

DOI:

UDC 656.135.8

B. Sereda, Doctor of Technical Sciences, Professor, seredabp@ukr.net

I. Kruhliak, Doctor of Technical Sciences, Professor

D. Mukovska, graduate student

Dniprovsky State Technical University, Kamianske

THE INFLUENCE OF PARAMETERS OF CRUSHING AND SORTING COMPLEX OPERATION ON THE TRANSPORT PROCESS OF TECHNOLOGICAL WASTE RECYCLING ROUTES

The transport process of maintenance of the complex for processing technological waste of the main production of metallurgical enterprises is considered. The process of loading crushing and sorting complexes is studied. The laws of distribution of parameters of technological process of loading of crushing and sorting complexes are defined.

Keywords: *crushing and sorting complex; technological waste; dump truck; conveyor; slag; dump truck capacity; technological process; cargo front; forklift.*

Розглянуто транспортний процес обслуговування комплексу з переробки технологічних відходів основного виробництва металургійних підприємств. Дослідженні процес завантаження дробильно-сортувальних комплексів. Визначені закони розподілу параметрів технологічного процесу завантаження дробильно-сортувальних комплексів.

Ключові слова: *дробильно-сортувальний комплекс; технологічні відходи; самоскид; конвеєр; шлак; вантажопідйомність самоскида; технологічний процес; вантажний фронт; автотранспорт.*

Problem's Formulation

In the current production conditions, road transport is an integral part of the transport support of production systems for recycling waste from the main production of metallurgical enterprises [1]. In addition to road transport, an important part of the process of recycling industrial waste are crushing and sorting complexes, the operation of which directly depends on efficient transport services, namely, ensuring the operation of the front of loading and unloading operations. In this case it is necessary to investigate the parameters of the crushing and sorting complexes

Analysis of recent research and publications

Studies of improving the efficiency of operation of trucks in various transport and technological systems are reflected in the works M.I. Lucko, V.E. Parukyan, M.V. Pomazkova, O.M. Vueikova, A.Yu. Zakharova, A.Yu. Voronova [2—11]. The existing works sufficiently investigate the organization of management in road transport: the state, prospects and problems of transport services, the choice of efficiency criteria, conditions, operating parameters, selection criteria, optimal number, road transport on the technological routes of industrial enterprises. But in the given works of a choice of rational type of a rolling stock on loading capacity features of change of work of crushing and sorting complexes in the conditions of recycling of wastes of metallurgical production are not considered.

Formulation of the study purpose

Determining the impact of changes in the operation of the crushing and sorting complex on the parameters of the transport process on the technological routes of recycling waste from metallurgical enterprises.

Presenting main material

Crushing and sorting complexes for technological processing are the main elements in the transport and production systems of waste recycling of metallurgical enterprises. Crushing and sorting complexes in this study are considered as specialized complexes of metallurgical slags of steel production. The operation of crushing and sorting complexes is based on the method of magnetic separation, with the use of forced cleaning of scrap in special crushing devices. The operation of crushing and sorting devices is strictly related to the technology of the main production of the metallurgical enter-

prise. Non-domestic metallurgical enterprises use this type of technological waste processing, because it allows to divide production slag into different types of fractions, as well as provides quality control of waste processing products, namely the extraction of metal-containing raw materials.

According to the functional purpose and the nature of use, the studied crushing and sorting complex belongs to the buildings of industrial enterprises and includes the following equipment: receiving hopper, which consists of a hopper and a vibrating feeder; belt conveyors; magnetic separators; receiving granaries.

The technological process consists of the following stages:

- ✓ dump trucks unload slag into the receiving device;
- ✓ slag is fed by a vibrating feeder into a drum screen;
 - large pieces of raw material (more than 250 mm) from the drum screen fall to the ground and then transported to the processing site
 - slag of fraction less than 250 mm through the vibrating feeder, by means of the conveyor moves on a two-level screen which scatters slag on three fractions: 0—10 mm; 10—60 mm; and 60—250 mm
- ✓ then each fraction is fed to magnetic separators;
- ✓ fractions of raw materials 60—250 mm for cleaning from slag are sent to the cleaning drum, after cleaning on the cleaning drum of raw materials fractions 0—10 mm are fed to the conveyor;
- ✓ the sifting section of the drum directs the raw material to the storage for finished products;
- ✓ selected from the entire stream fraction of 0—10 mm is fed to the magnetic separation node, where:
 - non-metallic component is fed up to 0—10 mm
 - metal component to metal storage 0—10 mm.
- ✓ after processing the processed raw materials from the granaries are loaded by forklifts into dump trucks and transported to the destination, namely:
 - metal-intensive raw materials are transported to warehouses of finished products for shipment to production units for further use in the main production,
 - non-metallic slag, crushed stone is transported to the dumps.

Crushing and sorting complexes for processing technological waste are the final element of the technological process of waste recycling of a metallurgical enterprise and is characterized by the production capacity of processing raw materials from the production line. Thus, the production capacity of the investigated complex can be up to 300 t/h, but it depends on the supply of raw materials by dump trucks to the receiving hopper and is a random variable.

The unloading of dump trucks to the receiving device of the crushing and sorting complex is controlled in a semi-automatic mode, ie the operator controls it by means of electrohydraulic mechanisms.

The operator regulates the movement of vehicles on the freight front unloading raw materials and the process of filling the receiving hopper of the complex, ie there is a certain probability that in case of operator error there may be a situation of reloading, under loading or delaying the car. It is necessary to take into account the specifics of production technologies of metallurgical enterprises.

However, it should be taken into account that the crushing and sorting complex, if there are no vehicles for some time, may not be able to suspend the processing of raw materials, which will stop the complex and, consequently, stop the entire waste recycling process. In this case, it is necessary to stop the technological process of processing technological waste, which is unacceptable. This can be due either to delays in cars due to delays on the way or on the loading fronts, or to the use of vehicles with an irrational load capacity. When using cars with insufficient capacity, the crushing and sorting complex does not have time to load, ie the amount of raw material that is loaded by dump trucks to the receiving hopper of the complex is insufficient for its processing capacity.

In this regard, the loading of the crushing and sorting complex of the slag processing plant of the metallurgical enterprise was timed for one day, namely two work shifts. The characteristics of the

loading time of the receiving hopper of the crushing and sorting complex are given in tabl. 1 and in fig. 1, 2.

Table 1. The results of processing the values of the load time of the crushing and sorting complex

	\bar{X} , хв.	X_{min} , хв.	X_{max} , хв.	S^2	σ_x	v
1 change	4,582	1,05	12,383	8,029	2,834	0,382
2 change	3,271	1,05	16,067	6,977	2,641	0,353

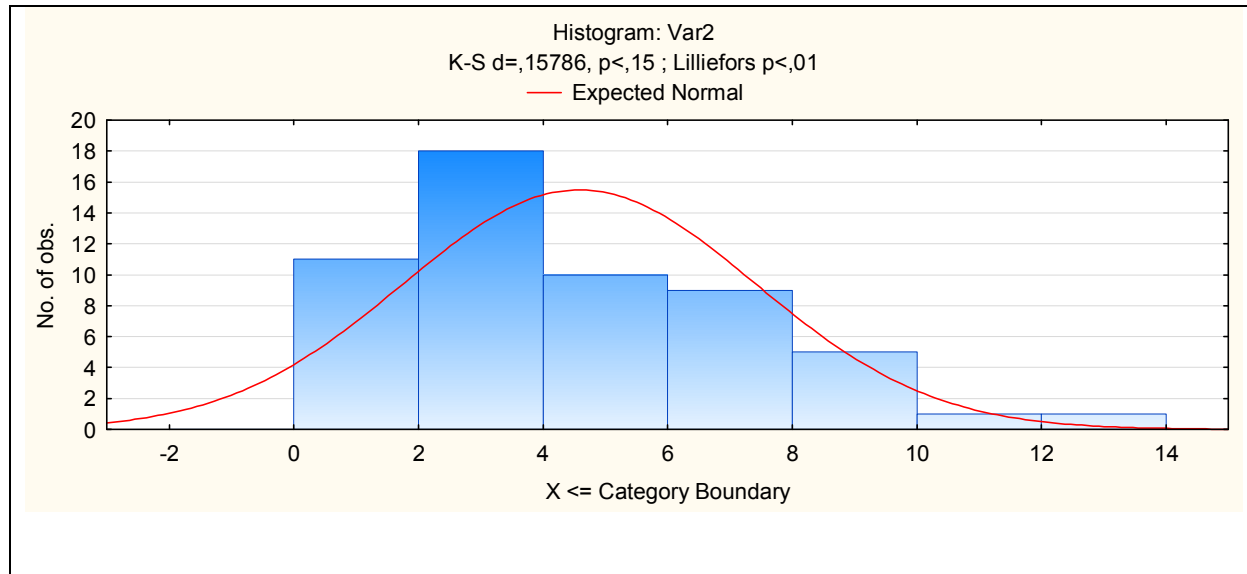


Fig. 1. Characteristics of loading time of the crushing and sorting complex in the first shift

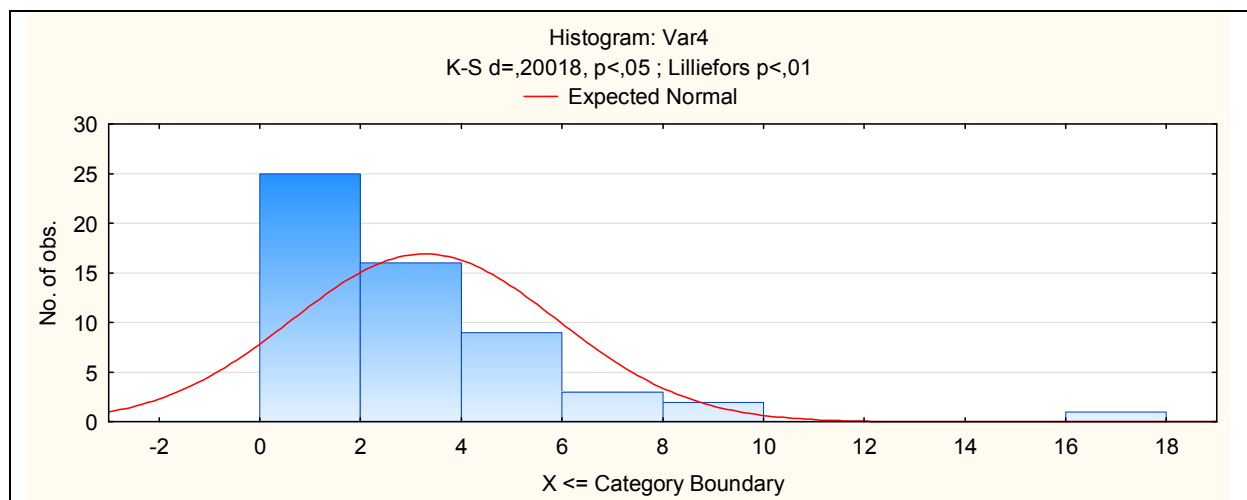


Fig. 2. Characteristics of loading time of the crushing and sorting complex in the second shift

The load time parameters of crushing and sorting complexes are subject to the normal distribution law, the probability density $f(x)$ of which is as follows:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

- in the first shift

$$f(x) = \frac{1}{2,834\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-4,582)^2}{2(2,834)^2}}$$

- in the second shift

$$f(x) = \frac{1}{2,641\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3,271)^2}{2(2,641)^2}}$$

Conclusions

The study of the loading parameter of the crushing and sorting complex of the metallurgical enterprise showed that this parameter is subject to the normal law of distribution of a random variable. The characteristics obtained during the study indicate that the studied parameter can be considered a random variable. Therefore, to determine the rational fleet of trucks, it is necessary to apply probabilistic methods and models that take into account the random component of the time parameters of the transportation process.

References

- [1] Pomazkov M.V. (2011) *Zabezpechnya resursozberezhennya samosky'div v marshrutax uty'lizaciyi metalurgijny'x shlakiv I shlamiv.* (Avtoreferat dysertatsii kandydata tekhnichnykh). Pryazovskyi derzhavnyi tekhnichnyi universytet, Mariupol.
- [2] Zakharov A.Yu. Voronov A.Yu. (2012) Algoritm operativnoy dispetcherizatsii karernogo avtotransporta [Algorithm for operational dispatching career vehicles] *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*, 5, 107–11 [in Russia].
- [3] Zakharov A.Yu. Voronov A.Yu. (2014) Vliyanie nekotorykh faktorov na proizvoditelnost karernykh ekskavatorno-avtomobilnykh kompleksov [*The effect of some factors for the performance of career excavator and automotive complexes*] Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*, 1, 74–76 [in Russia].
- [4] Luchko M.Y. (2002) Otsenka uslovyi ekspluatatsyy promyshlennoho tekhnolohycheskoho avtotransporta v uslovyakh arera [*Evaluation of the operating conditions of industrial technological vehicles in career*] Visnyk SNU im. V.Dalia - *Bulletin SNU im. V. Dalia*, 12 (58), 111–117 [in Ukraine].
- [5] Kutsenko V.Y. Luchko M.Y. (2002) Analiz efektyvnoho metoda raboty karernoho transporta pry perevozke materyalov [*Analysis of the effective method of working career transport during the transport of materials*] Visnyk SNU im. V.Dalia - *Bulletin SNU im. V. Dalia*, 11 (57), 48–50 [in Ukraine].
- [6] Parunakian V.E. Pomazkov M.V. (2005) Printsipyi sovershenstvovaniya sistemy upravleniya tekhnicheskim soderzhaniam bolshegruznykh avtosamosvalov na tekhnolohycheskikh perevozkakh metallurgicheskikh kombinatov [*Principles of processing of systems of management of technological content of large-ground auto-massacreans on technological transportation of metallurgical combines*] Priazovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskyy universitet - *Priazovsky State Technical University*, 15-1, 186–190 [in Ukraine].
- [7] Vueikova O.N. (2013) Teoreticheskoe obosnovanie vliyaniya strukturyi parka avtosamosvalov na prostoi avtomobilno-ekskavatornykh kompleksov otkrytykh gornorudnykh karerov [*Theoretical drainage of the structure of the park of auto-dispensing on the mast of automobile-exasked complexes of open horned cars*] *Sovremennyye problemy transportnogo kompleksa Rossii - Moving problems of the transport complex of Russia*, 3, 192–198 [in Russia].
- [8] Vueikova O.N. Laryn O.N. (2011) Voprosyi povyisheniya effektivnosti raboty karernogo avtotransporta [*Questions preparation of efficiency works for carber motor transport*] Vestnik OGU – *Bulletin OSU*, 10 (129), 20–25 [in Russia].
- [9] Luchko M.Y., Zaiko V.K. (2003) Prohnozyrovanye y tochnoe MP-otsenyvanye parametrov dynamyky rabotu tekhnolohycheskoho avtotransporta v uslovyakh hlubokyykh karerov [*Forecasting and accurate MP estimation of the parameters of the dynamics of technological*

- vehicles in deep quarries] Visnyk SNU im. V.Dalia - *Bulletin SNU im. V. Dalia*, 8 (66), 95–100 [in Ukraine].
- [10] Luchko M.Y. (2003) Problemyi organizatsii roboty tehnologicheskogo karernogo avtotransporta i metodyi povysheniya ego effektivnosti [*Problems of organization of technological career vehicles and methods for improving its effectiveness*] Sbornik nauchnykh trudov HNADU - *Collection of scientific work KSARU*, 12, 37–40 [in Ukraine].
- [11] Pomazkov M.V. (2008) Sovershenstvovanie operativnogo upravleniya tehnologicheskimi avtoperevozkami staleplavilnogo proizvodstva [*Complication of operational management of technological automobiles of steelmaking production*] Priazovskiy gosudarstvenniy tehniceskii universitet - *Priazovsky State Technical University*, 18-1, 237–239 [in Ukraine].
- [12] Pomazkov M.V. (2016) Effektivnost tehniceskogo servisa v jiznennom tsikle bolshegruznykh avtosamosvalov promyshlennykh predpriyatii [*Effectiveness of technical servis in a violent circular auto supplies industrial entrepreneur*] Priazovskiy gosudarstvenniy tehniceskii universitet - *Priazovsky State Technical University*, 32, 222–231 [in Ukraine].

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ НА ТРАНСПОРТНИЙ ПРОЦЕС МАРШРУТІВ РЕЦИКЛІНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
Середа Б.П., Муковська Д.Я.

Реферат

Дробильно-сортувальні комплекси з переробки технологічних є основними елементами в транспортно-виробничих системах рециклінгу відходів металургійних підприємств. Дробильно-сортувальні комплекси у даному дослідженні розглядаються як спеціалізовані комплекси металургійних шлаків сталеплавильного виробництва. В основу функціонування дробильно-сортувальних комплексів покладено метод магнітної сепарації, з застосуванням примусового очищення лому в спеціальних дробильних пристроях. Функціонування дробильно-сортувальних пристроїв жорстко пов'язано з технологією основного виробництва металургійного підприємства. Не вітчизняних металургійних підприємствах застосовують саме цей вид технологічних переробки відходів, тому що він дозволяє розділяти виробничі шлаки на різні види фракцій, а також забезпечує контроль якісних показників продуктів переробки відходів, а саме витяг металомісткої сировини.

Однак треба брати до уваги, той факт, що дробильно-сортувальний комплекс якщо деякий час нема автотранспорту не зможе може призупинити процес переробки сировини, що призведе до зупинки роботи комплексу і, як наслідок, зупинки всього технологічного процесу рециклінгу відходів. В такому випадку необхідно здійснювати зупинку технологічного процесу переробки технологічних відходів, що є неприпустимим. Це може бути пов'язане чи з запізненням автомобілів у зв'язку з затримкою на шляху прямування чи на фронтах завантаження чи з використанням автомобілів нераціональної вантажопідйомності. При використанні автомобілів недостатньої вантажопідйомності дробильно-сортувальний комплекс не встигають завантажувати, тобто кількість сировини, яка завантажується самоскидами до приймального бункеру комплексу є недостатньою для його переробної спроможності.

Було проведено хронометраж завантаження дробильно-сортувального комплексу цеху шлакопереробки металургійного підприємства на протязі однієї доби, а саме двох робочих змін. Отримані в процесі дослідження характеристики вказують на те, що досліджуваний параметр можна вважати випадковою величиною.

Література

1. Помазков М.В. Забезпечення ресурсозбереження самоскидів в маршрутах утилізації металургійних шлаків і шламів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.22.12 «Промисловий транспорт». Маріуполь. 2011. 21 с.

2. Захаров А.Ю., Воронов А.Ю. Алгоритм оперативной диспетчеризации карьерного автотранспорта. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – 2012. №5. С. 107–111.
3. Захаров А.Ю., Воронов А.Ю. Влияние некоторых факторов на производительность карьерных экскаваторно-автомобильных комплексов. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2014. №1. С. 74–76.
4. Лучко М.И. Оценка условий эксплуатации промышленного технологического автотранспорта в условиях карьера. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2002. № 12 (58). С. 111–117.
5. Куценко В.И., Лучко М.И. Анализ эффективного метода работы карьерного транспорта при перевозке материалов. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2002. № 11(57). С. 48–50.
6. Парунакян В.Э., Помазков М.В. Принципы совершенствования системы управления техническим содержанием большегрузных автосамосвалов на технологических перевозках металлургических комбинатов. *ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»*. 2005. №15-1. С. 186–190.
7. Вуейкова О.Н. Теоретическое обоснование влияния структуры парка автосамосвалов на простои автомобильно-экскаваторных комплексов открытых горнорудных карьеров. Современные проблемы транспортного комплекса России . 2013. №3. С. 192–198.
8. Вуейкова О.Н., Ларин О.Н. Вопросы повышения эффективности работы карьерного автотранспорта. *Вестник ОГУ*. 2011. №10 (129). С. 20–25.
9. Лучко М.И., Зайко В.К. Прогнозирование и точное МП-оценивание параметров динамики работы технологического автотранспорта в условиях глубоких карьеров. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2003. № 8(66). С. 95–100.
10. Лучко М.И. Проблемы организации работы технологического карьерного автотранспорта и методы повышения его эффективности. *Автомобильный транспорт*. Сборник научных трудов ХНАДУ, Харьков. 2003. №12. С. 37–40.
11. Помазков М.В. Совершенствование оперативного управления технологическими автоперевозками сталеплавильного производства. *ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»*. 2008. №18-1. С. 237–239.
12. Помазков М.В. Эффективность технического сервиса в жизненном цикле большегрузных автосамосвалов промышленных предприятий. *ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»*. 2016. №32. С. 222–231.