

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавр
_____ (ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування параметрів кривих для підвищення швидкості руху.»

за освітньою програмою:

Залізничні споруди та колійне господарство

зі спеціальності:

273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

студент групи: КГ 22140

Володимир АНДРУХ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис студента)

Керівник:

Асистент Наталя ЛАПШЕВА

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Нормоконтролер:

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Консультант:

Асистент Неля ХМЕЛЕВСЬКА

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

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

Студент _____

(підпис)

Дніпро – 2025 рік

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

Building, architecture and infrastructure

(faculty)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note
to Master's Thesis

bachelor

(higher education degree)

on the topic: Justification of curve parameters to increase travel speed

according to educational curriculum Railway constructions and track management

in the Speciality: 273 Railway transport

(speciality and its code)

Done by the student

of the group: KG 22140

/ Volodymyr ANDRUKH /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Natalia LAPSHEVA /

(position, name, surname)

Normative controller:

/Associate Professor Sergiy BAIDAK/

(position, name, surname)

Supervisors:

Assistant Nelya KHMELEVSKA

(position, name, surname)

Dnipro – 2025

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: *Будівництво, архітектура та інфраструктура*

Кафедра: *Транспортна інфраструктура*

Рівень освіти: повна загальна середня освіта

Освітня програма: *Залізничні споруди та колійне господарство*

Спеціальність: *Залізничний транспорт*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТЬКІН

(підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

студенту Андруху Володимирі Сергійовичу

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів кривих для підвищення швидкості руху поїздів

Керівник роботи: Лапшева Наталя Миколаївна, асистент

Затверджена наказом від 03 березня 2025 р. № 328 ст.

2. Строк подання студентом роботи – 13 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Район проектування – Волинська область	Довжина приймально-відправних колій – 850 м
Початковий пункт – Сарни	Система СЦБ - АБ
Кінцевий пункт – Олевськ	Верхня будова колії (існуюча/проектна):
Довжина лінії, км – 77	Тип рейок – Р65, ланкова колія
Керівний ухил, ‰ – 10	Тип шпал – дерев'яні/залізобетонні
Кількість головних колій – 1	Маса поїзда, тонн:
Вид тяги – тепловозна	Вантажного 4000/4000, пасажирського – 400
Рухомий склад – 2М62, М62	Ширина земляного полотна – 7 м
Перспективні розміри перевезень:	10/10 млн ткм/км

4. Зміст пояснювальної записки:

1 Аналітична частина

1.1 Вимоги і норми проектування при реконструкції залізниці

1.2 Актуальність дослідження. Мета роботи.

2 Основна частина

2.1. Технічна характеристика ділянки Сарни – Олевськ

2.2 Виконання тягових розрахунків			
2.3 Порівняння варіантів за тягово-енергетичними показниками			
3 Економічна частина			
3.1 Аналіз параметрів плану існуючої колії			
3.2 Перебудова кривих для підвищення швидкості руху поїздів			
4 Охорона праці та захист навколишнього середовища			
4.1 Охорона праці при реконструкції плану залізниці			
4.2 Захист навколишнього середовища			
5. Перелік графічного матеріалу: Схема й характеристики ділянки залізниці (профіль, план, рейко-шпало-баластна карта), криві швидкості руху (локомотив 2М62). Презентація доповіді 12-15 слайдів			
6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Лапшева Н.М., асистент		
2	Хмелевська Н.П., асистент		
3, 4	Лапшева Н.М., асистент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Вимоги і норми проектування при реконструкції залізниці.	28.03.2025	20
2	Технічна характеристика ділянки Сарни - Олевськ. Виконання тягових розрахунків. Порівняння варіантів за тягово-енергетичними показниками	18.04.2025	20
3	Аналіз параметрів плану існуючої колії. Перебудова кривих для підвищення швидкості руху поїздів	16.05.2025	25
4	Охорона праці та захист навколишнього середовища	06.06.2025	25
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	13.06.2025	10
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	За графіком ЕК	100

Студент

Керівник роботи

(підпис)

Володимир АНДРУХ

Наталя ЛАПШЕВА

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавр:

45 с., 23 рис., 7 табл., 11 джерел.

Метою роботи – обґрунтування доцільності та технічних рішень щодо реконструкції кривих ділянки Сарни – Олевськ з метою підвищення швидкості руху поїздів, з урахуванням нормативних вимог до геометрії колії, тягово-енергетичних характеристик рухомого складу та економічної ефективності реконструкційних заходів.

Об'єктом дослідження є ділянка залізниці, що реконструюється.

Предметом дослідження: є вплив максимальної швидкості руху поїздів на їхні тягово-енергетичні показники. Ми аналізуватимемо, як зміна максимально допустимої швидкості позначається на таких факторах, як витрати пального, необхідна сила тяги та загальна ефективність руху.

Методи досліджень. У цій роботі ми застосовували два основні методи дослідження. Ми використовували програму MoveRW для виконання тягових розрахунків. Це дозволило нам змоделювати рух поїздів з різними параметрами та в різних умовах, враховуючи геометричні характеристики колії, обмеження швидкості та тягові можливості локомотивів. Після проведення моделювання, ми здійснювали порівняльний аналіз отриманих даних. Це дало змогу оцінити вплив змінних параметрів (зокрема максимальної швидкості) на тягово-енергетичні показники та визначити найбільш ефективні рішення.

Одержані результати. Наші дослідження дозволили обґрунтувати доцільність підвищення швидкості руху поїздів на ділянці.

Ми розробили конкретні рекомендації щодо реконструкції колії, враховуючи її вплив на тягово-енергетичні витрати. Це включає оптимізацію кривих та усунення обмежень для ефективнішого руху.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ПЛАН ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ, ШВИДКІСТЬ РУХУ, БЕЗПЕКА РУХУ, ПЛАВНІСТЬ РУХУ, ЧАС РУХУ, ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Вимоги та норми проектування при реконструкції залізниць	8
1.2 Актуальність дослідження. Мета роботи.	11
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	13
2.1 Загальна характеристика ділянки Олевськ –Сарни.....	13
2.2 Виконання тягових розрахунків в програмі MoveRW	18
2.3 Підготування вихідних даних.....	18
2.4 Результати тягових розрахунків.....	26
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	29
3.1 Аналіз підвищення швидкості руху поїздів у кривих.....	29
3.2 Перебудова кривих для підвищення швидкості руху поїздів	31
3.3 Зміна часу руху та витрати електроенергії при збільшенні швидкості	34
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	38
4.1 Охорона праці під час виконання робіт з перебудови залізничної колії	38
4.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на етапі реконструкції залізниці	41
ВИСНОВКИ	43
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	44
ДОДАТКИ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

ВСТУП

Одним із ключових чинників забезпечення ефективного функціонування залізничного транспорту є відповідність геометричних параметрів колії сучасним вимогам до швидкості та безпеки руху. Особливу увагу при цьому слід приділяти ділянкам із кривими в плані, які часто стають обмежуючим елементом при підвищенні швидкості поїздів. Застарілі або невідповідні за параметрами криві можуть викликати необхідність обмеження швидкості, зниження комфортності перевезень та підвищення зносу елементів верхньої будови колії.

В умовах інтеграції української залізничної мережі до європейської транспортної системи, а також впровадження швидкісного руху пасажирських і вантажних поїздів, постає потреба у технічному переосмисленні плану колії. Це передбачає перегляд існуючих радіусів кривих, довжин перехідних кривих, значень підвищення зовнішньої рейки та гармонізації з сучасними нормативами.

Обґрунтування раціональних параметрів кривих дає змогу не лише підвищити допустиму швидкість руху, а й забезпечити стабільність динаміки руху поїздів, знизити навантаження на інфраструктуру та підвищити загальну ефективність експлуатації. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю адаптації існуючої інфраструктури до перспективних вимог щодо швидкості, безпеки та сталого розвитку залізничного транспорту України.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Вимоги та норми проектування при реконструкції залізниць

Проектування і реконструкція залізниці як природно-технічної системи здійснюється з урахуванням експлуатаційних, кліматичних, екологічних та соціально-економічних умов відповідно до вимог законодавства України.

Під час підготовки ділянок до підвищення швидкості, згідно з [1], поздовжній профіль (зокрема керівний ухил) зберігають у незмінному вигляді, крім випадків капітального ремонту. Водночас, зі зростанням швидкостей важливо враховувати поздовжні прискорення, що виникають на ділянках із переломами профілю («ями», «горби», «уступи»), які негативно впливають на плавність і комфорт руху.

Основним показником є категорія колії, що залежить від вантажонапруженості, кількості поїздів та максимальної швидкості. Для ділянки з вантажонапруженістю 15 млн т/км на рік встановлено V категорію.

Характеристика колії V категорії: безстикова або ланкова колія із рейок типу Р65, UIC60, Р50 нових I групи, 1 класу та старопридатних рейок типу Р65, UIC60 або Р50 I групи придатності. Скріплення і шпали нові і старопридатні. Епюра шпал в прямих та кривих – 1840 шт/км, за винятком для дерев'яних шпал у ланковій колії в кривих $R < 1200$ – 2000 шт/км. Баласт щебеневий. Товщина шару нового або очищеного баласту під шпалами не менше 25/25 см. Баластна подушка: пісок – товщиною не менше 20 см [1].

Основні елементи поздовжнього профілю включають:

Вертикальні криві використовуються для плавного з'єднання різних ухилів. Їхнє застосування забезпечує комфорт і безпеку руху, зменшує динамічний вплив на рухомий склад.

Ухили впливають на зусилля тяги та витрати енергії.

Згідно з ДБН, на головних електрифікованих вантажонапружених лініях рекомендоване значення керівного ухилу становить не більше 6–8%.

Поздовжній профіль відображається на кресленнях у вигляді графіка зміни висот по пікетах. Відмітки фіксуються з точністю до 0,01 м;

Пікетне положення елементів визначає довжину ухилів і положення переломів профілю. Переломні точки – це місця зміни ухилу (з підйому на спуск і навпаки). У точках перелому рекомендується передбачати вертикальні криві.

Коригування поздовжнього профілю зазвичай виконують за рахунок підйомки колії (досипання баласту). У виняткових випадках допускається зрізка земляного полотна або баласту, особливо при порушенні габаритів контактної мережі.

Всі норми наведено відповідно до інструктивних матеріалів [1], які регламентують вимоги до профілю на лініях, призначених для прискореного та швидкісного руху поїздів.

Реконструкція плану залізничної колії є важливою інженерною задачею, що має на меті поліпшення геометричних параметрів траси, забезпечення безпечного та швидкісного руху поїздів, підвищення провізної та пропускнуої спроможності.

Основні вимоги при реконструкції залізниці:

1. Дотримання нормативних параметрів радіусів кривих:

- після реконструкції плану колії радіуси кривих повинні відповідати швидкісним характеристикам рухомого складу.
- мінімальні допустимі радіуси визначаються з урахуванням максимально допустимої швидкості руху та поперечної стійкості поїзда.
- перевага надається збільшенню радіусів кривих, особливо у випадках реконструкції під швидкісний рух (наприклад, до ≥ 600 – 800 м на вантажних лініях, ≥ 1500 – 3000 м — на пасажирських).

2. Використання перехідних кривих:

- між прямими ділянками та кривими малого радіуса обов'язково повинні передбачатися перехідні криві для плавного переходу напрямку.

- довжина перехідної кривої визначається залежно від швидкості руху та величини підвищення зовнішньої рейки.

3. Зміщення осі колії (зсуви):

- при реконструкції слід уникати зміщення осі колії за межі земляного полотна або смуги відводу.

- допустимі зсуви поділяються на три категорії: в межах баластної призми, земляного полотна та смуги відводу, кожна з яких потребує окремого техніко-економічного обґрунтування.

4. Підвищення зовнішньої рейки:

- значення підвищення повинно відповідати діючим нормативам і забезпечувати стійкий рух без перевищення допустимих значень нерівноваженої сили.

- максимальне підвищення, як правило, не перевищує 150 мм, з урахуванням швидкості, типу поїзда та профілю.

5. Узгодження з існуючими спорудами та інфраструктурою:

- реконструкція плану має бути погоджена з наявними інженерними спорудами (мости, платформи, переїзди тощо).

- у разі невідповідності геометричних параметрів плану нормативним вимогам, передбачаються заходи з перебудови пов'язаних конструкцій.

6. Забезпечення плавності руху:

- має бути мінімізовано число різких змін напрямку (переломів) на перегоні.

- перевага надається траєкторіям з великою довжиною прямих вставок та кривих великого радіуса.

Реконструкція плану колії повинна здійснюватися як частина комплексної модернізації залізничної інфраструктури, з урахуванням не лише геометричних параметрів, а й факторів безпеки, експлуатаційної надійності, інтеграції з контактною мережею та економічної доцільності. Її реалізація

забезпечує умови для впровадження швидкісного руху, зниження зношування колії та покращення умов перевезень.

1.2 Актуальність дослідження. Мета роботи.

Залізничний транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні вантажних і пасажирських перевезень на території України, особливо в умовах зростаючої потреби у надійних і швидких логістичних рішеннях. Одним із пріоритетів розвитку галузі є підвищення швидкості руху поїздів на існуючих дільницях без повної перебудови інфраструктури, що дозволяє значно зменшити витрати часу в дорозі, покращити обслуговування пасажирів і оптимізувати експлуатаційні витрати.

Ділянка Сарни – Олевськ є важливим з'єднувальним елементом між північно-західними регіонами країни та входить до перспективного напрямку розвитку міжнародного транспортного коридору. Проте існуючий технічний стан цієї дільниці характеризується наявністю значної кількості кривих малого радіуса, в яких діють обмеження швидкості руху поїздів. Це не лише знижує провізну та пропускну спроможність лінії, а й погіршує динамічні умови руху, сприяє підвищеному зносу колії, колісних пар і споживанню енергії [2].

Підвищення швидкості на таких ділянках можливе за рахунок оптимізації геометричних параметрів кривих, що передбачає:

- збільшення радіусів кривих до нормативно-допустимих значень для заданої швидкості;
- раціональне підвищення зовнішньої рейки;
- впровадження перехідних кривих достатньої довжини;
- забезпечення допустимого рівня неврівноваженої відцентрової сили.

У контексті реалізації планів з модернізації української залізниці та поступового переходу до швидкісного та інтенсивного руху, особливо на напрямках з транзитним потенціалом, техніко-економічне обґрунтування

реконструкції кривих є актуальним та практично значущим завданням.

Метою даного дослідження є технічне та економічне обґрунтування параметрів кривих ділянки Сарни – Олевськ з урахуванням вимог до підвищення швидкості руху поїздів. Зокрема, передбачено:

- виявити геометричні недоліки існуючого плану колії, що обмежують швидкість;
- провести аналіз можливих варіантів реконструкції кривих з урахуванням нормативних вимог та експлуатаційних обмежень;
- оцінити ефективність впровадження реконструктивних рішень з точки зору доцільності витрат та очікуваного приросту швидкості.

Таким чином, реалізація поставленої мети сприятиме поліпшенню технічного стану колії, створить передумови для підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на регіональному та міжнародному рівнях, а також забезпечить зниження експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика ділянки Олевськ –Сарни



Рисунок 2.1 – Схема ділянки

Ділянка Львівської залізниці Олевськ – Сарни, що має довжину 78,2 км, повністю знаходиться в Рівненській області та обслуговується колійною дистанцією ПЧ-6.

На цій неелектрифікованій одноколінійній ділянці розташовано 7 станцій. Пасажирські та вантажні перевезення тут здійснюються локомотивами серії 2М62.

На цій ділянці залізниці пасажирські поїзди мають масу 1000 тонн. Вага вантажних поїздів відрізняється залежно від напрямку: 3600 тонн у прямому та 2800 тонн у зворотному.

Львівська залізнична магістраль — найстаріша в Україні, що простягається через 7 мальовничих областей, включаючи Карпати, Прикарпаття та Волинь. Ці регіони відомі своїми численними курортними зонами та туристичними маршрутами [3].

Залізниця має розгалужену мережу з 354 станцій, з яких 252 відкриті для вантажних операцій. Перевезення пасажирів та вантажів забезпечується

значним парком потужного рухомого складу. Завдяки своєму вигідному географічному розташуванню, Львівська магістраль відіграє ключову роль у забезпеченні експортно-імпортних перевезень між Сходом і Заходом, Північчю і Півднем. Це дозволяє їй по праву називатися головними воротами України в Європу.

На ділянці розташовано 5 проміжних станцій: Остки, Рокито Волинськ, Томашгород, Клесів, Страшів.

Проміжна станція Остки знаходиться на ПК2539+07,3. Перед станцією розташований переїзд без охорони.

На ПК2644+57,5 розташована проміжна станція Рокито Волинськ. Перед станцією переїзд з охороною, а після станції без охорони.

Перед і після проміжної станції Томашгород знаходяться переїзди без охорони. Станція розташована на ПК2760+18,2.

Проміжна станція Клесів розташована на ПК2884+68,9. Перед станцією знаходиться переїзд з охороною.

На ПК2983+32,1 розташована проміжна станція Страшів. Після станції знаходиться переїзд з охороною.

Довжина приймально-відправних колій складає 850 м.

Міжстанційні перегони обладнані автоматичним блокуванням. Для поліпшення умов експлуатації при підвищенні швидкостей руху поїздів.

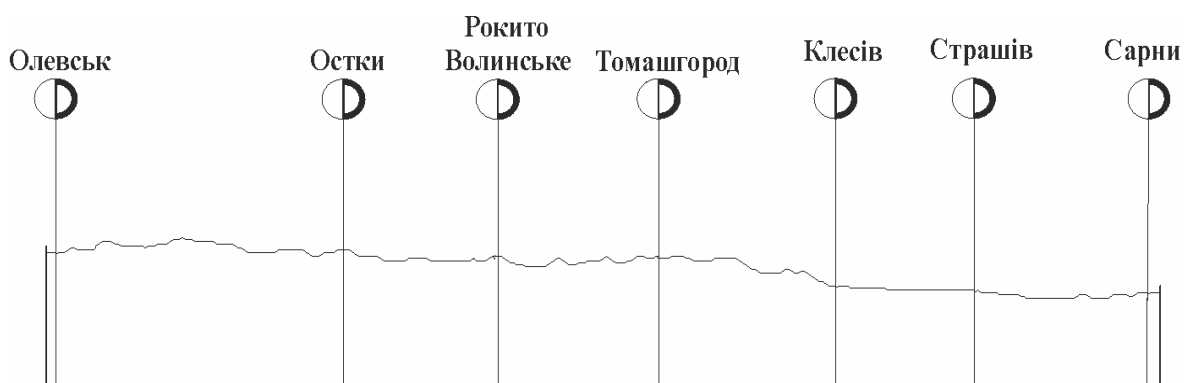


Рисунок 2.2 – Схематичний поздовжній профіль

Ділянка Олевськ – Сарни Львівської залізниці має значну вантажонапруженість – 15 млн. ткм бруто на рік. Це зумовило використання на головних коліях безстикових плітей з термічно обробленими рейками типу Р65, що забезпечує підвищену міцність та довговічність. Як баласт використовується щебінь та сортований гравій. Шпали укладені залізобетонні, з епурою (кількістю шпал на кілометр) від 1840 до 2000 штук. Це забезпечує стабільність та надійність залізничного полотна під впливом значних навантажень.

Сумарна довжина прямих на даній ділянці становить 63,6 км (83,49%). На напрямку Олевськ – Сарни переважними є ділянки з ухилами крутістю від – 1 до 1‰. Найбільший ухил на ділянці 9‰. Протяжність ухилів поздовжнього профілю приведена в таблиці 2.1. Гістограма розподілення ухилів приведена на рисунку 2.3.

Аналіз плану показує, що криві складають 16,51% від загальної довжини лінії. Мінімальним є радіус кривої 200 м. Протяжність кривих приведені в таблиці 2.2. Гістограма розподілу довжин кривих приведена на рисунку 2.4.

Таблиця 2.1 – Протяжність ухилів поздовжнього профілю на ділянці

Ухили	Протяжність, м	Протяжність, %
-9,0...-7,0	2130	2,7
-7,0...-5,0	6450	8,3
-5,0...-3,0	4750	6,2
-3,0...-1,0	12430	16,1
-1,0...1,0	31588	41,0
1,0...3,0	9940	12,9
3,0...5,0	3550	4,6
5,0...7,0	3260	4,2
7,0...9,0	2930	3,8

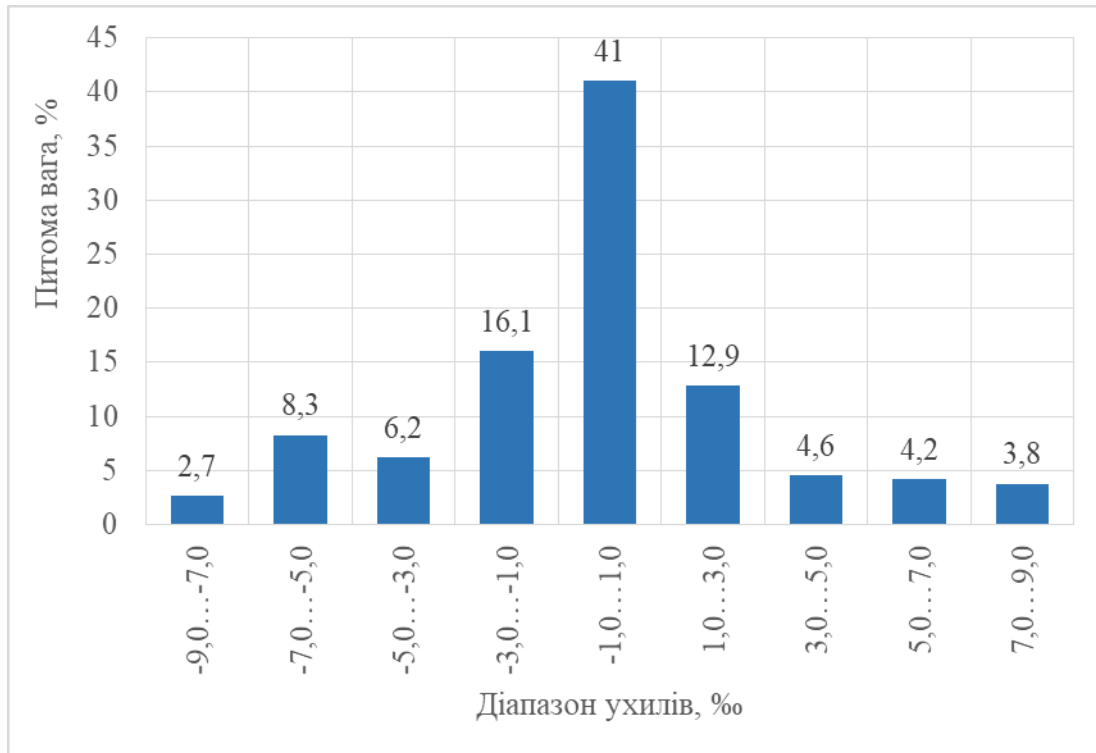


Рисунок 2.3 – Гістограма розподілення ухилів

Таблиця 2.2 – Протяжність кривих на ділянці

Радіуси, м	Протяжність, м	Протяжність, %
200-400	28	0,1
400-600	777	1,0
600-800	2900	3,8
800-1000	1541	2,0
1000-1200	4117	4,4
1200-1400	469	0,6
1400-1600	1003	1,3
1600-1800	167	0,2
1800-2000	321	0,4
2000-3100	1262	1,7
Прямі	63648	83,5

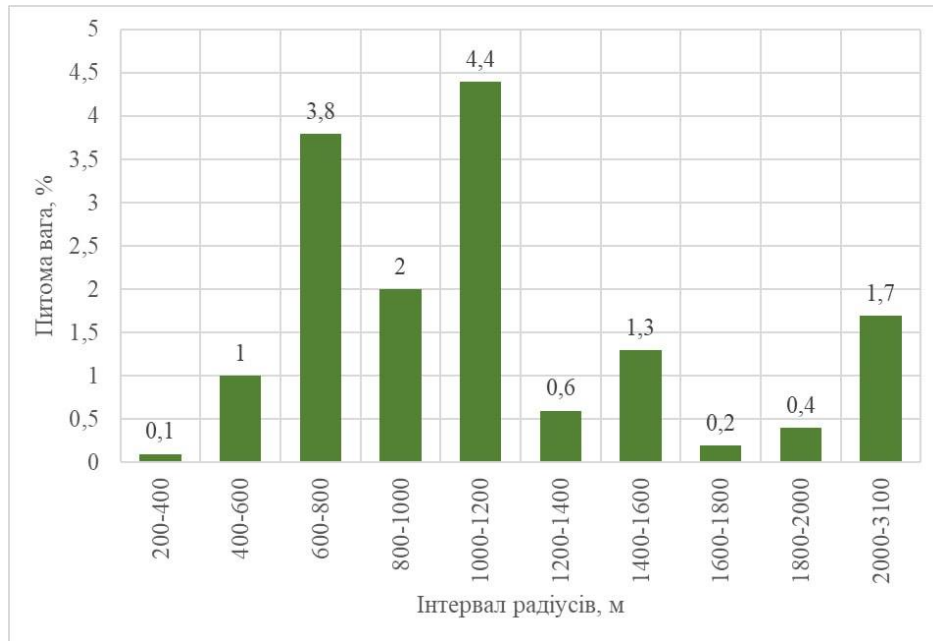


Рисунок 2.4 – Гістограма розподілу довжин кривих

З рисунку 2.4 видно, що ділянка Олевськ – Сарни характеризується великою кількістю кривих, особливо кривих радіусу 1000 – 1200 м.

Інформація про наявність штучних споруд на напрямку Олевськ – Сарни приведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Кількість штучних споруд на ділянках

Ділянка	Мости		Труби	Переїзди	
	залізобетонні	металеві		з охороною	без охорони
1	2	3	4	5	6
Олевськ – Остки	7	-	1	-	1
Остки – Рокито Волинськ	3	1	-	1	-
Рокито Волинськ – Томашгород	4	2	-	-	3
Томашгород – Клесів	4	2	-	1	1
Клесів – Страшів	4	-	-	1	-
Страшів – Сарни	1	1	-	3	2
Всього:	23	6	1	5	7

2.2 Виконання тягових розрахунків в програмі MoveRW

Програма «MoveRW» розроблена для виконання комплексних тягових розрахунків, що дають змогу визначити максимально можливу швидкість руху поїзда на кожній ділянці колії [4].

Ця програма пропонує широкий набір параметрів розрахунку, що дозволяє вирішувати різноманітні завдання, пов'язані з тяговими розрахунками.

Для розрахунків використовується модель поїзда з рівномірно розподіленою масою. Важливо, що під час руху поїзда додатковий опір, спричинений ухилом, змінюється поступово, у міру переходу поїзда від одного елемента поздовжнього профілю колії до іншого.

Програма використовує метод, описаний у відповідній роботі, для розв'язання рівняння руху поїзда, що записане у кінцевих приростах швидкості та шляху.

Як зазначається в [4], на екран виводиться план лінії, поздовжній профіль та крива швидкості для всієї ділянки залізниці або окремих її перегонів. Режими руху поїзда візуалізуються за допомогою різного кольорового забарвлення на кривій швидкості $V(S)$. Таке наочне графічне представлення результатів тягових розрахунків дозволяє отримати повне уявлення про те, які постійно діючі обмеження впливають на максимальну швидкість руху поїздів. Програма також надає можливість роздрукувати поздовжній профіль, план лінії та криву швидкості руху по довжині ділянки з усіма встановленими обмеженнями в кривих для подальшого аналізу.

2.3 Підготування вихідних даних

Для підготовки вихідної інформації було використано детальний поздовжній профіль ділянки Олевськ – Сарни Львівської залізниці.

Для зручності введення даних до програми «MoveRW» [5] рекомендується задавати вихідну інформацію у вигляді окремих файлів. Це дозволить ефективно створювати нові розрахунки (як показано на рис. 2.5).

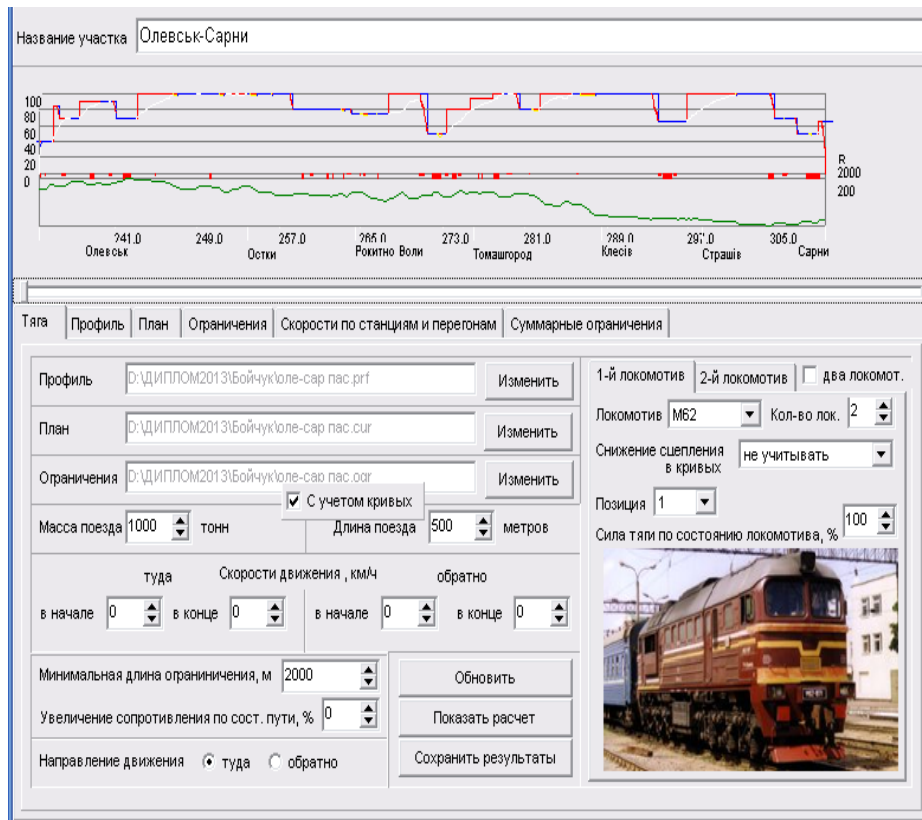


Рисунок 2.5– Головне вікно програми MoveRW

2.2.1 Відомості про план

Інформація про план лінії зберігається у файлі з розширенням .cur (наприклад, [ім'я файлу].cur). Цей файл містить такі ключові дані: загальна кількість прямих та кривих ділянок на лінії, значення радіуса для кожної кривої, детальні розміри кривих елементів, інформація про нахил колії для компенсації відцентрової сили, довжина всіх прямолінійних відрізків колії, приклад вікна для введення цих даних можна побачити на Рисунку 2.6.

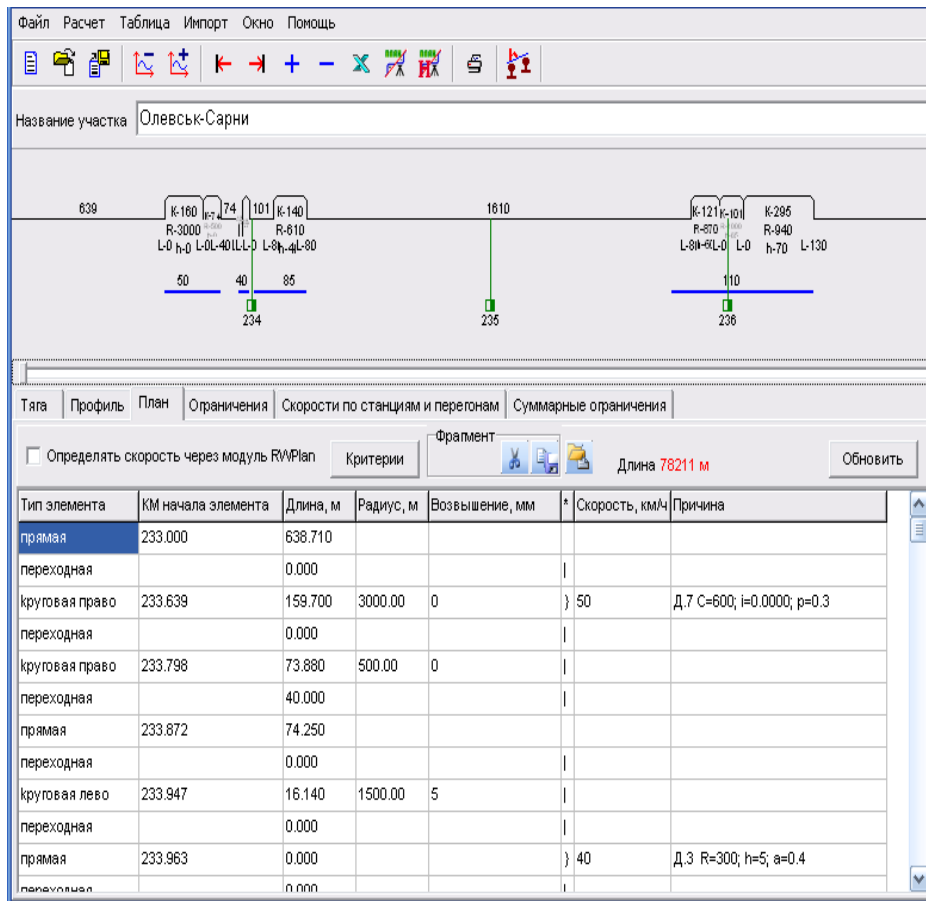


Рисунок 2.6 – Вікно введення даних по плану

2.2.2 Відомості про профіль колії

Записуються у файл [ім'я файлу]. prf у такій послідовності: кількість елементів, початкова відмітка (м), початковий пікет (км), ухил (%), довжина ділянки (м). Ухили на спуск записуються зі знаком мінус. Перший елемент подовжнього профілю задається від початку ділянки на відстані не менше $L_n/2$.

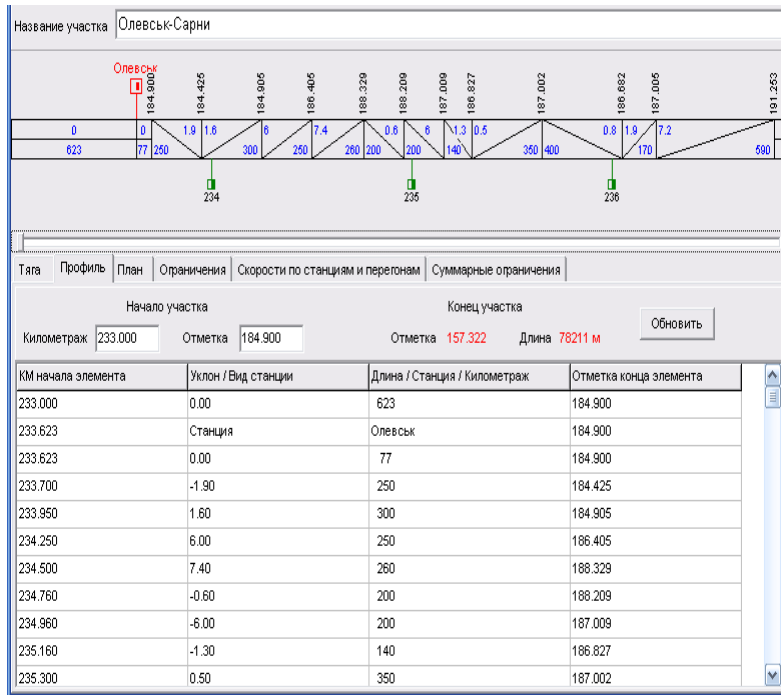


Рисунок 2.7 – Приклад введення вихідних даних по профілю

3.2.3 Відомості про обмеження швидкості

Інформація про обмеження швидкості зберігається у файлі з розширенням .ogr (наприклад, [ім'я файлу].ogr). Цей файл містить дані про: кількість елементів, на яких діють обмеження, допустиму швидкість руху (у км/год), довжину елемента (у м), на якому застосовується обмеження. Приклад введення цих відомостей можна побачити на рисунку 2.8.

Крім того, програма дозволяє користувачеві встановлювати параметри розрахунку та обирати тип рухомого складу, що представлено на рисунках 2.9 та 2.10.

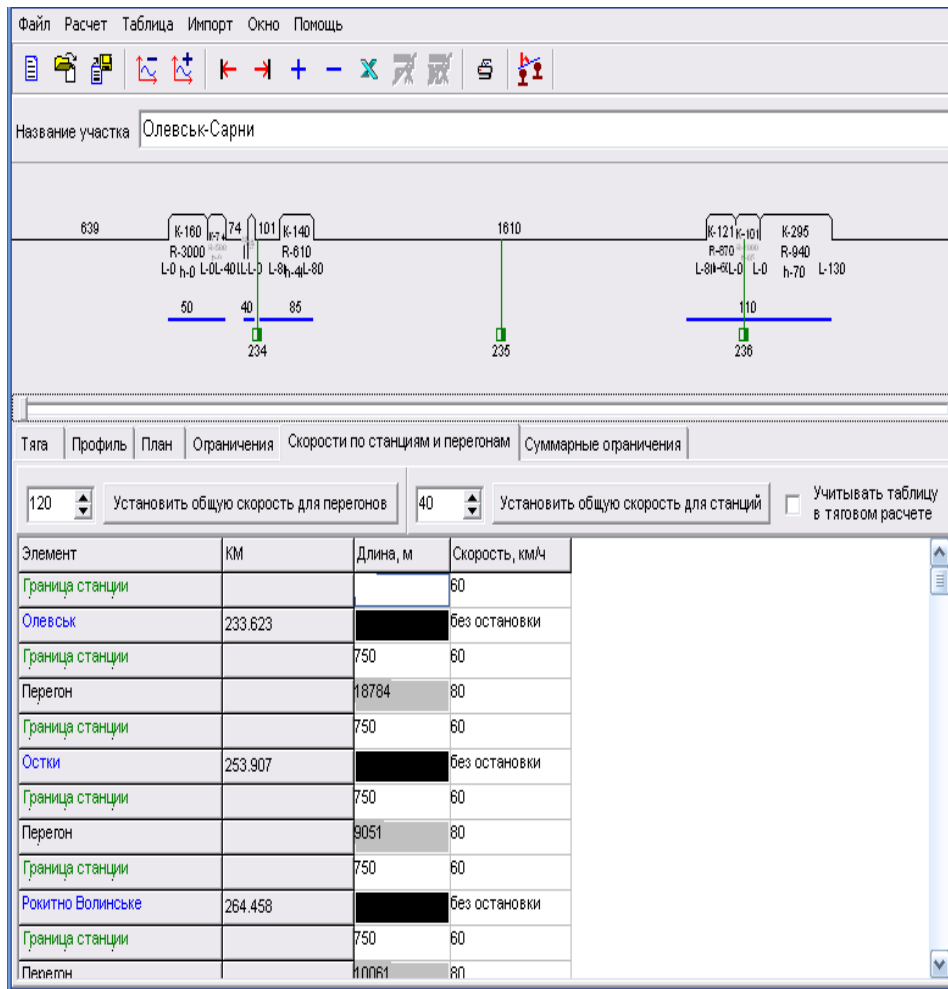


Рисунок 2.8 — Приклад вікна програми для введення обмежень швидкості на залізничних станціях та перегонах.

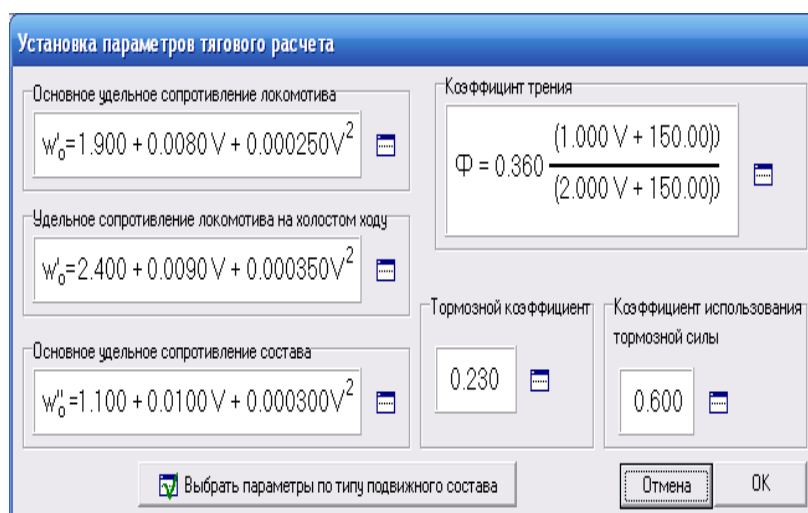


Рисунок 2.9 – Вибір параметрів тягового розрахунку

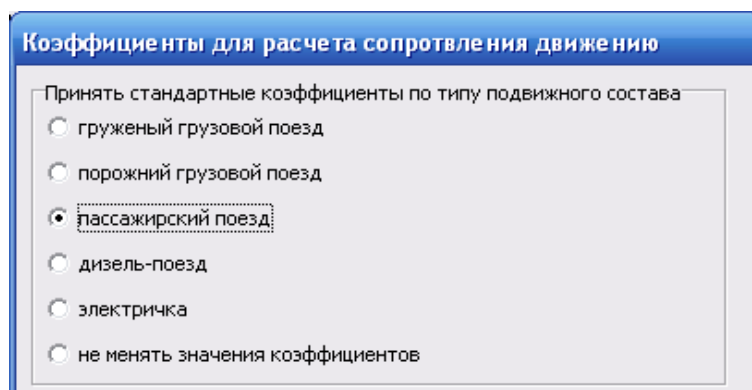


Рисунок 2.10 – Вибір типу вагонів для розрахунку

2.3.4 Дані про рухомий склад

Інформація про рухомий склад зберігається у файлі з розширенням .lok (наприклад, [ім'я файлу].lok). Цей файл містить: це включає їхню швидкість, силу тяги, номер позиції, а також споживання струму чи дизельного палива, сюди входять коефіцієнти формул, гальмівний коефіцієнт та коефіцієнт використання гальмівної сили.

На ділянці Олевськ – Сарни провідним локомотивом для пасажирських та вантажних поїздів є 2М62. Додаткові відомості про цей локомотив наведені в таблиці 2.4.

Таблица 2.4 – Відомості по локомотиву

Показники	Локомотив
Осьова характеристика	3о-3о
Рід служби	Пасажирський, вантажний
Конструктивна швидкість, км/год	100
Навантаження на вісь, т	20
Маса локомотива, т	240

Крім того, програма «MoveRW» дозволяє отримати тягові характеристики локомотива та криві опору руху, як показано на рисунку 2.11. Цей рисунок також ілюструє деякі інші важливі відомості, доступні безпосередньо в програмі.

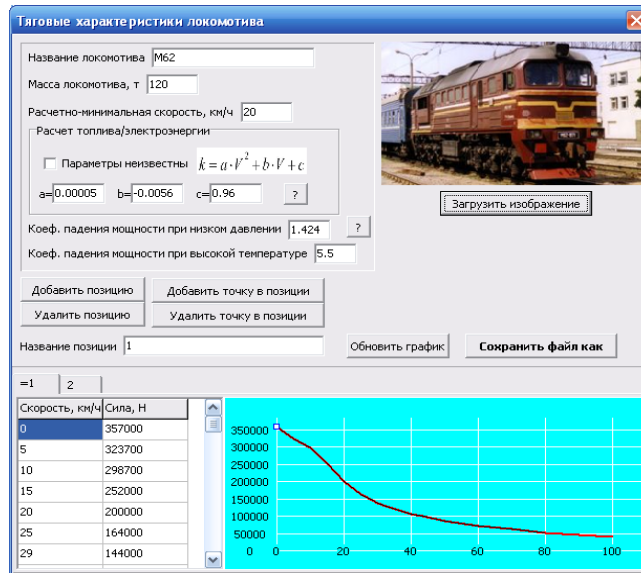


Рисунок 2.11 – Тягові характеристики локомотива 2М62

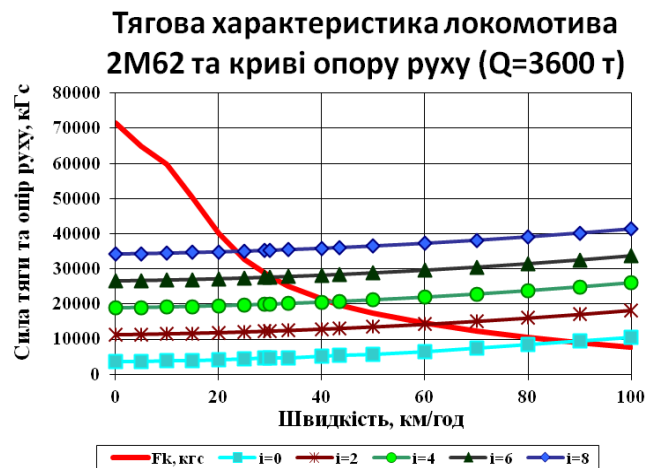


Рисунок 2.12 – Тягові характеристики локомотива та криві опору руху

2.2.5 Видача результатів

Тягові розрахунки, згідно з [5], були виконані для обох напрямків: прямого та зворотного.

Для зручності контролю й аналізу, на дисплей виводяться всі дані про ділянку, встановлені обмеження, а також крива швидкості руху поїзда в залежності від пройденого шляху – $V(S)$. Шляхом внесення змін у відповідні файли проводилися різноманітні розрахунки. Результати цих розрахунків зберігаються у файлах з розширенням .tud або .obr. Ці файли містять таку

інформацію: пікетаж, швидкість (км/год), час (хв.), механічна робота (ткм), робота гальмування (ткм) та режими руху.

Програма "MoveRW" значно спрощує та вдосконалення процес аналізу швидкості руху поїздів, надаючи розширені можливості для врахування різноманітних обмежень:

Програма дозволяє об'єднувати дані про обмеження швидкості з різних джерел: криві ділянки, роздільні пункти, стан верхньої будови колії та земляного полотна. Це дозволяє системно підходити до визначення максимально допустимої швидкості, обираючи найменше значення серед усіх обмежень або враховуючи пріоритет, встановлений під час модернізації залізниці.

Завдяки врахуванню довжини поїзда під час тягових розрахунків, програма усуває необхідність встановлення однієї загальної швидкості на коротких прямих ділянках (до 2-2,5 км), що розташовані між кривими малого радіуса. Це дозволяє більш точно та ефективно розраховувати оптимальну швидкість на таких відрізках.

Після введення всіх необхідних даних, програма створює текстовий файл з результатами (рис. 2.13) та надає графічне зображення кривої швидкості, встановлених обмежень та обрисів профілю ділянки (рис. 2.14). Така візуалізація значно полегшує аналіз та прийняття рішень щодо оптимізації швидкості руху поїздів.

```

Олевськ-Сарни
Олевськ-Сарни
Олевськ-Сарни
Расчет для участка: Олевськ - Сарни
Локомотив : М62. Позиция : . Кол-во секций 2
Масса состава = 1000 т. Длина поезда = 500 м

Основное удельное сопротивление локомотива:
wo = 1.900 + 0.0080 * V + 0.000250 * V ^ 2
Удельное сопротивление локомотива на холостом ходу:
wo = 2.400 + 0.0090 * V + 0.000350 * V ^ 2
Основное удельное сопротивление состава:
wo = 1.250 + 0.0110 * V + 0.000160 * V ^ 2
Коэффициент трения:
Ф = 0.360 * ( 1.000 * V + 150.00 ) / ( 2.000 * V + 150.00 )
Тормозной коэффициент = 0.250
Коэффициент использования тормозной силы = 0.600
Шаг интегрирования (м) = 100
Шаг печати (м) = 1000

Километры   Скорость   Время   Мех. работа   Работа торм.   Киломе
(длина от начала) км/ч   мин.   10^4кН*км   10^4кН*км   (километров
Олевськ
0.623   0.0   0.00   0.00   0.00   233.623   СТАРТ
0.833   40.0   0.52   6.61   0.00   233.833   ОГР Т
1.833   40.0   2.02   13.47   0.00   234.833   ОГР Т
2.033   44.9   2.31   15.67   0.00   235.033   ТЯГА
3.033   67.5   3.35   31.12   0.00   236.033   ТЯГА
3.833   70.0   4.04   40.73   0.00   236.833   ОГР Т

```

Рисунок 2.13 – Текстовый файл результатів



Рисунок 2.14 – Графічне зображення результатів розрахунків

Виконані за допомогою описаної програми розрахунки на ділянці дозволили більш обґрунтовано визначити допустиму швидкість руху поїздів. Це також значно скоротило час, необхідний для проведення тягових розрахунків [5].

2.4 Результати тягових розрахунків

Для визначення найкращого варіанту реконструкції ділянки ми провели порівняльний аналіз. Він базувався на ключових тягово-енергетичних

показниках, які суттєво впливають на ефективність роботи залізничного транспорту [5].

Для кожного запропонованого варіанта реконструкції ми змоделювали рух поїзда, використовуючи програмне забезпечення MoveRW. У процесі моделювання враховувалися всі ключові фактори геометричні параметри профілю та плану колії, існуючі обмеження швидкості, тягові характеристики локомотива, експлуатаційна маса складу. На основі цих даних ми визначили наступні показники: час руху поїзда на ділянці, середньохорова швидкість, сумарні витрати пального, максимальна сила тяги, необхідна на підйомах, режимні ділянки (тяга / гальмування) та їх розподіл по маршруту. Цей детальний аналіз дозволив всебічно оцінити ефективність кожного варіанта.

Ділянка Олевськ – Сарни належить до неелектрифікованих напрямків Львівської залізниці, тому рух поїздів здійснюється тепловозною тягою. Для проведення розрахунків тягово-енергетичних показників було прийнято вантажний та пасажирський поїзд, що відповідають типовим умовам експлуатації на цій ділянці.

Таблиця 2.5 – Тягово-енергетичних показників для вантажний та пасажирський поїзд

Перегін	Час руху, хв.	Витрати палива, кг	Середня швидкість руху, км/год
Вантажний рух 2800 т /3600 т			
Олевськ → Сарни	63,9	656,5	72
Сарни → Олевськ	66,5	668,4	69
Пасажирський рух			
Олевськ → Сарни	57,6	389,5	80
Сарни → Олевськ	57,6	389,5	80

На основі проведених розрахунків визначено показники руху вантажного та пасажирського поїздів у парному та непарному напрямках на дослідженій ділянці довжиною 76,9 км. Середньохорова швидкість для вантажного руху становить 72 км/год у парному напрямку та 69 км/год у

непарному. Час руху поїзда склав: 63,9 хв – у парному напрямку; 66,5 хв – у непарному напрямку. У пасажирському русі середньоходова швидкість становить 80 км/год у парному та непарному напрямках. Час руху становить 57.5 хв.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз підвищення швидкості руху поїздів у кривих

Швидкість руху поїздів на кривих ділянках визначається кількома факторами: стійкістю верхньої будови колії, нормами допустимих швидкостей для локомотивів і вагонів, а також комфортом їзди.

На ділянках ланкової колії (з рейками, з'єднаними в ланки) допустимі швидкості встановлюються з урахуванням її специфічних експлуатаційних особливостей.

Для розрахунку максимально допустимих швидкостей на ділянках, де криві плавно переходять одна в одну (сполучення кривих у плані), ми провели розрахунки за спеціальною методикою, описаною далі.

Допустима швидкість у кругових кривих, як зазначено в [6], визначається за формулою. Ця формула застосовується за умови, що норми допустимих прискорень не перевищуються.

$$V = 3,6\sqrt{R([\alpha_{\text{мн}}] + 0,00613h)}, \quad (3.1)$$

де h – існуюче підвищення зовнішньої рейки в круговій кривій, мм;

R – радіус кривої, м;

$[\alpha_{\text{мн}}]$ – допустиме значення непогашеного прискорення в круговій кривій.

Крім того, швидкість, розрахована за формулою 3.1, не може перевищувати кількох інших обмежень. Вона має бути меншою за допустиму швидкість, встановлену за ухилом відведення підвищення зовнішньої рейки, а також за допустимим розміром зміни непогашеного прискорення, яке становить $[\alpha_{\text{мн}}] = 0,7 \text{ м/с}^2$.

Величина допустимої швидкості на перехідній кривій, виходячи з критерію «швидкість наростання непогашеного поперечного прискорення,

м/с³», визначається за формулою (3.2).

$$V_{кр}^{\psi} = \frac{3,6 \cdot \psi \cdot l}{[\alpha_{нп}]}, \quad (3.2)$$

де l – довжина відводу підвищення, м.

Величини допустимих швидкостей, що ґрунтуються на критерії неперевищення швидкості зміни непогашеного прискорення (вимірюється в м/с³), слід перевіряти за формулою (3.3).

$$\psi = \frac{\alpha_{нп} \cdot V}{3,6 \cdot l}. \quad (3.3)$$

Якщо виявлено перевищення допустимих нормативів мінімальних прискорень, необхідно вжити заходів для зменшення розбіжностей відводів кривизни та підвищення зовнішньої рейки. Також слід усунути причини, що змушують поїзди рухатися з низькими швидкостями на цих ділянках.

Якщо є розбіжності у відводах підвищення та кривизни, а також коротка довжина одного з цих відводів, необхідно додатково перевірити допустиму швидкість. Ця перевірка проводиться з урахуванням граничної величини зміни непогашеного прискорення, яка становить 0,6 м/с³.

Сама величина зміни прискорення, згідно з [6], визначається за формулою (3.4).

$$\psi = \frac{(\alpha_{нп(n+1)} - \alpha_{нп(n)}) \cdot V_{\max}}{3,6 \cdot \Delta l}, \quad (3.4)$$

де $\alpha_{нп(n+1)}$, $\alpha_{нп(n)}$ – позначають величини непогашених прискорень у двох сусідніх точках. Ці точки відповідають початку та кінцю відводів за кривизною і підвищенням (зовнішньої рейки);

Δl – відстань між цими характерними точками

Основними обмежуючими чинниками є малі радіуси кривих, недостатня довжина перехідних кривих та незбалансоване підвищення зовнішньої рейки.

Для забезпечення умов підвищення швидкості до в кривих ділянках

необхідна реконструкція окремих кривих, зокрема шляхом збільшення їх радіусів, коригування осі колії (зсувів), подовження перехідних ділянок і забезпечення нормативного підвищення рейки.

3.2 Перебудова кривих для підвищення швидкості руху поїздів

Для визначення оптимальних параметрів плану, що дозволять підвищити швидкість руху поїздів, ми оберемо конкретну криву. На цій обмеженій кривій ми продемонструємо, як за допомогою програми «RWPlan» можна підібрати раціональні параметри плану лінії. Обрана крива зображена на рисунку 3,1.

Як видно на Рисунку 3.1, у початковому стані кривої швидкість руху не перевищує 91 км/год. Це значення є неприйнятним для даної ділянки, оскільки заплановане впровадження швидкісного руху вимагає мінімальної швидкості у 140 км/год.

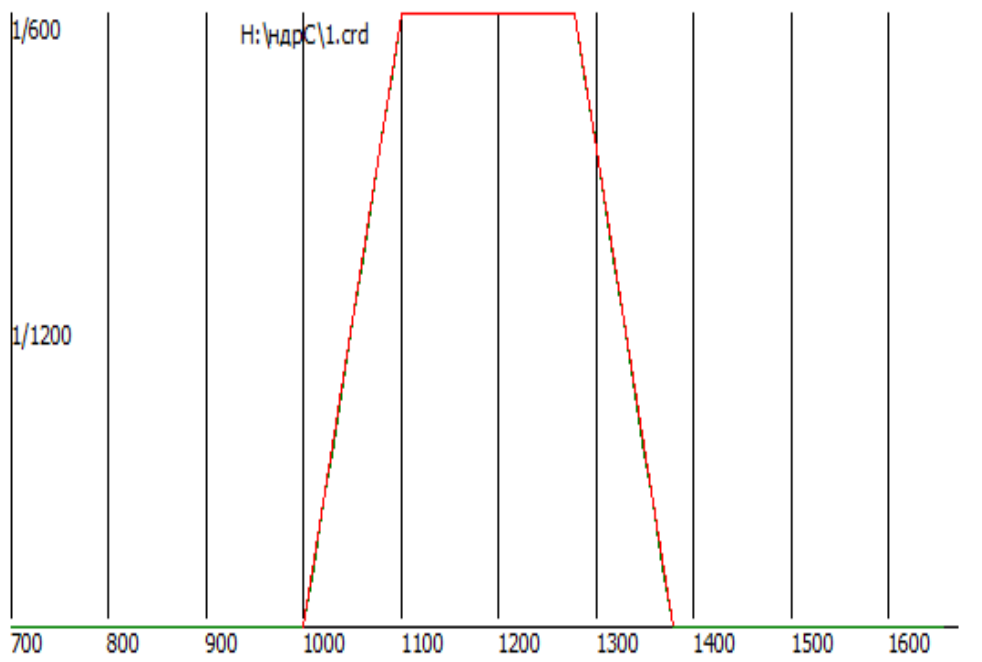


Рисунок 3.1 – Крива №1

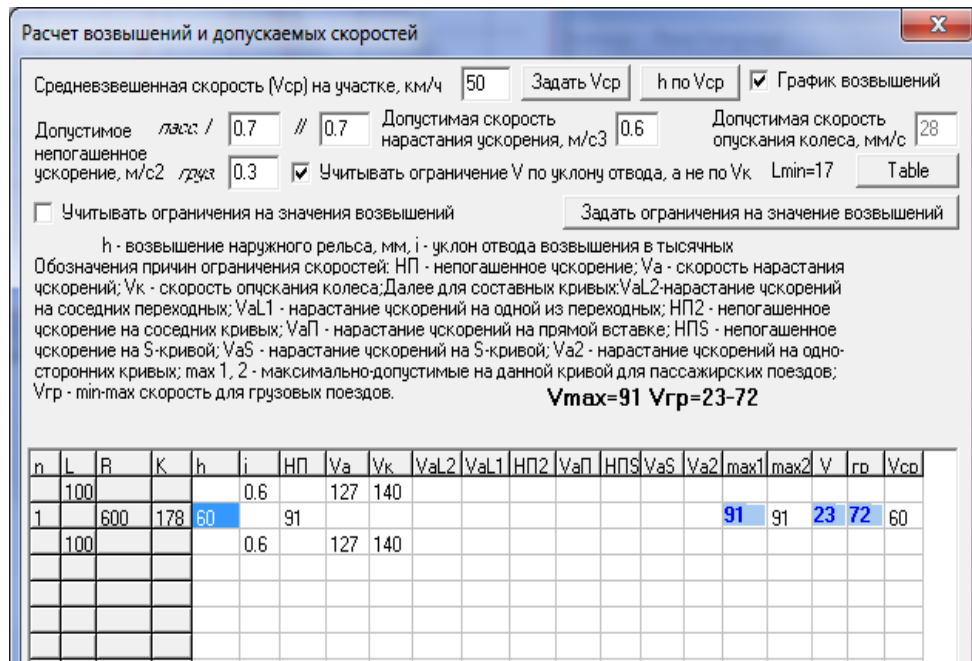


Рисунок 3.2 – Початковий стан кривої №1

Таким чином за допомогою заміни лише параметрів плану намагаємося підвищити швидкість руху. При заміні довжини перехідної кривої і підвищення швидкість руху збільшується до 110 км/год, як спостерігається на рисунку 3.3.

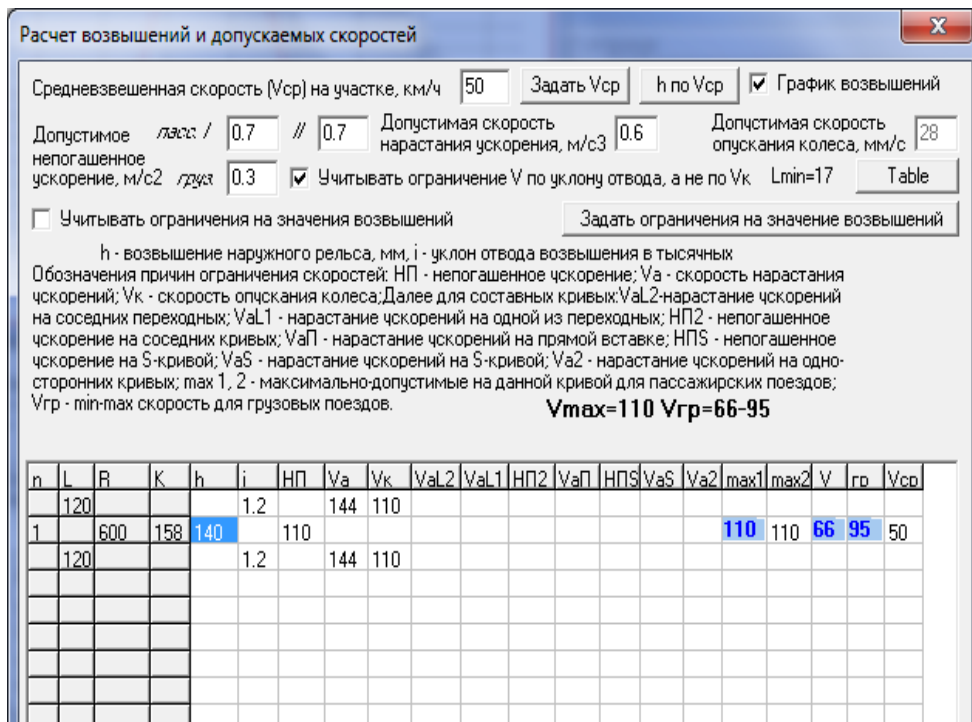


Рисунок 3.3 – Зміна довжини перехідної кривої і підвищення

Тепер спробуємо змінити підвищення зовнішньої рейки і радіус. Обираємо таку довжину перехідної кривої, щоб при даному радіусі підвищити швидкість руху до 120 км/год. Даний варіант зображений на рисунку 3.4.

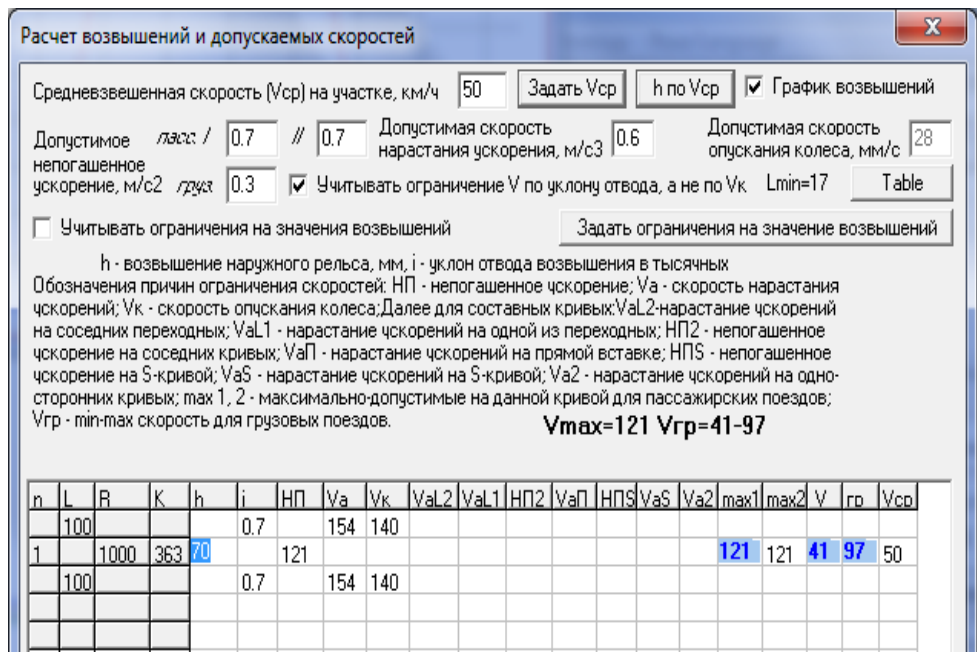


Рисунок 3.4 – Заміна радіуса і підвищення

Змінюємо так радіус та підвищення, щоб підвищити швидкість руху хоча б до 140 км/год. Даний варіант зображений на рисунку 3.5.

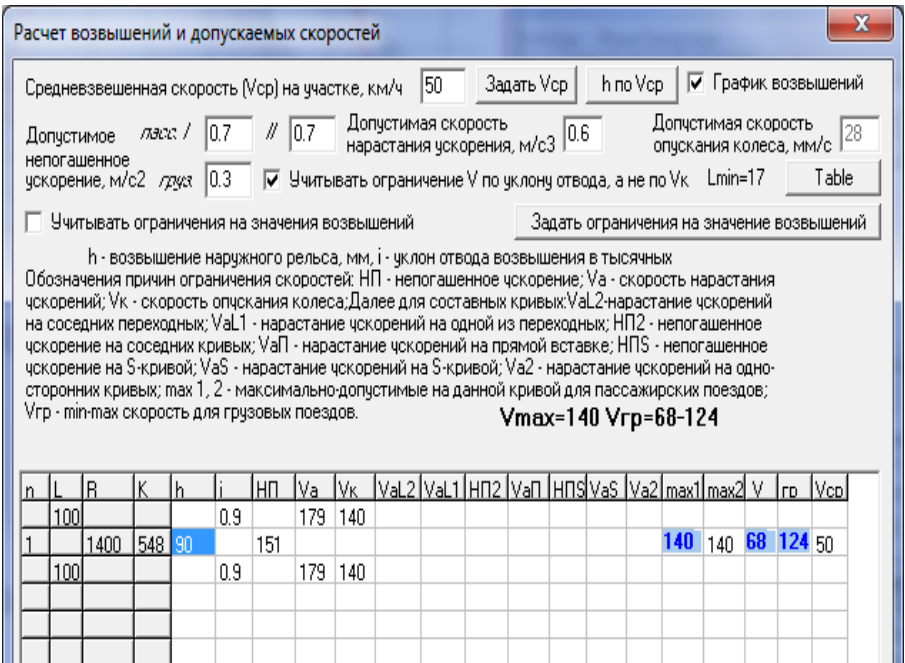
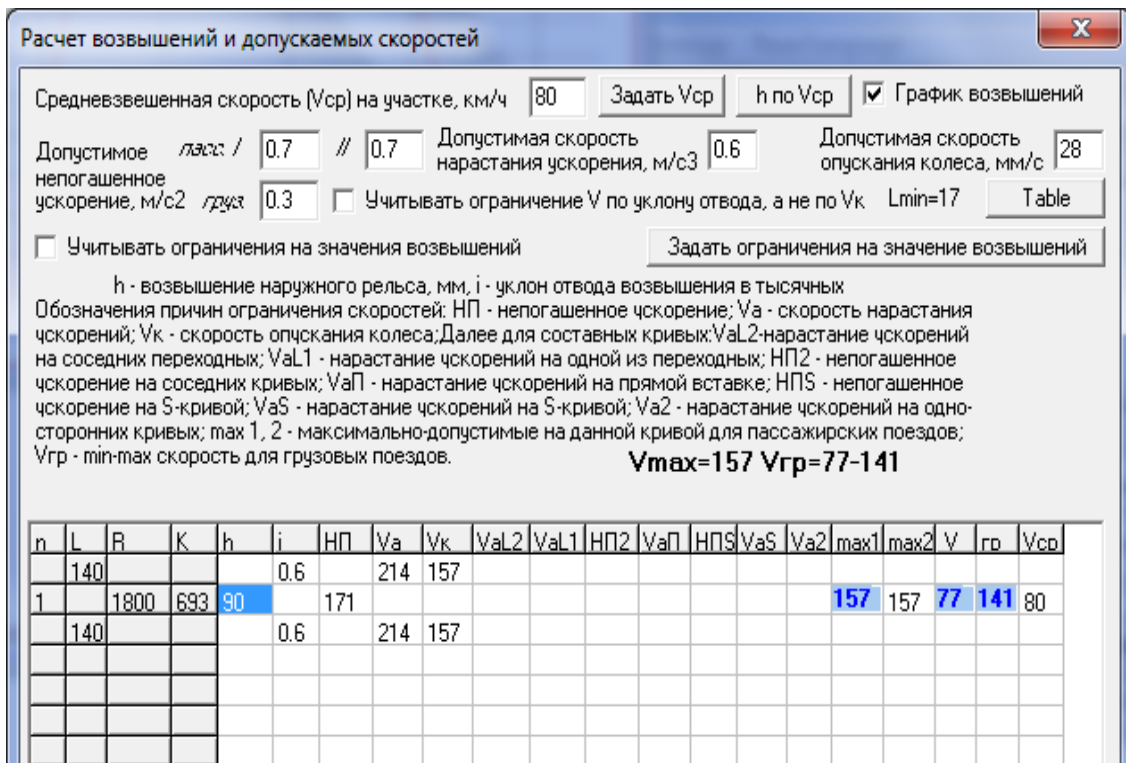


Рисунок 3.5 – Зміна радіуса і підвищення

Для підвищення швидкості до 160 км/год потрібно змінити радіус. Тепер до зміненого радіуса необхідно підібрати відповідні перехідні криві. Всі перетворення можемо спостерігати на рисунку 3.6.



Рисунку 3.6 – Заміна радіуса, довжини перехідної кривої та підвищення

У такий спосіб, при заміні лише деяких параметрів плану на даній кривій швидкість руху підвищилась з 91 км/год до 157 км/год.

3.3 Зміна часу руху та витрати електроенергії при збільшенні швидкості

За допомогою програми «MoveRW» були виконані тягові розрахунки. При заміні параметрів кривої (підвищення зовнішньої рейки, довжини перехідної кривої та радіуса кривої) також змінюється час руху, витрати електроенергії.

Дане явище спробуємо розглянути на тій же кривій, що і в попередньому підрозділі. Отримані розрахунки зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Тягові показники при зміні параметрів кривих

Параметри кривих	V _{max} , км/год	Витрати електроенергії, кВт-год	Мех. Роб., 10·кН·км	Робота гальм, 10·кН·км	Час, хв
l=100,h=60,R=600	90	359,90	80,37	36,92	7хв 49с
l=120,h=140,R=600	110	466,80	106,67	54,33	6хв 52с
l=100,h=70,R=1000	120	517,30	119,51	64,33	6хв 36с
l=100,h=90,R=1400	140	629,40	148,52	86,43	6хв 11с
l=140,h=90,R=1800	160	740,10	177,81	110,49	5хв 59с

По розрахункам, які наведені в таблиці 3.1, будуюмо графік зміни часу. Графік зміни часу при збільшенні швидкості приведена на рисунку 7.11. Також можна побачити як змінюються витрати електроенергії при збільшенні швидкості, приведений графік на рисунку 3.7.

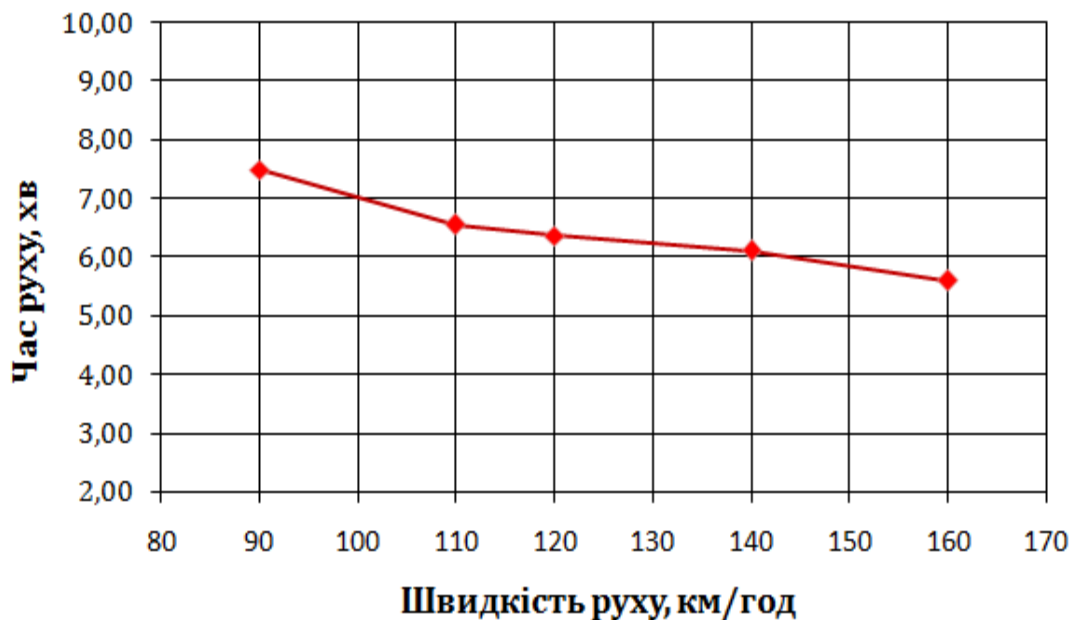


Рисунок 3.7 – Графік зміни часу при збільшенні швидкості

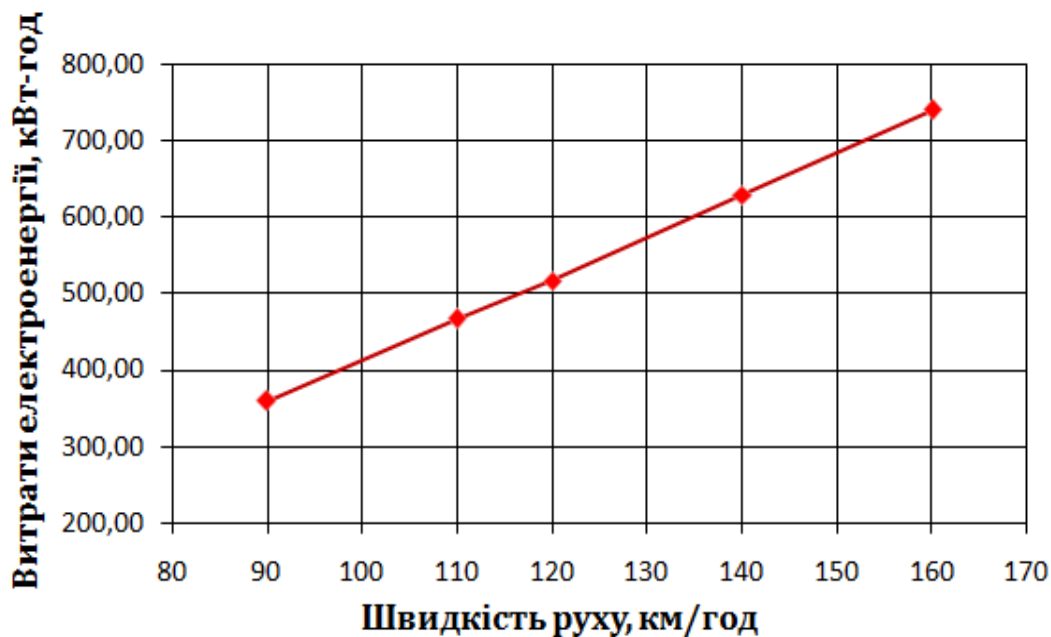


Рисунок 3.8 – Графік витрат електроенергії при збільшенні швидкості

Для кращого аналізу побудуємо гістограму порівнянь тягових показників різних варіантів. На ній можна побачити різницю витрат електроенергії та часу руху у відсотках в залежності від швидкості руху. Дана гістограма приведена на рисунку 3.9.

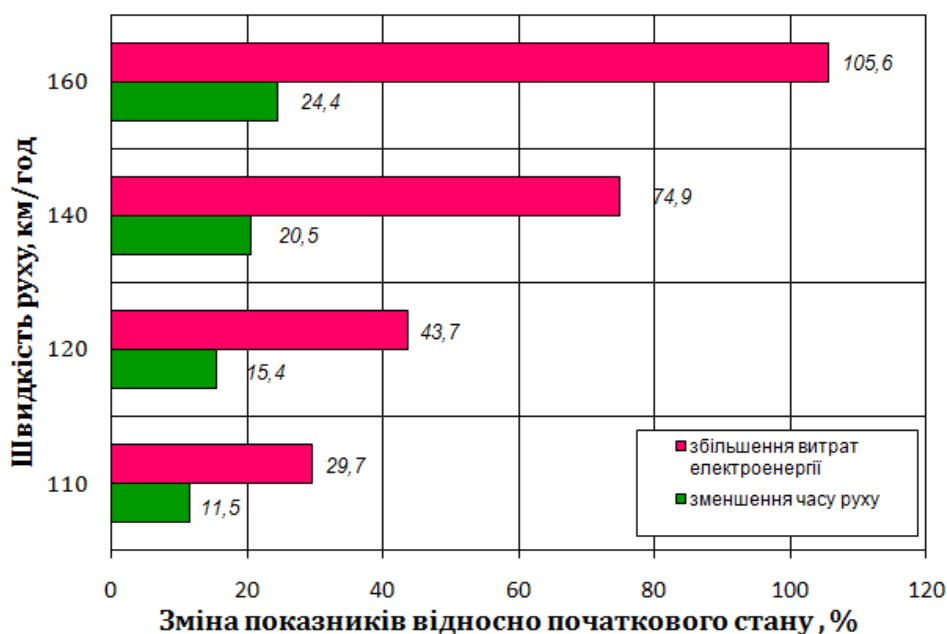


Рисунок 3.9 – Гістограма порівнянь тягових показників

На основі аналізу результатів розрахунків для різних геометричних параметрів кривих (довжина перехідної кривої l , підвищення зовнішньої рейки h і радіус кривої R) встановлено.

Оптимізація параметрів кривих (збільшення радіуса, довжини перехідної кривої, підвищення зовнішньої рейки) дозволяє підвищити швидкість руху на окремих ділянках до 160 км/год.

При цьому економиться час руху, однак зростають енергетичні витрати, що слід враховувати під час вибору економічно доцільного варіанта реконструкції.

Найкращим з точки зору балансу між швидкістю та витратами можна вважати криву з параметрами $l = 100$ м, $h = 70$ мм, $R = 1000$ м, яка забезпечує швидкість 120 км/год при відносно помірних енергетичних показниках.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Охорона праці під час виконання робіт з перебудови залізничної колії

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини у процесі праці Закон України «Про охорону праці» [9].

Залізничний транспорт відноситься до числа галузей народного господарства, в яких особливо гостро відчувається специфічність праці та його підвищена небезпека. Робочі місця та робочі зони залізничників багатьох професій розташовані у безпосередній близькості від рухомого складу. Для виконання ряду технологічних операцій, працюючи змушені стикатись з рухомим складом. Умови праці ускладнюються ще й тим, що залізниці працюють цілодобово, в будь-яку пору року та при будь-якій погоді, тому систематично необхідно проводити навчання та перевірку знань працівників з охорони праці НПАОП 0.00-4.12-05 [10].

Під час реконструкції в даному розділі дипломного проекту розглядаються, такі роботи: укладання колії колієукладачем, розбирання колії колієукладачем, очищення щебеню, розболчування стиків, планування баластового шару, постановка нормальних стикових зазорів, заготівля й укладання рейкових рубок, вивантаження баласту з ХДВ, рихтовка колії, вибіркова виправка колії з допомогою ВПР 3000.

До основних шкідливих та небезпечних факторів при реконструкції залізниці відносяться:

1) загрози наїзду рухомого складу та ряд небезпек, пов'язаних із застосуванням вантажопідіймальних механізмів, гідравлічних пристроїв, електрифікованого інструменту;

2) велика маса знаряддя праці, що застосовуються монтерами, що крім небезпеки механічних травм, створює великі фізичні навантаження;

3) поразка електричним струмом при обслуговуванні контактної мережі;

4) необхідність роботи в зоні, яка обмежена габаритом рухомого складу, велика протяжність фронту робіт при обмеженому огляді, низька освітленість робочої зони в темний час доби;

5) вплив кліматичних факторів: у зимовий період погіршується стан виробничої території через снігові замети, ускладнюються умови переходів шляхів, пересування по міжколійя,

б) погіршення самопочуття та зниження працездатності внаслідок роботи з токсичними речовинами, при роботі зі сваркою, при підвищенні температури повітря;

Усі роботи, що пов'язані з будівництвом, модернізацією, демонтажем, ремонтом і реконструкцією колій, споруд і пристроїв колійного господарства мають виконуватися відповідно до затверджених технологічних процесів, які регулюються нормативно-технічними документами.

Технологічні карти й інші документи, що регламентують технологічні процеси мають містити вимоги безпеки під час їх виконання.

Працівники колійного господарства, які виконують роботи з обслуговування та експлуатації електроустановок і електроінструменту, повинні мати групу з електробезпеки та посвідчення відповідно до Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Держнаглядоохоронпраці України від 09 січня 1998 р. № 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10 лютого 1998 р. за № 93/2533 (НПАОП 40.1-.21-98) [11].

Локомотивній бригаді кожного поїзда видається попередження у зв'язку з виконанням колійних робіт відповідно до нормативно-технічних актів із забезпечення безпеки руху поїздів.

До початку прямування працівників до місця виконання робіт керівник робіт зобов'язаний перевірити наявність сигнальних приладів і захисних пристроїв, переконатися у тому, що заявка на видачу попереджень локомотивним бригадам поїздів прийнята до виконання.

Під час перевезення колійного інструменту та матеріалів на колійних вагончиках, двоколісних однорейкових або одновісних візках для супроводження їх призначаються монтери колії (не менше двох), а також сигналісти попереду та позаду з переносними або ручними червоними сигналами на відстані не менше 50 м від вищезазначених візків; інші працівники йдуть узбіччям земляного полотна.

При реконструкції колії більшість робіт виконуються із застосуванням машин важкого типу. Для того щоб виконання робіт було безперебійним та безпечним обов'язково треба виконувати їх відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.03-02 Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, затверджених наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 20.08.2002 №409.

Відповідно до вимог НПАОП 60.1-1.48-00 [11] під час виконання робіт на колії із застосуванням колієукладальних кранів, виправно-підбивально-опоряджувальних машин, щибеневоочишувальних машин, електробаластерів, стрілових кранів на електрифікованих ділянках постійного та змінного струму напруга з контактної мережі повинна бути знята на весь період роботи, а контактна мережа повинна бути заземлена.

Працівникам, які змушені знаходитись близько біля машини, наприклад, сигналісти, керівник робіт повинна бути надана інформація про функції та порядок користування пристроями захисту, які знаходяться на зовнішніх стінах машини (звуковий сигнал, вимикач аварійної зупинки, вірьовчані вимикачі).

Відповідальним за виконання заходів безпеки працівників під час виконання робіт із застосуванням колійних машин є керівник робіт, який призначається начальником структурного підрозділу: у разі виконання робіт

КМС – на начальника КМС; у разі виконання робіт дистанцією колії – на начальника ПЧ.

4.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на етапі реконструкції залізниці

Реконструкція залізничної інфраструктури, зокрема колії, є потенційно екологічно навантаженим процесом, що може впливати на ґрунтові, водні ресурси, атмосферне повітря, біоту та ландшафт. З метою мінімізації негативного впливу на довкілля необхідно впроваджувати систему екологічного контролю, оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) та екологічно безпечних технологій.

На етапі підготовки до реконструкції проводиться екологічне зонування території з метою виявлення природоохоронних зон, водозаборів, заболочених ділянок та територій зі зниженим рівнем стійкості до антропогенного впливу. Результати цих досліджень враховуються при формуванні технічного завдання та виборі проектних рішень. Основні потенційні екологічні ризики:

Серед основних напрямів впливу можна виділити:

- забруднення повітря викидами від дизельної техніки та утворенням будівельного пилу;
- порушення гідрологічного режиму внаслідок зміни природного дренажу та ущільнення ґрунтів;
- накопичення відходів будівництва, включаючи шпали, рейки, баластні матеріали;
- руйнування біотопів та зменшення біорізноманіття через вирубку зелених насаджень та втручання в природні середовища існування тварин.
- Для зменшення навантаження на навколишнє середовище застосовуються такі комплексні заходи:
 - використання малошумної та екологічно сертифікованої техніки, що відповідає нормам ЄС з викидів шкідливих речовин;

- організація місць зберігання будівельних матеріалів із водонепроникним покриттям для запобігання фільтрації в ґрунтові води;
- впровадження технологій замкненого водопостачання на будівельних майданчиках для зменшення споживання води;
- реалізація рекультиваційних заходів після завершення робіт, у тому числі відновлення рослинного покриву та заліснення прилеглих зон;
- постійний моніторинг рівня шуму, вібрацій і концентрації шкідливих речовин під час будівництва.

Таблиця 4.1 – Екологічні заходи, що впроваджуються під час реконструкції:

Напрямок	Заходи
Охорона атмосферного повітря	Зрошення колійного полотна під час різання та демонтажу; Своєчасне техобслуговування двигунів техніки; Використання сучасних малошумних машин з еко-фільтрами
Охорона ґрунтів	Зняття родючого шару ґрунту з подальшим поверненням; Організація тимчасових майданчиків для зберігання будматеріалів із герметичним покриттям; Засипка технічного шару щебеню із вологозахисним шаром
Охорона водних ресурсів	Організація уловлювачів зливових стоків; Використання екобіотуалетів для робітників; Заборона мийки техніки на відкритій місцевості
Шумозахист	Робота тільки вдень у населених пунктах; Використання шумозахисних екранів або тимчасових щитів; Обмеження швидкості руху будівельної техніки
Біоохорона	Вивчення фауни перед початком робіт (за необхідності – тимчасове переселення); Мінімізація втручання в прибережні або лісові зони; Висадка зелених насаджень після завершення робіт

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи було проведено аналіз існуючого стану плану колії на ділянці Сарни – Олевськ, а також обґрунтовано доцільність зміни параметрів кривих з метою підвищення швидкості руху поїздів. Основні результати дослідження дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Аналіз існуючої колії показав, що частина кривих ділянки має недостатні радіуси та короткі або відсутні перехідні криві, що призводить до зниження максимально допустимих швидкостей до 60–90 км/год і потребує реконструкції.

2. Розрахунки тягово-енергетичних показників на основі моделювання різних варіантів кривих із різними параметрами (радіус, підвищення, довжина перехідної кривої) засвідчили, що збільшення радіуса до 1400–1800 м дозволяє забезпечити швидкість руху 140–160 км/год із пропорційним скороченням часу проходження ділянки.

2. Водночас, з підвищенням швидкості зростають витрати електроенергії та механічна робота тяги. Так, витрати енергії при швидкості 160 км/год зростають у понад 2 рази порівняно з початковим варіантом (до 740 кВт·год), що необхідно враховувати при техніко-економічному обґрунтуванні проєкту.

3. Найбільш оптимальним з погляду поєднання швидкості руху та енергетичних витрат є варіант із параметрами кривої: $R = 1000$ м, $h = 70$ мм, $l = 100$ м, який дозволяє досягати швидкості 120 км/год із помірними витратами енергії.

4. Проведене дослідження доводить, що вдосконалення параметрів плану колії є ефективним способом підвищення швидкості руху, який не потребує повної перебудови інфраструктури, але дозволяє значно покращити експлуатаційні показники, скоротити час у дорозі та підвищити провізну спроможність ділянки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. Норми проектування. ДБН В.2.3-19:2018. – К.: Мінрегіон, 2018. - 126 с.
2. М.Б. Курган, І.П. Корженевич, Д.М. Курган, ЮС Бараш Вплив підвищення швидкості поїздів на витрати енергоресурсів - Вісник Дніпр. націон. ун-ту , 2008. С 233-239
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/Львівська_залізниця
4. Курган М.Б. Хмелевська Н.П. Дистанційний курс. Дисципліна «Проектування залізниць», I рівень ОС <https://lider.diit.edu.ua/course/view.php?id=487>
5. Хмелевська Н.П. Дистанцій курс «Системи автоматизованого проектування доріг»<https://lider.ust.edu.ua/course/view.php?id=485>
6. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії : ЦП-0236: Затв. наказом Укрзалізничі від 14.12.2010 №778-Ц / М. Б. Курган, А. М. Орловський, О. М. Патласов, В. В. Циганенко, Д. М. Курган. – Київ, 2010. – 52 с.
7. Корженевич І. П. Обробка зйомки і розрахунок плану залізничі за допомогою програми РВПлан [Текст]: / І. П. Корженевич. – 2009 г. – 30 с.
8. Даніленко Е.І. Інструкція з улаштування та утримання колії залізничі України [Текст]. ЦП-0138/ Е. І. Даніленко, В. О. Яковлев, А. М. Орловський, М. І. Карпов. – К.: Транспорт України, 2006. – 314 с.
9. Закон України “Про охорону праці”. Затверджено: Верховною радою України від 14. 12. 1992 року. Зміни внесені від 02.06.2011 №3458 – VI. – 110 с.
10. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Текст]: / Затверджено наказом з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15 – К.: 2005 р. – 90 с.

11. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [Текст]: / Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 № 4 – К.: 1998 р. – 180 с.