

УДК 681.3.01

О.П.Кравченко, К.К.Панайотов

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ПРОСТОЮ ТРАНСПОРТУ НА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАРШРУТАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕТЕРМІНОВАНИХ МОДЕЛЕЙ

Викладено підхід до рішення задачі визначення часу простою під навантаженням автомобільного транспорту на технологічних маршрутах збагачувальних фабрик з використанням детермінованих моделей

Ключові слова: навантажувальний бункер, час простою, змінні витрати, постійні витрати, довжина черги під навантаження, час очікування навантаження.

Вступ

Автотранспортні підприємства, які обслуговують вугільні шахти Донбасівського регіону, нині переживають складні часи. Основною проблемою є низька рентабельність автоперевезень що складають до 90 % від загального обсягу продуктивності автопідприємства (АТП) [1, 2]. Одним із завдань покращання становища є максимізація прибутку АТП за рахунок мінімізації витрат на перевезення. Це досягається зокрема зменшенням часу простою в чергах, що виникають на вантажних бункерах. Питання багатофакторного дослідження продуктивності роботи автомобілів-самоскидів розглянуто в [3]. Завдання ускладнене тим, що на сьогоднішній день відсутня можливість корінного оновлення парку рухомого складу.

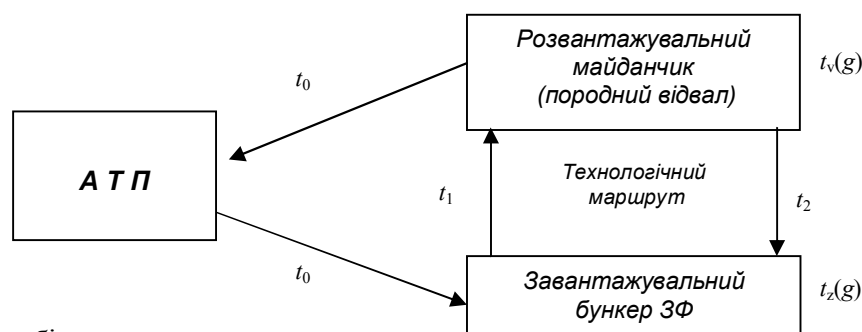
Постановка задачі

Для мінімізації витрат автопідприємства під час перевезення сипучих вантажів на технологічних маршрутах першочерговою є задача вибору раціонального типу рухомого складу. При рішенні цього завдання важливе значення має визначення часу простою автосамоскидів під навантаженням. На рис. 1 наведена схема процесу перевезення для вугільної збагачувальної фабрики (ЗФ).

По даним [4, 5] парк автосамоскидів характеризується коефіцієнтами змінності (1,8 - 2,4) і використання парку (0,45 - 0,65), що показує недостатній ступінь використання рухомого складу. Час роботи автосамоскидів на маршрутах становить 30 - 40% від календарного часу, час простоїв по виробничих причинах становить 20 - 30% робочого часу, що знижує ефективність роботи автотранспорту.

Мета роботи

Необхідно визначити час простою автосамоскидів під навантаженням у рамках задачі вибору раціонального типу рухомого складу на технологічних маршрутах збагачувальних фабрик з використанням детермінованих моделей.



t_0 - час нульового пробігу;

t_1 - час у дорозі від пункту завантаження до пункту вивантаження;

t_2 - час у дорозі від пункту вивантаження до пункту завантаження;

$t_z(g)$ - час завантаження одного автомобіля вантажопідйомністю g ;

$t_v(g)$ - час вивантаження одного автомобіля вантажопідйомністю g ;

ЗФ - збагачувальна фабрика.

Рис. 1. Схема транспортного процесу перевезення на технологічному маршруті

©О.П. Кравченко, К.К. Панайотов

Матеріали і результати роботи

Завдання визначення оптимального парку автомобілів, за умови виконання договірних зобов'язань автопідприємства перед замовником та при наявності постійних витрат O_p і змінних витрат O_x складаються у визначенні кількості n автомобілів вантажопідйомністю g так, щоб величина сукупних витрат $O_p + O_x$ досягала свого мінімуму за умови :

$$(t_z(g) + t_v(g) + t_1 + t_2 + t_0) \frac{Q}{sng} \leq T_s. \quad (1)$$

У нерівності (1) у визначенні потребує величина часу простою t_0 . При цьому заздалегідь неясно, чи буде цей час однаковим для всіх автомобілів?

Перший завантажений автомобіль вертається до пункту завантаження через час $t_v(g) + t_1 + t_2$. За цей час встигли завантажитися n^* автомобілів

$$n^* = \left\lfloor \frac{t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} \right\rfloor. \quad (2)$$

Вираз у квадратних дужках позначає округлення до найближчого цілого числа в меншу сторону. Виходить, що час простою першого автомобіля складається із часу завантаження автомобілів, що залишилися ще $(n - n^*)t_z(g)$ не завантаженими і часу дозавантаження автомобіля t_{dz} , що перебуває під завантаженням:

$$t_{dz} = \left[\frac{t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} - n^* \right] \cdot t_z(g). \quad (3)$$

Звідси час простою першого автомобіля дорівнює

$$t_0^1 = (n - n^*)t_z(g) + \left(\frac{t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} - n^* \right) t_z(g) = (n - 2n^*)t_z(g) + t_v(g) + t_1 + t_2. \quad (4)$$

Величина $(n - n^*)$ є довжина черги для першого автомобіля. Таким чином, черга перед першим автомобілем утвориться, тільки якщо виконується співвідношення $\frac{t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} < n$. Якщо перед пунктом розвантаження не утвориться черги, тобто якщо $t_z(g) + t_1 > t_v(g)$, то другий завантажений автомобіль також вертається до пункту завантаження через час $t_v(g) + t_1 + t_2$. Інакше, другий автомобіль вертається до пункту завантаження через час, рівний $t_v(g) + t_1 + t_2$ та плюс час очікування в черзі $t_v(g) - t_z(g) - t_1$. Тобто другий автомобіль вертається до пункту завантаження через час $2t_v(g) - t_z(g) + t_2$.

Черга перед другим автомобілем визначається таким способом. З моменту завантаження першого автомобіля пройшло час, який дорівнює $2(t_v(g) + t_1 + t_2)$, або

$$t_v(g) + t_1 + t_2 + (2t_v(g) - t_z(g) + t_2) = 3t_v(g) - t_z(g) + t_1 + 2t_2.$$

За цей час встигло завантажитися $n_1^* = \left\lfloor \frac{2t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} \right\rfloor$ автомобілів, або $n_1^* = \left\lfloor \frac{3t_v(g) - t_z(g) + t_1 + 2t_2}{t_z(g)} \right\rfloor$ автомобілів залежно від того, утвориться черга перед пунктом чи розвантаження не має.

Введемо позначення

$$\tau = \begin{cases} t_v(g) - t_z(g) - t_1, & \text{якщо } t_v(g) - t_z(g) - t_1 > 0, \\ 0, & \text{у другому випадку.} \end{cases} \quad (5)$$

Тоді число автомобілів, завантажених до моменту повернення другого автомобіля до пункту завантаження можна записати як $n_1^* = \left\lfloor \frac{2(t_v(g) + t_1 + t_2) + \tau}{t_z(g)} \right\rfloor$. Довжина черги перед другим автомобілем дорівнює $(n - n_1^*) + 1$, оскільки в черзі додався перший автомобіль. Час очікування другого автомобіля дорівнює

$$t_0^2 = (n - n_1^* + 1)t_z(g) + \left(\frac{2(t_v(g) + t_1 + t_2) + \tau}{t_z(g)} - n_1^* \right) t_z(g),$$

або

$$t_0^2 = (n - 2n_1^* + 1)t_z(g) + 2(t_v(g) + t_1 + t_2) + \tau. \quad (6)$$

Якщо час очікування другого автомобіля більше часу очікування першого $t_0^2 > t_0^1$, то розглядаючи третій автомобіль як наступний стосовно другого, одержимо, що час очікування третього автомобіля більше часу очікування другого $t_0^3 > t_0^2$. Продовжуючи аналогічно аналізувати, прийдемо до нерівностей $t_0^n > t_0^{n-1} > \dots > t_0^2 > t_0^1$, тобто час очікування буде наростати. Подібна ситуація економічно не вигідна й тому підприємство повинне уникати виникнення подібної ситуації. Умова, при якій черга не збільшується $t_0^2 \leq t_0^1$, записується в такий вид

$$(2n^* - 2n_1^* + 1)t_z(g) + t_v(g) + t_1 + t_2 + 2\tau \leq 0. \quad (7)$$

З визначення величин n^* і n_1^* треба, щоб $n^* t_z(g) \leq t_v(g) + t_1 + t_2$ й $n_1^* t_z(g) \geq 2(t_v(g) + t_1 + t_2) + \tau - t_z(g)$. Виходить, що нерівність (7) буде виконана, якщо буде виконуватися нерівність

$$-t_v(g) - t_1 - t_2 + 3t_z(g) \leq 0. \quad (8)$$

Щодо пункту розвантаження, якщо $\tau \neq 0$, то час простою третього автомобіля перед пунктом розвантаження буде більше τ , тобто черга перед пунктом розвантаження буде наростати. Отже, необхідно вимагати, щоб виконувалася умова $\tau = 0$ відсутності черги перед пунктом розвантаження, що має вигляд $t_v(g) - t_1 - t_z(g) \leq 0$.

Таким чином, умови

$$\begin{cases} -t_v(g) - t_1 - t_2 + 3t_z(g) \leq 0 \\ t_v(g) - t_1 - t_z(g) \leq 0 \end{cases}$$

забезпечують відсутність черги в пункті розвантаження й убунання початкової черги в пункті завантаження.

Якщо виконано другу умову, то довжина черги перед k -тим автомобілем, що повернувся до пункту завантаження, має вигляд:

$$n_k^* = \left\lceil k \frac{t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} \right\rceil. \quad (9)$$

Час очікування цього автомобіля дорівнює

$$t_{ok} = (n - 2n_k^* + 1)t_z(g) + k(t_v(g) + t_1 + t_2), \quad (10)$$

якщо $k \frac{t_v(g) + t_1 + t_2}{t_z(g)} < n$.

Введемо величини

$$t_0^k = \begin{cases} (n - 2n_k^* + 1)t_z(g) + k(t_v(g) + t_1 + t_2), & \text{якщо } k(t_v(g) + t_1 + t_2) < n t_z(g) \\ 0, & \text{у другому випадку.} \end{cases} \quad (11)$$

Запишемо тепер нерівність (1) з урахуванням виведених співвідношень. Позначимо через n^* таке число, що, $\sum_{k=1}^{n^*} t_0^k \leq T/S$. Величина n^* кількість ходок, зроблених автомобілями за одну зміну,

тоді для виконання договірних зобов'язань повинне виконуватися співвідношення $n^* g \geq Q/S$.

Таким чином, завдання визначення оптимального складу парку автомобілів здобуває вид

$$\left\{ \begin{array}{l} O_p + O_x \rightarrow \min; \\ \sum_{k=1}^{n^*} t_0^k \leq \frac{T}{s}; \\ n^* g \geq \frac{Q}{s}; \\ -t_v(g) - t_1 - t_2 + 3t_z(g) \leq 0; \\ t_v(g) - t_1 - t_z(g) \leq 0. \end{array} \right. \quad (12)$$

Висновки

Наведена методика визначення параметрів перевізного процесу дозволить дати чіткі рекомендації з вибору раціонального типу рухомого складу обслуговуючі технологічні маршрути збагачувальних фабрик і шахт виходячи з їхньої вантажопідйомності. Зниження часу простою за рахунок використання раціонального типу автотранспорту в необхідній кількості зменшує транспортні витрати зі збереженням існуючого парку й дозволяє максимізувати прибуток АТП.

1. Панайотов К.К. Анализ парка подвижного состава СП «ТП УГОЛЬ» ОАО «Краснодонуголь» и его классификация на основе кластерного анализа / Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип. 28. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – С. 403 – 406.
2. Кравченко А.П., Панайотов К.К. Методы минимизации затрат при обслуживании технологических маршрутов / Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, науковий журнал, № 6(177), частина 1. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2012, с. 72 – 75.
3. Куниця А.В., Самісько Д.М. Підходи до багатофакторного дослідження продуктивності роботи карєрних автомобілів-самоскидів / Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип. 28. – Луцьк: ЛНТУ, 2010. – С. 295 - 300.
4. Лучко М.И. Совершенствование работы промышленного автотранспорта в условиях карьера на основании системного планирования транспортного процесса: Дис. канд. техн. наук: 05.22.12 / Восточноевропейский национальный университет им. В. Даля. – Луганск, 2005. – 133 с.
5. Смилянов А. Сфера рационального применения различных видов транспорта на открытых горных работах // Горный журнал. Известия ВУЗов. – 1998. №11 - 12. С. 129 - 132.