

2. Побудовано тривимірну модель одноступінчастого редуктору потужністю 2,2 кВт та визначені малонавантажені ділянки корпусу, які замінені неметалевим матеріалом, що забезпечило зменшення його маси на 18%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жикаляк М. В. Виснаження ефективних запасів корисних копалин –загроза національній безпеці України / Мінеральні ресурси України. № 3, 2016, С. 3-7.
2. Учебные материалы по Autodesk Inventor Fusion 2012. - Текст: электронный. - URL: <http://labs.autodesk.com/>
3. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник для студ. вузів. – Львів.: Вища шк., 2003. 560 с.

УДК 622.625.28

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МЕТАЛОПРОКАТУ (НА ПРИКЛАДІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА МК «АЗОВСТАЛЬ»)

С.І. Чеберячко¹, О.В. Дерюгін², В.А. Доценко³

¹доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: sicheb@ukr.net

²кандидат технічних наук, доцент кафедри управління на транспорті, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: oleg.kot@meta.ua

³студентка групи 275-19 ск-1, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: viktoriadocenko0@gmail.com

Анотація. В роботі обґрунтовано удосконалення транспортно-технологічної схеми перевезення металопрокату (слябів) за рахунок впровадження ефективної «роудлейнерної» технології.

Ключові слова: промисловий транспорт, залізничний транспорт, автомобільний транспорт, роудлейрерна технологія, експлуатаційні властивості, економічна ефективність, строк окупності.

IMPROVEMENT OF THE TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF TRANSPORT OF METAL PRODUCTS (ON THE EXAMPLE OF THE METALURGICAL ENTERPRISE 'МК AZOVSTAL')

Serhiy Cheberyachko¹, Oleg Deryugin², Viktoriya Dotsenko³

¹Ph.D., Professor of Department of Labour Protection and Civil Safety, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine; e-mail: sicheb@ukr.net



²Ph.D., Associate professor of Department of Transportation Management, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: oleg.kot@meta.ua

³Student, National Technical University "Dnipro poly-technology", Dnipro, Ukraine, e-mail: viktoriadocenko0@gmail.com

Abstract. Improvement of transport-technological scheme of transportation of rolled metal (slabs) at the expense of introduction of effective "roadrailner" technology is substantiated in the work.

Keywords: industrial transport, railway transport, road transport, roadrailner technology, operational properties, economic efficiency, payback period.

Вступ. Промисловий транспорт - основна транспортна зв'язуючи ланка на сучасному металургійному підприємстві. Основним видом промислового транспорту - є залізничний, який має переваги над іншими видами. Він є невідмінною складовою майже всіх технологічних процесів металургійного виробництва готової продукції [1]. Серед основних переваг залізничного транспорту можна віднести наступні:

- велика провізна здатність;
- незалежність від погодних умов;
- можливість швидкої доставки вантажу на значні відстані;
- умовно висока швидкість перевезення вантажу і ін. [2].

Але цей вид транспорту має і недоліки, зокрема суттєвою - низька спроможність доставки безпосередньо до пунктів споживання, тобто при відсутності під'їзних шляхів залізничний транспорт повинен доповнюватися автомобільним.

В останній час, на металургійних підприємствах країн Євросоюзу, просліджується тенденція використання в якості промислового транспорту - автомобільний. Його лідируюча позиція стає очевидною завдяки перевагам, серед яких можна відзначити наступні:

- висока маневреність, що дозволяють швидко зосередити транспортні засоби в необхідній кількості і в потрібному місці;
- здатність забезпечувати доставку "від дверей до дверей" без додаткових перевалок і пересадок на шляху прямування;
- висока швидкість доставки і забезпечення схоронності вантажів, особливо при перевезеннях на короткі відстані;
- широка сфера застосування за видами вантажів, системам повідомлення й відстаней перевезення [2].

Отже, виникає задача у поєднанні цих двох видів транспорту, розробки ефективних логістичних схем їх роботи. В якості прикладу, наведемо вирішення задачі з удосконалення існуючої транспортно-технологічної схеми

доставки металопрокату на металургійному підприємстві «МК «Азов-сталь»», які були встановлені під час кейс-чемпіонату від компанії «МЕТІНВЕСТ»:

- залежність транспортування слябів залізничним транспортом на основну залізничну станцію від розкладу руху поїздів, які транспортують вантажі по основній залізничній магістралі;

- великий час маневрових перестановок порожніх залізничних платформ під навантажувальні операції.

Це призводить до зниження показників виробництва, фінансовим збиткам в наслідку затримки відвантаження готової продукції, збільшенню часу на транспортування та ін. Тому пошук способів вирішення подібних задач є досить актуальним в наш час.

Мета роботи.

Метою дослідження – є удосконалення транспортно-технологічної системи перевезення металопрокату (слябів) за рахунок ефективної транспортної технології.

Об'єкт дослідження – процес транспортування металопрокату.

Предмет дослідження – технологія перевезення металопрокату.

Вирішення задачі, яка формує мету дослідження проведено за алгоритмом, який використовують студенти для виконання практичних завдань на підставі компетенцій, які отримані за результатами навчання за нормативними дисциплінами – «Загальний курс транспорту», «Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів», «Прикладна механіка»:

- обґрунтування ефективної взаємодії різних видів транспорту;

- обґрунтування ефективного транспортного засобу (ТЗ) і напівпричепу для перевезення слябів, розрахунок розподілу вагових навантажень на вісі ТЗ для визначення відповідності чинному законодавству України, яке регламентує перевезення великогабаритного і великовантажного вантажу (ViBB);

- оцінка економічних показників ефективності від впровадження запропонованої транспортної технології;

- розрахунок строку окупності інвестиційних вкладень в придбання ТЗ.

Матеріали і результати дослідження.

Для вирішення поставленої задачі, авторами запропонована транспортна «Роудлейнерна» (*Roadrailner*) технологія. Вона ефективно використовується в країнах Північної і Південної Америки при перевезенні великотоннажних контейнерів. В її основі - трансформація автомобільного напівпричепу в залізничну платформу. Запропонована транспортна технологія поєднує переваги залізничного і автомобільного транспорту. Впровадження цієї тех-

нології зменшить залежність транспортування слябів від розкладу руху поїздів, час маневрових операцій при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР), що є актуальним для металургійного підприємства.

Запропонована транспортна система (рис. 1) дозволяє транспортувати слябі як автомобільним транспортом так і залізничним.

До її переваг, можна віднести:

- можливість навантаження 5-ти слябів (загальна вага вантажу 150 тонн). В існуючій транспортно-технологічній схемі навантаження проводиться за нормативом – 1 сляб завантажується на 1 залізничну платформу.
- усунення проміжних НРР;
- скорочення простою на станціях, в портах, на розвантажувальних майданчиках.
- підвищення схоронності вантажів;
- можливість доставки вантажу безпосередньо до отримувача металопрокату;
- підвищення ступеня мобільності і маневрування.

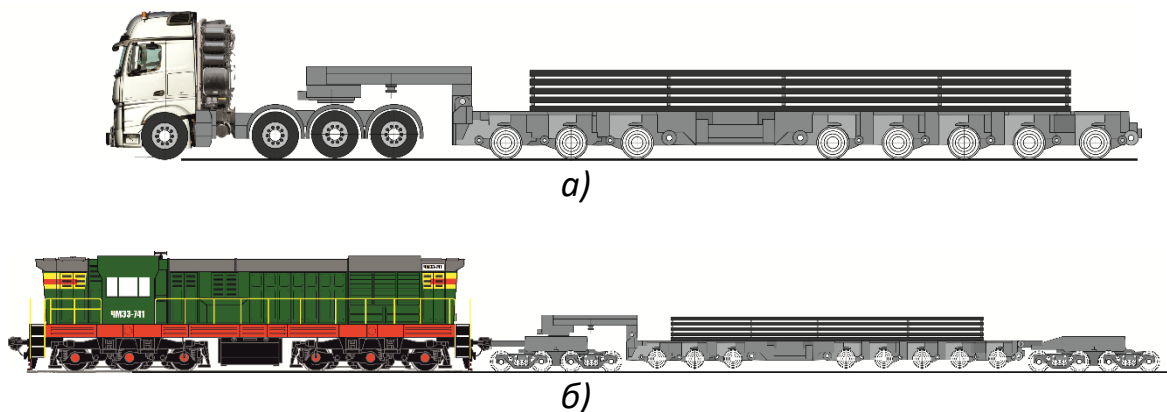
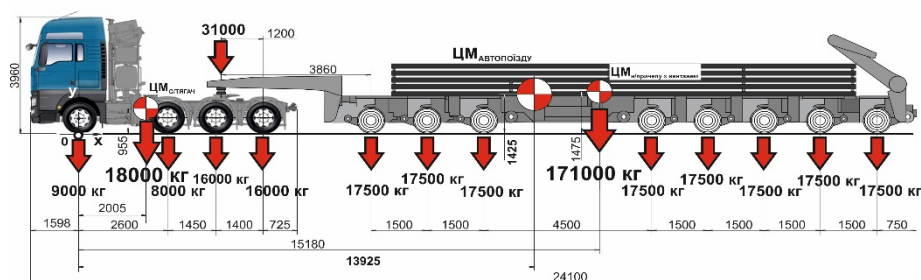


Рисунок 1 – Концепція перевезення слябів за допомогою «Роудлейнерної» технології: а) – автомобільним транспортом; б) – залізничним транспортом.

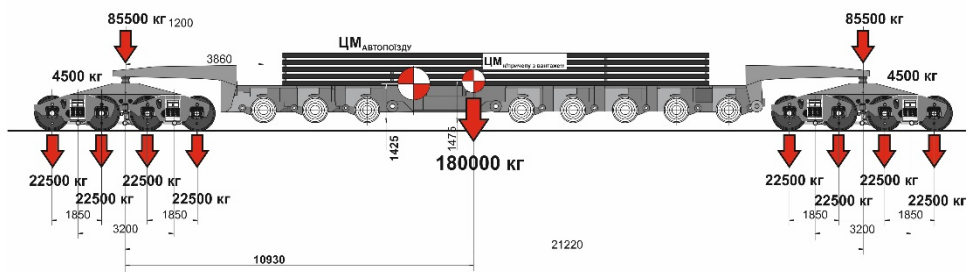
Для визначення відповідності експлуатації нормам чинного законодавства України, які регламентують перевезення ВіВВ автомобільним і залізничним транспортом, проведено розрахунок вагового навантаження на вісь відповідного ТЗ. Результати розрахунку розподілу вагових навантажень на відповідні вісі для автомобільного і залізничного транспорту наведено на рис. 2.

Відповідність перевезення металопрокату (слябів) автомобільним транспортом чинному законодавству України, щодо перевезення ВіВВ



а)

Відповідність перевезення металопрокату (слябів) залізничним транспортом чинному законодавству України, щодо перевезення ВіВВ



б)

Рисунок 2 – Результати розрахунку розподілу вагових навантажень на відповідні вісі ТЗ автомобільного і залізничного транспорту: а) – автомобільний транспорт; б) – залізничний транспорт.

Визначення ефективного ТЗ для перевезення слябів у складі автопотягу (сідельний тягач з тралом) проводиться на підставі розрахунку еквівалентної потужності сідельного тягача, для транспортування тралу з вантажем – 5 слябів (загальна вага вантажу 150 тонн) проводимо за наступною формулою [3, 4]:

$$N_e = \frac{1}{3,6\eta_{mp}} \cdot \left(G_{a/n} \cdot \psi \cdot v_{max} + \frac{k_b \cdot F_a \cdot v_{max}^3}{12,96} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де η_{mp} – ККД трансмісії сідельного тягача, $\eta_{mp} = 0,97$;

$G_{a/n}$ – вага автопотягу, тонн, $G_{a/n} = 150$ тонн;

ψ - сумарний коефіцієнт опору дороги, $\psi = 0,3$;

V_{max} - максимальна швидкість руху автопоїзду, з врахуванням умов перевезення відповідного типу вантажу, км/год, $V_{max} = 11$ км/год.;

K_b - коефіцієнт обтікання, $\text{Нс}^2/\text{м}^4$, $K_b = 0,8$;

F_a - площа габаритного поперечного (міделевого) перерізу автопотягу, м²:

$$F_a = a \cdot b \cdot h, \quad (2)$$

де a - коефіцієнт заповнення площі ($a = 0,75 \dots 0,9$ - для вантажних автомобілів, сідельних тягачів);

b і h - ширина й висота автопотягу, відповідно, вибирається по прототипу.

У подальшому за величиною еквівалентної потужності, оцінюють подолання різноманітних видів опору, які виникають при русі автопоїзду зі слябами, загальна вага вантажу – 150 тонн – $Nb = 467 \text{ кВт} \approx 635 \text{ кс}$. Отже потужність двигуна сідельного тягача повинна бути більшою в 1,1 рази $= 635 \times 1,1 = 698 \text{ кс}$.

З модельного ряду сідельних тягачів обираємо модель баластного сідельного тягача MAN TGX 41.680 8x6 BBS. Технічна характеристика сідельного тягача наведена в [5]. В якості напівпричепу обираємо – низькопідлоговий трал для перевезення BiBB, модель – Goldhofer (вантажопідйомність 160 тонн). Технічна характеристика трала для перевезення BiBB наведена в [6].

Для трансформації напівпричепу тралу в залізничну платформу використовуються - 2 залізничних 4-х вісних візка - моделі 18-100. Технічна характеристика залізничних 4-х вісних візків моделі 18-100 наведена в [7].

Економічний ефект від впровадження запропонованої транспортної технології розраховується за наступною формулою:

$$C_e = (S \cdot Q_n^{nl} - (\Delta S + S) \cdot Q_n^{\phi}) \cdot A_{cn}, \quad (3)$$

де A_{cn} – списочний парк автопоїздів;

S – запланована собівартість перевезень;

Q_n^{nl} , Q_n^{ϕ} , - відповідно запланована і фактична продуктивність одного автопоїзду, тонн/рік:

$$Q_n^{nl} = q \cdot \gamma_c^{nl} \cdot n_e \cdot T_{\text{дн}}^p \cdot \alpha_T^{nl}, \quad (4)$$

де q – вантажопідйомність автопоїзду;

γ_c^{nl} – планований коефіцієнт використання вантажопідйомності;

α_T^{nl} – планований коефіцієнт технічної готовності парку;

$T_{\text{дн}}^p$ – календарна кількість днів в році;

n_e – кількість їздок автопоїздів за добу.

$$Q_n^\phi = q \cdot \gamma_c^\phi \cdot n_e \cdot T_{\Delta n}^p \cdot \alpha_T^\phi, \quad (5)$$

де γ_c^ϕ – фактичний коефіцієнт використання вантажопідйомності;

α_T^ϕ – фактичний коефіцієнт технічної готовності парку;

ΔS – збільшення собівартості транспортування від зниження коефіцієнта технічної готовності парку рухомого складу, грн./тонну.

В результаті проведеного розрахунку, отримано значення економічних показників ефективності від впровадження запропонованої транспортної технології - 10587 млн. грн.

Розрахунок періоду окупності інвестиційного проекту $T_{ок} = n$, при якому:

$$\sum_{i=1}^n CF_t > I_o \quad (6)$$

де $T_{ок} (PP)$ – період окупності інвестицій, рік;

n - число періодів;

CF_t - потік грошових коштів за період t , грн.;

I_o - величина вихідних інвестицій у нульовий період.

Таблиця 1 – Результат розрахунку періоду окупності інвестиційного проекту при покупці сідельного тягача MAN TGX 41.680 8x6 BBS та одного напівпричіпа-трала марки Goldhofer з урахуванням первісної вартості ТЗ

Тип ТЗ	Кількість, од.	Ціна, грн.	n - число періодів, рік	$T_{ок} (PP)$ – період окупності інвестицій, рік
MAN TGX 41.680 8x6 BBS				
MAN TGX 41.680 8x6 BBS, грн.	1	7870000	5	2,92
Goldhofer, грн.	1	1500000		
MAN TGX 41.680 8x6 BBS +Goldhofer	1+1	9080000		

Формула для розрахунку показника NPV (чистої теперішньої вартості) с урахуванням бар'єрної ставки має наступний вигляд:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}, \quad (7)$$

де NPV - чиста теперішня вартість, грн.;

CF_t – потік грошових коштів в період t , грн.;

I_t - сума інвестицій (витрати) в t -ому періоді, грн.;

r – бар'ерна ставка (дисконтування);

n - сумарне число періодів (інтервалів, шагів) $t = 1, 2, \dots, n$ (або час дії інвестицій).

Індекс прибутковості інвестицій можна розрахувати за наступною формулою:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{CI} = \frac{PV}{CI}, \quad (8)$$

де CF_i - прибуток від проекту за рік, грн.;

n - період проекту в роках;

PV - сумарний грошовий потік від проекту, грн.;

CI - сума первісних інвестицій, грн.;

r - ставка дисконтування.

Внутрішня норма прибутковості визначається за наступною формулою:

$$NVP(IRR) = \sum_{i=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{i=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (9)$$

$NPV(IRR)$ - чиста теперішня вартість розрахована за ставкою IRR ;

CF_t - притік грошових коштів у період t ;

I_t - сума інвестицій (витрати) в t -ому періоді;

n - сумарне число періодів (інтервалів, шагів) $t = 0, 1, 2, \dots, n$.

За результатами проведеного розрахунку, отримано значення строку окупності інвестиційних вкладень в придбання ТЗ для запропонованої транспортної технології, яка склала – 1,3 року.

Висновки.

1. Промисловий транспорт основна транспортна зв'язуючи ланка на сучасному металургійному підприємстві.

2. Запропонована транспортна «Роудлейнерна» технологія перевезення слябів, яка базується на трансформації автомобільного напівпричепа в залізничну платформу. Вона поєднує переваги залізничного і автомобільного транспорту і її впровадження в транспортно-технологічну схему доставки слябів зменшить її залежність від розкладу руху поїздів, час маневрових операцій при проведенні НРР, що є актуальним для металургійного підприємства.

3. З модельного ряду сідельних тягачів обрано модель – баластний сідельний тягач MAN TGX 41.680 8x6 BBS. В якості напівпричепа обрано – трал для перевезення слябів, модель – Goldhofer (вантажопідйомність 160 тонн). Для трансформації напівпричепа тралу в залізничну платформу використовуються - 2 залізничних 4-х вісних візка - моделі 18-100.

4. За результатами розрахунку ефективності від впровадження запропонованої транспортної технології отримано значення економічної ефективності, яка склала - 10587 млн. грн.

5. За результатами розрахунку строку окупності інвестиційних вкладень в придбання ТЗ, які використовуються в запропонованій транспортній технології отримано значення строку окупності ТЗ, який склав – 1,3 роки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бобиль В. Вплив металургійної промисловості на розвиток залізничного транспорту в сучасних умовах / В.В. Бобиль, Т.М. Белікова // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми економіки і управління на залізничному транспорті», м. Яремча, 2010 рік, С. 14-15.

2. Л.Ю. Яцківський, Д.В. Зеркалов Загальний курс транспорту. Книга 1. Навчальний посібник К.: Арістей, 2007. - 544 с.

3. Вахламов В.К. Техника автомобильного транспорта: Подвижной состав и эксплуатационные свойства: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2004. - 528 с.

4. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник. - Київ: Арістей, 2006. - 176 с.

5. Сайт: Dalnobo1.org. MAN TGX 41.680: восемь на шесть для 250 тонн. [Електронний ресурс]. 2016. Режим доступу: <http://dalnobo1.org/blog/2016/08/09/man-tgx-41-680-vosem-na-shest-dlya-250-tonn/>.

6. Бовкунов, М.Е. Перевозка негабаритных и тяжеловесных грузов / М.Е. Бовкунов, О.К. Шоломицкий // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. — Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section35.html>, свободный.

7. Савчук О.М. Вагонный парк. Навчальний посібник для студентів та магістрів ВНЗ залізничного транспорту.- Харків.: Техностандарт, 2010.- 200 с.