

УДК 656.212.5

**НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ  
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК**

*Огар О.М., к.т.н. (УкрДАЗТ)*

**Вступ.** Науковий підхід до комплексного проектування висоти та поздовжнього профілю спускної частини сортувальних гірок, що закладений у [1], передбачає розробку декількох варіантів конструкції гірки і вибір ефективного варіанту для даних умов експлуатації. Якість конструкції оцінюється максимально можливою швидкістю розпуску, яку можна досягти при скочуванні розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях [2]. Метою такого наукового підходу є отримання максимальної переробної спроможності гірки при умові забезпечення необхідної надійності роботи. При цьому ступінь використання паливно-енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів при збільшенні швидкості розпуску взагалі не аналізується, хоча окремі їх показники і враховуються при техніко-економічній оцінці варіантів конструкції сортувальних гірок.

**Постановка проблеми.** При виборі варіантів поздовжнього профілю і висоти гірки висовується дві умови. Необхідною умовою є забезпечення динамічності поздовжнього профілю. Достатньою умовою є забезпечення пробігу розрахункового бігуна до розрахункової точки трудної за опором руху вагона колії в зимових несприятливих умовах. Параметри поздовжнього профілю другої (при наявності) і третьої дільниць приймаються згідно з діючими нормативами [1], а параметри головної дільниці встановлюються ітераційними розрахунками. На підставі аналізу отриманих результатів встановлюються параметри профілю головної дільниці, що максимально задовольняють висунутим умовам, після чого (при необхідності) корегуються параметри другої і третьої дільниць гірки. Таким чином, діючий науковий підхід до проектування поздовжнього профілю сортувальних гірок передбачає визначення таких його параметрів, які в повній мірі раціональними назвати складно.

Крім того, відомо, що висота гірки у значному ступені залежить від середніх швидкостей розрахункового бігуна на дільницях гірки, які формує саме поздовжній профіль. Правилами і нормами проектування сортувальних пристроїв досить усереднюється вплив конструкції поздовжнього профілю на висоту гірки: рекомендовані середньостатистичні значення швидкостей на дільницях гірки. При цьому не відокремлюються сортувальні гірки з розташуванням першої гальмової позиції до першої розділової стрілки і після неї. Похибки при розрахунках висоти гірки компенсують за рахунок збільшення висоти гірки на 50% або 75% в залежності від типу сортувальної гірки. Вказані величини визначені на підставі аналізу статистичних даних, що отримані на сортувальних гірках залізниць колишнього СРСР, і у ряді випадків можуть давати значні відхилення від реально необхідної висоти гірки.

Слід також відзначити, що діюча методика взагалі не розглядає оптимізацію конструктивно-технологічних параметрів насувної частини гірки.

Наведене вище, а також сучасні вимоги до збереження паливно-енергетичних, виробничих та інших ресурсів не дозволяють в повній мірі кваліфікувати діючий науковий підхід до проектування висоти та поздовжнього профілю сортувальних гірок комплексним.

*Аналіз досліджень і публікацій.* Визначенням раціональних конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок займалися такі вчені, як В.М. Образцов, М.О. Рогинський, П.В. Бартенев, М.І. Данько, Т.В. Бутько, І.В. Берестов, В.І. Бобровський, М.П. Топчієв, Є.О. Гибшман, І.І. Страковський, В.Є. Павлов, Є.В. Нагорний, М.І. Федотов, Б.О. Кривошей, С.О. Бессоненко, М.П. Божко, В.І. Смирнов, А.С. Писанко, Ю.Т. Гуричев, А.І. Гуда, С.Н. Дегтярьов, Н.Н. Новгородов, М.М. Дашков та ін. [3–21].

У 1929 р. професор В.М. Образцов вперше сформулював принцип і метод розрахунку висоти сортувальної гірки [3]. Подальший розвиток теорія розрахунку конструктивних параметрів сортувальних пристроїв отримала в працях М.О. Рогинського, П.В. Бартенєва та ін. [4, 5].

Досить уваги було приділено оптимізації поздовжнього профілю і значень його окремих елементів [6–21]. Методи розрахунку конструктивних параметрів сортувальних гірок, що були запропоновані за радянських часів, спрямовувались в основному на підвищення їхньої переробної спроможності, що обумовлювалося інтенсивним зростанням розмірів сортувальної роботи [11–21]. Основними недоліками окремих методів є відсутність достатнього обґрунтування:

- 1) мінімальних і максимальних значень уклонів елементів профілю;

- 2) прийнятих допущень при врахуванні сил опору руху вагонів;
- 3) режимів регулювання швидкості скочування відчепів.

Загальним недоліком зазначених методів є відсутність енерго- і ресурсозберігаючого підходу при оптимізації конструктивних параметрів сортувальних гірок. В умовах переходу України до ринкової економіки вказаний підхід набув особливої актуальності і відображений у працях ряду вчених [6–9, 22, 23].

**Формулювання мети (постановка завдання).** Метою даних досліджень є забезпечення збереження паливно-енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів при виконанні сортувального процесу шляхом удосконалення наукового підходу до розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок.

**Обґрунтування наукового підходу до визначення конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок.** Комплексність розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок повинна базуватися на врахуванні:

- 1) витрат дизельного палива гірковими локомотивами ( $G_n$ );
- 2) витрат електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів з гірки ( $G_{ел}$ );
- 3) потрібного числа вагонних уповільнювачів на спускній частині ( $N_{сч}$ );
- 4) потрібного числа вагонних уповільнювачів на підгіркових коліях ( $N_{пгн}$ );
- 5) потрібного числа гіркових локомотивів ( $N_{гт}$ );
- 6) робочого парку вагонів ( $P$ ).

Наведені показники є визначальними при оцінці варіантів конструкції сортувальних пристроїв. Перший і другий показники характеризують використання паливно-енергетичних ресурсів, третій, четвертий і п'ятий – виробничих ресурсів, шостий – перевізних ресурсів.

Дослідження впливу швидкості розпуску составів ( $V_p$ ) на витрати дизельного палива гірковими локомотивами, що виконані з використанням математичної моделі [7], яка реалізована у вигляді програмного продукту [22], показують тенденцію збереження цього ресурсу при збільшенні  $V_p$  (рисунок 1).

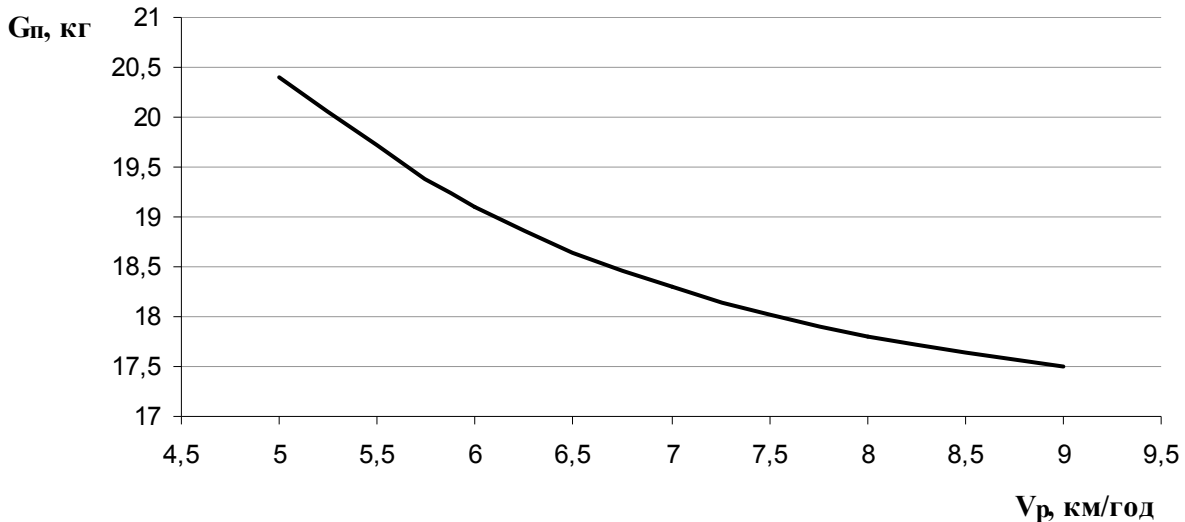


Рисунок 1 – Залежність витрат дизельного палива гірковими локомотивами від швидкості розпуску составів

Збільшення швидкості розпуску також позитивно впливає на зменшення числа гіркових локомотивів і робочого парку вагонів.

Відомо, що потрібне число гіркових локомотивів залежить від того, у якому співвідношенні знаходяться сума тривалостей заїзду ( $t_z$ ) та насуву ( $t_n$ ) і сума тривалості розпуску ( $t_p$ ) і мінімального інтервалу між суміжними розпусками составів ( $t_i$ ). Якщо  $t_z + t_n \leq t_p + t_i$ , то приймається два гіркових локомотива.

Величина робочого парку вагонів залежить від тривалостей виконання технологічних операцій і міжопераційних простоїв. При збільшенні швидкості розпуску составів зменшуються тривалості їх розпуску і очікування розформування у парку приймання. Окремий позитивний вплив зменшення  $t_p$  може бути і на тривалості очікування інших технологічних операцій, що слід оцінити натурними спостереженнями на полігонах залізниць України.

Однак для таких параметрів, як витрати електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів з гірки і потрібне число вагонних уповільнювачів на спускній частині і підгіркових коліях, збільшення швидкості розпуску составів не є сприятливим заходом. Для  $G_{el}$  це, наприклад, видно з [1, табл. П-6.1], де зі збільшенням  $V_p$

збільшується коефіцієнт включень вагонних уповільнювачів на гальмових позиціях гірки.

Потрібне число вагонних уповільнювачів на спускній частині залежить від прийнятого їх типу і сумарної потрібної розрахункової потужності гальмових позицій спускної частини гірки. Ця потужність знаходиться у прямій залежності від початкової швидкості розпуску [1, пункт 7].

Особливий вплив початкова швидкість розпуску робить на потужність паркової гальмової позиції, від якої залежить  $N_{ггп}$ . З використанням програмного продукту, що розроблений у [23], отримані результати розрахунків (рисунок 2) і свідчать про пряму залежність потрібної потужності ПГП від швидкості розпуску і підтверджують дослідження ряду вчених.

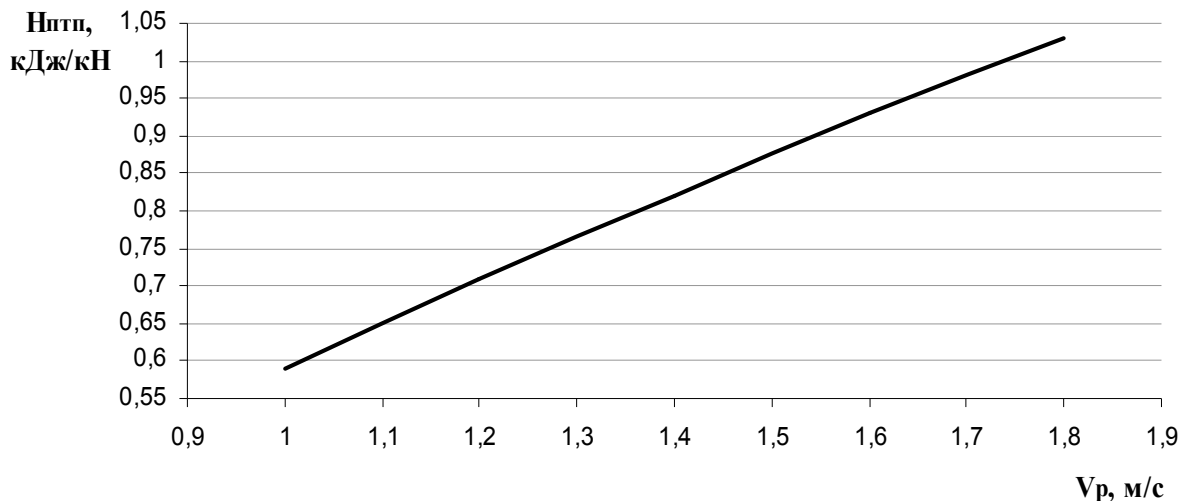


Рисунок 2 – Залежність потрібної потужності ПГП від початкової швидкості розпуску

Висота сортувальної гірки впливає тільки на витрати дизельного палива гірковими локомотивами, витрати електроенергії на регулювання швидкості скочування відчепів з гірки, потрібне число вагонних уповільнювачів на спускній частині і підгіркових коліях. Ця констатація базується на відомому фізичному законі про збереження і перетворення енергії. У фізичних процесах, що відбуваються на гірці, висота є визначальним параметром, а її зменшення позитивно впливає на використання зазначених вище паливно-енергетичних і виробничих ресурсів.

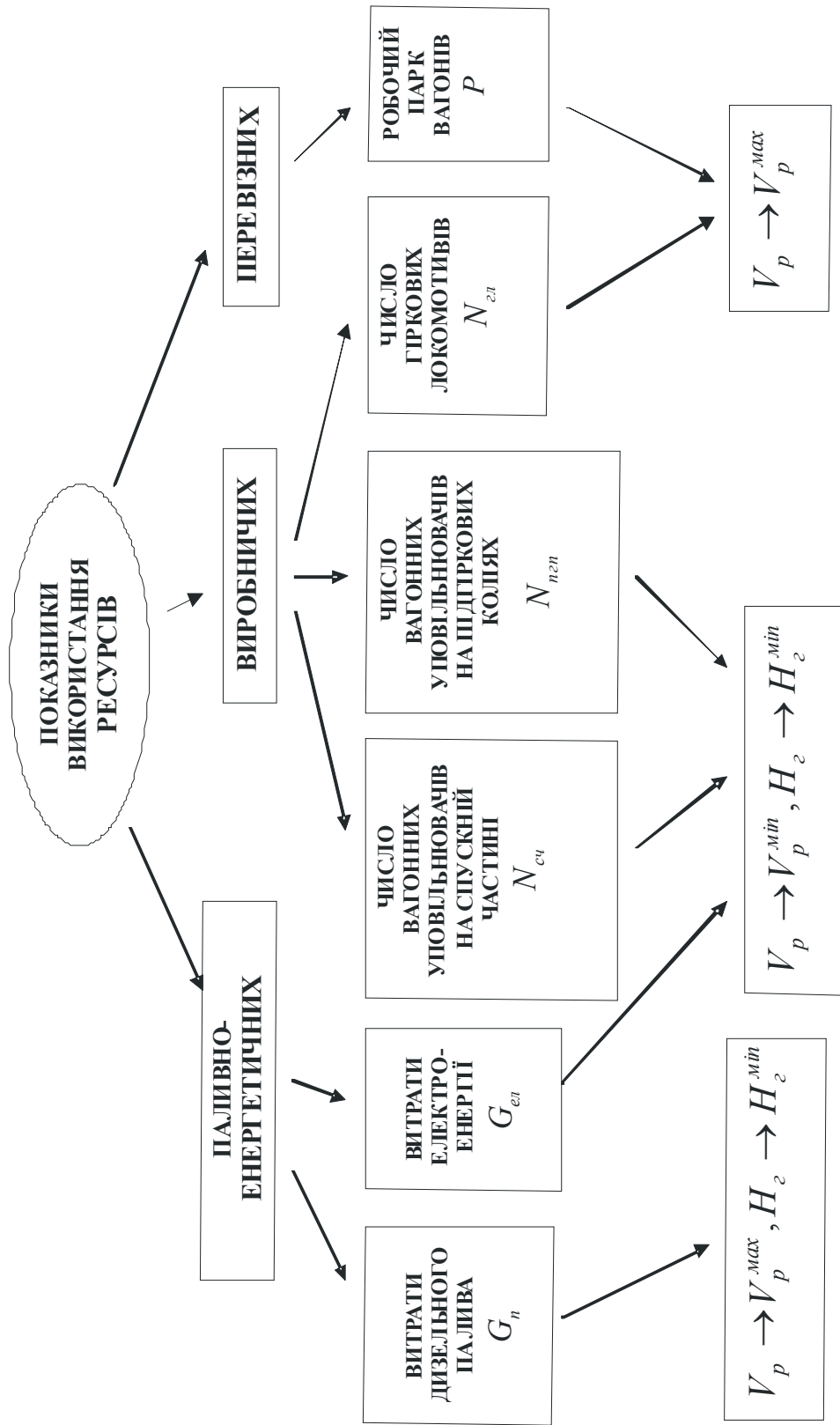


Рисунок 3 – Умови мінімізації використання паливно-енергетичних, виробничих і перевізних ресурсів

На рисунку 3 наведена систематизація отриманих висновків.

Таким чином, за рахунок зменшення висоти гірки можна покращити чотири показника:  $G_n$ ,  $G_{el}$ ,  $N_{сч}$ ,  $N_{пzn}$ . Збільшення швидкості розпуску составів покращить лише три показника:  $G_n$ ,  $N_{el}$  і  $P$ . Для інших показників ( $G_{el}$ ,  $N_{сч}$ ,  $N_{пzn}$ ) таке збільшення може привести до значних капітальних і експлуатаційних витрат.

**Висновки.** Отже, наукова задача визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів сортувальних гірок повинна вирішуватись шляхом мінімізації приведених річних витрат варіантів конструкції та технічного оснащення при мінімально можливій висоті гірки. При цьому єдиним керуючим параметром є швидкість розпуску составів. Можливість зменшення висоти сортувальної гірки слід розглядати на основі аналізу діючих умов розрахунку і проектування сортувальних пристроїв.

### *Список літератури*

1. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР // ВСН 207–89/МПС. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.
2. Муха Ю.А. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств / Ю.А. Муха, Л.Б. Тишков, В.П. Шейкин и др. – М.: Транспорт, 1994. – 220 с.
3. Образцов В.Н. Основные данные для проектирования железнодорожных станций / В.Н. Образцов. – М.: Государственное издательство, 1929. – 344 с.
4. Рогинский Н.О. Механизация сортировочных горок / Н.О. Рогинский. – М.: Трансжелдориздат, 1938. – 255 с.
5. Бартенев П.В. Станции и узлы / П.В. Бартенев. – М.: Трансжелдориздат, 1945. – 601 с.
6. Алейник В.С. Аналіз конструкції поздовжнього профілю насувної частини сортувальних пристроїв станцій залізниць України / В.С. Алейник, І.В. Берестов, М.І. Данько, О.М. Огар // Удосконалення вантажної і комерційної роботи на залізницях України: зб. наук. праць. – Харків, 2004. – Вип. 62. – С. 67–75.
7. Бутько Т.В. Дослідження впливу конструктивних параметрів поздовжнього профілю насувної частини гірок на витрати палива при розформуванні составів / Т.В. Бутько, О.М. Огар, М.П. Топчієв // Удосконалення управління експлуатаційною роботою залізниць: міжвуз. зб. наук. праць. – Харків, 2003. – Вип. 53. – С. 13–19.
8. Берестов И.В. Теоретические основы оптимизации параметров сортировочных горок (Часть 1) / И.В. Берестов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків, 1997. – № 4. – С. 34–37.
9. Берестов И.В. Теоретичні основи оптимізації параметрів сортувальних гірок / І.В. Берестов // Міжвуз. зб. наук. праць. – Харків, 1998. – Вип. 33. – С. 8–15.

10. Бобровский В.И. Представление продольного профиля сортировочных горок в АСУ расформированием составов / В.И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – Харьков, 1996. – № 1,2. – С. 19–25.
11. Гибшман Е.А. Обустройства пассажирских и товарных станций / Е.А. Гибшман. – М.: Транспечать, 1928. – 128 с.
12. Основные требования к техническому оснащению сортировочных станций: труды ВНИИЖТа. – М.: Трансжелдориздат, 1963. – Вып. 270. – 220 с.
13. Павлов В.Е. Исследование проблемы оптимального проектирования автоматизированной сортировочной горки: автореф. дисс... доктора техн. наук: 05.22.08 / В.Е. Павлов. – Л., 1971. – 32 с.
14. Нагорный Е.В. Проектирование продольного профиля спускной части сортировочных горок с применением ЭВМ / Е.В. Нагорный // Вопросы совершенствования проектирования и использования устройств железнодорожных и промышленных узлов: труды МИИТа. – М., 1976. – С. 89–91.
15. Кривошей Б.А. Техничко-експлуатаційні параметри сортировочной горки / Б.А. Кривошей, А.З. Пестременко // Механизация и автоматизация сортировочного процесса на станциях: труды ДИИТа. – Днепропетровск, 1977. – С. 39–47.
16. Бессоненко С.А. Расчет продольного профиля спускной части сортировочной горки / С.А. Бессоненко // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: труды БелИИЖТа. – Гомель, 1984. – С. 69–76.
17. Божко Н.П. Исследование конструкций плана и профиля сортировочных горок с помощью ЭВМ / Н.П. Божко // Совершенствование технологи перевозок и увеличение пропускной способности железных дорог: труды МИИТа. – М., 1983. – Вып. 736. – С. 14–16.
18. Смирнов В.И. Динамика скатывания одновагонных отцепов с сортировочной горки / В.И. Смирнов // Транспорт: наука, техника, управление. – М., 1993. – №10. – С. 29–34.
19. Писанко А.С. К вопросу о расчете скоростного участка горочного профиля / А.С. Писанко // Вопросы увеличения пропускной способности железных дорог: труды РИИЖТа. – Ростов-на-Дону, 1983. – С. 63–70.
20. Гуричев Ю.Т. Об Одном подходе к задаче нахождения оптимальных параметров горки / Ю.Т. Гуричев, А.Н. Гуда, С.Н. Дегтярев, Н.Н. Новгородов // Микропроцессорные системы управления на железнодорожном транспорте: труды РИИЖТа. – Ростов-на-Дону, 1984. – С. 35–38.
21. Дашков М.Г. К вопросу проектирования ступенчатого профиля спускной части сортировочной горки / М.Г. Дашков // Повышение эффективности эксплуатационной работы железных дорог: межвуз. сб. науч. трудов. – Новосибирск, 1987. – С.57–64.
22. Бутько Т.В. Розробка моделі для визначення витрат палива гірковими локомотивами при насуві та розформуванні составів / Т.В. Бутько, М.І. Данько, О.М. Огар, М.П. Топчів // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К., 2004. – Вып. 58. – С. 217–221.
23. Огарь А.Н. Повышение ресурсосбережения и эффективности функционирования сортировочных горок при оптимизации продольного профиля: дисс... кандидата техн. наук: 05.22.20 / А.Н. Огарь. – Харьков, 2002. – 191 с.