

М. Б. КУРГАН, С. Ю. БАЙДАК, Н. П. ХМЕЛЕВСЬКА (ДНУЗТ)

Кафедра «Проектування і будівництво доріг», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010,
тел./факс +38 (056) 373 15-48, ел. пошта: kunibor@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-8182-7709

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ НАПРЯМКУ ЗАПОРІЖЖЯ – КОМИШ ЗОРЯ – ВОЛНОВАХА

Історія питання

На сьогодні пропускна спроможність одноколіїних ділянок залізниць з тепловозною тягою не задовольняє вимогам щодо обсягів перевезень, швидкості руху, екології та економії енергоресурсів. Дослідження, що були проведені раніше [1-4] показали, що на одноколіїних ділянках введення електричної тяги ефективно не стільки за рахунок збільшення пропускної спроможності, скільки за рахунок покращення економічних показників, зниження експлуатаційних витрат пов'язаних з рухом поїздів, економії енергоресурсів.

У 2015 році Укрзалізниця затвердила програму електрифікації залізниць на 2015-2020 рр. (наказ № 156-Ц/од від 25.05.2015). У рамках шести проектів передбачається електрифікувати понад 860 км колії на Одеській, Львівській, Південно-Західній та Придніпровській магістралях. При цьому три напрямки є принципово новими, а три, і серед них Волноваха – Комиш-Зоря – Запоріжжя, лишилися «у спадок» від аналогічної програми електрифікації залізниць на 2011-2016 роки, яка не була повністю реалізована із-за недостатнього фінансування.

Свого часу лінія Запоріжжя–Комиш-Зоря–Волноваха будувалася для розвантаження північного широтного ходу Долгінцеве (Кривий Ріг)–Катеринослав (Дніпро)–Чаплине–Гришине (Красноармійськ)–Ясинувата. Пік навантаження дільниці Запоріжжя–Комиш-Зоря–Волноваха припав на 80-ті роки минулого століття. Дільницею Запоріжжя–Комиш-Зоря курсувало до 36 пар вантажних поїздів на добу, а якщо додати ще й поїзди ділянки Федорівка–Комиш-Зоря, то обмін поїздами між Донецькою та Придніпровською залізницями по Комиш-Зорі доходив до 60 пар на добу. Після 1992 року вантажопотік цією дільницею суттєво знизився. Саме з цієї причини упродовж 1999–2003 років повністю демонтували на Придніпровській ділянці 12 двоколіїних вставок (сумарною довжиною 67 км) й роз'їзд Красний Восток (237 км), на Донецькій ділянці демонтували другу

колійу на перегонах Хлібодарівка–Зачатівська та Зачатівська–Рогівка, а у 2011 році закрили роз'їзд 347 км на перегоні Комиш-Зоря–Розівка.

Ще у 2012 році, на замовлення Придніпровської та Донецької залізниць, були проведені необхідні техніко-економічні обґрунтування, розроблені та затверджені комплексні проекти електрифікації ділянки Запоріжжя – Комиш-Зоря – Волноваха, але не реалізовані.

На даний час напрямок Запоріжжя – Комиш-Зоря – Волноваха використовується в основному для забезпечення транспортного зв'язку підприємств металургійного комплексу. На полігоні Придніпровської і Донецької залізниць це один з найбільш стабільних і зростаючих вантажопотоків, не враховуючи сезонних перевезень зернових вантажів в порти. Обмежена пропускна спроможність окремих ділянок цього напрямку, а також проблеми із забезпеченням тепловозної тяги, призвели до того, що частина вантажопотоку направляється з відхиленням від оптимального маршруту і, як результат, до зростання експлуатаційних витрат.

Отже, актуальним постало питання підвищення пропускної спроможності мариупольського напрямку для забезпечення вантажоперевезень підприємств металургійного комплексу з урахуванням суттєвого зносу парку тепловозів ПАТ «Укрзалізниця».

Мета роботи і методика дослідження

Представляється доцільним дослідити, наскільки покращуються тягово-енергетичні показники при заміні тепловозної тяги на електричну на ділянках, що характеризуються різними умовами експлуатації, різними параметрами плану й поздовжнього профілю.

Методика дослідження полягає в застосуванні розробленої математичної моделі, яка дозволяє виконувати тягові розрахунки і визначати експлуатаційні витрати пов'язані з рухом поїздів. В розрахунках використовуються дані щодо параметрів поздовжнього профілю, плану лінії, характеристики рухомого складу, рівня обмеження швидкості руху поїздів на станціях і

перегонах. Через такі показники як механічна робота локомотива, робота сил опору, час руху поїзда проводиться моніторинг використання електроенергії на тягу поїздів та аналіз отриманої інформації.

Характеристика об'єкта дослідження

Ділянка Запоріжжя–Комиш-Зоря–Волноваха була побудована в 1903 році і входить до складу південного широтного напрямку, що пов'язує Донецький і Криворізький регіони та надає

вихід до портів Чорного й Азовського морів (рис.1).

На початку, від ст. Запоріжжя до ст. Фісаки, і в кінці – від ст. Пологи і майже до ст. Комиш-Зоря ділянка характеризується складним планом і затяжними підйомами й спусками. Протяжність ухилів крутіших за 6‰ – 24,3‰. Протяжність кривих радіусом до 600 м – 13,8‰. Інші характеристики наведені в табл. 1.

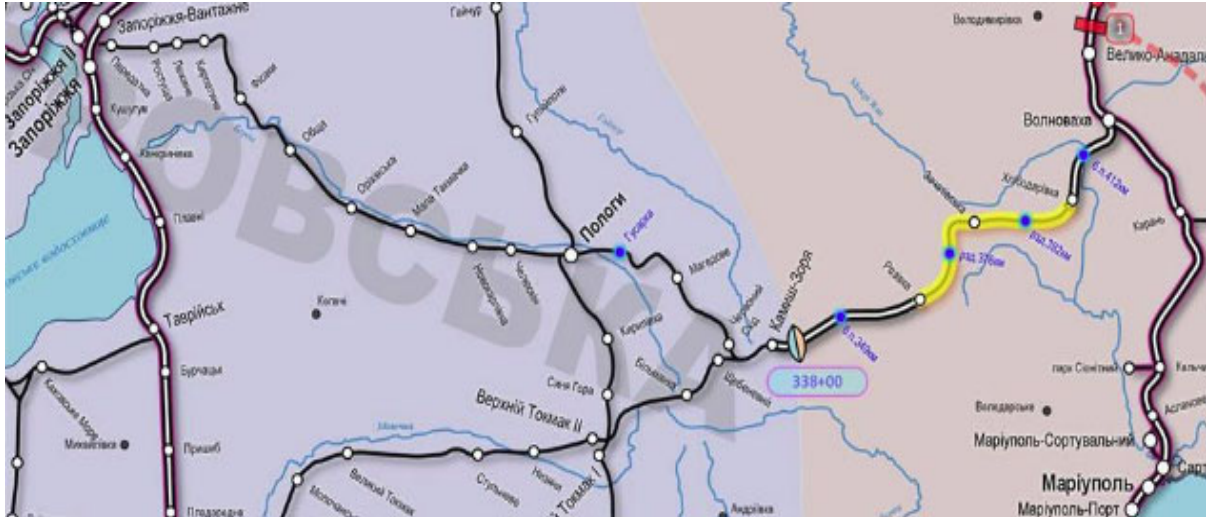


Рис. 1. Ділянка Запоріжжя-Комиш-Зоря-Волноваха

На початку, від ст. Запоріжжя до ст. Фісаки, і в кінці – від ст. Пологи і майже до ст. Комиш-Зоря ділянка характеризується складним планом і затяжними підйомами й спусками. Протяжність ухилів крутіших за 6‰ – 24,3‰. Протяжність кривих радіусом до 600 м – 13,8‰. Інші характеристики наведені в табл. 1.

Технічний стан локомотивного парку на сьогодні в значній мірі визначається незадовільним його оновленням при високому ступені зношення. Відповідно до Програми [5] знос тягового рухомого складу складає: магістральні тепловози – 99,6%, магістральні електровази – 92%.

Забезпечення пропускної спроможності напрямку Запоріжжя – Комиш-Зоря - Волноваха, на даний час, слід розглядати також і з точки зору наявності тягового рухомого складу. Вантажні перевезення здійснюються тепловозами 2ТЕ116. Парк таких тепловозів нараховує 280 од. Всі локомотиви відпрацювали встановлений термін служби, що складає 20 років, а середній вік 29 років. З 2003 року проведенням заводського ремонту подовжено термін служби до 40 років 84 локомотивам, а 120 тепловозів підлягають списанню. Все це призводить до дефіци-

ту тяги і тривалого (більше тижня) простою вагонів в очікуванні відправки.

Після реконструкції ділянки з червня 2017 року фактична пропускна спроможність по вантажним перевезенням складає 16-18 пар поїздів на добу.

Стан тепловозного парку і дороговизна дизельного палива, ціна якого формується за межами України, не дозволяють здійснювати перевезення в повному обсязі. Зміна локомотивів тепловозної й електровозної тяги (мінімум 2 рази в одному напрямку) призводить до додаткових експлуатаційних витрат. Придбання нових магістральних тепловозів, які не виробляються в Україні, пов'язане зі значними витратами, в тому числі, з витратами на пристосуванням тепловозних депо до нових серій магістральних вантажних тепловозів. Виконання ремонту магістральних тепловозів з урахуванням стану ремонтної бази і відсутністю комплектуючих запчастин також проблематично.

Враховуючи, що підходи, які примикають до ділянки Запоріжжя – Волноваха електрифіковані й обслуговуються електровозами ВЛ10, доцільно розглянути можливість переведення на електричну тягу всього напрямку.

Технічна характеристика ділянки Запоріжжя–Комиш-Зоря–Волноваха

№ п/п	Показники	Вимірник	Величина
1	2	3	4
1.	Експлуатаційна довжина	км	240
2.	Керівний ухил	‰	9
3.	Число головних колій	шт.	1
4.	Вид тяги	-	тепловозна
5.	Тип вантажного локомотива	-	2ТЕ116
6.	Уніфікована маса рухомого складу	т	4400
7.	Довжина приймально-відправних колій	м	850
8.	Система СЦБ	-	автоблокування
9.	Тип верхньої будови колії:		
	- рейки	-	Р-65
	- шпали	-	залізобетонні
	- баласт: щебінь/пісок	-	30/20
10	Категорія залізниці		I
11	Вид тяги на лініях примикання		Електрична
12	Тип локомотива на лініях примикання		ВЛ10

Слід зазначити, що по парку вантажних електровозів постійного струму склалась також складна ситуація: ВЛ11м5 – 13 од., ВЛ11м6 – 26 од., з яких 22 од. відпрацювали встановлений термін служби 30 років, відсоток зносу 86,5%. Електровози ДЕ1 – 39 од., середній вік 13 років, але 22 од. потребують значного відновлення. Електровози ВЛ10 – 22 од., всі відпрацювали встановлений термін служби, що складає 30 років. З 2005 року заводським ремонтом подовжено термін служби до 45 років всім 22 локомотивам.

Урахування технічного стану тепловозів і електровозів [5] було враховано зменшенням розрахункової тяги локомотивів при виконанні тягових розрахунків.

Наявна й прогнозна пропускна спроможність

Для визначення наявної пропускної спроможності для тепловозної тяги, локомотив 2ТЕ116 і прогнозової – локомотив ВЛ10 були

виконані тягові розрахунки і результати наведено в табл. 2, 3 і представлено на рис. 2 і 3.

Пропускна спроможність одноколіїних перегонів при парному непакетному графіку визначалась за формулою [6]

$$N_n = \frac{(1440 - t_{техн}) \cdot \alpha_n}{T_{nn}} \quad (1)$$

де: T_{nn} – період парного непакетного графіка, хв.;
 $t_{техн}$ – тривалість технологічного «вікна»;
 α_n – коефіцієнт надійності;

$$T_{nn} = t_x^m + t_x^o + \tau_1 + \tau_2 \quad (2)$$

де t_x^m, t_x^o час руху по перегону в парному і непарному напрямках з урахуванням часу на розгін і уповільнення, хв., визначався тяговими розрахунками (табл. 2, 3);

τ_1, τ_2 – станційні інтервали, хв.

Наявна пропускна спроможність (локомотив 2ТЕ116)

№ з/п	Найменування перегону	Довжина перегону, км	Час ходу, хв		Пропускна спроможність, пар поїздів на добу
			Парн.	Непарн.	
Запоріжжя - Комиш-Зоря					
1	Запоріжжя II – Передатна	4,10	7,7	7,3	62
2	Передатна – Ростуща	5,00	8,4	8,2	57
3	Ростуща – Лежино	5,50	11,4	8,3	50
4	Лежино – Кирпотіне	8,80	16,3	11,4	37
5	Кирпотіне – Фісаки	16,30	16,1	28,7	24
6	Фісаки – Обща	12,60	14,3	15,9	35
7	Обща – Оріхівська	15,50	19,4	17,6	29
8	Оріхівська – Мала Токмачка	10,40	15,1	13,1	37
9	Мала Токмачка – Новокарлівка	10,00	12,9	12,8	40
10	Новокарлівка – Челюскін	7,00	9,7	9,5	51
11	Челюскін – Пологи	9,80	15,0	12,5	38
12	Пологи – Гусарка	9,30	12,8	11,6	42
13	Гусарка – Магадево	14,30	27,8	21,0	23
14	Магадево – Роз. 327 км	16,70	29,5	22,9	21
15	Роз. 327 км –Комиш-Зоря	8,60	14,0	16,8	34
Комиш-Зоря - Волноваха					
16	Комиш-Зоря –Розівка	8,64	12,4	12,7	36
17	Розівка–РП68	19,08	24,4	23,7	21
18	РП68–Зачатівка	18,88	21,4	27,8	21
19	Зачатівка–Хлібодарівка	17,93	25,1	22,7	21
20	Хлібодарівка–БП412	9,90	15,6	13,6	32
21	БП412–Волноваха	7,83	15,1	14,1	32

Розрахунки пропускної спроможності за умови електрифікації залізниці наведено в табл. 3 і на рис. 3.

З аналізу діаграм на рис. 2 і 3 випливає, що пропускну спроможність всього напрямку (пар поїздів на добу) обмежує перегони: Кирпотіне-Фісаки (24), Гусарка-Магадево (23), Магадево-Роз. 327 км (21), Розівка-РП66 (21), РП66-Зачатівка (21) та Зачатівка-Хлібодарівка (21).

За оцінками експертів для забезпечити перевезення сировини з регіону Кривого Рогу та Запоріжжя на металургійні підприємства Донецького регіону та Маріуполя і повноцінної роботи Маріупольського торгового порту пропускна спроможність ділянки Комиш-Зоря – Волноваха на перспективу має бути не менше 29-30 пар поїздів на добу.

Прогнозна пропускна спроможність при електрифікації залізниці (локомотив ВЛ10)

№ п/п	Найменування перегону	Довжина перегону, км	Час ходу, хв		Пропускна спроможність, пар поїздів на добу
			Парн.	Непарн	
1	Запоріжжя II – Передатна	4,10	7,0	6,6	66
2	Передатна – Ростуща	5,00	7,7	7,9	60
3	Ростуща – Лежино	5,50	7,9	8,3	58
4	Лежино – Кирпотіне	8,80	11,1	11,2	45
5	Кирпотіне – Фісаки	16,30	15,8	16,9	32
6	Фісаки – Обща	12,60	13,1	13,2	39
7	Обща – Оріхівська	15,50	16,2	15,9	33
8	Оріхівська – Мала Токмачка	10,40	12,5	12,6	41
9	Мала Токмачка – Новокарлівка	10,00	12,1	12,2	42
10	Новокарлівка – Челюскін	7,00	9,1	9,1	53
11	Челюскін – Пологи	9,80	11,9	12,2	42
12	Пологи – Гусарка	9,30	11,4	11,5	44
13	Гусарка – Магадево	14,30	19,6	19,6	28
14	Магадево – Роз. 327 км	16,70	21,2	22,7	25
15	Роз. 327 км – Комиш-Зоря	8,60	14,0	14,0	37
Комиш-Зоря - Волноваха					
16	Комиш-Зоря – Розівка	8,64	11,9	12,0	42
17	Розівка – РП68	19,08	20,6	20,6	25
18	РП68 – Зачатівка	18,88	20,7	21,2	24
19	Зачатівка – Хлібодарівка	17,93	20,5	20,7	25
20	Хлібодарівка – БП412	9,90	12,7	12,8	37
21	БП412 – Волноваха	7,83	12,7	12,7	37

Для збільшення пропускної спроможності ділянки Комиш Зоря-Волноваха в кінці 2016 року була проведена реконструкція інфраструктури (на перегоні Розівка – Зачатівська покладено 17 км залізничної колії, 4 комплекти стрілочних переводів та відкрито додаткові роз'їзди на перегонах між станціями Розівка-Зачатівська, Зачатівська-Хлібодарівка). Із звіту статистичних даних по Укрзалізниці, прогнозована пропускна спроможність на добу 24 пари вантажних поїздів і 5 пасажирських не забезпе-

чується через дефіцит дизельного палива і технічний стан тепловозів.

Вплив підвищення швидкості руху поїздів на витрати енергоресурсів розглянуто в роботі [7]. Встановлено, що в данному випадку, підвищення швидкості руху поїздів на перегонах, що обмежують пропускну спроможність за рахунок модернізації колійної інфраструктури й реконструкції плану не вирішує повністю окреслену проблему (рис. 4)

© Курган М. Б. та ін., 2018

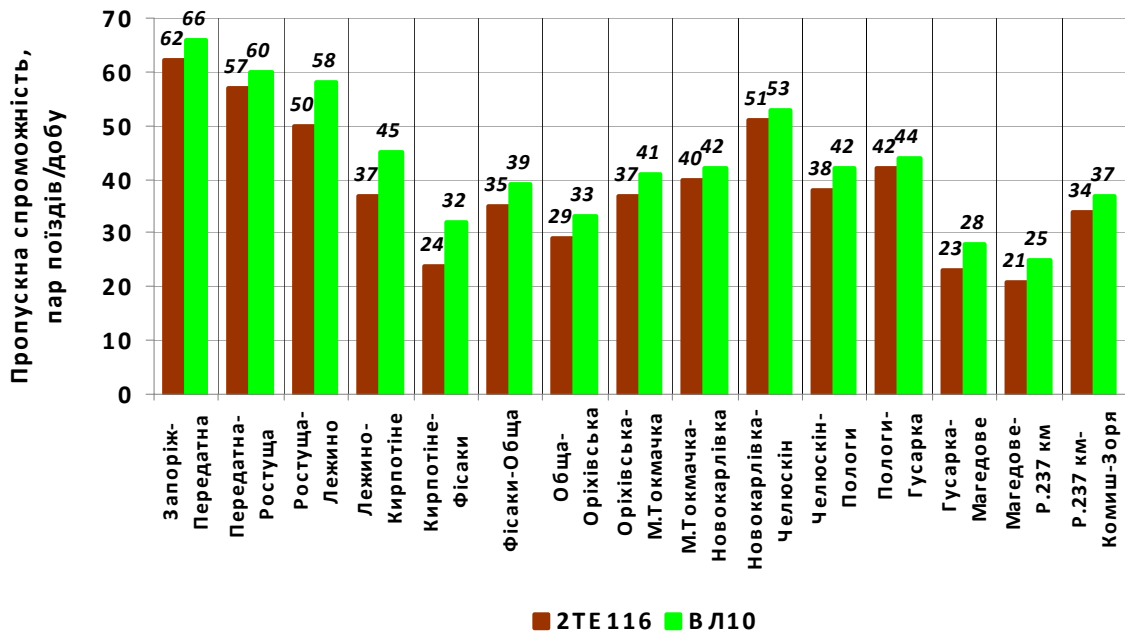


Рис. 2. Діаграма пропускної спроможності перегонів ділянки Запоріжжя – Комиш-Зоря при тепловозній та електричній тязі

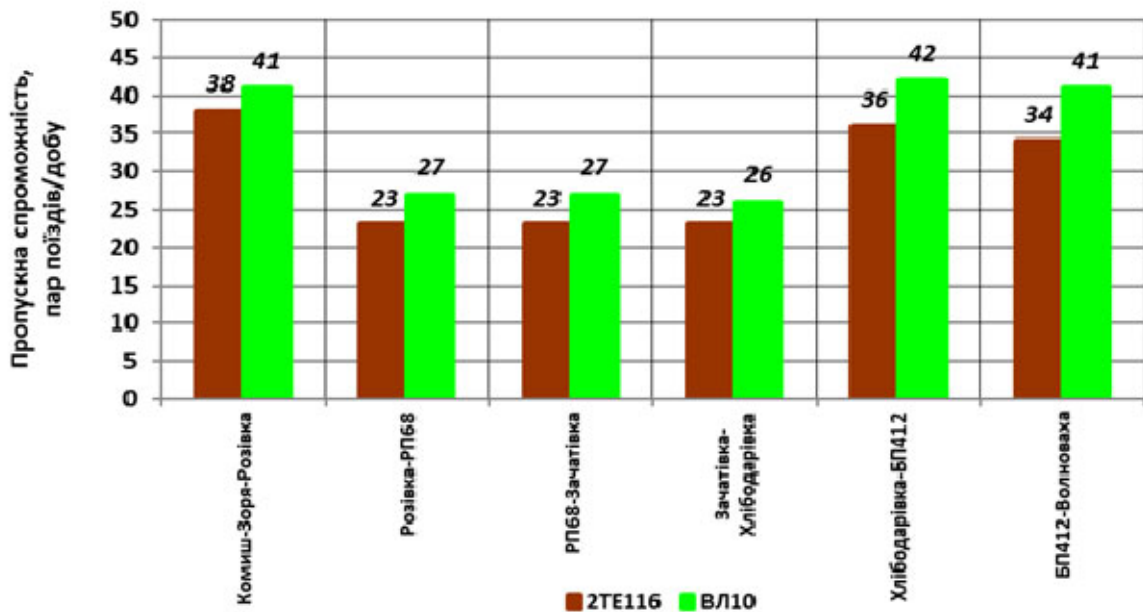


Рис. 3. Діаграма пропускної спроможності перегонів ділянки Комиш-Зоря – Волноваха при тепловозній та електричній тязі

Для порівняння характеру кривих швидкостей руху вантажних поїздів при тепловозній і електричній тязі на окремих лімітуючих перегонах наведено графіки на рис. 5-6. На рисунках (знизу вгору) показано обрис поздовжнього профілю, план лінії (кривизна) і крива швидкості руху поїзда

Суттєвої різниці в часі руху, а отже й в пропускній спроможності можна спостерігати й на

інших перегонах, що мають обрис затяжного підйому: Гусарка-Магедове, Магедове-Роз. 327 км, Рогівка-РП68-Зачатівка-Хлібодарівка. Пояснення цього явища надано в роботі авторів [2] і випливає з аналізу графіків сили тяги локомотива $F_k = f(V)$ і кривих опору руху $W_k = f(V)$ [8, 9].

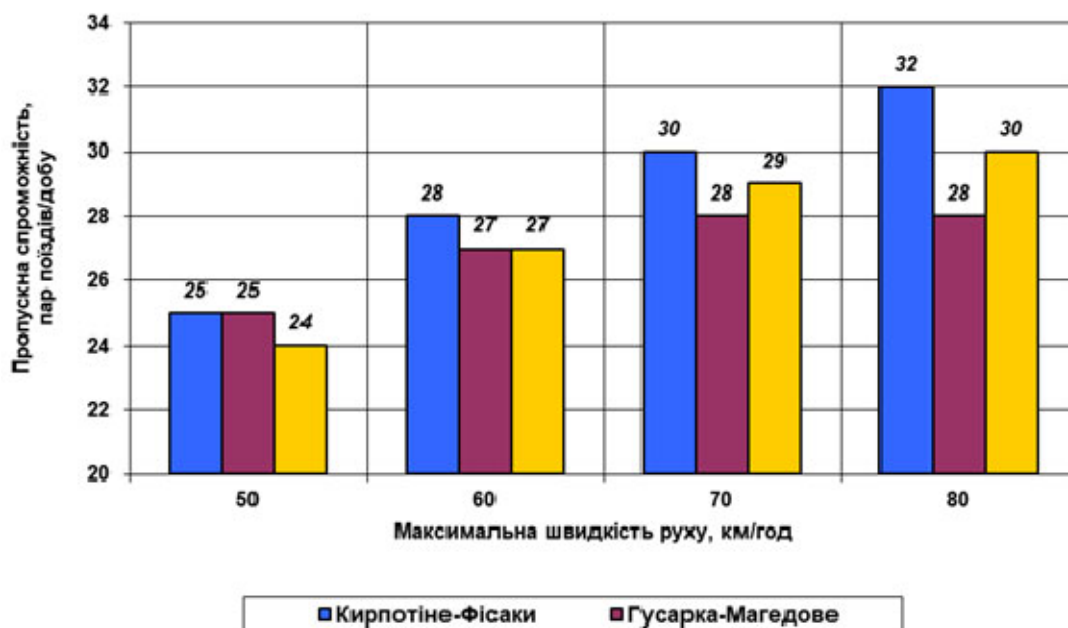


Рис. 4. Залежність пропускної спроможності від швидкості руху на лімітуючих (обмежуючих пропускну спроможність) перегонах

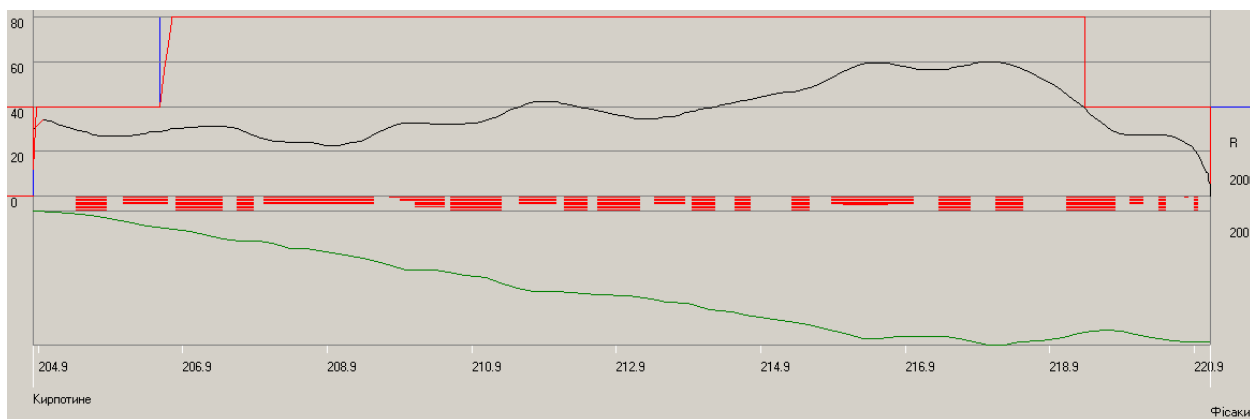


Рис. 5. Перегін Кирпотіне-Фісаки (2ТЕ116, час руху на підйом 29 хв.)

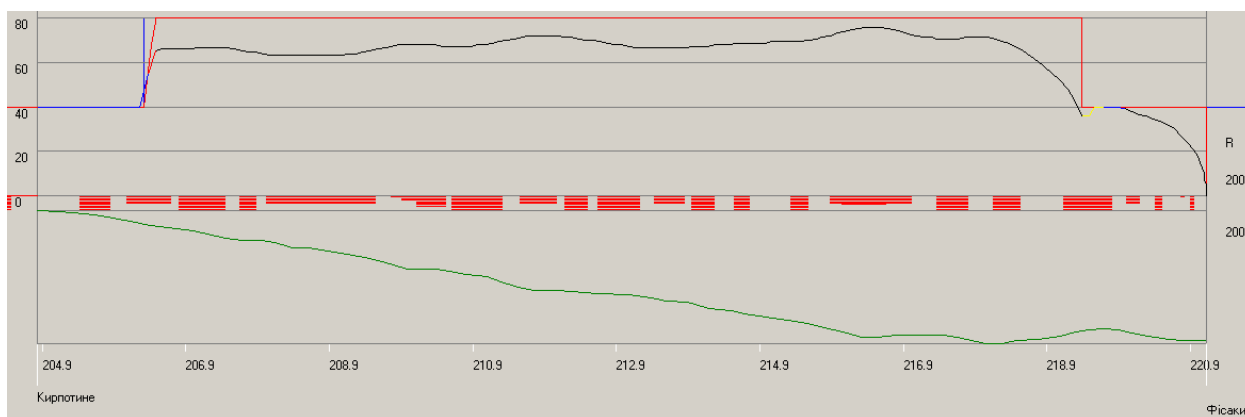


Рис. 6. Перегін Кирпотіне-Фісаки (ВЛ10, час руху на підйом 17 хв.)

Так, наприклад, на підйомі 4‰ вантажний поїзд масою 4400 тонн при електричній тязі рухається зі швидкістю 70 км/год, а при тепло-возній – близько 45 км/год.

З аналізу рис. 2 і 3 можна встановити, що електрифікація всього напрямку дозволить підвищити пропускну спроможність лімітуючих (обмежуючих пропускну спроможність) пере-

гонів на 4-5 пар поїздів на добу, але не вирішує проблему в цілому.

При необхідності суттєвого збільшення пропускної спроможності виникає потреба відно-

вити демонтовані двоколіїні вставки на ділянці Запоріжжя-Комиш-Зоря і другу колію на перегонах Хлібодарівка-Зачатівська та Зачатівська-Рогівка.

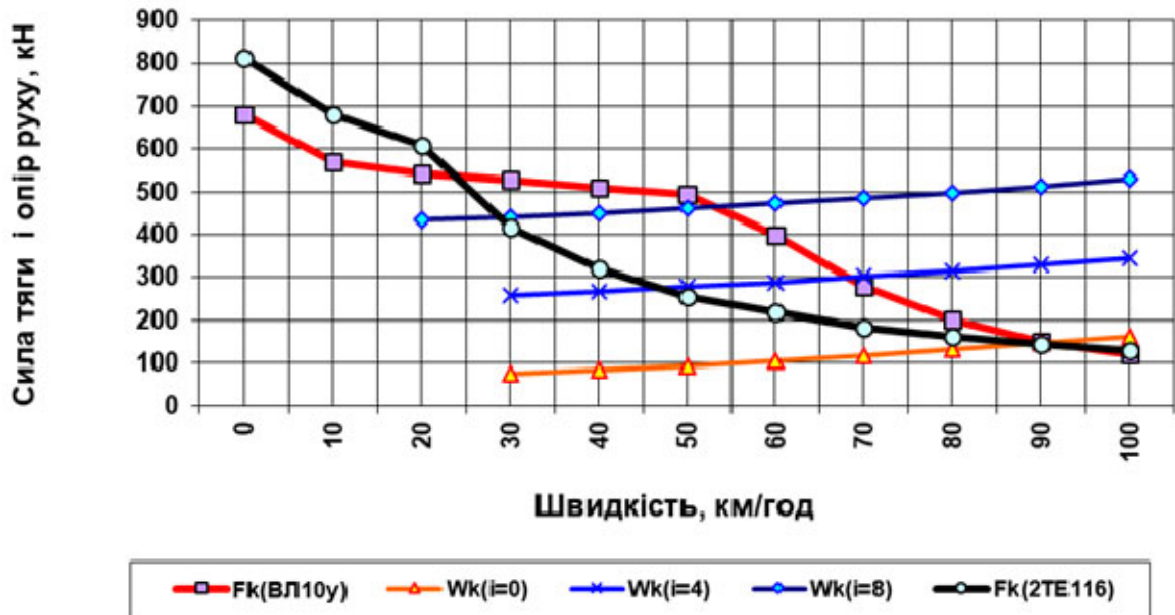


Рис. 7. Тягові характеристики і криві повного опору руху (маса 4400 т)

Аналіз результатів дослідження

За результатами тягових розрахунків встановлено, що перегони неідентичні за часом руху, період графіку для вантажних поїздів коливається від 20-22 хв. (Запоріжжя-Передатна-Ростуща) до 54-57 хв. (Гусарка-Магедово-Роз. 237 км). Найбільший ефект досягається на ділянках, де мають місце круті підйоми.

При існуючих обмеженнях швидкості руху перехід на електричну тягу дає можливість скоротити час руху вантажних поїздів на ділянці Запоріжжя-Волноваха на 20-30 хв. і збільшити поперегонну пропускну спроможність від 5-6-ти до 25-31%.

В роботі авторів [10] було досліджено питання зміни енергоємності вантажного поїзда, що рухається на різних за крутизною підйомів ділянках залізниці. Результати тягових розрахунків підтвердили, що для перегону, який має обрис зтяжного підйому, витрати електроенергії при зростанні швидкості теж збільшуються. Але при цьому в 1,4-1,5 рази зменшується час руху вантажного поїзда, що має велике значення для підвищення пропускної спроможності, перш за все, одноколіїних ділянок. Крім того,

економія досягається за рахунок збільшення маси вантажних поїздів до 6000 тонн при впровадженні електричної тяги.

Суттєве значення при формуванні собівартості вантажних перевезень на тягу поїздів має енергетична складова. Скорочення експлуатаційних витрат, а отже й собівартості перевезень, при електричній тязі залежить, в основному, від співвідношення вартості 1 кВт-год електроенергії і 1 кг дизельного палива

За даними Придніпровської залізниці на початок 2017 року вартість дизельного палива склала 20 грн./кг, а вартість 1 кВт-год електроенергії на тягу поїздів (з ПДВ) 1,25 грн. Для розрахунків на поточний 2018 рік прийнята вартість дизельного палива 24 грн./кг, а вартість 1 кВт-год електроенергії 1,5 грн. За результатами тягових розрахунків були отримані витрати на тягу поїздів для вантажного поїзда при тепловозній і електричній тязі і розрахована вартість паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), табл. 4.

Як впливає з табл. 4, економія паливно-енергетичних ресурсів при електричній тязі збільшується в 3-3,5 рази у порівнянні з тепловозною тягою.

Вартість паливно-енергетичних ресурсів для пропуску вантажного поїзда масою 4400 тонн

Ділянки залізниці	Витрати палива (кг) і електроенергії (кВт-год)		Вартість ПЕР, (грн.) на пропуск 1-го поїзда		Коефіцієнт співвідношення вартості $k = \frac{ПЕР_{мен}}{ПЕР_{ел}}$
	тепловоз 2ТЕ116	електровоз ВЛ10	тепловоз 2ТЕ116	електровоз ВЛ10	
Запоріжжя-Комиш-Зоря	1964	8962	47136	13443	3,51
Комиш-Зоря - Запоріжжя	1207	5617	28968	8425	3,44
Комиш Зоря - Волноваха	932	4333	22368	6500	3,44
Волноваха - Комиш Зоря	817	3846	19608	5769	3,40

Висновки і рекомендації

Електрифікація – невід’ємна складова стало-го розвитку українських залізниць, завдяки чому досягається зменшення експлуатаційних витрат на тягу поїздів, а відповідно й собівартості перевезень (при тепловозній тязі на 55-60 % більша, ніж при електричній). Крім того, забезпечується максимальна економія дизельного палива, поліпшується екологічний стан за рахунок зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

В даний час пропускна спроможність ділянки Запоріжжя – Волноваха складає 23 пари поїздів на добу. Пропонується крім електрифікації колій перегонів і станцій, відновити чотири двоколіїні вставки на ділянці Запоріжжя–Комиш-Зоря та укласти другу колію на перегонах Хлібодарівка – Зачатівська, Зачатівська – Розівка, обладнати станції пристроями електричної централізації, а перегони пристроями автоблокування. Одночасно пропонується побудувати «південний обхід» по станції Волноваха, тобто укласти додаткову електрифіковану колію без заходу в парки станції Волноваха з мариупольського напрямку на Комиш-Зорю, що дасть можливість заощадити експлуатаційні витрати при курсуванні поїздів з електротягою без заходу й обробки в парках станції Волноваха.

Результатом реалізації проекту буде збільшення пропускної спроможності до 100-110 пар поїздів на добу. Проте такий проект вимагає великих капітальних вкладень.

Фінансування електрифікації напрямку Запоріжжя - Комиш Зоря - Волноваха в умовах обмеження фінансових ресурсів, на наш погляд, можливо із залученням на взаємовигідних умовах ресурсів підприємств, які є основними споживачами вантажних перевезень за цим напрямком (насамперед: ПАТ «ММК ІМ. ІЛІЧА» та ПАТ «МК Азовсталь»). Інвестування в проект електрифікації й переведення вантажних потоків на напрямку Запоріжжя–Комиш-Зоря–Волноваха відповідає інтересам Укрзалізниці й зазначених підприємств.

Загальний очікуваний економічний ефект від реалізації електрифікації ділянки Комиш Зоря – Волноваха проглядається у підвищенні швидкості руху і продуктивності праці, зменшенні споживання дизельного палива (близько 30 тис. тонн на рік) і поліпшенні екологічної ситуації в регіоні за рахунок усунення шкідливих викидів (продуктів згоряння дизельного палива) в атмосферу.

Використання електровозів замість тепловозів, створить можливість відправляти великогазові поїзди масою до 6000 тонн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Курган М. Б. Системний підхід до вирішення задачі енергозбереження в колійному господарстві / М. Б. Курган, С. Ю. Байдак, Н.П. Хмелевська // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (Воловець, 11 июня-14 июля 2013 г.) – Д.: ДНУЖТ, 2013 С.59-60.

© Курган М. Б. та ін., 2018

REFERENCES

1. Kurhan M. B., Baidak S. Yu., Khmelevska N. P. Systemnyy pidkhd do vyryshennya zadachi enerhozberezhennya v kolyynomu hospodarstvi [The systems approach to solving the problem of energy conservation in railroad facilities]. Materialy IV Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi

2. Курган М. Б. Ефективність впровадження нових типів електровозів / М. Б. Курган, Н. П. Хмелевська, С. Ю. Байдак // Електрифікація транспорту – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2014. – Вип. 8. – С. 93-98.

3. Курган М.Б. Дослідження ефективності електрифікації одноколіїних залізниць для підвищення пропускної спроможності / М.Б. Курган М.Б., С.Ю. Байдак, Н.П. Хмелевська // Електрифікація транспорту – 2015 – №9. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2015. – С. 44-49.

4. Курган М. Б. Ефективність електрифікації ділянки Куми-Новомосковськ Придніпровської залізниці / М.Б. Курган, С.Ю. Байдак, О.Ф. Лужицький, Н.П. Хмелевська // Електрифікація транспорту – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2015. – № 10. – С.21-28.

5. Програма оновлення рухомого складу ПАТ „Укрзалізниця” на період до 2021 року (проект). – К., 2016. – 66 с.

6. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України: (ЦД/0036). – К., - 2002. – 376 с.

7. Корженевич І.П. Вплив підвищення швидкості руху поїздів на витрати енергоресурсів / І.П. Корженевич, М.Б. Курган, Ю.С. Бараш, Д.М. Курган // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – Вип. 20. – С. 233-239.

8. Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

9. Гребенюк П. Т. Тяговые расчеты: Справ очник / П. Т. Гребенюк, Долганов А. Н., Скворцова А. И. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.

10. Курган М.Б. Енергозберігаючі рішення при проектуванні залізниць / М.Б. Курган, С.Ю. Байдак, Н.П. Хмелевська, Я.С. Хмелевська // Електрифікація транспорту – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2017. – № 13. – С.108-116.

Ключові слова: вид тяги. електрифікація; паливно-енергетичні ресурси, енергоемність; модернізація колії, швидкість руху; постійний струм.

"Enerhozbezrehennya na zaliznychnomu transporti i v promyslovosti (Volovets', 11.06 – 14.06.2013)" [Proc. of the 4th Int. Scientific and Practical Conf. "Energy efficiency on railway transport and in industry"]. Dnipropetrovsk, 2013, pp. 59-60.

2. Kurhan M. B., Khmelevska N. P., Baidak S. Yu. Efektyvnist' vprovadzhennya novykh typiv elektrovoziv [Implementation of new electric locomotives]. Scientific journal Electrification of transport. Dnipropetrovsk'kyi Natsional'nyy Universytet Zaliznychnoho transportu imeni imeni akademika V. Lazariana, 2014, issue 8, pp. 93-98.

3. Kurhan M. B., Baidak S. Yu., Khmelevska N. P. Research efficiency electrification single track railway to increase capacity. Scientific journal Electrification of transport. Dnipropetrovsk'kyi Natsional'nyy Universytet Zaliznychnoho transportu imeni imeni akademika V. Lazariana, 2015, issue 9, pp. 44-49.

4. Kurhan M. B., Baidak S. Yu., Luzhyskyi O. F., Khmelevska N. P. Efficiency of electrification the kuma-novomoskovsk direction of pridneprovskaya railway. Scientific journal Electrification of transport. Dnipropetrovsk'kyi Natsional'nyy Universytet Zaliznychnoho transportu imeni imeni akademika V. Lazariana, 2015, issue 10, pp. 21-28.

5. Programa onovlennya ruhomogo skladu PAT „Ukrzaliznitsya” na perlod do 2021 roku (proekt), Kyiv, 2016, 66 p.

6. InstruksIya z rozrahunku nayavnoyi propusknoyi spromozhnosti zaliznits Ukrayini, Kyiv, 2002, 376 p.

7. Korzhenevich I. P., Kurgan M. B., Barash Yu. S., Kurgan D. M. Vpliv pidvischennya shvidkosti ruhu poyizdiv na vitrati energoresursiv [The impact of increasing the speed of trains on energy costs]. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2008, issue 20, pp. 233-239.

8. Pravila tyagovyih raschetov dlya poezdnoy raboty [Terms traction calculations for train operation]. Moscow, Transport, 1985, 287 p.

9. Grebenyuk P. T. Tyagovyie raschetyi: Spravochnik [Traction calculations: Guide]. Moscow, Transport, 1987, 272 p.

10. Kurhan M. B., Baidak S. Yu., Khmelevska N. P., Khmelevska Y. S. Energy saving solutions for designing railways. Scientific journal Electrification of transport. Dnipropetrovsk'kyi Natsional'nyy Universytet Zaliznychnoho transportu imeni imeni akademika V. Lazariana, issue 13, pp. 108-116.

В даній статті на прикладі одноколіїної ділянки з тепловозною тягою Запоріжжя-Волноваха, що зв'язує Криворізький рудний басейн, металургійні підприємства Донецької області і порти Азовського моря досліджується ефективність електрифікації для підвищення пропускної спроможності. Для досягнення мети проаналізовано етапи створення і розвитку залізничного напрямку, починаючи з введення в експлуатацію - 1903 рік. Показано, як технічне оснащення ділянок залізниці впливає на експлуатаційні показники. За результатами розрахунків зроблено висновок щодо впливу експлуатаційних показників, параметрів профілю і плану, а також технічного стану локомотивів на ефективність електрифікації одноколіїних залізниць.

УДК 629.423.1.016.3

Н. Б. КУРГАН, Н. П. ХМЕЛЕВСКАЯ, С. Ю. БАЙДАК (ДНУЖТ)

Кафедра «Проектирование и строительство дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел./факс +38 (056) 373 15 48, эл. почта kunibor@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-8182-7709

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ ЗАПОРОЖЬЕ - КАМЫШ-ЗАРЯ - ВОЛНОВАХА

В данной статье на примере однопутного участка с тепловозной тягой Запорожье-Волноваха, связывающей Криворожский рудный бассейн, металлургические предприятия Донецкой области и порты Азовского моря, исследуется эффективность электрификации для повышения пропускной способности. Для достижения цели проанализированы этапы создания и развития железнодорожного направления, начиная с ввода в эксплуатацию - 1903 год. Показано, как техническое оснащение участков железной дороги влияет на эксплуатационные показатели. По результатам расчетов сделан вывод о влиянии эксплуатационных показателей, параметров профиля и плана, а также технического состояния локомотивов на эффективность электрификации однопутных железных дорог.

Ключевые слова: вид тяги. электрификация; топливно-энергетические ресурсы, энергоёмкость; модернизация пути, скорость движения; постоянный ток.

UDC 629.423.1.016.3

M. B. KURHAN, N. P. KHMELEVSKA, S. YU. BAIDAK (DNURT)

Department «Engineering And Construction Of Roads», Dnipropetrovsk National University Of Railway Transport Named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, Tel./Fax +38 (056) 373 15, e-mail kunibor@gmail.com, ORCID: orcid.org/0000-0002-8182-7709

RESEARCH EFFICIENCY OF ELECTRIFICATION DIRECTIONS ZAPOROZHYE - KAMYSH-ZARYA – WALNOVAKH

In this article, the efficiency of electrification for increasing the capacity is investigated using the example of a single-track section with diesel traction of Zaporozhye-Volnovakh connecting the Krivoy Rog ore basin, metallurgical enterprises of the Donetsk region and the ports of the Sea of Azov. To achieve the goal, the stages of the creation and development of the railway direction have been analyzed, starting from commissioning in 1903. It is shown how the technical equipment of the railway sections affects the performance indicators. Based on the results of the calculations, a conclusion was made about the impact of operational parameters, profile and plan parameters, as well as the technical state of locomotives on the electrification efficiency of single-track railways.

Keywords: type of thrust. electrification; fuel and energy resources, energy intensity; modernization of the way, speed of movement; constant electricity.

Received 06.02.2018; accepted in revised form 29.03.2018.