ

Афанасов Андрій Михайлович

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЗМАЩУВАННЯ  
ГРЕБЕНІВ КОЛІС ЛОКОМОТИВІВ

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Підписано до друку 14.10.99. Формат 60×84 1/16. Папір для множних апаратів. Ум. друк. арк. 1,0. Обл. – вид. арк. 1.0. Тираж 100 прим. Зам. 522.

Безкоштовно.

Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту.

Адреса університету та дільниці оперативної поліграфії ДІТу: 320010, Дніпропетровськ, 10, вул. Акад. В.А. Лазаряна, 2.