

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри

_____ Гаврилюк В.І.
(підпис) (ПІБ)
20 ____ р. ____ « ____ »

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматика та автоматизація на транспорті»

Тема Розширення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску

Theme Amplification the functionality of hill centralization to automate dissolution

Керівник дипломної роботи доцент _____ Маловічко В.В.

Студент групи АТ1921 (967М) _____ Ліштван В.С.

Student АТ1921 (967М) _____ Lishtvan Volodymyr

Дніпро – 2020

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**
Факультет «Комп'ютерні технології і системи»
Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Спеціалізація Автоматика та автоматизація на транспорті

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри АТ

Гаврилюк В.І.
« ____ » _____ 20 ____]

ЗАВДАННЯ
до дипломної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр»

Ліштван Володимир Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Розширення функціональних можливостей гіркової
централізації по автоматизації розпуску

Затверджена наказом по університету № 798ст _____ 18 _____ жовтень__2020 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи _____ 17.12.20

3. Вихідні дані до роботи Сортувальна гірка з трьома гальмівними позиціями обладнана
системами БГАЦ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Обсяг %	Кількість креслень
1. Аналітичний огляд систем керування на сортувальних гірках	15	4
2. Обґрунтування необхідності розширення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску	40	6
3. Розробка підсистеми вимірювання ваги відчепу на сортувальній гірці	45	8
4.		

Студент
Науковий керівник

Ліштван В.С.
Маловічко В.В.

РЕФЕРАТ

Відомості про об'єм пояснювальної записки: 79 сторінок, 5 таблиць, 26 рисунків, 23 джерела літератури.

Ключові слова: мікроконтролер, кодове автоблокування, послідовний порт, ПІС-мікроконтролер, мультиплексор, залізнична автоматика, гіркова автоматична централізація, сортувальні станції, парки прийому, реєстр.

Об'єкт проектування: розширення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску.

Мета магістерської роботи: розробка методів та засобів для підвищення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску.

У першому розділі приведений аналітичний огляд систем керування на сортувальних гірках. Розглянуті типи гірок в Україні і за кордоном, по результатам аналізу прийняте рішення що потрібно замінити існуючі релейні системи на сучасні мікропроцесорні або застосувати якісь нововведення, які дозволять більш ефективно їх експлуатувати.

У другому розділі обґрунтовано необхідність розширення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску. Розглянули які існують сповільнювачі за кордоном і в Україні, розробили елементну базу системи керування уповільнювачами і розробили схему уповільнювачів під керуванням ПІС-контролера.

В третьому розділі розроблена підсистеми вимірювання ваги відчепу на сортувальній гірці за допомогою тензометричних датчиків вимірювання ваги, а також автоматичне передавання цієї інформації і автоматичне робоче місце (АРМ ПК).

Галузь застосування: системи керування рухом поїздів на залізничному транспорті.

Висновок. Впровадження автоматичного керування уповільнювачами і автоматичного вимірювання ваги відчепу та швидкості дозволить нам підвищити

обслуговування та швидкість формування поїздів, а також підвищити безпеку розпуску відчепів на гірці.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналітичний огляд систем керування на сортувальних гірках.....	7
1.1 Загальні поняття про сортувальні гірки.....	7
1.2 Аналіз існуючих ГАЦ	9
1.2.1 Блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ).....	10
1.2.2 Гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦ- КР).....	12
1.2.3 Система автоматичного завдання швидкості розпуску рухомого складу (АЗСР).....	13
1.2.4 Система автоматичного регулювання швидкості (АРС).....	15
1.2.5 Комплекс гірковий мікропроцесорний.....	17
1.2.6 Комплексна система автоматизації сортувального процесу (КСАУ СП).....	19
1.2.7 MSR 32 «Сіменс».....	21
1.3 Оснащення сортувальних станцій України автоматизованими системами централізації.....	22
1.4 Постановка задачі.....	25
1.5 Висновок до першого розділу.....	27
2 Обґрунтування необхідності розширення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску.....	28
2.1 Класифікація вагонних уповільнювачів і прискорювачів.....	28
2.2. Принцип роботи підсистеми контролю швидкості відчепа.....	33
2.3 Елементна база розробленої системи уповільнювачами.....	34
2.4 Принцип передачі інформації від підсистеми до робочого місця оператора гірки.....	48
2.5 Робота схеми уповільнювачів під керуванням РІС- контролера.....	55

2.6 Висновок до другого розділу	55
3 Розробка підсистеми вимірювання ваги відчепу на сортувальній гірці.....	57
3.1 Опис роботи підсистеми вимірювання ваги відчепу на сортувальній гірці.....	57
3.2 Аналіз існуючих датчиків вимірювання ваги.....	57
3.3 Первинний перетворювач.....	65
3.4 Принцип дії пристрою.....	65
3.5 Розрахунок первинного перетворювача.....	66
3.6 Нормуючий перетворювач.....	67
3.7 Аналого-цифровий перетворювач.....	68
3.8 Вибір мультиплексора.....	71
3.9 Вибір мікроконтролера.....	72
3.10 Передача інформації через послідовний порт.....	73
3.11 Налаштування контролера на роботу з послідовним портом.....	74
3.12 Перспектива впровадження розроблених засобів модернізації гірки.....	75
3.13 Висновок до третього розділу.....	76
4 Загальні висновки.....	78
Список літератури.....	79

ВСТУП

Пристрої гіркової автоматичної централізації (ГАЦ) призначені для автоматичного переведення стрілок по маршрутах скочування відчепів на сортувальних гірках. Особливістю пристроїв ГАЦ є те, що в них при відкритті гіркових світлофорів не перевіряє стан і вільність стрілок, а показання сигналів несуть інформацію про швидкість розпуску складу. Показання гіркового світлофора вибирає черговий гірки, а при системі АЗСР - автоматично.[1]

Сортування відчепів та поїздів залишається слабкою ланкою в транспортному конвеєрі. У 2009 році 46% порушень в господарстві перевезень відбулося саме на сортувальних гірках. Вирішити цю проблему допоможуть нові розробки вчених. Але справа в тому, що сортувальні станції - складні для автоматизації об'єкти, які характеризуються високим темпом проведення технологічних операцій, великими розмірами задач контролю і управління, низьким рівнем точності вимірювальної і виконавчої апаратури.[1]

Дуже важливо і те, що від гірки залежить це швидкість роботи залізничного транспорту в цілому. Але в Україні в якості гіркової централізації використовуються системи старого типу на релейній елементній базі такі як: гіркова автоматична централізація (ГАЦ), блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ) і гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦКР). Навіть, якщо елементна база трохи більш сучасна (не релейна, а напівпровідникова), як наприклад, система автоматичного завдання швидкості розпуску (АЗСР), все рівно вони фізично застаріли і їх функціональні можливості дуже слабкі, так як, не використовується вимірювальна техніка для управління і фіксації даних, обробки даних, передачі даних і т. д. Тому розширення функціональних можливостей існуючих гіркових систем є актуальним завданням.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ

1.1. Загальні поняття про сортувальні гірки

Сортувальні станції призначені в основному для сортування вагонів за маршрутами прямування і масового формування з них поїздів дальніх призначень. [1] Виробнича діяльність сортувальних станцій характеризується розформуванням здебільшого надходять сюди поїздів, накопичення з них відцепів та поїздів нових призначень, формування і відправлення поїздів. Транзитні поїзди без переробки або з частковою зміною складу на відміну від дільничних станцій мають тут меншу питому вагу в загальному вагонопотоку, ніж переробка вагонів. Обсяг роботи з місцевими вагонами на самій сортувальній станції, як правило, невеликий, хоча є окремі станції з примиканням великих під'їзних шляхів і значною переробкою в зв'язку з цим місцевого вагонопотоку. Крім того, на сортувальних станціях виконуються технічне обслуговування і комерційний огляд вагонів і усунення виявлених несправностей, зміна локомотивів і локомотивних бригад, сортування вантажів, навантаження і вивантаження вагонів і обслуговування під'їзних шляхів, формування збірних вагонів з контейнерами і дрібними відправками і інші операції.

На сортувальні станції потяги надходять з усіх прилеглих напрямків. Якщо переробляється вагонопотік, надходить з усіх напрямків в одну технологічну лінію сортування і ця технологічна лінія реалізована конструктивно в одній сортувальній системі, такі сортувальні станції називають односторонніми. У парку прибуття такої станції підведені головні шляхи з усіх підходів, а з парку відправлення є виходи на всі напрямки.

Станції з двома сортувальними системами парків і сортувальних пристроїв називають двосторонніми. За наявності сортувальної гірки станції поділяють на гіркові (обладнані гірками великий, малої та середньої потужності) і без гіркові (обладнані витяжними шляхами або напівгіркою).

По взаємному розташуванню основних парків розрізняють станції з послідовним, паралельним і комбінованим розташуванням парків.[2]

Схеми односторонніх сортувальних станцій з послідовним розташуванням парків мають суттєві переваги перед схемами з паралельним або комбінованим розташуванням. Основні з них: поточності виконання операцій; мінімум маневрових пересувань; висока переробна спроможність; кращі умови для комплексної механізації та автоматизації.

Основною роботою сортувальних станцій є розформування і формування поїздів, крім того, на них виконуються всі операції, що і на дільничних станціях.

Для виконання операцій з поїздами передбачають парки приймання поїздів, що надходять в перероблення, парки відправлення сформованих поїздів, а також окремі парки та шляхи для приймання і відправлення транзитних вантажних поїздів.

Парки приймання, сортування та відправлення спільно з гіркою і витяжними шляхами утворюють сортувальну систему (або комплект).

Сортувальні станції бувають плоскі або без гіркові (коли вагони перетягуються тільки за допомогою тепловозів), з гіркою (коли вагони або їх зчіпки «спускають з гори» і далі, через стрілочні вулиці та пости гальмування, вони самі котяться до потрібного складу), і станції, на яких прискорення вагонам надає природний ухил шляхів.

Переважає діяльність сортувальних станцій має одну сортувальну систему (вагони рухаються в одному напрямку і в сортувальному парку переробляють вагони як парного, так і непарного напрямків), можливі дві системи (кожна система переробляє вагони певного напрямку), або кілька сортувальних систем. Переробна здатність односторонніх сортувальних станцій сягає 6000 вагонів на добу. При необхідності збільшення переробної спроможності рекомендується споруджувати двосторонні станції.

Основними елементами сортувальної гірки є насувна частина, перевальна частина (горб гірки), спускна частина і підгірковий сортувальний парк. Гіркова горловина складається з головної, спускної частини і пучків. В кожному пучку має

бути не більше 3 розділових стрілок. В кожному маршруті має бути не більше 6 розділових стрілок (без урахування пошерстних).

Правильність розміщення гальмівних засобів перевіряється по лінії висот ходу дуже хороших бігунів, що скочуються в найбільш сприятливих умовах по розрахунковому шляху при повному гальмуванні на першій і другій гальмівних позиціях.

1. Зупинка його в кінці другої гальмівної позиції свідчить про те, що потужність гальмових засобів достатня і відмінна гіркового профілю в даному місці встановлена правильно.

2. Якщо вагон зупинився, не доходячи до кінця уповільнювача, значить, потужність гальмових засобів більш ніж достатня і є можливість знизити позначку підошви уповільнювача.

3. Якщо вагон при повному гальмуванні на перших двох позиціях не зупинився, то, очевидно, що гальмівних засобів недостатньо і відмітка гіркового профілю в даній точці обрана невірно.

1.2. Аналіз існуючих ГАЦ

Сортувальні гірки є основними спорудами по розформуванню і формуванню составів на сортувальних станціях. Загальними системами розформування составів на сортувальних гірках є локальні і комплексні автоматичні системи.[1]

До локальних систем відносяться гіркова автоматична централізація (ГАЦ), блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ) і гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦКР), гіркові програмно-задаючі пристрої із застосуванням відеотерміналу (ГПЗУ-В), автоматичне регулювання швидкості скачування відчепів (АРС), автоматичне завдання швидкості розпуску (АЗСР), телекерування гірковим локомотивом (ТГЛ), автоматизована система управління маршрутами руху (АСУМД) на базі мікропроцесора СМ-1800.

До комплексних систем відносяться комплекс гірковий мікропроцесорний (КГМ-РИИЖТ) на базі мікропроцесорної техніки КТС-ЛИУС-2 і система управління

розформуванням составів на гірках сортувальних станцій (АСУ-РСГ) із застосуванням міні-ЕОМ СМ-2. [3]

Пристрої ГАЦ здійснюють автоматичне переведення стрілок по заданому маршруту, ГАЦКР і АСУМД доповнені розширеними функціями контролю правильності розпуску составів з видачою даних про виконаний розпуск на кожен колію з позначкою допущених відхилень («чужаків»). Пристрої ГПЗУ-В зберігають в пам'яті, програми розпуску на декілька составів, реалізують їх через пристрої ГАЦ з відображенням ходу розпуску на екрані відео терміналу. Система АРС автоматично керує вагонними уповільнювачами в залежності від заданої швидкості виходу відцепів з гальмівних позицій.

У системі АЗСР виконується автоматичний розрахунок швидкості розпуску для кожного відчепа, видача індикації цієї швидкості, на гірковий світлофор і передача її в пристрої ТГЛ для автоматичного, або за даними що вводить машиніст з пульта керування гірковим локомотивом, регулювання швидкості.

Комплексні системи КГМ-РИИЖТ і АСУ-РСГ включають в себе функції локальних систем по всьому комплексу управління процесом розпуску составів. Локальні системи ГАЦКР, ГПЗУ-В, АСУМД і комплексні системи АСУ-РСГ і КГМ-РИИЖТ функціонально зв'язувальні з автоматичною системою керування сортувальною станцією (АСУСС). [4]

1.2.1. Блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ)

На гірках, обладнаних системою БГАЦ, оператори (за винятком операторів, керуючих уповільнювачами паркових гальмівних позицій), знаходяться на одному гірковому посту, розташованому зазвичай поблизу від зони розміщення уповільнювачів II ТП. Для керування системою ГАЦ на пультах є наступні кнопки і контрольні лампи: транспаранти (показчики) «ГАЦ включена» і «накопичувач зайнятий»; кнопки відміни і затримки маршруту; цифрові індикаторні лампи маршруту що формується, чергового і подальшого маршрутів; лампочки зеленого і жовтого кольорів, контролюючі положення стрілок; на деяких пультах вони замінені

жолобками білого кольору. На схемі колійного розвитку гірки додаються контрольні жолобки червоного кольору для сигналізації про зайнятість міжстрілочних ділянок. [5,6]

Електричні системи БГАЦ монтуються з використанням типових блоків, що містять у собі реле РКН. Система БГАЦ дозволяє операторові працювати в трьох режимах: автоматичному, маршрутному і програмному. Крім того, допускається можливість індивідуального керування стрілками. Нормальному (плюсовому) положенню гіркової стрілки повинен відповідати поворот за годинниковою стрілкою її рукоятки на пульті, що вказують стрілкою на плані горловини. Для переходу з ручного на маршрутний, програмний або автоматичний режим стрілочні рукоятки встановлюють в середні положення. При цьому на пульті загоряється надпис "ГАЦ".

Програмний режим дозволяє, до розпуску состава з гірки, за допомогою накопичувача, виконувати попередній набір маршрутів для 5-35 відчепів (в залежно від кількості ступеня накопичувача). Корегування або добір маршрутів можливі в процесі розпуску состава. Маршрути набирає оператор натисненням відповідних кнопок на гірковому пульті або вони передаються з обчислювального центру.

Маршрутний режим дозволяє задавати маршрут для кожного чергового відчепа безпосередньо перед його скачуванням з гірки, натисненням кнопки відповідного номеру підгіркової колії.

У автоматичному режимі, гірковий програмно-задаючий пристрій (ГПЗУ) запам'ятовує передану по телетайпу або з ЕОМ інформацію про усі состави, що знаходяться в парку прибуття. Черговому по гірці досить вибрати состав, і інформація про нього автоматично поступатиме в накопичувач БГАЦ.

Ну навіть автоматичний режим практично не використовується. В автоматичному режимі, щоб розпускати поїзда потрібно знати швидкість і вагу вагона. Первинна інформація не надходить або надходить тільки вище стоячого рівня.

До переваг БГАЦ слід віднести простоту електричних схем, надійність, а до недоліків – використання телефонних реле РКН, які вимагають великих витрат на технічне обслуговування, втрату маршрутного завдання відчепу у випадках нагону

ним попереднього відчепа, або помилкового роз'єднання відчепа на вершині гірки, а також відсутність фіксації номерів колій, відчепів що скочуються.[5,6]

1.2.2. Гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦ-КР)

Гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦ-КР) призначена для автоматичної реалізації програми розпуску состава і достовірного контролю її виконання з видачою результатів контролю на друк. Централізація ГАЦ-КР використовується для гірок, у яких в маршрут на будь-яку колію сортувального парку входить не більше шести стрілок (вісім пучків по вісім колій). Вона можуть працювати в одному з наступних режимів: ручному, маршрутному (М), програмному (П) і автоматичному(А), який встановлюють натисненням кнопок пульта управління ПУ. Більшу частину апаратури ГАЦ-КР монтують на реле РКН у восьми малих блоках. [6]

Система ГАЦ-КР забезпечує: комплексний контроль головної зони сортувальної гірки, контроль вільності нормованої ділянки, фіксацію прослідкування вагонів в зоні розпуск, контроль проходу дліннобазного вагону, наявність вагону або дроблення відчепів; автоматичне керування стрілками розподільної зони сортувальної гірки в процесі скачування відчепів; стеження за рухом відчепів в розподільній зоні і трансляцію при цьому коді адреси кожного відчепа; зберігання інформації про номер, фактичну кількість вагонів і заданий маршрут відчепів в розподільній зоні; видачу даних на друк про номер, кількість вагонів, заданий маршрут, а при порушеннях програми розпуску, про фактично виконаний маршрут відчепа; видачу оперативної інформації на пристрої індикації пульта керування і пульта електромеханіки; видачу інформації про кількість вагонів в двох відчепах на світловий показчик для розчеплення.

Система ГАЦ-КР містить у собі окремі функціональні групи і вузли, які відповідають основним зонам сортувальної гірки. У групах і вузлах системи, поєднані керуючі та контрольні функції: реалізація встановленого режиму керування розпуском на ділянці вершини гірки; комплексний контроль і керування

стрілкою в зоні головної стрілки; стеження, трансляція, реалізація і контроль виконання маршрутів в розподільній зоні спускової частини гірки; реєстрація фактичного виконання заданої програми розпуску в зоні останньої розподільної стрілки і підгіркових колій.

Для профілактичних перевірок системи ГАЦ-КР, черговий по гірці може передати керування пристроями з пульта керування на пульт електромеханіка. В цьому випадку набір і корегування завдань відчепам, виконуються з пульта електромеханіка. Система ГАЦ-КР дозволяє використовувати її при паралельному розпуску составів. В цьому випадку застосовуються по два комплекти формувача, реєстратора завдань і пристрою, що запам'ятовує, а також встановлюється додаткова головна секція пульта керування. [7]

Автоматичний режим не використовується. Первинна інформація не надходить або надходить тільки вище стоячого рівня.

1.2.3 Система автоматичного завдання швидкості розпуску рухомого складу (АЗСР)

Система АЗСР забезпечує розпуск составів з гірки із змінною швидкістю, залежно від довжини відчепів і місця розділення маршрутів їх прямування. До подачі составу на вершину сортувальної гірки, в технічній конторі формується вихідна інформація про маршрути прямування відчепів і кількість вагонів в кожному з них. Інформація фіксується на перфокарті за допомогою маніпулятора і перфоратора. Заготовлена перфокарта закладається оператором гірки в зчитуючий пристрій - контрольник. Зчитана з перфокарти інформація про відчепа, поступає в пристрій АЗСР, де обчислюється швидкість розпуску для чергового відчепа. Інформація про необхідну швидкість розпуску передається на світлові покажчики гіркового світлофора і його повторювачі. Швидкість, з якою черговий відчеп повинен насуватися на гірку, визначається в процесі розпуску з випередженням на один відчеп, тобто швидкість розпуску для другого відчепа обчислюється до скачування з вершини гірки першого відчепа. Після відділення від состава першого

відчепа визначається швидкість розпуску для третього відчепа і видається завдання на реалізацію швидкості, раніше обчисленої для другого відчепа, і так далі. Одночасно система АЗСР на основі інформації про маршрут прямування і довжину відчепів, здійснює програмне керування ГАЦ і включення світлових цифрових показчиків кількості вагонів в двох суміжних відчепах. Верхній показчик показує кількість фізичних вагонів в першому (що спускається в даний момент), а нижній - в другому (подальшому) відчепах. Укладач за цими показниками розчеплює состав. Пристрої контролюють правильність розчеплення состава. Момент відриву відчепів від состава що надвигають, визначається за допомогою радіолокаційних швидкостемірів, шляхом фіксації різниці швидкостей групи вагонів составу що надвигають і відчепа, що почав вільно скачуватися після його відділення. Для нанесення цифрової інформації програми розпуску у вигляді системи отворів на стандартні 80-колонні перфокарти застосовують цифровий електромеханічний перфоратор П80-6/1М. Записана на перфораторі програма розпуску зчитується електромеханічним контролером К80-6/1М. Для завдання програми розпуску для всього составу використовують пульт-маніпулятор типу МПП-3. [6,7]

Можливості системи не вдалося реалізувати із-за низької надійності використовуваних елементів (перфокарти, обчислювальні трансформатори і т. д.). Швидкість розпуску обчислювалася лише для двох чергових відчепів, враховуючи їх довжину і відстань до стрілки розділення маршрутів, без урахування умов розпуску всього складу, гальмівних і тягових характеристик локомотиву, що можливо при сучасній обчислювальній техніці. Досвід показав, що росцепщикам необхідна інформація про число вагонів в трьох чергових відчепах, інакше вони не встигають своєчасно до місця розчеплення.

При реконструкції і будівництві нових гірок для попереднього накопичення оперативної інформації про відчепа, програм розпуску, її зберігання і автоматичного введення, в системі АЗСР замість перфоратора і контролера застосовується гірковий програмно-задаючий пристрій з відеотерміналом (дисплеєм) «Відеотон-340» (ГПЗУ-В). [6]

В АЗСР автоматичний режим не використовується. Первинна інформація не надходить або надходить тільки вище стоячого рівня.

1.2.4 Система автоматичного регулювання швидкості (АРС)

Основою роботи системи АРС, є принцип автоматичного регулювання швидкості руху відчепів, автоматично керованими вагонними уповільнювачами на трьох гальмівних позиціях, з яких, I і II (пучкові) знаходяться на спусковій частині гірки і третя (паркова III) на підгіркових коліях.

Система АРС вирішує наступні завдання: підтримка між відчепами, що скачуються з гірки, необхідних інтервалів на стрілках і гальмівних позиціях; визначення необхідної швидкості виходу відчепів з кожної гальмівної позиції залежно від ходових властивостей відчепів, їх вагової категорії і довжини, а також вільності колій сортувального парку; автоматичне керування уповільнювачами, що забезпечує вихід відчепа з гальмівної позиції із заданою швидкістю; забезпечення необхідної дальності пробігу відчепів при безпечній швидкості їх зіткнення (1,5 м/с) на підгіркових коліях.

Для вирішення цих завдань в системах АРС застосовують вагомір і вагомірний пристрій для визначення вагової категорії і довжини відчепа; пристрій для виміру прискорення, що характеризує ходові властивості відчепів; пристрій для контролю заповнення колій, що визначає довжину вільної частини підгірочної колії; пристрій для визначення інтервальної швидкості в залежності від розташування відчепів що рухаються, на спусковій частині гірки; пристрій для визначення інтенсивності гальмування відчепів вагонними уповільнювачами; радіолокаційний вимірювач швидкості для безперервного виміру швидкості руху відчепів в межах гальмівної позиції; рахувально-вирішальні пристрої для визначення швидкостей виходу відчепів з гальмівних позицій і керування вагонними уповільнювачами; пристрій накопичення, зберігання і трансляції накопиченої інформації по маршруту прямування відчепів. [4]

Було розроблено дві системи АРС. Обидві системи мали ряд особливостей. Середня гальмівна позиція в АРС-ЦНИИ здійснювала інтервально-цільове гальмування, що давало можливість врахувати, при регулюванні швидкостей, наявність рухомих відцепів в зоні від середньої позиції до вагонів на коліях СП, особливості кожного маршруту і зупинку відцепів на уповільнювачах нижньої позиції. Це дозволяло зменшити потужність і вартість паркових гальмівних засобів. Швидкості виходу відцепів з гальмівних позицій визначалися з урахуванням вимірюваного прискорення, середньої вагової категорії і довжини відчепа, інтервалів між відчепами, а також сили і напрями вітру. Для виміру прискорення руху відцепів потрібно було виділяти на швидкісному ухилі пряму вимірювальну ділянку завдовжки приблизно 30 м, яка істотно подовжувала гіркову горловину. Це вимагало збільшення висоти гірки і швидкості входу відцепів на уповільнювачі верхньої позиції, що приводило до їх швидкого зносу. При сильних морозах відчепи зупинялися на спусковій частині гірки, затримуючи розпуск, тому було прийнято рішення вимірювальні ділянки не використовувати. Система АРС-ЦНИИ працювала лише спільно з БГАЦ, і в ній використовували напівпровідникові елементи, тиратрони, герконові і звичайні реле.[4]

Вимірювати прискорення відцепів для оцінки їх ходових властивостей в системі АРС-ГТСС визнали непотрібним із-за неможливості здобуття задовільної точності і зміни основного опору в 2-3 рази по мірі скачування відцепів. Цю залежність безуспішно намагалися виправити за допомогою зворотних зв'язків в процесі гальмування відцепів. Їх ходові властивості визначали на основі виміру середніх вагових категорій (чим важче відцеп, тим менше його ходовий опір). Верхня і середня гальмівні позиції здійснювали інтервальне гальмування, забезпечуючи підхід відцепів до наступних позицій з максимально можливою постійною швидкістю. Швидкість виходу всіх відцепів на середню гальмівну позицію встановлювалася 23 км/г, а на нижню - 6 км/г. Інтервали між відчепами забезпечувалися вибором швидкості їх виходу з гальмівних позицій, залежно від їх вагових категорій, без врахування можливостей зупинки на нижній гальмівній

позиції. У останньому випадку передбачалося втручання оператора. Система побудована на напівпровідникових елементах і працює незалежно від інших систем.

У обох системах АРС використовувалися і нині застосовуються радіолокаційні вимірювачі швидкості відчепів, що працюють за принципом Допплера. Команди на припинення гальмування видаються з урахуванням попередження при рівності фактичної і розрахункової швидкостей.

На сортувальних гірках обладнаних АРС-ЦНІИ, в автоматичному режимі працює лише верхня гальмівна позиція, середньою позицією керують оператори гіркового поста, а нижньою, оператори будок резервного керування. Для виключення зіткнень вагонів, що вимагають особливої обережності (рефрижератори, вагони з людьми і т. д.), в СП працюють два регулювальники швидкості руху відчепів.

На сортувальних гірках, обладнаних АРС-ГТСС, в автоматичному режимі працюють три позиції уповільнювачів, оператори будок резервного керування, і оператори регулювання швидкості руху відчепів відсутні, що підвищує ризик пошкодження вагонів.

Ну навіть автоматичний режим практично не використовується. В автоматичному режимі, щоб розпускати поїзда потрібно знати швидкість і вагу вагона. Первинна інформацію не надходить або надходить тільки вище стоячого рівня.

Обидві системи АРС не гарантують зіткнення вагонів на коліях СП з швидкостями, меншими 5 км/г, не виключають інтервали ("вікна") між відчепами, що зупинилися, і вимагають осадження локомотивом. Це наслідок, неможливості досягнення необхідної точності регулювання швидкостей відчепів на коліях СП, гальмуванням їх на одній і навіть двох паркових гальмівних позиціях.[6,7]

1.2.5Комплекс гірковий мікропроцесорний

Створення системи для управління процесом розформування составів на гірках забезпечує підвищення якості регулювання швидкостей руху відчепів,

поліпшення умов праці і якості роботи оперативного персоналу, підвищення продуктивності сортувальної станції.

КГМ забезпечує управління сортувальних процесом розформування составів на гірках мають дистанційне керування стрілками спускній частині, що мають від одного до шести пучків, з кількістю шляхів в пучку від одного до восьми, обладнаних гальмівними позиціями і системою контролю заповнення шляхів, при наявності третьої гальмівної позиції.

КГМ виконує наступні функції:

- обмін інформацією з АСУ СС: приймає з АСУ СС готові сортувальні листи, інформацію про готовність сортувальних листів, запрошує в АСУ СС і приймає інформацію про поточний накопиченні вагонів на коліях сортувального парку, передає в АСУ СС інформацію про надійшли. в ході розпуску на шляху сортувального парку вагонах; готує програму розпуску; керувати маршрутами руху відчепів, згідно програми розпуску; інтервальний і інтервально-прицільне регулювання швидкості руху відчепів за допомогою гальмівних позицій спускній частині гірки; прицільне регулювання швидкості руху відчепів на гірках, обладнаних гальмівною позицією сортувального парку і пристроями КЗП; веде протокол результати роботи комплексу: час включення і виключення КГМ, час початку розпуску, час ручних втручань на стрілках і гальмівних позиціях, що призводять до відхилення руху відчепу від програми, розрахованої комплексом, результати тестових перевірок засобів НВК і підлогових пристроїв, швидкості входу і виходу відчепів ІЕ гальмівних позицій для останніх, розформованих п'яти відчепів та поїздів; ініціює наступні види інформації: на пультах робочих місць чергового і оператора: показання гіркових маневрових світлофорів, становище і стан стрілок і уповільнювачів, значення розрахункових і поточних швидкостей на уповільнювачах, показання КЗП, маршрутів, кількість вагонів для трьох наступних відчепів, рекомендовану і фактичну швидкість розпуску на ЦГТ: становище і стан стрілок і уповільнювачів, показання КЗП; на терміналі чергового по гірці; програму розпуску розформовувати складу, інформацію про поточний; режимі роботи

системи, інформацію про запуски відчепів; на термінал маневрового диспетчера; інформацію про готовність сортувальних листів; текст програми розпуску.

КГМ забезпечує наступні режими роботи управління маршрутами руху: ручний, маршрутний, програмний.

КГМ забезпечує наступні режими роботи управління швидкістю руху відчепів: ручний, автоматичний.

КГМ будується з блоків Мікроват, кількість функціональних модулів в яких визначається вимогою прив'язки до конкретної гірці, прив'язка комплексу до конкретного об'єкта складається з: розробки проекту розміщення польового обладнання та кабельних мереж, та його підключення відповідно до типових схем сполучення і розміщення; складання схем підключення підлогового обладнання до кросів НВК і пультів; генерації програмного забезпечення комплексу. [8,9]

1.2.6 Комплексна система автоматизації сортувального процесу (КСАУ СП)

Комплексна система автоматизації управління компресорною станцією (КСАУКС) призначена для контролю і автоматизованого управління компресорами в технологічному процесі виробництва стисненого повітря на сортувальній гірці. Застосування КСАУ КС дозволяє досягти наступних виробничо-економічних показників: оптимізувати процес виробництва стисненого повітря; знизити трудовитрати і скоротити експлуатаційні витрати на обслуговування і ремонт компресорного господарства; створити більш комфортні умови роботи оператора; автоматизувати аналіз і розбір оперативної роботи на базі протокольної інформації; організувати реєстрацію та видачу попереджень про перед аварійних і аварійних ситуаціях на компресорній установці; скоротити витрати на споживання електроенергії; підвищити безпеки роботи оператора компресорної станції.

КСАУ КС може використовуватися як автономна система і в складі Комплексної системи автоматизованого управління технологічним процесом сортувальної станції КСАУ СП.

Комплексна система автоматизації управління компресорною станцією складається з наступних підсистем:

модулів автоматизації (МА), по одній на кожну компресорну установку (КУ), автоматизованого робочого місця (АРМ) машиніста компресорної, контролера збору і управління (КСІУ), сервера баз даних (СБД).

МА КУ є низовим рівнем автоматики і виконує наступні функції: вимірювання технологічних параметрів роботи компресорної установки; контроль функціонування КУ з індикацією (видачою повідомлень) про режими роботи, перед аварійних і аварійних ситуаціях під час пуску, роботи і зупинки КУ; відстеження перед аварійних значень параметрів для забезпечення аварійного захисту по нормованих технічними параметрами КУ; передача поточних значень параметрів КУ за запитом від контролера збору інформації та управління (КСІУ); виконання команд дистанційного керування, отриманих від КСІУ із забезпеченням плавного пуску електродвигуна зі зняттям обмежень по кількості пусків, забезпечення комплексу захистів електродвигуна, в тому числі екстрена зупинка головного електродвигуна по команді «Аварійний стоп»;

МА КУ складається з: щита контролю і управління (ЩКУ), щита силовий апаратури (ЩСА), комплекту вимірювальних датчиків і електромагнітних клапанів, обв'язали кабелем.

ЩКУ реалізований на базі інтегрованої системи управління Simatic C7-613 фірми Siemens з розвиненими функціями людино-машинного інтерфейсу, конструктивно виконаний в єдиному блоці і встановлений безпосередньо на КУ.

Для реалізації плавного пуску головного електродвигуна, зняття обмежень по кількості пусків, забезпечення комплексу захистів електродвигуна в ЩСА застосовується пристрій плавного пуску RVS-DN фірми "Solcon".

Вимірювальні датчики контролюють параметри роботи КУ і посиляють сигнали на ЩКУ, де відбувається їх індикація. На ЩКУ оператор робить вибір одного з режимом управління СА: «Ручний / Основний», «Ручний / Операційний», «Автоматичний / Основний», «Автоматичний / Операційний».

З певною періодичністю КСІУ надсилає запит до ЩКУ і отримує від нього контрольовані параметри, які, пересилає для зберігання в СБД і відображає на моніторі АРМ. На моніторі також відображається режим управління КУ і виникнення аварійних ситуацій.

Пуск і управління КУ від контролера КСІУ КСАУКС здійснюється тільки в режимі «Автоматичний / Операційний». При виникненні нештатної ситуації в цьому режимі передбачена зупинка КУ з перекладом в режим «Ручний» по команді з КСАУКС.

Перемикання режимів роботи КУ можливо у будь-який момент часу роботи КУ і проводиться безпосередньо на компресорній установці.

МА КУ забезпечує діагностику стану вузлів КУ перед пуском і може заборонити пуск у всіх режимах роботи: якщо контрольовані параметри перевищують граничні значення, якщо визначена несправність датчиків, за сигналами яких передбачено аварійне відключення КУ.

МА КУ розташовуються безпосередньо на КУ, що знаходяться в машинному залі і через кабель фізичного інтерфейсу RS-485 з'єднані з АРМ, КСІУ і СБД, розташованими в спеціально виділеному приміщенні в безпосередній близькості з машинним залом.[10]

1.2.7 MSR 32 «Сіменс»

Компанією «Сіменс» була розроблена мікропроцесорна система MSR 32 для автоматизації сортувальних станцій.

Модульна мікропроцесорна система з відкритою архітектурою для автоматизації сортувальних станцій будь-якого типу. Включає в себе підсистеми управління стрілками, сигналами, датчиками і систему радіоуправління маневровим локомотивом, ця система дозволяє скоротити час на маневрові роботи і забезпечує високу якість розпуску і зниження випадків. Легко адаптується до будь-яких інформаційних бракованих систем, пускові і налагоджувальні роботи не порушують режиму роботи станції, невеликі витрати на технічне обслуговування.

Система реалізує наступні функції: введення інформації від дорожніх датчиків, інформації про становище стрілок, показаних гіркового і маневрових світлофорів, швидкостеміра, вагоміра, габаритних пристроїв, датчиків рахунку осей в зоні розчепити вагонів, індикації роботи уповільнювачів, контролі заповнення шляхів, кількості спрацьовувань апаратури, управління централізованими стрілками, уповільнювачами, світлофорами насування і показчиками швидкості і числом вагонів в відчепи; реалізацію максимальних швидкостей розпуску составів, що допускаються конструкцією гірки, оптимальну швидкість зіткнення відчепів на коліях підгіркового парку; автоматичний контроль заповнення сортувальних колій на всю глибину підгіркового парку; надання користувачу оперативної інформації про стан об'єктів і режимах роботи системи; визначення місцезнаходження рухомих одиниць в зоні гірки; підтримка призначеного для користувача інтерфейсу; визначення заданої швидкості виходу відчепу з гальмівною позиції; ведення і надання користувачеві архівів подій; контроль і діагностика системи.

Автоматизація сортувальних процесів виконується: Інформація про динамічні властивості відчип; інформація про очікувані виробничого обмеження; визначення рішення по топології станції та принцип роботи даного обладнання станції; визначення потенціалів для підвищення рентабельності в області інфраструктури, техніки і персоналу; аналіз з використанням програм Ablaufberg і PC-Simu.

В системі MSR 32 збір інформації відбувається Комплектація вихідних даних на гірці для визначення ходових якостей відчепів: довжина відчепу; момент відриву відчепу; навантаження на вісь; вплив вітру; послідовність проходження осей; відстань між осями; швидкість відчеплення (світлові решітки; пристрої визначення габариту; детектори колеса; вагоміри; радары).[11]

1.3 Оснащення сортувальних станцій України автоматизованими системами централізації

В Україні є 30 гірок. На 2020 рік вони оснащені наступними системами.

На Донецькій залізниці використовується 3 гірки:

-Лиман (Південна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1981р., гірка обладнана системою БГАЦ і ГАЦ-КР;

-Лиман (Північна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1934р., гірка обладнана системою ГАЦ;

-Волноваха (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1968р., а в 2016 модернізована, гірка обладнана системою БГАЦ;

На Львівській залізниці 5 гірок:

-Львів (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1966р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Клепачів (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1963р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Стрий (Гірка) введена в експлуатацію в 1976р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Батьово (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1981р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Чоп (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1972р., гірка обладнана системою БГАЦ ;

На Одеській залізниці 7 гірок:

-Одеса-Західна - Одеса-Застава I введена в експлуатацію в 1975р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Чорноморськ Порт (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1975р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Рені введена в експлуатацію в 1975р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Миколаїв (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1980р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Чорноморська введена в експлуатацію в 1989р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Одеса-Сортувальна (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1973р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Роздільна-Сортувальна (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1977р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-На Південній залізниці 8 гірок:

-Основа (Північна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1978р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Основа (Південна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1978р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Харків-Сортувальний (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1963р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Полтава-Південна (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1980р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Кременчук (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1976р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Кагамлицька (механізована) введена в експлуатацію в 1985р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Куп'янськ-Сортувальний (Непарна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1975р., гірка обладнана системою ГАЦ-КР;

-Куп'янськ-Сортувальний (Парна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1988р., гірка обладнана системою ГАЦ-КР;

На Південно-Західній залізниці 3 гірки:

-Жмеринка (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1978р., гірка обладнана системою ГАЦ-КР;

-Шепетівка (ГАЦ) введена в експлуатацію в 1975р., гірка обладнана системою ГАЦ-КР;

-Дарниця (Парна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 1977р., гірка обладнана системою БГАЦ;

На Придніпровській залізниці 4 гірки:

-Нижньодніпровськ-Вузол (Непарна гірка механізована) введена в експлуатацію в 1976р., гірка обладнана системою АЗСР;

-Нижньодніпровськ-Вузол (Парна гірка ГАЦ) введена в експлуатацію в 2006р., гірка обладнана системою БГАЦ;

-Верхівцеве (механізована) введена в експлуатацію в 1947р., гірка обладнана системою ГАЦ-КР;

-Запоріжжя-Ліве (механізована) введена в експлуатацію в 1974р., гірка обладнана системою БГАЦ;

Проаналізувавши існуючі системи гірок в Україні, практично всі релейні, крім того, встановлені більше 30 років тому. Відповідно, потрібно замінити на сучасні мікропроцесорні або якісь нововведення, які дозволять більш ефективно їх експлуатувати.

1.4 Постановка задачі

Актуальність роботи. Враховуючи процес роботи сортувальних гірок в Україні відомо що переважно використовуються шинні уповільнювачі які мають ряд недоліків і саме головне керування шинними уповільнювачами виконує обслуговуючий персонал, тобто оператор гірки, базуючись тільки на дані про вагу та довжину відчепа.

При цьому зовсім не враховуються погодні фактори (зустрічний вітер і тд.), зовсім не враховується бігові характеристики та вагони і таким чином цільове гальмування з зупинкою в потрібній точці шляху накопичення проблематичне.

Таким чином, розробка роботи функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску яка дозволить в результаті нам підвищити ефективність роботи гірки шляхом автоматизації процесу гальмування є ефективною.

Дуже важливо і те, що від гірки залежить це швидкість роботи залізничного транспорту в цілому. Але в Україні в якості гіркової централізації використовуються системи старого типу на релейній елементній базі.

Метою роботи є розробка методів та засобів для підвищення функціональних можливостей гіркової централізації по автоматизації розпуску.

Завданням роботи є:

- проведення аналізу роботи сортувальних гірок в Україні з визначенням оптимальних методів підвищення ефективності їх роботи.
- розробка методів та засобів контролю ваги відчепа на сортувальній гірці для автоматизації процесів розпуску.
- розробка методів та засобів контролю довжини відчепу на сортувальній гірці для автоматизації процесів розпуску.
- розробка підсистеми автоматичного керування уповільнювачами на сортувальних гірках в системах ГАЦ КР.

Об'єкт дослідження – процес розпуску рухомого складу на сортувальній гірці.

Предмет дослідження – методи та засоби покращення ефективності роботи сортувальної гірки.

Для вирішення поставлених задач було проведено аналіз роботи сортувальних гірок України, розглянуті способи роботи уповільнювачів закордоном, наведені можливі шляхи вирішення задачі автоматичного вимірювання ваги відчепу, розроблені методи визначення автоматично довжини відчепу, розроблена підсистема для автоматичного керування роботою реле уповільнювачів.

1.5 Висновок до першого розділу

Проаналізувавши всі існуючі системи за кордоном і в Україні, отримано наступні результати. Системи розвиваються і удосконалюються, чим сучасніша елементна база, тим ці системи є доцільнішими. Але залишаються проблеми які вони не вирішують, а саме.

1. В Україні на ГАЦ використовуються шинні уповільнювачі. Ні одна із запропонованих систем не дозволяє реалізувати автоматичне управління шинними уповільнювачами. Системи які використовуються в Україні на релейній елементній базі для цього взагалі не призначені, а закордоном використовуються уповільнювачі інших типів, тому ця роздача в них також не реалізована. Проблема

реалізації автоматичного керування уповільнювачами в Україні залучалась в тому що, не було необхідної елементної бази для фіксації ваги відчепа і швидкості його руху перед самим уповільнювачем. Для ефективної роботи уповільнювачів, потрібно розробити підсистему вимірювання ваги під час руху вагону на гірці, при цьому, щоб це вимірювання було без участі людини і передавало нам в електронному вигляді сигнали, які ми можемо використати для автоматичної роботи уповільнювачів, а також розробити окрему підсистему вимірювання швидкості відчепу на точкових колійних датчиках. В зв'язку з цим, актуально розробити систему яка буде з високою точністю вимірювати вагу і швидкість відчепу.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ГІРКОВОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ПО АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПУСКУ

2.1 Класифікація вагонних уповільнювачів і прискорювачів

Вагонні уповільнювачі і прискорювачі по виду використовуваної енергії для гальмування і просування вагонів діляться на механічні, електромагнітні та з біжучим магнітним полем.

За способом створення гальмівного ефекту вагонні уповільнювачі можна розділити на затискають і нестискають колеса вагонів.

Уповільнювачі, що затискають колеса вагонів, використовують для створення гальмівної сили тертя між колесами і гальмівними шинами. Вони підрозділяються на вагові та натискні. Вагові уповільнювачі характеризуються застосуванням приводу для підйому гальмівної системи в робоче положення і створенням гальмівного зусилля вагою вагона. У натискних уповільнювачів зусилля, створюване приводом, передається безпосередньо на колеса вагонів. Зусилля на колеса повинні прикладатися з обох його сторін і взаємно врівноважуватися, щоб на вісь не передавались вигинаючи сили.

Гальмівна сила уповільнювач, що відноситься до кожного рельса, повинна автоматично пристосовуватися до різної насадки коліс і коливань ширини бандажів в межах встановлених допусків. Тому передача цього зусилля здійснюється за допомогою пружного середовища (стиснене повітря, пружини), що забезпечує потрібне взаємодія гальмівних шин з вагонними колесами. Не можна нескінченно збільшувати зусилля натискання на колесо, так як це може привести до викришування крайки бандажа, особливо у коліс, що мають знос і накат на зовнішній кромці. Виходячи з цих умов приймається, що ставлення сили натискання гальмівних шин до ваги, що припадає на колесо вагона, має бути рівним $2/4$.

Вагові і натискні уповільнювачі приводяться в дію пневматичними і гідравлічними приводами.

Істотним недоліком шинних уповільнювачів є залежність гальмівного ефекту від стану взаємодіючих поверхонь колеса і шини. Так, попадання фарби або мастильних матеріалів на ці поверхні може привести до повному зникненню гальмівного ефекту.

Переробна здатність гірки збільшується з підвищенням швидкості скочування відчепів. Тому для побудови динамічного профілю гірки необхідно забезпечити максимально високу швидкість входу вагона на уповільнювач, що обмежується міцністю його конструкції. Максимальна швидкість входу вагонів на вітчизняні шинні уповільнювачі становить від 6,0 до 8,0 м / с, що доводиться враховувати проектувальникам гірок.

Уповільнювачі, що не затискають колеса вагонів, відрізняються великою різноманітністю - башмачні, плунжерні гідравлічні, спіральні-кулачкові, електромагнітні, з біжучим магнітним полем і з пружним гальмівним елементом.

У башмачних уповільнювачах використовують гальмівні башмаки, які накладаються на рейок дистанційно керованим приводом. Після наїзду колеса на башмак, останній починає ковзати по рейці і від сили тертя створюється гальмівне зусилля. На деякій відстані від місця початку гальмування кінець рейки відгинається в сторону, башмак отримує можливість вийти з-під колеса і повертається приводом до місця установки. Гальмівний ефект башмакового уповільнювача також залежить від стану поверхні, що треться.

Плунжерний гідравлічний уповільнювач, є укріплений всередині рейкової колії циліндр, що має виступаючий плунжер з напівкруглої голівкою. Якщо відчеп рухається зі швидкістю менше тієї, на яку відрегульований уповільнювач, то при натисканні реборди колеса на плунжер циліндра, рідина встигає "йти" з-під поршня через калібровані отвори і плунжер опускається, практично без опору. У разі перевищення відчепом зазначеної швидкості закривається регульований гальмівний клапан і плунжер утворює, як би перекочується гірку на шляху вагона. При відповідній зміні конструкції, цей пристрій може виконувати функції уповільнювача

і прискорювача вагонів. Працездатні варіанти таких пристроїв створені англійською фірмою "Доуті" і використовуються на гірках в Великобританії і Японії.

Спірально-кулачковий уповільнювач представляє собою обертовий циліндр зі спіральним виступом на поверхні, який взаємодіє з ребордою проходить колеса. Обертання циліндра впливає на гідравлічний пристрій, швидкість початку протидії якого можна регулювати (для уповільнювача Шведської фірми АСЕА від 1,5 до 3,0 м / с). Для виключення впливу коліс гіркового локомотива на уповільнювач останній відсувається від рейки пневматичним приводом з дистанційним управлінням. Якщо з'єднати вказаний пристрій ні з гідравлічним механізмом, а з електродвигуном, то воно перетворюється в уповільнювач-прискорювач, який розробляється в нашій країні.

В уповільнювачах з пружним гальмівним елементом, колесо вагона котиться по спеціальній гумі і рухається на підйом, що створює додаткову до енергії втрат на стиск гуми гальмівну силу. При необхідності припинити гальмування уповільнювач опускають, і колесо переходить на металевий рейок. Швидкість руху вагона можна регулювати висотою і тривалістю підйому стискається матеріалу. У поєднанні зі значною довжиною уповільнення, це забезпечує плавність і точність регулювання швидкості. За цим принципом побудовано уповільнювач німецької фірми "Тіссен". Основна проблема його створення полягала у виготовленні зносостійкої гуми.

Гальмування вагонів електромагнітним уповільнювачем засноване на впливі електродинамічної і механічної сил, які виникають при русі колеса через постійне магнітне поле, створюване між гальмівними шинами, Електродинамічна гальмівна сила утворюється наводяться в колесі вихровими струмами, а механічна - в результаті тертя між колесами і шинами уповільнювач, створюваного електромагнітними силами тяжіння.

У нашій країні за 30 років було створено кілька конструкцій електромагнітних уповільнювачів, один з яких знайшов застосування на промисловому транспорті. На залізницях використання електромагнітних

уповільнювачів обмежилося кількома досвідченими зразками. Застосувавши ці уповільнювачі отримали на сортувальних гірках Японії.

На зарубіжних гірках застосовують досвідчені зразки уповільнювачів з біжучим магнітним полем, де використаний принцип асинхронного двигуна, який біжить поле якого, взаємодіючи з колесами, створює гальмівну силу.

Для просування і уповільнення вагонів на коліях сортувальних парків намагаються використовувати дистанційно керовані візки, що рухаються під вагонами і взаємодіючи з їх колесами. Широке поширення цих пристроїв стримує висока вартість їх виготовлення і обслуговування.

На вітчизняних залізницях переважне поширення набули електропневматичні уповільнювачі натискного і вагового типів: клещевидні (тип 50), клещевидні-натискні КНП-5-73 і ваговий КВ. Є також для важеля натисний уповільнювач РНЗ-2 і уповільнювач з пневмогідравлічним приводом ВЗПГ-ВНПЖТ.[12]

Балкові або натискні уповільнювачі: складаються з двох рухомих балок, встановлених на одному або на обох рейках. Для генерації: гальмівної сили балки повинні натиснути на обидві бічні поверхні бандажів коліс проходять вагонів (натискання в двох точках відповідають подвійній потужності уповільнювач). Інші натискні уповільнювачі використовують додатковий демпфер, який перебуває з зовнішньої або внутрішньої сторони балки (натискання в трьох точках вимагає потрійний потужності уповільнювач).

Гальмівна сила натискних уповільнювачів регулюється. Уповільнювачі мають два положення - робоче (загальмований) і неробочий (відторможений). За уповільнювачу, що знаходиться в неробочому положенні, рухомий склад, включаючи локомотиви, проходить без гальмування. Зусилля уповільнювачів створюється за допомогою електричної енергії або пружного середовища (стисненого повітря або рідини). Варіювання найбільш важливими параметрами уповільнювачів, такими, як довжина, час спрацьовування, гальмівна сила і

максимально можлива швидкість входу вагонів, дозволяє реалізувати специфічні вимоги на конкретних станціях. [12]

В електродинамічних уповільнювачах використовується принцип вихрових струмів. Управління гальмівної силою здійснюється за допомогою регулювання електричної потужності. В неробочому положенні (подача електроенергії відключена) через уповільнювач може пройти рухомий склад будь-якого типу.[13]

У зоні застосування **пружних гальмівних елементів** рейки замінюють гумовими гальмівними елементами спеціальна вулканізована гума на металевих листах. Гальмівна сила зростає в залежності від ваги вагона відповідно втрат енергії на стиснення гуми. Уповільнювачі цього типу є некерованими і постійно знаходяться в робочому положенні, тому локомотиви не можуть проїхати по ним. [13]

Гідравлічні спіральні уповільнювачі здійснюють гальмування вагонів з точно визначеним максимальним гальмівним зусиллям. Коли вагон проходить через такий уповільнювач, реборда колеса взаємодіє циліндричним спіральним виступом який здійснює один оберт. Якщо швидкість вагона не перевищує межі, на який налаштований уповільнювач, вбудований клапан: не заважає руху рідини з однієї порожнини уповільнювач в іншу. В цьому випадку гальмування не відбувається. Коли швидкість вагона перевищує допустиму, уповільнювач розвиває максимальну гальмівне зусилля. Гідравлічні спіральні уповільнювачі деяких видів мають два робочих положення - активне і пасивне. В цьому випадку локомотив може пройти через уповільнювач, що знаходиться в пасивному стані. [13]

Плунжерні уповільнювачі можуть бути гідравлічними (олійними) або пневматичними. Їх гальмівний ефект полягає у впливі на реборди колеса вагона, що проходить над плунжером уповільнювач, закріпленим на підшві рейки. Надлишок кінетичної енергії гаситься в результаті переміщення вниз плунжера, коли швидкість проходить оточили перевищує необхідну. Масляні гідравлічні уповільнювачі (типу Розу) з впливають на колесо, якщо швидкість вагон становить менше 1 м / с. Плунжерні уповільнювачі деяких видів є керованими і мають два робочих положення - активне і пасивне.

У 2018 року провели ремонт уповільнювачів на Знам'янської сортувальної гірки, уповільнювач типу НК-114 замінили на більш сучасний КЗ-ЗПК. Все рівно зупинилися на шинних уповільнювачах.[13]

Використання плунжерних сповільнювачів або спіральних кулачкових, дозволить нам не гальмувати відчеп вручну оператором, а система буде самостійно гальмування виконувати без ніяких додаткових розрахунків. Так як в Україні використовуються тільки шинні уповільнювачі. Необхідно розробити підсистему яка зможе шинними уповільнювачами керувати без участі людини.

2.2. Принцип роботи підсистеми контролю швидкості та ваги відчепа

Принцип дії системи засновується на циклічному одержанні, обробці та порівнянні даних, одержаних від напільного обладнання (колійних датчиків).

Комплекти колійних датчиків розташовуються перед кожною гальмівною позицією. Відстань між датчиками, а також відстань до гальмівної позиції слід обирати виходячи з швидкодії самої системи, тобто, щоб система встигла спрацювати до того як відчеп заїде на гальмівну позицію. Приймаючи, що час спрацювання підсистеми 3 с, а середня швидкість розпуску згідно розрахунків 1,65 м/с, а далі й 2,4 м/с (тобто після введення підсистеми в експлуатацію очікується зростання швидкості розпуску в 1,5 рази), Відстань між датчиками повинна бути не менше 5,23 м, а відстань від датчика вимірювання ваги до гальмівної позиції- 8 м.

Роботу системи можна охарактеризувати так:

При проїзді першої колійної пари відчепа над першим датчиком напруга вихідного сигналу датчика за допомогою узгоджувального пристрою перетворюється в цифровий сигнал, який через гальванічну розв'язку, виконану на оптроні, потрапляє до регістру-защілки, а потім до мікроконтролера. Мікро контролер одночасно вмикає лічильник для підрахунку осей відчепа і таймер, який буде рахувати час до тих пір, поки перша колійна пара відчепа не заїде на другий датчик. [14]

При проїзді першої колійної пари над другим датчиком, сигнал тим же шляхом потрапляє до мікро контролера, який вмикає таймер, і, згідно програми

обчислює швидкість відчепа, потім виконує затримку. Коли відцеп проїжджає тензометричний датчик і інформація про вагу відчепа потрапляє до мікроконтролера, останній на основі отриманих даних дає висновок про потрібну ступінь тормозного зусилля. Його виходи зв'язані через узгоджувальні пристрої зі схемою керування уповільнювачами, спрацьовують реле, відповідаючи за силу гальмування. Також інформація про швидкість, вагу, та число осей відчепа потрапляє на монітор чергового оператора, а також до диспетчера ШЧ.

Після цього мікроконтролер дає сигнал переключення мультиплексора на слідувачі реєстр, який сприймає інформацію від комплекта колійних датчиків перед 2-гою гальмівною позицією. Цикл повторюється.

Робота мікро контролера організована таким чином, що один сприймає, обробляє, передає дані, а інший його перевіряє на правильність роботи. В разі неспівпадання даних, у чергового оператора буде горіти індикатор неправильної роботи мікроконтролера. [14]

2.3 Елементна база розробленої системи уповільнювачами

На діючих системах ГАЦ положення та швидкість відчепа визначається за допомогою колійних датчиків, нормально розімкнених рейкових кіл, фотоелектричних пристроїв.[14]

До польових пристроїв підсистеми відносяться колійні датчики.

Колійний датчик (ПД) типу ДПЕП системи УКП СО є джерелом первинної інформації про кількість осей рухомого складу, що прослідували по ділянці колії, що контролюється датчиком зайнятості ділянки колії ДЗП [14].. Датчик являє собою електромагнітну систему зі змінними параметрами, вхідним електричним сигналом якої являється високочастотна змінна напруга генератора, розміщеного в апаратурі лічильного пристрою (СП). Напруга вихідного сигналу ПД залежить від параметрів магнітної системи, що змінюються при появі та прослідкуванні колеса над датчиком.

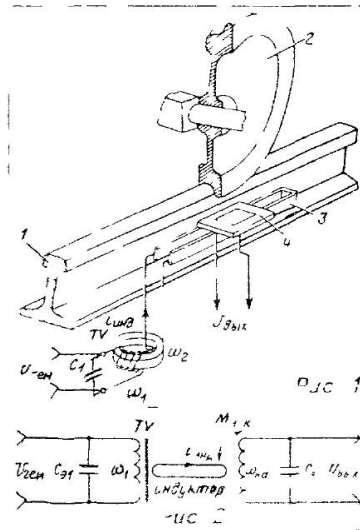


Рис. 2.1 Принцип дії ПД

Спрощене креслення пояснює принцип дії ПД, приведено на рис. 2.1 На живлячий вхід ПД подається високочастотна змінна напруга $U_{\text{ген}}$ частоти $f_{\text{ген}} = 71,4$ кГц. На рейці 1 умовно показано колесо 2 рухомого складу. Паралельно осі рейки 1 розташований індуктор 3, по якому протікає струм $I_{\text{інд}}$, що створює в просторі біля рейки 1 і колеса 2 змінне магнітне поле. Це поле створює у вихідній котушці 4 напругу $U_{\text{вих}}$, величина якого залежить від магнітного опору ланцюга між індуктором 3 і котушкою 4. Відсутність або наявність колеса в цьому просторі змінює цей магнітний опір і взаємну індуктивність $M_{\text{и-к}}$ між індуктором 3 і котушкою 4, що викликає зміну величини вихідної напруги датчика $U_{\text{вих}}$.

Еквівалентна електрична схема ПД, що відповідає кресленню рис.2.1, приведена на рис.2.1. Тут місткість $CE1$ еквівалентно є сумою місткостей $C1$ (є показаний на рис.2.1) і розподіленій місткості жил кабелю від ПД до СП, а місткість $CE2$ — еквівалентну місткість інших жил того ж кабелю. Величина взаємної індуктивності $M_{\text{и-к}}$, як було сказано, залежить від наявності або відсутності колеса над магнітною системою ПД.

Узгодження рівнів струмів і напруг в електричному ланцюзі генератора і індуктора здійснюється за допомогою трансформатора TV . Він виконаний на трійдальному феритовому сердечнику. Його первинна обмотка $W1$ містить 20 витків, повторна $W2$ — 1 виток. Для підвищення ефективності роботи датчика в

його вхідний ланцюг включений резонансний контур, утворений індуктивністю обмотки $W1$ і місткістю конденсатора $C1$ налаштований на частоту $f_{\text{ген}}$.

Таким чином, як видно з схеми рис.3.2, якщо решта параметрів схеми незмінна, то вихідна напруга $U_{\text{вих}}$ датчика визначається тільки величиною взаємо індуктивності M і-к, зміни якої на величину дельта M і-к, викликані наявністю або відсутністю колеса, приводять до появи зміни напруги вихідної котушки ПД на значення дельта $U_{\text{вих}}$.

Наявність високочастотної напруги $U_{\text{ген}}$ і відповідного йому струму $I_{\text{інд}}$ в індукторі накладає ряд особливостей на процеси роботи ПД. В першу чергу це викликано тим, що металеві маси колеса при дії на них змінного високочастотного магнітного поля змінюють свої магнітні властивості за рахунок збільшення втрат на перемагнічування, гістерезис, вияви поверхневого ефекту і т.д. Ці зміни призводять до того, що наявність колеса в магнітному ланцюзі датчика стає еквівалентною внесенню в неї маси, близької по властивостях алюмінієвої (або, наприклад, мідній, латунній). Тому імітатор колеса, що використовується при технологічних перевірках ПД, виконаний у вигляді алюмінієвої пластини. Зниження частоти $f_{\text{ген}}$ напруги живлення датчика, при якому маса колеса проявлятиме феромагнітні властивості, небажано через значне зниження чутливості датчика.

Практична конструкція і електрична схема колійного датчика істотно складніша. Це обумовлено двома обставинами. Перше з них полягає в тому, що зміни вихідної напруги дельта $U_{\text{вих}}$, обумовлені тим, що пройшов над вихідною котушкою колеса, малі і не перевищують декількох сотень мілівольт за наявності постійної амплітуди змінної напруги на виході котушки $U_{\text{вих}} = 10 \dots 15 \text{ В}$. Тому для надійного виділення величини так щодо малого значення напруги дельта $U_{\text{вих}}$ застосований диференціальний спосіб виділення корисного сигналу, що зажадало введення додаткової вихідної котушки.

Друга причина ускладнення полягає з необхідності введення контролю працездатності і закріпленого стану датчика на рейці. Це також зумовило введення інших додаткових вихідних котушок ПД.

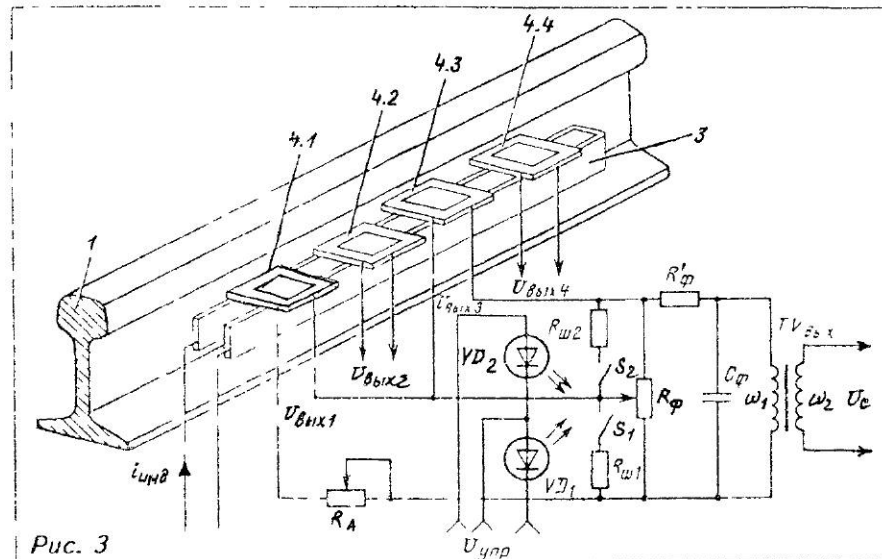


Рис.2.2 Розташування котушок в колійному датчику і спрощена схема їх включення

Розташування котушок в реальному колійному датчику і спрощена схема їх включення є показані на кресленні рис.2.2. Тут колесо і вхідний трансформатор TV умовно для простоти зображення не показані.

Датчик містить чотири вихідні котушки: 4.1, 4.2, 4.3 і 4.4 з однаковим числом витків. Вони розташовані уздовж повздовжньої осі індуктора 3 і над ним. Відстань від повздовжньої осі котушок до рейки різна: котушки 4.1 і 4.2 встановлені далі від рейки, ніж котушки 4.3 і 4.4. Вихідні напруги котушок відповідно до їх порядкової нумерації позначені як $U_{вих1}$, $U_{вих2}$, $U_{вих3}$, $U_{вих4}$. Балансувальними резисторами R_A і $R_Ф$ диференціальної схеми виділення корисного сигналу здійснюється настройка ПД після його установки на рейку і підстроювання при необхідності в процесі експлуатації. Ланцюг $R''_{ФСФ}$ служить для фільтрації високочастотних перешкод. Трансформатор $TV_{вих}$ виконує функції узгодження рівнів сигналів. Його вихідна напруга U_c , що знімається з вторинної обмотки W_2 , поступає далі на селективний підсилювач змінної напруги (на схемі умовно не є показаний).

Оптоелектронні ключі S_1 і S_2 (ІМС типу 293КП1), керовані світлодіодами VD_1 і VD_2 , відповідно, здійснюють шунтування виходів котушок 4.1 і 4.3 для виконання функції тестування ПД. Управління роботою світлодіодів виконується двома різнополярними імпульсними сигналами, умовно позначеними як один сигнал $U_{упр}$.

На схемі рис.3.3 показано включення тільки двох котушок 4.1 і 4.3. Котушки 4.2 і 4.4 включені на аналогічну електричну схему, процеси роботи якої не відрізняються від розглянутих нижче для котушок 4.1 і 4.3.

Котушки 4.1 і 4.3 включені зустрічно, тому сумарна вихідна напруга, яка поступає на схему балансування, рівно $\Delta U_{\text{вих}} = U_{\text{вих1}} - U_{\text{вих3}}$.

Якщо магнітний зв'язок між індуктором 3 з кожною з котушок однакова, то напруги $U_{\text{вих1}}$ та $U_{\text{вих3}}$ буде рівний між собою, відповідно до чого отримаємо, що $\Delta U_{\text{вих}} = 0$. Оскільки котушки 4.1 і 4.3 розташовані на різних відстанях від рейки 1 і є зміщений щодо повздовжньої осі індуктора 3, то їх вихідні напруги початково різні і напруга $\Delta U_{\text{вих}}$ не рівна 0.

За відсутності колеса над котушками для приведення вихідної напруги схеми до нульового рівня $U_c = 0$ служить схема балансування. Регулювання схеми, тобто отримання нульового рівня сигналу, виконується таким чином. Почерговим обертанням потенціометрів RA та RΦ встановлюють мінімальний рівень сигналу U_c . На цьому балансуванні схеми закінчується.

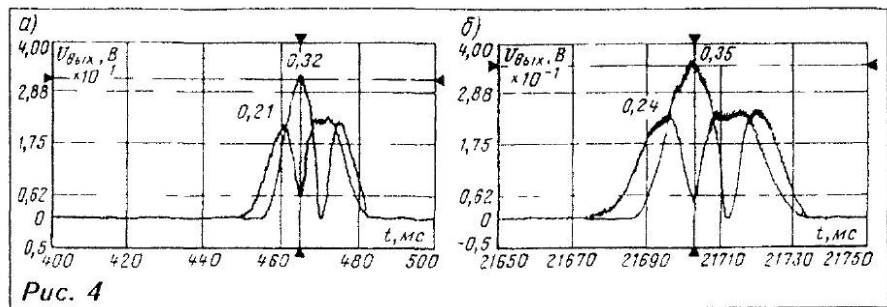


Рис.2.3. Осцилограми вихідної напруги датчика

На рис. 2.3 приведені осцилограми вихідної напруги датчика (випрямленої напруги U_c) при тому, що пройшов по ділянці з ПД вантажного і пасажирського потягів. Слід зазначити, що залежно від матеріалу колеса, властивостей і геометричних розмірів реальних колісних пар амплітуда вихідних напруг датчика може змінюватися на (20...30) % від номінальних значень.

Відповідно до «Технології обслуговування і ремонту пристроїв системи УКП СО» принципово настройка датчика виглядає таким чином.[14]

На лицьовій панелі блоку передавача дискретної інформації ПДІ-Ц рахункового приладу СП-Ц тумблер «РЦ» встановлюється в положення «ІМІТАЦ» і вимірюються $U_{ген}$. Вони повинні лежати і межах 24...42 В. Далі виконується балансування диференціальних схем датчика. Для цього до гнізд «АФР1», а потім «АФР2» зони вимірювання «ВИМІРЮВАННЯ» блоку лічильника осей СО-ДПЕ (в останньому варіанті апаратури — ПСД-ДПЕ) підключається вимірювальний прилад ІН-12М і почерговим обертанням потенціометрів «А» і «Ф» (резистори RA та RF схеми) добиваються мінімальних свідчень вимірювального приладу. Отримані при цьому напруги $U_{АФР1}$ і $U_{АФР2}$, відповідні вихідним напругам U_c диференціальних схем котушок 4.1, 4.3 і 4.2, 4.4, відповідно не повинні перевищувати 60 мВ.

Після цього за допомогою імітатора колеса виконується установка фази напруг в лічильниках осей. Для цього імітатор розташовується на горизонтальній поверхні датчика над першою контрольованою зоною (над котушкою 4.1). При цьому на блок СО-ДПЕ в зоні індикаторів «ЗОНА ПД» повинен засвітитися світлодіод «1», а на шкальному індикаторі «ФАЗА» — три вертикальні риски. Обертанням потенціометра «ф1», розташованого в зоні «ФАЗА», добиваються свічення першою, четвертій і восьмий рисок індикатора «ФАЗА», а друга, третя, п'ята, шоста і сьома риски індикатора світитися не повинні (відлік рисок ведеться зліва направо). Далі імітатор розташовується над четвертою зоною датчика (над котушкою 4.4), і в зоні індикації «ЗОНИ ПД» повинен засвітитися світлодіод «4», а на індикаторі «ФАЗА» — три риски, що світяться. Після цього потенціометром «ф2» зони «ФАЗА», як і у попередньому випадку, добиваються появи аналогічних світитися рисок індикатора «ФАЗА».

На цьому настройка датчиків вважається закінченою. У разі неможливості отримання нормативних результатів настройки необхідні дії, які вимагається провести електромеханіку СЦБ, висловлені в згаданій «Технології...». Оскільки протягом ряду літ апаратура УКП, що випускається, має різні модифікації, то в «Технології...» вказані дії, що вимагаються, по настройці.

Розглянемо особливості функціонування ПД в різних режимах роботи.

Якщо із яких-небудь причин датчик змінив просторове розташування щодо рейки або виявився механічно від'єднаним від рейки, то відбудеться зміна магнітного зв'язку між індуктором і котушками 4.1 і 4.3. Це викличе появу кількісно іншій різниці напруги дельта $U_{вих}$ і зумовить, у свою чергу, розбаланс диференціальної схеми і поява напруги U_c , величина якого перевищить пороговий рівень спрацьовування $U_{пор}$, що буде зафіксований схемою СП і є виведений на відповідну індикацію. Таким чином, показане на рис.3.3 «несиметричне» розташування котушок 4.1 і 4.3 щодо рейки і індуктора дозволяє контролювати працездатність і положення путнього датчика.

Таким чином, зміни амплітуди і фази вихідного сигналу котушок, викликані зміною розташування датчика щодо рейки, а також пройшло колеса над зоною контролю, викликають появу відповідних вихідних сигналів датчика, які після порівняння з пороговими рівнями напруг фіксуються апаратурою рахункових пунктів.

З появою над котушкою, наприклад, 4.1 колесо рухомого складу вихідна напруга $U_{вих1}$ зменшується. Це викличе аналогічний розбаланс диференціальної схеми і поява на її виході напруги $U_c > U_{пор}$ з фазою сигналу $U_{вих3}$, що також буде зафіксовано схемою СП.

Далі, у міру просування колеса над датчиком і звільнення зони контролю котушки 4.1 аналогічні процеси, коли $U_c > U_{пор}$ і є відповідна зміна фази, повторюються і для котушки 4.3. Введення двох пар котушок в датчику (4.1, 4.3 і 4.2, 4.4) дозволяє строго визначати напрям руху потягу по контрольованій ділянці і фіксувати його зупинку з подальшим рухом (відкотом) в ту або іншу сторону.

Тестування ПД здійснюється при вільності ділянки ДЗП і наявності на вході схеми різнополярних імпульсних сигналів $U_{упр}$, наступних з частотою проходження 1...2 Гц. Почергове замикання ключів $S1$ і $S2$ і одержуване при цьому шунтування вихідних напруг $U_{вих1}$ і $U_{вих3}$ резисторами R_{III1} і R_{III2} відповідно, викликає аналогічний почерговий розбаланс диференціальної схеми і поява відповідних вихідних напруг $U_c > U_{пор}$ схеми. Величини опорів резисторів вибрані такими, що

їх підключення викликає таке зниження вихідної напруги котушок, яке еквівалентне наявності над ними колеса рухомого складу.

Починаючи з середини 70-х років в системах АРС використовували вагонний вагомір з шарнірним містком ВВ-65-6. При експлуатації цього вагоміра необхідне технічне обслуговування контактної коробки, де перевіряється стан не тільки механічних пристроїв, але й регулюється міжконтактний проміжок на спеціальному пристосуванні.

Вимірювач ваги ВВ-65-6 довгий час експлуатувався на сортувальній гірці станції Ленінград-Сортувальний Московський.

В якості альтернативи в кінці 90-х років був запропонований тензометричний вимірювач ваги, розроблений ООО «Спринт» (Єкатеринбург). Принцип дії вимірювача оснований на зміні пружної деформації шийки рельсу під дією ваги від коліс відчепа.

В 1999 р. тензометричний вимірювач ваги був встановлений на сортувальній гірці станції Могильов-2 Білоруської залізниці. Однак через три місяці, попри встановлених герметичних кришок, датчики від'єдналися від шийки рейки і втратили працездатність. Для повторного кріплення датчика потрібно зняти і встановити рейкову вставку довжиною 3 м в зоні контролю розчепа.

В період 2002-2003 рр. на сортувальній гірці станції Молодечо Білоруської залізниці пробною експлуатацією в якості пристрою для вимірювання ваги використовувалися «Вагонні ваги типу ВВД-120Ш», виготовлені ЗАО «Либра-С» (Новосибірськ). Ці ваги використовуються на рейко-шпальній колії з ухилом, що характерно для сортувальних гірок. До складу вагів входить контролер, який містить стандартний інтерфейсний канал RS-485 для зчитування інформації. Але в них дуже трудомісткий процес установки і монтажу.

Через складності в експлуатації та установці тензометричний вимірювач ваги ВВД-120Ш не використовується.

З 2006 року на сортувальній гірці станції Молодечо в пробній експлуатації та на сортувальній гірці станції Мінськ-Сортувальний Білоруської залізниці в постійній експлуатації в якості пристрою для вимірювання ваги відчепа

використовується «Устройство весомерное горочное», виготовлене ЗАО «Електромеханічний завод» (м. Молодечно, Білорусь).

Конструкція цього пристрою включає в себе: Блок підключення датчиків 1, розміщений в трансформаторному ящику 2 поблизу рейкового полотна; колійний блок 3 реєстрації взаємодії колеса і рейки, змонтований на вимірювальній рейці 4; два стандартних магнітних датчика 5 типу ДМ-99 або ДМ-88, встановлених на одній з рейок симетрично до колійного блоку, і ваговий контролер, розташований в приміщенні поста гірки в безпосередній близькості від електронного обладнання системи автоматичного регулювання швидкості. При передачі інформації від блоку підключення датчиків до вагового контролера на відстані 300-500 м і використовується інтерфейс RS-485 з швидкістю передачі 9600 біт/с.

Пристрій кріпиться на рейки Р50, Р65 та Р70 при будь-якому типі шпал з гвинтовим рейковим кріпленням (костильне небажане). Мінімальна довжина вимірювальної рейки 10 м.

Основним інформаційним вузлом цього пристрою являється колійний блок реєстрації взаємодії колеса з рейкою, який реєструє деформацію рейки під вагою колісної пари і перетворює її в цифрове значення, пропорційне навантаженню колеса на рейку.

Система вимірювання ваги працює так. При проходженні колісної пари перший по ходу руху колеса магнітний датчик ДМ-99 дає імпульс підрахунку коліс для блоку підключення датчиків. При русі колеса рухомого складу по вимірювальній рейці відбувається її пружна деформація – рейка прогинається вниз. Величина деформації рейки пропорційна навантаженню від колеса, і електронна плата колійного блоку перетворює її в цифровий вигляд, який передається в блок підключення датчиків. Імпульс магнітного датчика ДМ-99 від дії другого по ходу руху колісної пари потрапляє на блок підключення, його цифрове значення передається ваговому контролеру. Цей контролер показує значення навантаження на вісь безпосередньо на екрані і передає її на приймальний пристрій системи автоматичного регулювання швидкості комплексу гіркової автоматики. Графічне

зображення деформації рейки виводиться в реальному часі ЖК-екран вагового контролера. Пристрій для вимірювання ваги відчепа налагоджують з вагового контролера, який має для цього цифрову клавіатуру та екран.

Напільне обладнання пройшло іспит по кліматичним умовам в діапазоні температур від -40 до +60С. Робота пристрою перевірена в експлуатаційних умовах сортувальних гірок станції Мінськ-Сортувальний, а також на сортувальних гірках станцій Молодечно і Могильов-2. [14]

Мікроконтролер ми беремо PIC 16F873 рис.2.4

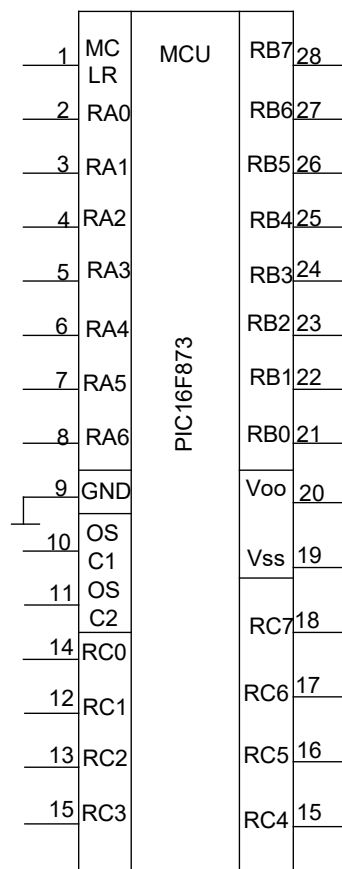


Рис. 2.4 Мікроконтролер PIC 16F873

Характеристика мікроконтролера:

- високошвидкісна RISC архітектура;
- 35 інструкцій
- всі команди виконуються за один цикл, крім того інструкцій переходів, що виконуються за два циклу;

- тактова частота:

DC - 20МГц; тактовий сигнал

DC - 200нс, тактовий один машинний цикл;

- до $4\text{K} \times 14$ слів FLASH пам'яті програм

до 192×8 байт пам'яті даних (ОЗП)

до 128×8 байт EEPROM пам'яті даних;

- система переривань (до 14 джерел)
- 8 – рівневий апаратний стек;
- прямий, непрямий режим адресації;
- збросу по включенню живлення (POR);
- таймер зброса (PWRT) и таймер очікування запуску генератора (OST)

після включення живлення;

- сторожовий таймер WDT з власним RC генератором;
- захист, що програмується, пам'яті програм;
- режим енергозбереження SLEEP;
- вибір параметрів тактового генератора;
- високошвидкісна, енергозберігаюча CMOS FLASH/EEPROM

технологія;

- повністю статична архітектура;
- програмування в готовому пристрої (використовується два виводи

мікро контролера);

- низьковольтний режим програмування;
- режим всередині схемної відладки (використовується два виводи

мікроконтролера);

- широкий діапазон напруг живлення від 2,0В до 5,5В;
- підвищення навантаженої здібності портів вводу/виводу (25мА);

мале енергоспоживання:

- $< 0.6 \text{ мА @ } 3.0\text{В}, 4.0\text{МГц}$

- 20мкА @ 3.0В, 32кГц
- < 1 мкА в режимі енергозбереження.

Характеристика периферійних модулів:

- таймер 0: 8 – розрядний таймер/лічильник з 8 – розрядним програмованим предільником;
- таймер 1: 16 – розрядний таймер/лічильник з можливістю підключення зовнішнього резонатору;
- таймер 2: 8 – розрядний таймер/лічильник з 8 – розрядним програмованим предільником та вихідним дільником;
- два модуля порівняння/захват/ШИМ (ССР):
 - 16 – розрядний захват (максимальна дозволяючи здатність 12.5нс)
 - 16 – розрядне порівняння (максимальна дозволяючи здатність 200нс)
 - 10 – розрядний ШИМ;
- багатоканальне 10 – розрядний аналого-цифровий перетворювач (АЦП);
- послідовний синхронний порт MSSP
 - ведучий/відомий режим SPI
 - ведучий/відомий режим I²C;
- послідовний синхронно – асинхронний прийомопередатчик USART з підтримкою детектування адресу;
- детектор зниженої напруги (BOD) для збросу по зниженню напруги живлення (BOR) [15].

В якості пристроїв фіксації аналогових сигналів та фіксації дискретних сигналів ми візьмемо мікросхему K555IP22(рис.2.5) – восьми розрядний регістр – зацілка відображення даних, вихідні буферні підсилювачі якого мають третій Z – стан.

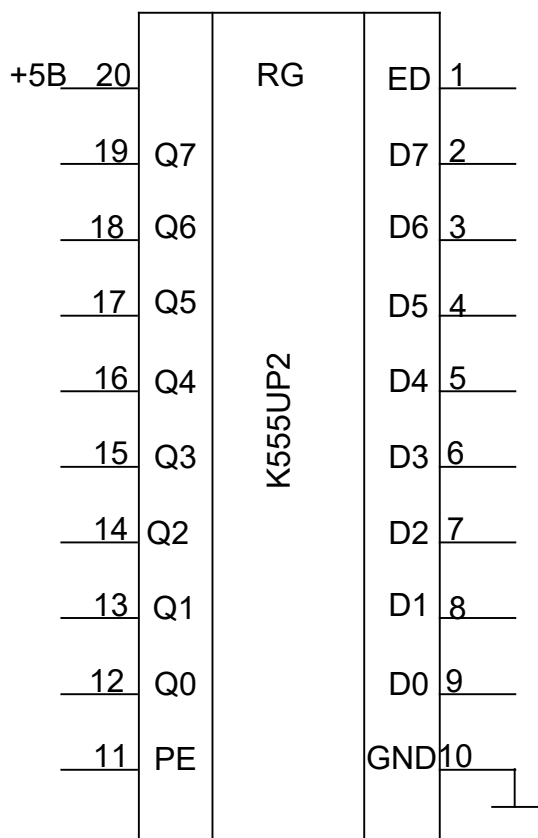


Рис.2.5 Регістр K555IP22

Схема регістру складається з двох частин. Перша частина – це вісім D – тригерів з входом дозволу паралельного запису PE. Поки напруга на вході PE високого рівня, дані від паралельних входів D – тригерів D0 – D7 відображаються на виходах Q0 – Q7. Подачею на вхід PE напруги низького рівня дозволу запису в тригери нового восьмибітного байту. Друга вихідна частина пристрою керується по виводу дозволу E0. [15]. Її вісім буферних ключових вихідних підсилювачів відрізняються більшою навантаженою здатністю та мають Z – стан. Якщо згідно таблицею 3.1 на вхід E0 дати напругу низького рівня, дані з тригерів регістру пройдуть на виходи Q0 – Q7. ці виходи розімкнуться, якщо на вхід E0 подати напругу високого рівня. Буферний вхід має гістерезис Шмідта $\pm 400\text{мВ}$, що підвищує перешкодостійкість при перемиканні. [16]

Споживаючий регістром K555IP22 струм 40 мА; вихідний струм буферного виходу кожного розряду не менш 30 мА, що дозволяє обслуговувати шини з

ємнісним характером навантаження (пам'ять МОП, мікропроцесорна система). Час затримки розповсюдження даних від входів до виходів 32 нс; час включення виходів від Z – стану складає: до напруги високого вихідного рівня – 20 нс, низького – 28 нс. При переході до Z – стану від напруги високого рівня потрібен інтервал 45 нс, від низького – 24 нс.

Таблиця 2.1

Стан регістру IP22

Режим роботи	Вхід			Вихід	Вихід
	E0	PE	D _n	тригеру Q	Q0 – Q7
Дозвіл та зчитування з регістру	H	B	H	H	H
	H	B	B	B	B
Зацілювання та зчитування з регістру	H	H	H	H	H
	H	H	B	B	B
Зацілювання в регістр, розрив виходів	B	H	H	H	Z
	B	H	B	B	Z

Мультиплексор ми беремо мікросхему K561КТ3 (рис.2.6) – це чотириканальні комутатори цифрових та аналогових сигналів. Ключ має вхід та вихід сигналу, а також вхід дозволу проходження сигналу E1. Еквівалентна схема ключа – однополюсна, тобто тільки на замикання електронного контакту. Тут керуючою „кнопкою” служить вхід E1.

Канал провідності в цих комутаторах двонаправлений. Опір каналу складає 80 Ом (узгодження між каналами з точністю ± 5 Ом), опір входу керування $\sim 10^{12}$ Ом.

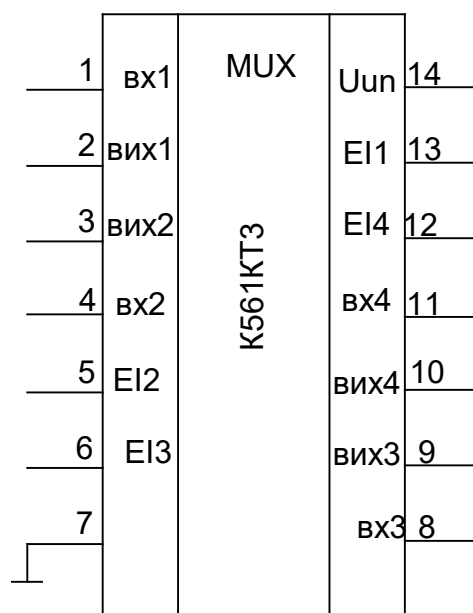


Рис.2.6 Мультиплексор К561КТ3

Канал пропустить цифрові рівні з амплітудою до $U_{н.п}$ або аналогові з амплітудою (від піку до піку) до $U_{н.п}/2$. При навантаженні 10 кОм на частоті 10 кГц відношенню сигналів на виході каналу в замкнутому та розімкненому стані не гірше 65 дБ. Ступінь ізоляції керуючого ланцюга Е1 від каналу відповідає опору 10^{12} Ом. Проходження сигналу з частотою 900 кГц (при навантаженні 1 кОм) з каналу в канал оцінюється величиною – 50 дБ. Час затримки розповсюдження сигналу в каналі 10...25 нс. Комутатор можливо застосувати в наступних аналогових вузлах: перемикачі – мультиплексори, ключі вибірки сигналу, комутаційні ключі, модулятори – демодулятори[16].

За допомогою ключем К561КТ3 можливо будувати комутатори для ЦАП та АЦП, а також схеми цифрового керування частотою, фазою, коефіцієнтом підсилення сигналу.

2.4 Принцип передачі інформації від підсистеми до робочого місця оператора гірки

Для передавання вимірюваних сигналів на станцію ми використовуємо модем MC145442В фірми „MOTOROLA” (Рис. 2.7).

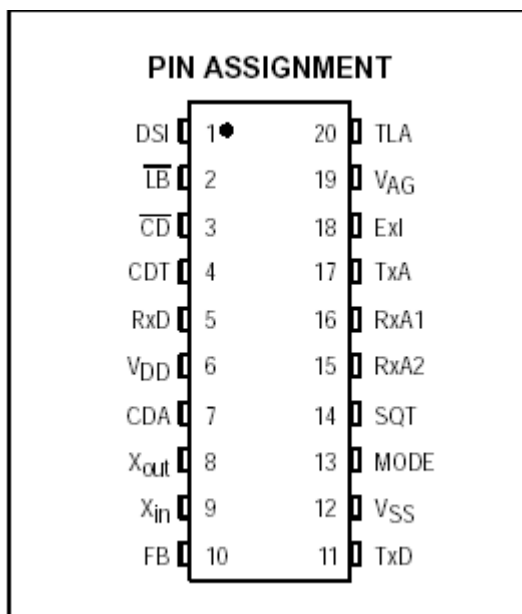


Рис 2.7 Схематичне зображення MC145442B

Призначення виводів:

DSI (ніжка 1) – ввід складання драйверу, він може використовуватись, щоб з'єднати наружні сигнали.

LB (ніжка 2) – аналоговий режим тестування, з'єднує TxA з ніжками RxA2 та RxA1, якщо аналогове тестування дозволено.

CD (ніжка 3) – вивід виявлення носія.

CD1 (ніжка 4) – виявлення носія.

RxD (ніжка 5) – вводу /виводу отриманих даних.

V_{DD} (ніжка 6) – це вивід позитивного електроживлення +5В.

CDA (ніжка 7) – регулювання виявленого носія.

X_{out} та X_{in} (ніжки 8 та 9) – кристалічний осцилограф.

FB (ніжка 10) – фільтр, який являється негативним вводом до підсилювача. В нормальному стані ніжка з'єднана з аналоговою землею через ємність 0,1мкФ.

TxD (ніжка 11) – ввід передачі даних.

V_{ss} (ніжка 12) – це вивід негативного електроживлення підходить 0В.

MODE (ніжка 13) – це вивід вибору каналу передачі та частоти.

SQT (ніжка 14) – вивід передачі подавлення, тобто блокування модулятора.

RxA2 та RxA1 (ніжки 15, 16) – це вхід одержання носія, RxA1 є неперевертаючим вводом та RxA2 – це ввід перевертання одержаного гібриду.

TxA (ніжка 17) – вивід передачі носія, вивід підсилювача драйверу лінії.

Ex1 (ніжка 18) – зовнішній вивід – це неперевертаючий ввід до лінії драйверу.

V_{AG} (ніжка 19) – аналоговий

TxA (ніжка 20) – вивід передачі рівня регулювання, діапазон коректування береться від -12дБ до -9дБ.

MC145442B є дуплексні модеми швидкості. Вони передбачають сигнал 300-бод, двонаправлена передача даних над телефонною мережою.

Драйвер лінії – це енергетичний підсилювач використовується для керування лінією.

Електричні особливості та DC ($V_{DD} = 5.0 \text{ В} \pm 10\%$, $T_A = -40^\circ \text{ до } 85^\circ \text{C}$)

- Високорівнева вхідна напруга LB

(Xin, TxD, MODE, SQT) – $V_{DD} - 0.8 \text{ (3,15)V}$;

- Низькорівнева вхідна напруга LB (Xin, TxD, MODE, SQT) – 0.8 (1,1)V

- Високорівнева вихідна напруга $I_{OH} = 20 \text{ мкА CD}$, RxD – $V_{DD} - 0.1 \text{В}$

$I_{OH} = 2 \text{ мА CD}$, RxD – 3.7В

$I_{OH} = 20 \text{ мкА Xout}$ – $V_{DD} - 0.05 \text{В}$

- Низькорівнева вихідна напруга $I_{OL} = 20 \text{ мкА CD}$, RxD – 0.1В

$I_{OL} = 2 \text{ мА CD}$, RxD – 0.4В

$I_{OL} = 20 \text{ мкА Xout}$ – 0.05В

- V_{AG} вихідна напруга ($I_O = \pm 10 \text{ мкА}$) – від 2.4В до 2.6В

- CDA вихідна напруга ($I_O = \pm 10 \text{ мкА}$) – від 1.1В до 1.3В

- Резистор зворотнього зв'язку драйверу лінії – $R_f 10 - 30 \text{ кОм}$

Приведений модем працює в декількох режимах:

Режим модуляції

Існує три модуляції: частотна, фазорізнесна та багатопозиційна амплітудно – фазова модуляція. Всі останні – не більш, ніж варіація цих трьох.

При частотній модуляції (FSK, Frequency Shift Keying) значенням 0 та 1 інформаційного біту відповідають власні частоти фізичного сигналу при незмінній його амплітуді. Частотна модуляція перешкодостійка, оскільки спотворенню при перешкодах підпадає в основному амплітуда сигналу, а не частота. При цьому достовірність демодуляції, а значить і перешкодостійкість тим вище, чим більше періодів сигналу потрапляє в бордовий інтервал. Але підвищення бодового інтервалу по понятим причинам знижує швидкість передачі інформації. З іншого боку, необхідна для цього виду модуляції ширина спектру сигналу може бути значно вже всієї смуги каналу. Звідси витікає область застосування FSK – низькошвидкісні, але високо надійні стандарти, що дозволяють здійснити зв'язок на каналах з великими спотвореннями амплітудно – частотної характеристики, або з усіченою смугою пропускання. [17]

При фазоразносній модуляції (DPSK, Differential Phase Shift Keying) змінюємим в залежності від значення інформаційного елементу параметром є фаза сигналу при незмінних амплітуді та частоті. При цьому кожному інформаційному елементу ставиться у відповідності не абсолютне значення фази, а її зміна відносно попереднього значення. Якщо інформаційний елемент є дебіт, то в залежності від його значення (00, 01, 10 або 11) фаза сигналу може змінитися на 90, 180, 270 градусів або не змінитися зовсім. З теорії інформації відомо, що фазова модуляція найбільш інформативна, однак збільшення кількості кодуємих біт вище трьох (8 позицій повороту фази) приводить до різкого зниження перешкодостійкості. Тому на високих швидкостях застосовують комбінування амплітудно – фазові методи модуляції.

Багатопозиційну амплітудно – фазову модуляцію називають ще квадратною амплітудною модуляцією (QAM, Quadrature Amplitude Modulation). Тут окрім зміни фази сигналу використовується маніпуляція його амплітудою, що дозволяє підвищити кількість кодуємих біт. В теперішній час використовуються модуляції, в яких кількість кодуємих на одному бодовому інтервалі інформаційних біт може доходити до 8, а, відповідно, кількість позицій сигналу в сигнальному просторі – до 256. Однак, застосування багатоточкової QAM в чистому вигляді стикаються з серйозними

проблемами, зв'язаними з недостатньою перешкодостійкістю кодування. Тому в усіх сучасних високошвидкісних протоколах використовують різновид цього виду модуляції, так наприклад модуляція з решітчастим кодуванням або треліс – кодуванням (TCM, Trellis Coded Modulation), яка дозволяє підвищити перешкодозахищеність передачі інформації – знизити вимоги по відношенню сигнал/шум в каналі на величину від 3 до 6 дБ. Суть цього кодування заключається в введенні Суть цього кодування полягає у введенні надмірності. Простір сигналів розширюється удвічі шляхом додавання до інформаційних бітів ще одного, який утворюється за допомогою згорткового кодування над частиною інформаційних біт і введення елементів запізнювання. Розширена таким чином група піддається все тій же багатопозиційній амплітудно-фазовій модуляції. В процесі демодуляції прийнятого сигналу проводиться його декодування по вельми витонченому алгоритму Віттербі, що дозволяє за рахунок введеної надмірності і знання передісторії вибрати по критерію максимальної правдоподібності з сигнального простору найдостовірнішу крапку і, тим самим, визначити значення інформаційних біт. [17]

У модемі використаємо протокол V.21, який найбільше підходить.

V.21

Це дуплексний протокол з частотним розділенням каналів і частотною же модуляцією FSK. На нижньому каналі (його звичайно використовує для передачі викликаючи модем) "1" передається частотою 980 Гц, а "0" – 1180 Гц. На верхньому каналі (передає відповідаючи) "1" передається частотою 1650 Гц, а "0" – 1850 Гц. Модуляційна і інформаційна швидкості рівні – 300 бод, 300 бит/с. Даний протокол знаходить застосування перш за все в якості "аварійного", при неможливості в наслідок високого рівня перешкод використовувати інші протоколи фізичного рівня. Крім того, зважаючи на свою невибагливість та перешкодостійкість, він використовується в спеціальних високорівневих додатках, що вимагають високої надійності передачі. Наприклад, для передачі керуючих команд при факсимільному зв'язку (верхній канал).

В принциповій схемі для видачі тактових імпульсів ми використовуємо генератор на операційному підсилювачі (рис.2.4.2).

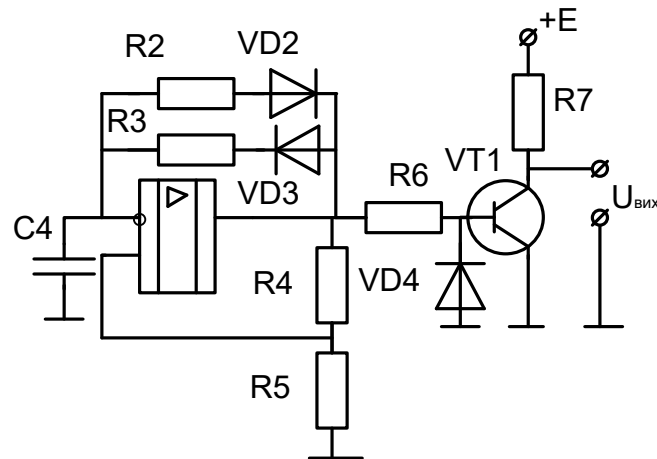


Рис. 2.8. Генератор прямокутних імпульсів на операційному підсилювачі
Елементи підсилювача розраховуються за наступною методикою:

Довжина імпульсів ($t_{и}$) та пауз між імпульсами ($t_{п}$) визначається за формулами (3.1) та (3.2):

$$t_{и} = T/Q \quad (2.1)$$

$$t_{п} = T - t_{и} \quad (2.2)$$

Тип операційного підсилювача розраховується по формулі (3.3):

$$V_{и\text{ вих}} \geq (10 \cdot U_{\text{вих max}})/t_{и} \quad (2.3)$$

Де $V_{и\text{ вих}}$ – максимальна швидкість зміни вихідної напруги ОУ,

$U_{\text{вих max}}$ – максимальна вихідна напруга ОУ.

Допустимий операційний струм

$$I_{\text{вих. доп.}} = U_{\text{вих max}}/R_{\text{нmin}} \quad (2.4)$$

де $R_{\text{нmin}}$ – мінімальний опір навантаження, який дозволяється підключати до цього підсилювача.

Струм поділювача R4, R5 $I_{\text{дел}} = 0,1 \cdot I_{\text{вих. доп.}}$, а коефіцієнт передачі рекомендовано прийняти $\gamma = 0,3 \div 0,7$.

Ємність конденсатора беремо $C4 > 10 \cdot 10\text{пФ}$. Опір резисторів R4, R5 вибирається за допомогою формул (3.5) та (3.6).

$$R4 = (U_{\text{вих max}} \cdot \gamma)/I_{\text{дел}} \quad (2.5)$$

$$R3 = (R4 * (1 - \gamma)) / \gamma \quad (2.6)$$

Транзистор VT1, резистори R6 та R7 виконують роль ключа. Де ми беремо $R6 = R7 = 1 \text{ кОм}$.

Також для формування машинних тактів, а також для завдання швидкості роботи мікроконтролера (МК) ми використовуємо генератор таквих імпульсів виконаний на кварцовому резонаторі (рис. 2.3.3)

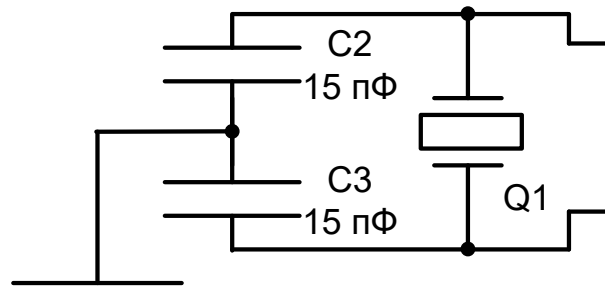


Рис. 2.9 Генератор тактових імпульсів

Де беремо $Q = 100 \text{ кГц}$, а $C1 = C2 = 15 \text{ пФ}$. Він буде працювати незалежно від внутрішнього генератора МК.

У якості пристрою гальванічної розв'язки та узгодження беремо звичайну оптопару типу АОД109А (рис. 2.9). Багатоканальний оптоелектронний прилад, який складається з трьох окремих оптопар, у металокерамічному корпусі. Кожна оптопара створена випромінювальним діодом на основі арсенід-галій-алюмінія. Призначена для використання в радіоелектронній апаратурі керування і пристроїв автоматики для гальванічної розв'язки електричних ланцюгів. [18]

Електричні параметри:

- коефіцієнт передачі струму при входному струмі 10 мА - 1,2%;
- входна напруга при $I_{\text{вх}} = 10 \text{ мА}$ не більш ніж $1,5 \text{ В}$;
- зворотній струм фото діода при $I_{\text{вх}} = 0$ не більш ніж 2 мкА ;
- кількість каналів в оптопарі - 3;
- час зростання і спаду вихідного імпульсу струму не більш ніж $0,5 \text{ мкс}$;
- опір ізоляції між входом і виходом не більш ніж 10^9 Ом .

2.5 Робота схеми уповільнювачів під керуванням РІС-контролера

Для керування роботою уповільнювачів, необхідно від мікроконтроллера передати команду на релейну техніку. Для цього можна використати будь-які безпечні схеми, наприклад: структуру мажоритарного елемента з польовими транзисторами. Ми пропонуємо для прикладу використати модуль ТУ системи (Каскад) який вже для цього призначений, розроблений і експлуатується на залізницях України.

Модуль телеуправління, забезпечує комутацію ланцюгів електричної централізації. На принциповій схемі (рис. 2.10, а) зображені вихідні ланцюга одного каналу модуля. На відміну від модуля телесигналізації модуль ТУ виконує функції нормально розімкнутого (рис. 2.10, б) або нормально замкнутого (рис. 2.5, в) електронного контакту, а значить він повинен бути розрахований на значно більший струм. З цієї метою в початкових колах кожного каналу використовуються елементи гальванічної розв'язки (VA1), що складаються з двох паралельно підключених польових транзисторів з відкритим каналом. Захист від перевищення напруги виконаний на елементах VD1 і VD2. Кількість каналів виведення в одному модулі - 32.[19,20]

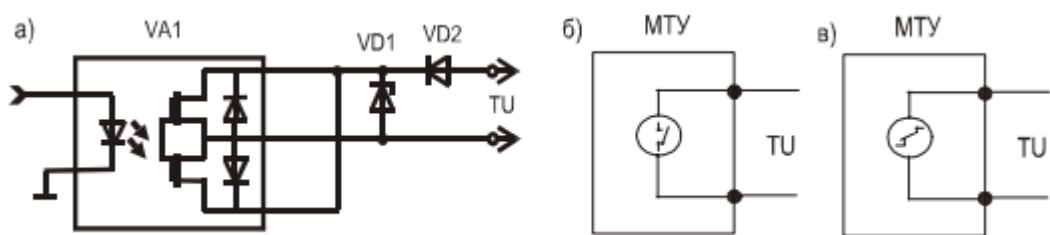


Рис. 2.10 Принципова схема вихідних кіл та умовні позначення каналу виведення дискретних сигналів

Ми залишаємо можливість керування кнопками з пульта оператора, якщо системі буде відключення і оператор захоче як раніше класично загальмувати наш відцеп вручну. Крім цього ми робимо паралельно підключення і за допомогою мікроконтроллера, ми в ланцюзі живлення реле НП, Т1, Т2, Т3, Р, ми ставимо модуль ТУ.[20]

2.6 Висновок до другого розділу

В даному розділі ми розглянули уповільнювачі, які використовуються за кордоном і в Україні та розробили підсистему яка управляє уповільнювачами без участі людини, тобто в автоматичному режимі.

На діючих системах ГАЦ положення та швидкість відчепа визначається за допомогою колійних датчиків, нормально розімкнених рейкових кіл і фотоелектричних пристроїв. Для побудови розробленої системи контроль швидкості виконується за допомогою точкових колійних датчиків, а ваги за рахунок тензодатчиків. Крім цього ми використали модем для передавання вимірюваних сигналів на станцію.

Для керування роботою уповільнювачів, необхідно від мікроконтролера передати команду на релейну техніку. Для цього ми використали модуль ТУ системи (Каскад), який для цього призначений, розроблений і експлуатується на залізницях України.

3 РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ВАГИ ВІДЧЕПУ НА СОРТУВАЛЬНІЙ ГІРЦІ

3.1 Опис роботи підсистеми вимірювання ваги відчепу на сортувальній гірці

Для того, щоб у нас працювала система автоматичного управління відчепами на гірці, тобто автоматичною роботою шинних уповільнювачів нам необхідно знати точну швидкість і вагу відчепу. Швидкість відчепу ми розглядали в другому розділі, тому вимірюється за допомогою точкових датчиків.

Для вимірювання ваги відчепу пропонується розробка наступної підсистеми, яка буде складатися з: датчиків які вимірюють вагу; потім за допомогою первинних перетворювачів вибираємо кількість тензометричних датчиків які потрібно встанови, за допомогою нормуючих перетворювачів вибираємо підсилювальний елемент і заганяємо на вхід АЦП потрібного рівня (АЦП вибирається виходячи з параметрів тензодатчика (ТЗ)), оцифрований сигнал через мультиплексор (аналоговий мультиплексор потрібен щоб одним АЦП оцифровувати всі 8 сигналів), поступає на мікроконтролер. З мікроконтролера інформацію ми пропонуємо передавати на АРМ-оператора гірки, а також, звідти вона передається на мікроконтролери які керують уповільнювачами, також, можливо в перспективі розробка де інформація буде на пряму, від мікроконтролера вимірювання ваги передається на мікроконтролери керування уповільнювачами, в обхід АРМ ПК і на АРМ ПК тільки видача результатів як вони спрацювали.

3.2 Аналіз існуючих датчиків вимірювання ваги

Тензодатчик колонного типу НВМ С16. Тензометричний датчик колонного типу С16А і С16і виробництва німецької фірми НВМ - одна з провідних марок володіння тензодатчиками - по праву використовується один з найдорожчих та необхідних типів тензодатчиків.



Рис.3.1 Тензодатчик C16A.

Тензодатчик НВМ C16 має ряд функціональних переваг перед іншими типами тензодатчиків: саморегулююча функція тензодатчика; цифрове і аналогове датчика; відповідь на європейський стандарт щодо електромагнітної сумісності (EN 45501 діє до: 2015), який гарантує роботу технічних пристроїв без створення перешкод для загрози; за необхідності датчик можна зробити вибухобезпечним та протипожежним виконанням.

Схема підключення цифрового тензодатчика C16i:

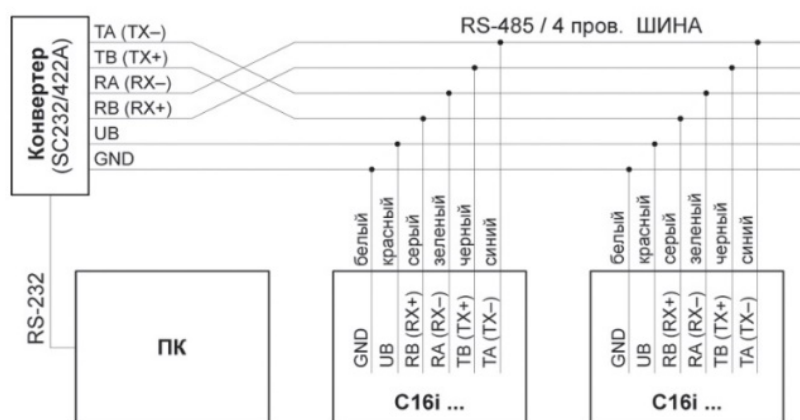


Рис.3.2 Схема підключення цифрового тензодатчика C16i

Установка тензодатчика НВМ C16: Тензодатчики мають незначні допуски на відхилення від вертикальної осі, і тому допускаються невеликі похибки навіть на рівні горизонту, які можна додатково усунути регулюванням зважувального пристрою та регулюванням сигналу.

Характеристики тензодатчика НВМ С16

Номінальне навантаження	60 тон
Клас точності	С3
Максимальне число повірочних поділок	3000
Мінімальний перевірочний інтервал,% від номінального навантаження	0,0083%
Робочий коефіцієнт передачі	2
Номінальний діапазон температур	-10...+40°C
Робочий діапазон температур	-30...+85°C
Температура зберігання	-50...+85°C
Граничне навантаження,% від номінальної	150%
Руйнівне навантаження	>350%
Допустиме динамічне навантаження (амплітуда коливань)	70%
Деформація при номінальному навантаженні, приблизно	1,22 мм
Вага з кабелем, приблизно	3,7 кг

Найпростіший спосіб встановити вихідний сигнал - використовувати розподільну коробку з регуляторами опору, за допомогою якої можна синхронізувати значення вимірювань тензорезистора.[21]

Тензометричний датчик UTILCELL 740 - це датчик стиснення для вимірювання ваги, за допомогою якого датчика сили тяжіння звужуючого об'єкта може бути виміряний і перетворений в аналоговий нормалізований електричний вимірювальний сигнал.

Функціональний принцип тензорезисторів заснований на перетворенні пружної деформації датчика, яка виникає під дією сили тяжіння зваженого навантаження, в електричний сигнал.

Тензометричний датчик складається з пружного елемента і тензорезисторів на основі тензорезисторів, з'єднаних електричним колом проїжджої частини. Модифікації датчиків відрізняються максимальним навантаженням у межах допустимої похибки, габаритних розмірів та ваги.



Рис 3.3 Тензометричний датчик UTILCELL 740

Особливості тензодатчика Utilcell 740:

- Самоцентруючий датчик стиснення;
- Сертифікована точність 4000 відділів відповідно до стандартів OIML R60;
- Можливо іскробезпечна зона 0-1-2 (газ) та 20-21-22 (пил);
- Простота установки, захист від обертання.
- Повністю виготовлений з нержавіючої сталі: колонка з нержавіючої сталі, термічно оброблена та електрошліфована.
- Герметично закритий, клас захисту IP 68 (EN 60529, захист від занурення у воду) та IP 69K (ISO20653, захист від струменів води під високим тиском). Рама з нержавіючої сталі AISI 304;

- Оптимізовано для систем з кількома паралельно з'єднаними тензодатчиками;

- блискавкозахист;

- ПВХ-кабель довжиною 18 м, 6 провідний;

- Дизайн був спеціально розроблений для вагових автомобілей;

- Індивідуальне калібрування на пресі з оптимізованими, заданими кутами;

- Підходить для роботи в екстремальних кліматичних умовах з діапазоном температур від -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$;

- За десять років присутності на ринку встановлено понад 300 000 одиниць.

Номер 1 за обсягами продажів на європейському ринку;

- Міжнародні метрологічні сертифікати: OIML (Європа та інші країни світу), NTEP (США) і GOST (Росія);

- Сертифікат АTEX для роботи в потенційно небезпечних середовищах;

Рекомендації щодо використання у складі ваг та вагових інструментів у торгових та бартерних операціях, а також у проведенні державних бухгалтерських операцій.[22]

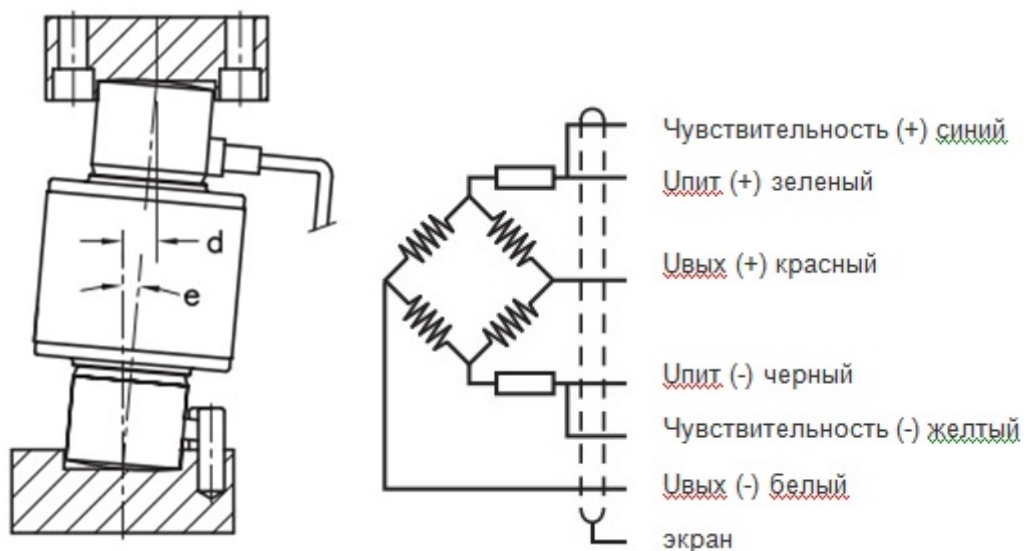


Рис 3.4 Схема підключення

Характеристика тензометричного датчика UTILCELL 740

Екран	Так
Відхилення РКП датчиків не більше	0,05%.
Діаметр кабелю	6 міліметрів
Довжина кабелю	20 метрів
Навантаження на тензодатчик	15 - 60 т
Клас точності	по ГОСТ 30129-96 4
Максимальне перевантаження	150 % від номінального навантаження
Температурний діапазон з компенсацією	от -10 °С до +40 °С
Температурний діапазон допустимий	от -20 °С до +70 °С
Робочий коефіцієнт передачі	2 мВ/В
Електроживлення	10 В
Вхідний опір	800 Ом
Вихідний опір	700 Ом
Значення нуля	2% РКП
Матеріал корпусу	Нержавіюча сталь
Клас захисту тензодатчика від води і пилу	IP 68

Тензометричний датчик ДСТВ-1. Датчики силовимірювальні тензорезисторні ДСТВ-1 загального технічного застосування з тензорезисторами з адгезійною фольгою, з'єднаними за мостовою схемою. Датчики призначені для потреб різних галузей промисловості.

Датчик складається з корпусу, який герметично закритий в ньому еластичним елементом, до якого приклеєні тензодатчики. Еластичний елемент - це чотирипроменева поперечина з жорстким центром, яка служить елементом, що поглинає силу датчика.

При застосуванні навантаження, балки згинаються. Внаслідок цього прикріплені до них тензодатчики деформуються. Тензодатчики підключені до електричного мосту, вихідна напруга якого пропорційна вимірюваному навантаженню, коли напруга живлення постійна.

Схеми датчика підключаються до зовнішньої схеми через штепсельний роз'єм.[23]



Рис 3.5 Тензометричний датчик ДСТВ-1

Основні параметри тензодатчиків ДСТВ-1.

Табл. 3.3

Характеристика тензометричного датчика ДСТВ-1

Параметр	Значення
Номінальне навантаження	$P_{MAX} = 16 \text{ тонн}$
Нижня межа вимірювання	$P_{MIN} = 1.6 \text{ тонн}$
Значення робочого коефіцієнта передачі (РКП) при номінальному навантаженні	$S = \frac{1mV}{V}$
Значення початкового коефіцієнта передачі (НКП) не більше	0.02
Категорія точності	0.25
Вхідний опір	$R_{ВХ} = 1900\Omega$
Вихідний опір	$R_{ВХ} = 2000\Omega$
Найбільше допустиме значення напруги живлення постійного або змінного струму з частотою до 1.5 кГц	$U_{ПИТ} = 48V$
Допустиме значення перевантаження, відсотків вище номінального навантаження	100%
короткочасне	50%
тривале	
Граничний діапазон робочих температур	-30°C +50°C
Габарити, (мм)	155 x 155 x 230

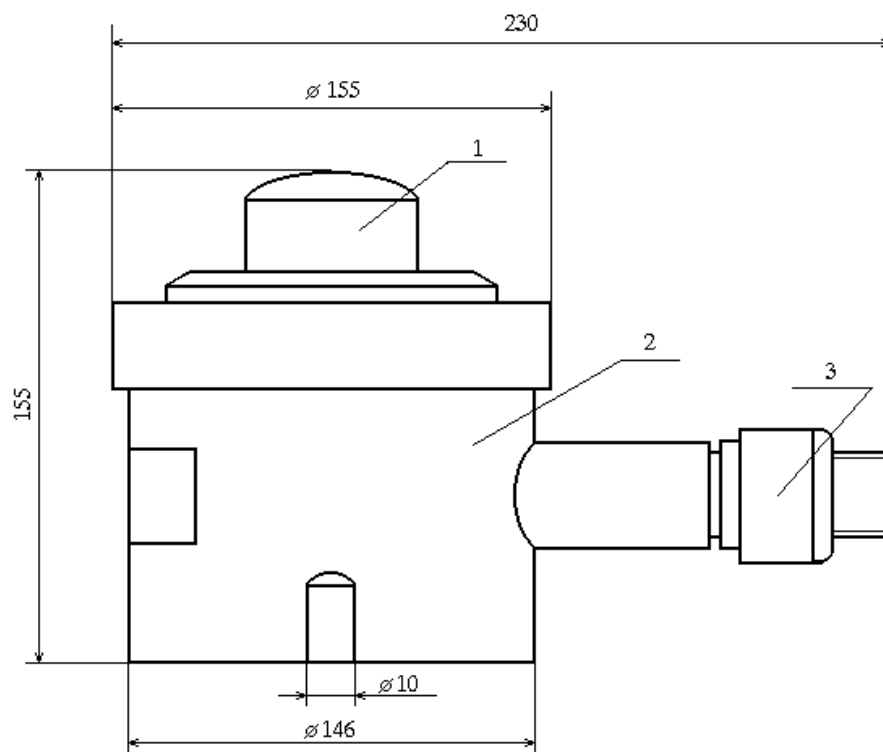


Рис. 3.6. Зовнішній вигляд і пристрій

На рис. 3.6. зображено креслення тензодатчиків ДСТВ-1.

Тут 1 - концентрична пружна поверхня, деформація якої тензодатчиками перетворюється в електричний сигнал; 2 - корпус первинного перетворювача для захисту пристрою від потрапляння твердих речовин і води; 3 труби, що захищають з'єднувальні кабелі.

При натисканні на концентричну поверхню (1) вона деформується. Тензорезистори наносяться на цю поверхню зсередини. Причому тензорезистори включені за схемою моста (рис. 3.7). На тензорезистори подається напруга $U_{пит} = 48V$, а в умовах максимального навантаження $P_{MAX} = 16 \text{ тонн}$ на виході моста подається напруга, пропорційна максимальному навантаженню $U_{OUT_MAX} = 48mV$. [23]

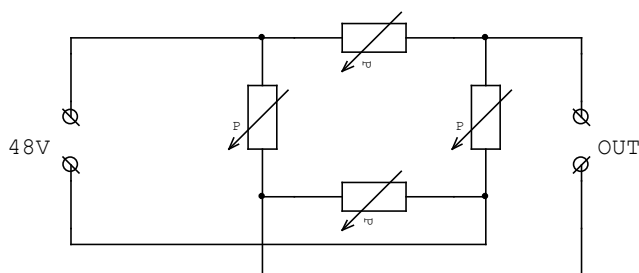


Рис. 3.7. Тензорезисторний міст.

Беручи до уваги всі параметри, ми вибираємо тензометричний датчик ДСТВ-1, оскільки вони мають невелику похибку вимірювань, яка є найбільш вигідною та придатною для наших умов використання.[23]

3.3 Первинний перетворювач.

Тензодатчик в нас діє як основний перетворювач. Обираємо кількість тензодатчиків $N_d = 8$, та максимальної ваги яка буде діяти $P_M = 90 \text{ тонн}$. В наслідок цього, ми вибираємо тензорезистори ДСТВ -1 на 16 тон.

З цими тензодатчиками ця система зможе зважувати вагони до $P_{MAX} = 8 \cdot 16 = 128 \text{ тонн}$. При цьому залишатиметься запас на 38 тон. Запас потрібен для того, щоб нерівномірно розподілену вагу правильно зважувати.[23]

Також потрібно врахувати гальмування поїзда на платформі яка створює додатковий тиск. Тензодатчик можуть витримати додаткове навантаження до 50% від заданої ваги:

$$P_{\text{критич}} = 16 + \frac{16 \cdot 50}{100} = 24 \text{ тонн} \quad (3.1)$$

є дозволяє витримати навантаження в два рази більше:[23]

$$P_{\text{критич}} = 24 \cdot 8 = 192 \text{ тонни} \quad (3.2)$$

3.4 Принцип дії пристрою

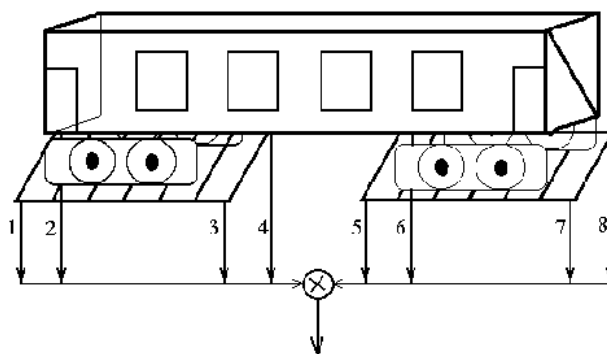


Рис. 3.8. Схема вимірювання ваги вагона

На Рис. 3.4. зображена схема вимірювання ваги вагона.

Нумеровані стрілки показують напрямок потоку інформації від датчиків. Вибрано загальну кількість датчиків - 8.

Для задання площини вистачить три точки, але ми будемо використовувати чотири, тому що навантаження може бути нерівномірно розподілене і може сильно відрізнятись. Це призводить до подвійної кількості контрольних точок (датчиків) - вісім штук.[23]

Так як вага розподіляється по опорних точках, де будуть знаходитись датчики, кожен датчик зважує часткову вагу відчепу. Для отримання загальної ваги відчепу, потрібно її додати. Це можна зробити до оцифрування або після нього. Оцифровка потрібна для того, щоб передати інформацію про вагу на комп'ютер.

Цей пристрій повинен бути розташований недалеко від платформ і рейок, тому що, корисний сигнал з датчиків малий (48 ... 48000 мкВ). Для зменшення перешкод та витрати кабелю, відстань потрібно зменшити. До комп'ютера підключений цей пристрій через послідовний інтерфейс, а швидкість передачі інформації нас не цікавить, оскільки вимірювання проводиться статично.[23]

3.5 Розрахунок первинного перетворювача.

Обираємо напругу живлення $U_{пит} = 48V$.

У цьому випадку будемо дотримуватись формули чутливості тензодатчиків $S = \frac{48mV}{V}$.

Це буде відповідати, що при повному навантаженні $P_{MAX} = 16тонн$ на вихідному сигналі перетворювача отримаємо $U_{ВЫХ} = 48mV$.

Виходячи з ТЗ, похибка повинна становити не більше 0,1%. Для цього досягнення розрахуємо мінімальний крок квантування:[23]

$$U_{LSB} = \frac{48 \cdot 10^{-3}}{1000} = 48\mu V \quad (3.3)$$

3.6 Нормуючий перетворювач.

Обираємо елемент підсилювача маючи параметри первинного перетворювача.

Так як у нас потрібний сигнал надходить із великим синфазним сигналом, що приблизно рівний напрузі живлення ТЗ моста $U_{ПНТ} = 48V$, потрібно, щоб підсилювач міг придушувати високий рівень синфазного сигналу.[23]

$$K_{occ} \geq \frac{U_{ПНТ}}{U_{СИГНАЛА_MIN}} = \frac{48}{48 \cdot 10^{-6}} = 10^6 \quad (3.4)$$

Це буде узгоджуватись $K_{occ_DB} = 20 \cdot \log_{10} 10^6 = 120dB$.

Тому потрібно вибрати такий коефіцієнт посилення, який забезпечує ослаблення сигналу в фазі $K_{occ} = 120dB$.

Коефіцієнт підсилення повинен посилювати корисний сигнал до опорної напруги АЦП, яка буде відповідати максимальному коду. Опорну напругу вбираємо за замовчуванням $U_{REF} = 5V$. Потім

$$K_U = \frac{U_{REF}}{U_{СИГНАЛА_MAX}} = \frac{5}{48 \cdot 10^{-3}} = 104.2 \quad (3.5)$$

Тоді будемо вибирати т. зв. інструментальний операційний підсилювач від BURR BROWN INA128.

У випадку з контрольно-вимірювальними підсилювачами коефіцієнт підсилення встановлюється підключенням зовнішнього резистора R_G , значення якого для INA128 обчислюється за наступною формулою;

$$R_G = \frac{50k\Omega}{G-1}, \text{ де } G = 104.2$$

Тож $R_G = \frac{50k\Omega}{104.2-1} = 485$, вибираємо стандартний резистор $R_G = 470\Omega$.

Коефіцієнт посилення якого буде:

$$G = 1 + \frac{50k\Omega}{R_G} = 1 + \frac{50k\Omega}{470} = 107.4 \quad (3.6)$$

Це значення допустимо, оскільки первинний перетворювач був обраний з певним запасом, тобто рівень корисного сигналу на виході моста не досягає свого максимального значення

$$U_{MAX} = \frac{U_{REF}}{K_U} = \frac{5}{107.4} = 46.6mV \quad (3.7)$$

Це буде відповідати навантаженню на всі вісім датчиків

$$P_{MAX} = \frac{U_{MAX}}{U_{HOM_MAX}} \cdot 16 \cdot 8 = 124.2тонн \quad (3.8)$$

При цьому є запас $P_{ЗАПАСА} = 34.2тонн$.[23]

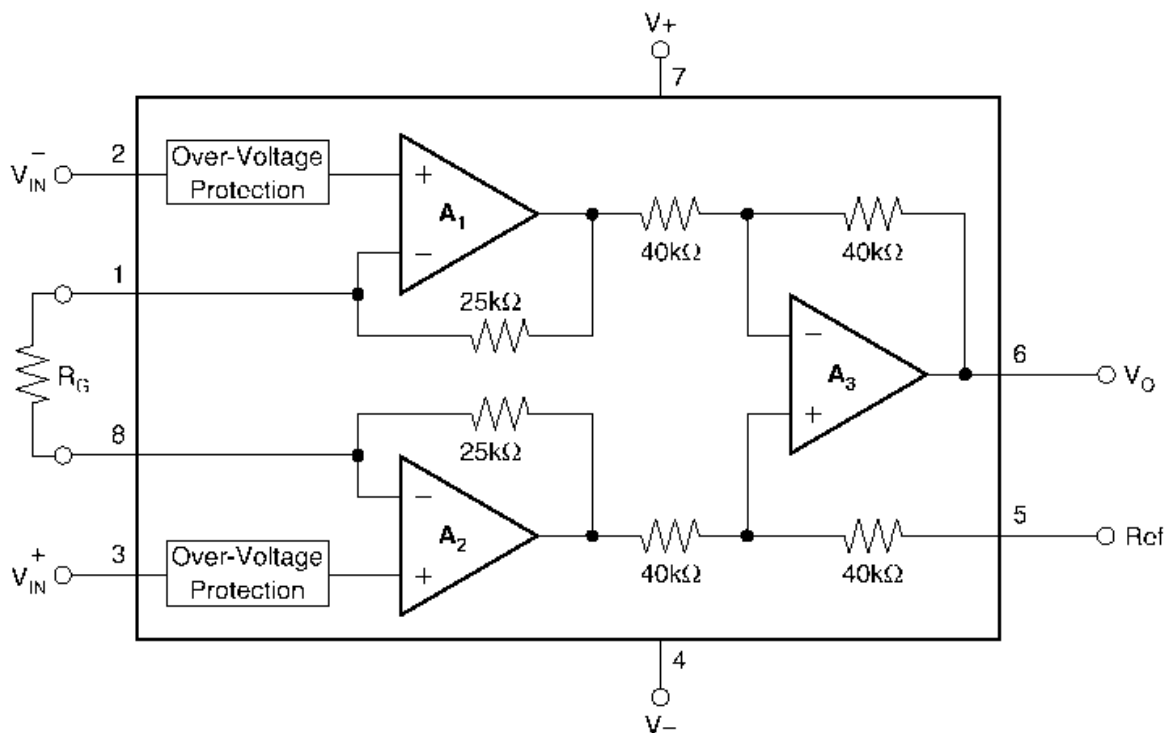


Рис. 3.9 Внутрішня структура інструментального підсилювача INA128.

3.7 Аналого-цифровий перетворювач.

Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) вибирали залежно від тензодатчика.

Ми маємо зважувати вантаж з максимально допустимою вагою $P_{MAX} = 90тонн$.

У той же час вимірювання повинні проводитися з відповідною похибкою 0,1%:

$$P_{DIF} = \frac{P_{MAX} \cdot 0.1\%}{100\%} = 90кг .$$

$P_{DIF} = 90\text{кг}$ - наведено значення найменш значущого значення кроку квантування. Для того щоб охопити всю область одним кроком, що відповідає мінімальному кроку квантування, потрібно зробити $\frac{90\text{тонн}}{90\text{кг}} = 1000$ кроків.

Це узгоджується $C = \log_2 1000 \approx 10$. Тому сигнал повинен бути оцифрований із бітовою розрядністю 10. Це буде мінімальною швидкістю передачі розрядності АЦП. У реальних умовах потрібно буде враховувати коефіцієнт з запасом. Тому будемо брати розрядність АЦП-12.

Частота дискретизації буде будь-якою, оскільки процес вимірювання є статичним.

Обравши АЦП фірми BURR BROWN ASD7820.

Інформація передається на керуючому сигналі від МК паралельно мікроконтролеру. Потім МК мультиплексує вхідні сигнали і процес повторюється.

Після обробки всіх рядків МК аналізує отримані дані. І на даний момент АЦП не обраний. Це означає, що виходи знаходяться в стані високого опору і можуть за потреби працювати з іншим пристроєм.[23]

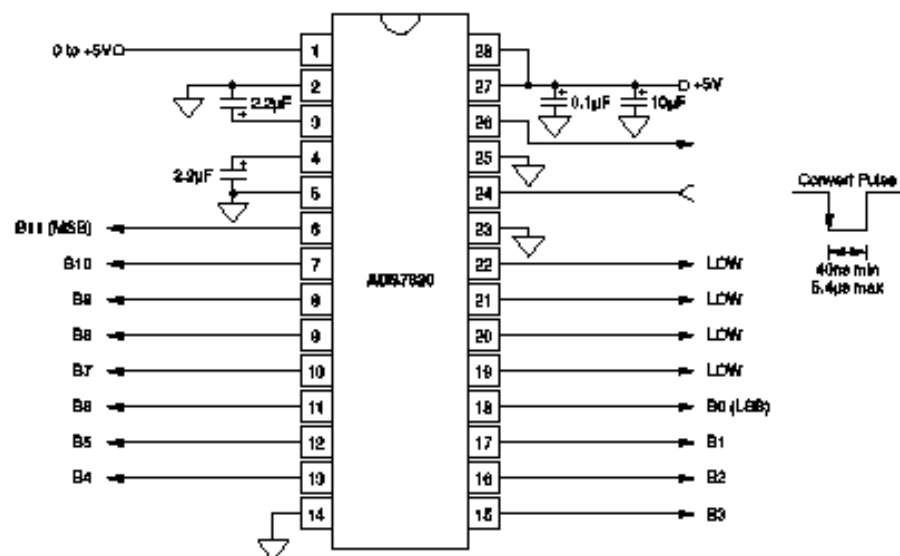


Рис. 3.10. Схема включення АЦП ASD7820.

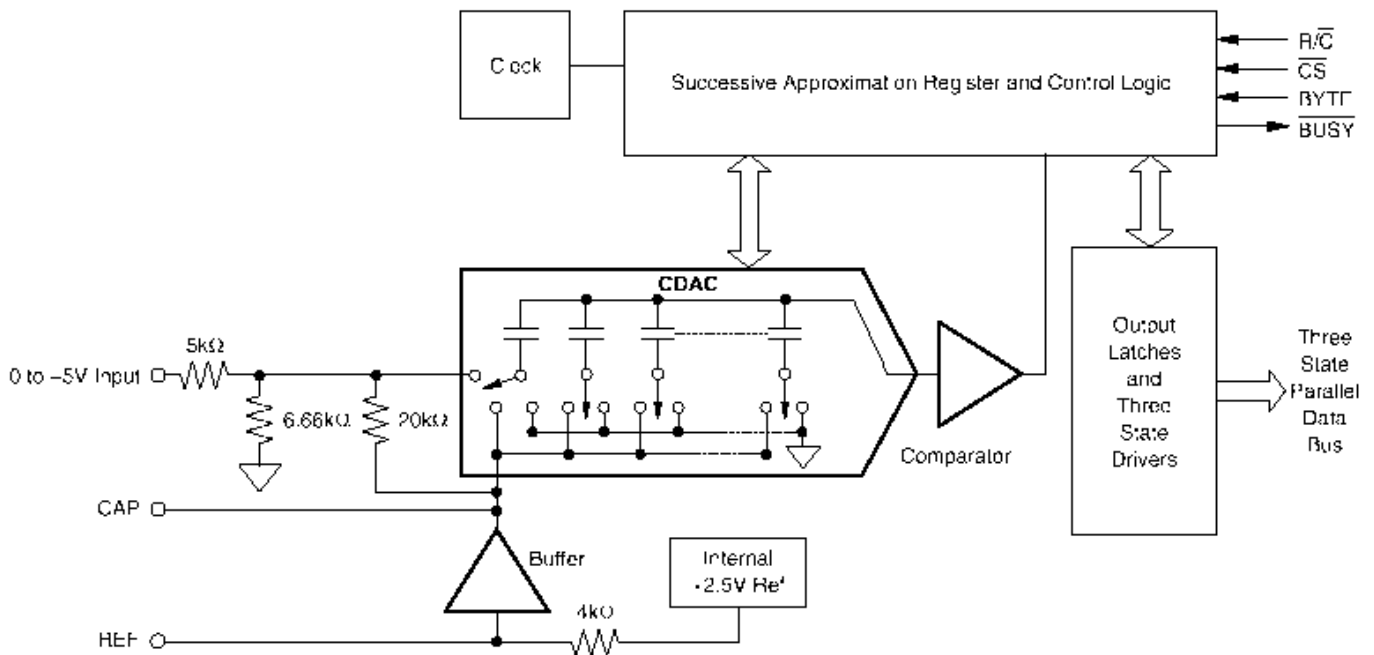


Рис. 3.11 Внутрішня структура АЦП

Щоб цей АЦП працював, потрібно на вихід Byte надіслати сигнал низького рівня. У цьому випадку D0...D11 отримує код, який відповідає сигналу аналогового вхідного перетворювача.

R/C – виконує читання або перетворення. З різницею від нуля до одиниці (позитивному фронті), цей вхід може зчитувати код з паралельного інтерфейсу. При різниці від одиниці до нуля (негативний фронт) починається перетворення аналогового сигналу в код.

CS-вибір кристалу. АЦП активується, якщо цей вхід є логічним нулем. Він разом з R/C – повинен запускати перетворення. Якщо на логічний блок приходить одиниця на цьому вході переводяться усі паралельні лінії зв'язку в стан високого опору.

BUSY – на початку перетворення на цьому виході встановлюється логічний нуль. Після завершення перетворення, нуль скидається.

Потім потрібно підвести від виведення R/C АЦП лінію через логічну схему на вихід INT0 та INT1 мікроконтролера.[23]

3.8 Вибір мультиплексора.

Згідно з тензодатчиком, одночасно потрібно використовувати вісім аналогових сигналів. Для оцифрування всіх восьми сигналів за допомогою АЦП необхідно використовувати аналоговий мультиплексор. Ніяких вимог до його швидкості немає.

Потрібно, щоб він пропускав напругу до 2В.

Канал повинен бути обраний через три виходи управління, які вказують номер каналу. Це робиться мікроконтролером.[23]

Вибираємо мультиплексор фірми BURR BROWN MPC508A.[23]

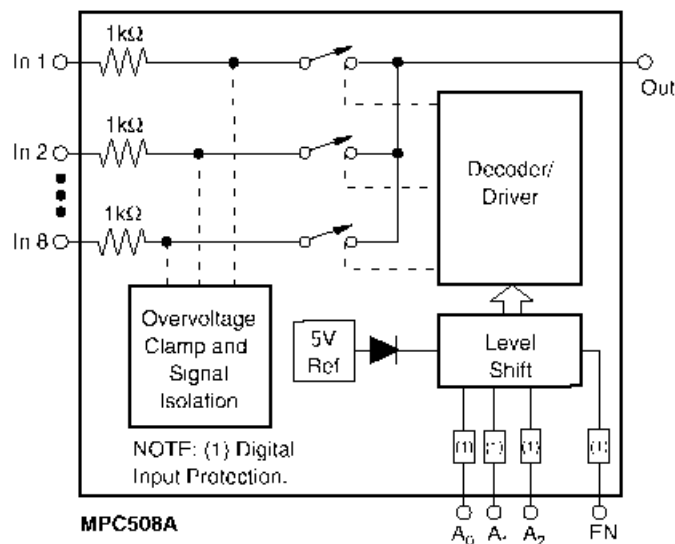


Рис. 3.12. Внутрішня структура мультиплексора.

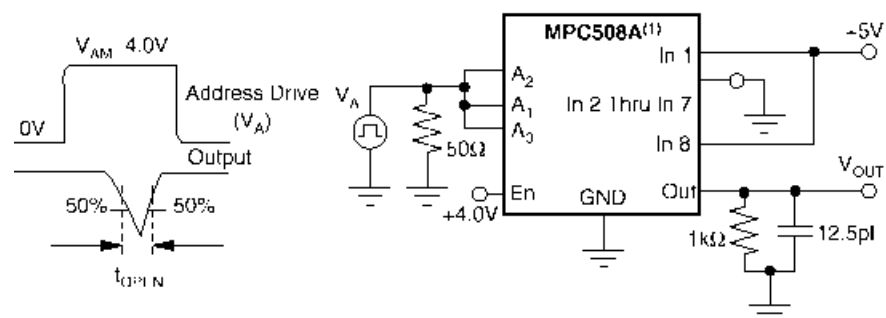


Рис. 3.13. Варіант схеми включення мультиплексора MPC508A.

3.9 Вибір мікроконтролера.

У цьому випадку, згідно з тензодатчиком, перед проектувальником не поширюються ніякі обмеження або особливі вимоги. Оскільки процес вимірювання ваги є статичним, дуже швидке перемикання не потрібно. Тому не рекомендується проектувати цей пристрій на DSP.

Сьогодні одним із найбільш широко використовуваних мікроконтролерів є сімейство MCS-8051 MC, спочатку розроблене INTEL.

INTEL MCS-8051 призначений для допомоги у створенні контролерів та мікрокомп'ютерів різного призначення з низькими апаратними витратами, зберігаючи при цьому універсальність та швидкість. Призначення MCS-8051 варіюється від місцевих систем автоматизації до пристроїв керування побутовою технікою.[23]

INTEL MCS-8051 розроблений для допомоги у створенні контролерів та мікрокомп'ютерів різного призначення з низькими апаратними витратами при збереженні універсальності та швидкості. Призначення MCS-8051 варіюється від місцевих систем автоматизації до пристроїв керування побутовою технікою.

Основними доступними програмними пристроями MCS-8051 є: 8-розрядна батарея а; 8-розрядний допоміжний регістр в; тригери ознак результату: С (передача), АС (допоміжна передача), ОV (переповнення), Р (парність); тригери для вибору банку робочих регістрів RS0 і RS1; тригер програмно керованого прапора F0; 16-розрядний лічильник інструкцій для ПК; 16-розрядний регістр показчика даних DPTR; 8-розрядний регістр показчика стека SP; внутрішня пам'ять програми ємністю 4 кбайт, що розширюється зовнішніми пристроями до 64 кбайт; внутрішня пам'ять даних ємністю 128 байт, що містить від одного до чотирьох банків робочих регістрів R0-R7, область стека та область пам'яті, які можуть бути адресовані побітово; зовнішня пам'ять даних ємністю до 64 кбайт; два 16-розрядних програмованих лічильника таймера; програмований двонаправлений послідовний інтерфейс вводу-виводу та відповідні пристрої управління; чотири двонаправлені 8-бітові паралельні порти вводу-виводу; дворівнева система пріоритетів переривань.

Рекомендується використовувати мікроконтролер MCS-8051 наступним чином: порти P0 і P2 працюють з даними з АЦП; порт P1 налаштовує мультиплексор і АЦП; система відкалібрована за сигналом від комп'ютера; калібрування також проводиться з перериванням INT0; RxD і TxD здійснюють зв'язок з комп'ютером.[23]

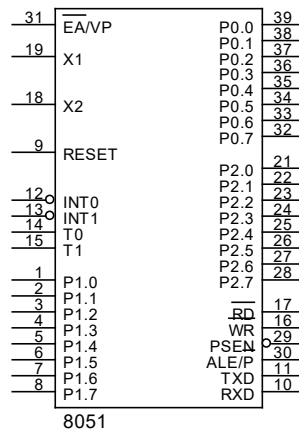


Рис. 3.14 Мікроконтролер INTEL MCS-8051

3.10 Передача інформації через послідовний порт.

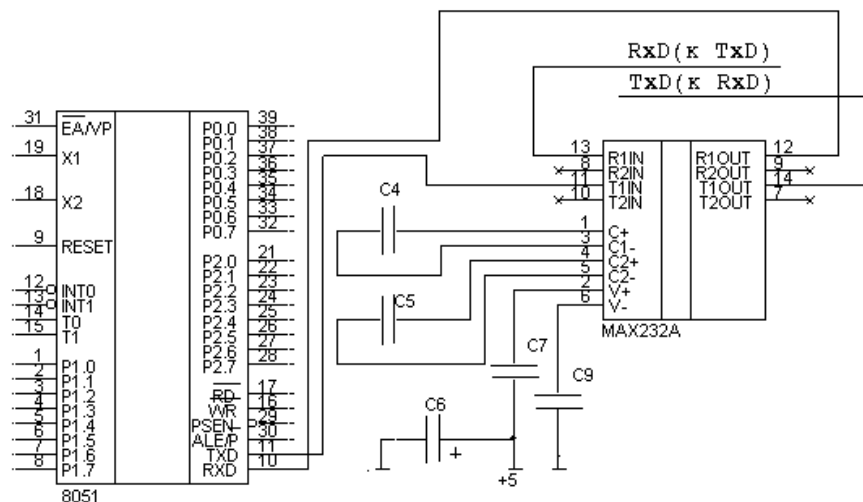


Рис. 3.15 Принципова схема передачі інформації від мікроконтролера в послідовний порт

Показана електрична схема передачі інформації від мікроконтролера до послідовного порту комп'ютера (рис. 3.15) шляхом складного перетворення напруги за допомогою драйвера послідовного порту RS232A.[23]

Основна функція це регулювання напруги RS232A між пристроями. Логічні напруги один і нуль для мікроконтролера і COM-порту комп'ютера відрізняються за рівнями напруги і полярності.

Табл.3.4

Напруга живлення для RS232A-5V

Логічний рівень	Рівень напруги для МК	Рівень напруги для COM
0	0 ... 0.4	+12V
1	4.75 ... 5.25	- 12V

Напруга живлення перетворюється на рівень $\pm 12V$. Залежно від того, який логічний рівень надійшов на вхід драйвера, перемикачі підключаються до вихідної напруги необхідної полярності згідно з табл. 3.3. Крім того, драйвер RS232A виконує деякі додаткові функції: захист від статичної електрики, гальванічну ізоляцію тощо.

Відповідно до інструкції з експлуатації цього драйвера, номінали всіх конденсаторів C1 - C4 повинні бути однаковими. Для RS232A C1 - C4 це 0.1 μF .

Конденсатор Cst вибираємо 10 μF він використовується для компенсації стрибків напруги живлення RS232A.[23]

3.11 Налаштування контролера на роботу з послідовним портом.

Цей мікроконтролер INTEL MCS-8051 має спеціальні лінійні входи RxD і TxD, а також вхідну та вихідну інформацію, яка вказана в послідовному коді. Програма отримує або надсилає інформацію через реєстр SBUF.[23]

Архітектура контролера така. Прапор T1 встановлюється, коли інформація передається через послідовний інтерфейс у реєстрі SCON, а прапор R1 встановлюється під час отримання інформації. У реєстрі PCON є біт SMOD, установка якого означає подвоєння частоти.

Щоб встановити швидкість передачі даних на послідовному інтерфейсі, число N потрібно записати в реєстр лічильників TH1 і TL1, який визначається за такою формулою:
$$N = 256 - \frac{2^{SMOD}}{32} \cdot \frac{F_{OSC}}{12 \cdot BR}$$

У цій формулі F_{OSC} -частота резонатора (кварцу); біт SMOD подвоює частоту; Br-Baud Rate, швидкість передачі даних; у нашому випадку ми працюємо без подвоєння частоти, тобто $SMOD = 0$; частота резонатора $F_{OSC} = 8$ МГц; швидкість передачі даних $BR = 300$ Бод.[23]

$$N = 256 - \frac{2^0}{32} \cdot \frac{8 \cdot 10^6}{12 \cdot 300} = 187 \quad (3.9)$$

Формат посилки зображений на рис. 3.11.



Рис. 3.11. Формат посилки.

3.12 Перспектива впровадження розроблених засобів модернізації гірки.

Якщо модернізувати, перебудовувати або будувати нові сортувальні гірки, то найкраще будувати на мікропроцесорній елементній базі, спочатку використовуючи уповільнювачі не шинного типу, а використовувати плунжерні уповільнювачі. Але так як коштів таких немає на українській залізниці то запропонована нами розробка пропонує модернізацію існуючих гірок релейного типу за рахунок додавання комп'ютера і управління схеми уповільнювачів під керуванням РІС-контролера і провести модернізацію такого типу на гірці. Ця система дає можливість більш точно зупиняти відчепи на спусках, контролювати правильні і неправильні бігуни, рахувати осі відчепів.

Робота мікроконтролера організована таким чином, що один сприймає, обробляє, передає дані, а інший його перевіряє на правильність роботи. В разі

неспівпадання даних, у чергового оператора буде горіти індикатор неправильної роботи мікро контролера.

Дана система заощадить час роботи оператора, це підвищить точність роботи гірки. Крім цього інформація від вимірювального комплексу (PIC-контролера) йде до персонального комп'ютера оператора гірки, а після цього йде далі до диспетчера, інформація в автоматичному режимі може відправлятися диспетчеру ШЧ і не тільки ШЧ, а і у будь-які вище стоячі рівні керівництва.

Але ми залишили можливість керування кнопками з пульта оператора, якщо систем буде відключена і оператор захоче як раніше класично загальмувати наш відчеп вручну з пульта.

Непотрібно оператору гірки формувати пакети документів, складати документи вручну по кожному поїзду. Це буде робитися автоматично.

Крім цього в АРМ оператора гірки буде вбудований так званий (чорний) ящик і зафіксовані всі дії: коли він взяв управління на себе, що він зробив, коли були затримки або відмови. Для цього всього буде вестись архів, який це буде аналізувати, передати інформацію вище стоячому рівню і тд. Це дасть нам переваги в тому, що допоможе оперативніше знаходити причини неоптимальної роботи, швидко передавати документацію. У перспективі це можна завестися передачею і фторуванням роздруківкою автоматичною для машиніста локомотива, який буде відправляти і брати з сортувального парку відчепи.

3.13 Висновок до третього розділу

В даному розділі ми розробили підсистему вимірювання ваги відчепу на гірці, для працездатності системи автоматичного управління гірки.

Для того щоб ця підсистема запрацювала ми проаналізували ряд існуючих датчиків і вибрали датчик вимірювання ваги з найменшою похибкою. Вирахували кількість необхідних датчиків для покриття всієї платформи вимірювання та врахували запас під нерівномірно розподілену вагу.

В даному розділі розраховали первинний перетворювач та нормуючий перетворювач, щоб похибка ТЗ становила не більше 0,1% та вибирали підсилювальний елемент і подали на вхід АЦП сигнал потрібного рівня. Оцифрований сигнал через мультиплексор поступає на мікроконтролер, з мікроконтролера інформацію ми передаємо на АРМ-оператора гірки і звідти вона надходить на мікроконтролери які керують уповільнювачами.

Це дає змогу вимірювати вагу відчепу на гірці автоматично.

4 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи досягнуті наступні цілі:

1. Проведено аналіз роботи сортувальних гірок в Україні з визначенням оптимальних методів підвищення ефективності їх роботи. В аналізі розглянуті гірки: гіркова автоматична централізація (ГАЦ); блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ). В результаті визначено що в Україні практично всі гірки релейні, крім того, встановлені більше 30 років тому. Відповідно, потрібно замінити на сучасні мікропроцесорні або розробити якісь нововведення, які дозволять більш ефективно їх експлуатувати.

2. Зроблено вимірювання ваги в автоматичному режимі. Для цього розглянуті можливості використання датчиків вимірювання ваги тензо типу, такі як: НВМ С16, UTILCELL 740, ДСТВ-1. В результаті зупинились на тензодатчику вимірювання ваги ДСТВ-1, тому, що в ньому найменша похибка вимірювання і дешевша вартість. В результаті можемо міряти вагу в автоматичному режимі до 90 тон і 38 тон запасу залишили на гальмування поїзда або щоб правильно вимірювати нерівномірно розподілений відцеп.

3. Створили метод та засіб контролю довжини відцепу на сортувальній гірці для автоматизації процесів розпуску. Це дало змогу автоматично вимірювати довжину відцепу і визначати тип відцепу.

4. Створили підсистему автоматичного керування уповільнювачами на сортувальних гірках в системах ГАЦ КР. Ця система використовує модуль ТУ із системи «Каскад», це заощадить час роботи оператора і підвищить точність роботи гірки. Крім цього інформація від вимірювального комплексу (РІС-контролера) йде до персонального комп'ютера оператора гірки, а після цього йде далі до диспетчера, інформація в автоматичному режимі може відправлятися диспетчеру ШЧ і вищі рівні ієрархії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Астафьев Н. П. Правила технической эксплуатации промышленного железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] / Н. П. Астафьев // 1989. - Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294853/4294853815.pdf>
2. Шелухин В. И. Автоматизация и механизация сортировочных горок [Текст]: учебник для техникумов и колледжей ж/д транспорта / В. И. Шелухин, - 2006. – 239 с.
3. Дьомін Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем [Текст] / Ю. В. Дьомін. – М.: Транспорт, 1998. – 352с.
4. Бельфер С. М., Лехно І. Б. Колійне господарство [Текст] / С. М. Бельфер, І. Б. Лехно. – М.: Транспорт, 1981. – 447с.
5. Крамаренко Е. Р. Системы сбора информации на железнодорожном транспорте [Текст] / Е. Р. Крамаренко // Курс лекций (изд-во ДВГУПС).- 2005. - 145 с.
6. Казаков А. А. Станционные устройства автоматики и телемеханики [Текст] / А. А. Казаков, В. Д. Бубнов, Е. А. Казаков - М.: Транспорт, 1990.
7. Казаков А. А. Электрическая централизация стрелок и сигналов [Текст] / А. А. Казаков. - М.: Транспорт, 1968.
8. Беязо І. А. Маршрутно-релейная централизация [Текст] / І. А. Беязо, В. Р. Дмитриев, Е. В. Никитина, А. Н. Пестриков - М.: Транспорт, 1966.
9. Астафьев Н. П. Правила технической эксплуатации промышленного железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] / Н. П. Астафьев // 1989. - Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294853/4294853815.pdf>
10. Ольгейзер І. А. Комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом КСАУ СП [Электронный ресурс] / І. А. Ольгейзер; Ростовского филиала АО «НИИАС», к.т.н. - Режим доступа: <https://ppt-online.org/494696>

11. Тузлуков С. Transportation Systems Транспортная техника Rail Automation Железнодорожная автоматика Mainline Germany Магистральный транспорт Cargo Грузовая работа [Электронный ресурс] / С. Тузлуков; 2007. - Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/700073/>
12. Сапожников Вл. В.// Станційні системи автоматики і телемеханіки [Текст] / Вл. В.Сапожников, Б.Н.Елкін, І.М.Кокурін.
13. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира [Текст] монография /Э. Андерс, Т. Берт, В. Иванченко, А. Лыков и тд., 2009. – 480 с.
14. Балалаев С.В. Безопасность движения на железных дорогах. [Текст]: учебное пособие / С. В. Балалаев, И. Е. Кологривая. – Х.: ДВГУПС, 2013. — 111 с.
15. Стишин В. В., Урков А. В. Проектування цифрових пристроїв на однокристальних мікроконтролерах [Текст] / В. В. Стишин, А. В. Урков. – М. Энергоатомиздат, 1990. – 224с.
16. Шило В. Л. Популярні цифрові мікросхеми [Текст] / В. Л. Шило – М. Радіо і зв'язок, 1987.- 352с.
17. «Motorola» Описание модема и схема управления MC145442B [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.datasheet26.com/circuit/504679/MC145442B-даташит.html>
18. Бабак В. П. Обробка сигналів [Текст]: підручник / В. П. Бабак, В. С. Хандлецький, Е. Шрюфер – К.: Либідь, 1996. – 392 с.
19. Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД” [Текст] / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов: Навч. посібник. – Харків, 2005. – 176 с.
20. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД» [Текст]: навч. посібник / М. І. Данько, В. І. Мойсеєнко, В. З. Рахматов, В. І. Троценко, М. М. Чепцов — Харків, 2005. – 176 с.
21. Тензодатчик колонного типу НВМ С16 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://modul-ves.ru/stati/tenzodatchik-kolonnoego-tipa-hbm-c16/>

22. Тензометричний датчик UTILCELL 740 [Электронний ресурс] / Режим доступа: <https://mashintertorg.ru/tenzodatchik-utilcell-740>
23. Афанасьев П. С. Автоматизированная система взвешивания грузов в движении: пояснительная записка к выпускной квалификационной работе ЮУрГУ – 270304.2018.022.00 ПЗ ВКР [Электронный ресурс] / П. С. Афанасьев; Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет) – М., 2018. - Режим доступа: https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/26315/2018_482_afanasevps.pdf?sequence=1