

DOI:

УДК 656.135.8

**B.P. Sereda**, Head of the Department of Cars and Automobile Economy, Ph.D., prof.,  
seredabp@ukr.net

**D.Y. Mukovska**, graduate student of the department "Cars and Automobile Economy",  
seredabp@ukr.net

State Higher Educational Institution "Dniprovsky State Technical University", Kamianske

## ANALYSIS OF METALLURGICAL ENTERPRISE FUNCTIONING CAREER

*This article analyzes the main aspects of the of the Zaporizhstal metallurgical enterprise operation slag processing plant. The production functions, structure, capacity of the shop are described. The volume, structure, main production indicators of the Zaporizhstal Slag Processing Plant 2017—2018 is analyzed. The main types and volumes of recycled process waste are presented. The expediency of their use in own production is shown.*

**Keywords:** process wastes; blast furnace slag; open-hearth slag; scrap metal; scrap iron; dump trucks.

*У даній статті проаналізовані головні аспекти функціонування цеху шлакопереробки металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь». Описані виробничі функції, структура, потужності цеху. Проаналізовані об'єм, структура, основних виробничих показників цеху шлакопереробки ПАТ «Запоріжсталь» 2016—2018 рр. Наведені основні види та обсяги перероблених технологічних відходів. Показана доцільність їх використання у власному виробництві.*

**Ключові слова:** технологічні відходи; доменний шлак; мартенівський шлак; металомістки відходи; скрап чугунка; самоскиди.

### Statement of the problem

The metallurgical industry occupies an important place in the economy of the country, being the basic industry. Modern metallurgical enterprises are complex economic complexes with high level of development. In recent years, due to the formation and accumulation of a significant amount of industrial waste and the need to solve environmental problems, the importance of integrated waste management has increased. One of the pressing problems of metallurgy is the problem of metallurgical slag processing. The activity of metallurgical enterprises is accompanied by the receipt of a large amount of iron-containing waste, much of which is still not used, stored in waste heaps, storage facilities, sedimentation tanks. Such wastes include metallurgical slag. Slag is formed in the process of steel smelting. The slag accounts for a significant portion of metallurgical waste. Slag dumps are anthropogenic deposits of a mixture of metal and oxide components, each of which is a valuable raw material. Slag dumps and dumps occupy large areas and adversely affect the environment. The main way to reduce the damage from metallurgical slag to the environment is to remake it [1, 2, 3].

Slag dumps, located within the city, near metallurgical plants, change the landscape, negatively affect the environment, worsen the environmental situation. The problem of environmental protection is one of the most important tasks of today.

Slag is a waste that is generated at high temperatures due to the physical — chemical interaction of the components of the source solid materials and the gas environment. Metallurgical slag contains a number of components that can be effectively reused. Slag is also used in road construction, hydraulic engineering, construction materials production, agriculture, chemical industry, medicine and other industries. The large amount of industrial waste having a chemical and mineralogical composition that is close to that of the extracted raw materials makes it possible to state that the use of the waste is promising. [4,5]. One of the tasks of the development of factory waste heaps is the maximum complete extraction of scrap metal in order to use them as recycling scrap in the metallurgical industry.

### **Analysis of recent research and publications**

Modern economic development of Ukraine is accompanied by environmental problems of anthropogenic nature. The technological processes associated with the processing of natural raw materials into industrial products are accompanied by the formation of a significant amount of waste. [6].

The use of industrial waste in the production of materials is one of the important directions in the development of science. Not only does it solve environmental problems, but it is also economically viable because it reduces the cost of production. The large amount of industrial waste having a chemical and mineralogical composition that is close to that of the extracted raw materials makes it possible to state that the use of the waste is promising. Technological waste is ambiguous in composition. It should be noted that the modern concept of waste management at metallurgical enterprises involves the repeated use of secondary resource materials for the enterprise's own needs or beyond, provided that they are recycled. [7, 8, 9].

Metallurgical processes take place at a considerable expense of various material and raw material resources, which make up to 7 t / t from the extraction of ore to the receipt of finished rolling. The specific consumption of only the main types of material resources in ferrous metallurgy is, t / t of the product: in sinter production 1,27—1,32, in the production of iron 1,70—2,00, in the production of steel 1,08—1,15, rolling — 1,12—1,50. At this level of production, thousands of different types of industrial waste are generated. Thus, the specific output of sludge and dust in sintering, blast furnace, steelmaking and rolling shops are respectively 0.07—0.16; 0.06—0.22, 0.01—0.03 and 0.03—0.07 t / t of product. [10].

Martian sludge's are the most highly dispersed among metallurgical sludge's, which complicates the preparation process for their utilization. The mass fraction of iron in them is 47—58%. Metallurgical enterprises of Ukraine have accumulated 240 million tonnes of slag, 128 million tonnes of which are steelmaking. The number of accumulated slag in Ukraine leads the Yenakiyev Metallurgical Plant, ArcelorMittal Kryviy Rih and Zaporizhstal. Typically, blast furnace slag is separated from the smelter. The mass fraction of iron in them is 5% in the form of queens. [11].

### **Goal setting**

The main aspects of the operation of the slag processing plant of the metallurgical enterprise are analyzed. Describe the production functions, structure, capacity of the shop. Analyze the volume, structure, key performance of the slag processing plant. List the main types and volumes of recycled process waste. Show the feasibility of using them in your own production.

### **Presenting main material**

The slag processing plant is a structural unit of "Zaporizhstal", which organizes and provides acceptance, unloading and storage of blast furnace, open-hearth slag of the current production and waste of the shop's shops, granulation (discharge of liquid blast furnace slag on the granny basin) and shipment to consumers of blast furnace the schedule. Also, the slag-processing shop performs iron extraction from blast furnace slag, extraction of scrap steel and blast furnace from open-hearth slag.

The purpose of slag processing is mainly to extract metal-containing materials required for basic metallurgical production. There is an opportunity to sell recycled fractional slag to consumers for road construction and other needs, as well as to vacate waste storage areas. This reduces the cost of storing waste, securing the production of scrap metal and generating additional revenue from the sale of slag, rubble, sand or other building materials.

The slag processing plant includes the granbasin section and the debris dewatering sites, the blast furnace slag processing section, and the open-hearth slag processing section.

The section of the granbasin and the site of dehydration of granbak provides the production, storage, dehydration of granular blast furnace slag and its delivery to consumers. Liquid blast furnace slag enters the granbasin buckets, drains into the pool sections, loads the debris dewatering site, and bucket debris is directed to the blast furnace processing section. At the site of dehydration, the granary is loaded into the wagons to consumers.

The blast furnace processing department performs scrap extraction from blast furnace slag, provides bucket bucket with liquid blast furnace slag, bucket breakout after draining on granbasin, removal of slag from dead ends and its transportation and storage.

The processing center of open-hearth slag provides extraction of steel scrap from open-hearth slag, performs extraction of metal-containing waste, sorting of slag by fractions provides selection from dead ends of open-hearth slag and other production wastes, dumping them into a dump.

The transportation of slag at the production sites of the workshop is mainly performed by BelAZ brand dump trucks. Career dump trucks are distinguished by their high durability, high load capacity and high body capacity. At the sites of processing slag cars, dump trucks transport slag from the unloading dead ends to the places of its storage and processing. [12].

The main production indicators of the slag processing plant are the final products of slag processing. The final products of blast furnace processing are cast iron scrap, slag fractions 0—10 mm, slag fractions 10—40 mm, slag fractions 60—150 mm, slag ordinary. Cast iron scrap is used mainly in production, and fractional and ordinary slag for general construction works. The structure and volumes of blast furnace processing products are presented in Tabl. 1.

Table 1. Structure and volumes of blast furnace processing products for 2016-2018

Type of recycling product	Production volumes, thousand tons		
	2016	2017	2018
Cast iron scrap	3,505	3,641	3,088
Slag fraction 0-10 mm	410,557	565,315	297,248
Slag fraction 10-40 mm	92,768	258,750	433,403
Slag fraction. 60-150 mm	0	0	10,169
Normal slag	245,118	103,584	111,845
<b>Total</b>	<b>751,948</b>	<b>931,290</b>	<b>855,753</b>

The final products of the processing of open-hearth slag are metal-containing waste (ISA) and open-hearth slag 10—60 mm. which are mostly used in their own production. The structure and volumes of the open-hearth slag processing products are presented in Tabl. 2.

Table 1. Structure and volumes open-hearth slag processing products for 2016-2018

Type of recycling product	Production volumes, thousand tons		
	2016	2017	2018
Metal waste-1	66,751	78,407	86,945
Metal waste-2	45,285	41,047	32,289
Metal waste-3	19,477	24,084	27,211
Open-hearth slag 10-60 mm	139,026	140,433	152,129
<b>Total</b>	<b>270,539</b>	<b>283,971</b>	<b>298,574</b>

### Conclusions and prospects for further research

Metallurgical slag is an undesirable but also inevitable product of the activity of metallurgical enterprises. Analyzing the above, we can conclude that the use of technological waste solves a complex of issues to reduce technogenic load in the vicinity, reduce the need for primary raw materials, reduce environmental pollution, reduce the land area of technological waste accumulation. Therefore, the recycling of technological waste is appropriate not only economically but also from an environmental point of view.

Thus, in the conditions of "Zaporizhstal", the operation of the slag processing plant allows the application of recycling measures of technological waste of the main production, which allow to partially solve the problem of shortage of iron ore and improve the environmental situation in the region.

### References

- [1] Plotnikov, V. V. (2012) Perspektyvy utylizatsii promyslovykh vidkhodiv u metalurhiinomu vyrobnytstvi [Prospects for utilization of industrial waste in metallurgical production]. *Visnyk*

- Kryvorizkoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Kryvyi Rih National University*, 3, 215–219 [in Ukrainian].
- [2] Kvatov, D. B. (2016) Pererabotka shlaka v chernoi metallurhyy putem drobleniya y yzvlacheniya dopolnytelnoho sy`r`ya [Slag processing in ferrous metallurgy by crushing and extraction of additional raw materials]. *Nauka y tekhnika Kazakhstana – Science and technology of Kazakhstan*, 3, 88–90 [in Kazakhstan].
- [3] Sereda, B. P., & Mukovska, D. Ia. (2018) Zakhody pidvyshchennia samoskydiv v umovakh kariery metalurhiinoho pidpriemstva [Measures to increase dump trucks in the career of metallurgical enterprise]. *Visnyk NTU "KhPI" – Bulletin of NTU "KPI"*, 23, 62–66 [in Ukrainian].
- [4] Rud, V.D., Saviuk, I.V., Samchuk, L.M., & Povstiana Yu.S. (2015) Analiz kilkosti utvorenykh vidkhodiv mashynobuduvannia ta metalurhii na terytorii Ukrainy [Analysis of the amount of waste generated by mechanical engineering and metallurgy in Ukraine]. *Visnyk "TNTU" – Bulletin of "TNTU"*, 3, 130–136 [in Ukrainian].
- [5] Avramenko, S. Kh., & Volokh, Yu.V. (2010) Ekolohichni problemy vid nakopychennia tverdykh promyslovykh vidkhodiv ta shliakhy vykorystannia metalurhiinykh shlakiv [Environmental problems from the accumulation of solid industrial waste and the use of metallurgical slag]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho hirnychoho universytetu – Proceedings of the National Mining University*, 35, 200–2016 [in Ukrainian].
- [6] Fediushko, M. P. (2015) Stan promyslovykh vidkhodiv mista Mariupol ta yikh utylizatsiia [The state of industrial waste in the city of Mariupol and their disposal]. *Visnyk Ahrarnoi nauky Prychornomia – Bulletin of the Agrarian Science of the Black Sea*, 2, 187–195 [in Ukrainian].
- [7] Sereda, B. P., & Mukovska, D. Ia. Doslidzhennia efektyvnosti roboty samoskydiv BelAZ v umovakh kariery metalurhiinoho pidpriemstva [Investigation of the efficiency of BelAZ dump trucks in the career of metallurgical enterprise]. *Perspektyvy tekhnolohii ta prylady – Technology perspectives and devices*, 13, 125–131 [in Ukrainian].
- [8] Iehorov, K. V. (2010) Analiz vidkhodiv metalurhiinoho vyrobnytstva [Analysis of metallurgical waste]. *Spetsialna metalurhiia: vchora, sohodni, zavtra – Special Metallurgy: yesterday, today, tomorrow*, 193–196 [in Ukrainian].
- [9] Naziuta, L.Iu., Smotrov, A.V., Hubanova, A.V., & Kornev, H.V. (2011) Struktura obrazovanyia y retsyklynh tekhnolohycheskykh otkhodov na metallurhycheskykh predpriyatiakh polnoho tsykla [Structure of formation and recycling of technological wastes at full cycle metallurgical enterprises]. *Enerhotekhnolohyy y resursoberezhenye – Energy technology and resource saving*, 4, 44–54 [in Ukrainian].
- [10] Kotov, Yu. T. (2012) Analiz utvorennia vidkhodiv metalurhiinoho vyrobnytstva i rozrobka metodiv yikh povtornoho vykorystannia na PAT Arselormmital Kryvyi Rih" [Analysis of generation of metallurgical waste and development of methods of their re-use at "Arselormmital Kryvyi Rih"]. *Hirnychiy visnyk – Mountain Bulletin*, 95, 232–236 [in Ukrainian].
- [11] Nikolaienko, K. V., & Samoilenko, N.A. (2016) Kompleksne vykorystannia metalurhiinykh shlakiv [Integrated use of metallurgical slag]. *Zbahachennia korysnykh kopalyn – Mineral processing*, 3, 127–131. Retrieved from [https://scholar.google.com.ua/scholar?cluster=4350679822347770136&hl=ru&as\\_sdt=0,5](https://scholar.google.com.ua/scholar?cluster=4350679822347770136&hl=ru&as_sdt=0,5). [in Ukrainian].
- [12] Sereda, B. P., & Mukovska, D.Ia. (2018) Optyimizatsiia roboty metalurhiinoho pidpriemstva shliakhom analizu ekspluatatsiinykh pokaznykiv kariernykh samoskydiv [Optimization of work of metallurgical enterprise by analysis of operational indicators of career dump trucks]. *Matematychni modeliuvannia – Mathematical modeling*, 2, 163–169 [in Ukrainian].

## АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ КАР'ЄРА МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА Середа Б.П., Муковська Д.Я.

### Реферат

У цій статті проаналізовано основні аспекти функціонування цеху шлакопереробки металургійного підприємства «Запоріжсталь». Описані виробничі функції, структура, потужність цеху. Проаналізовано обсяг, структуру, основні виробничі показники цеху шлакопереробки 2016 - 2018 років. Представлені основні види та обсяги перероблених технологічних відходів. Показано доцільність їх використання у власному виробництві.

Металургійні шлаки є небажаними, але й неминучими на даний час продуктами діяльності металургійних підприємств. Метою переробки шлаків, в основному, є витяг металомістких, необхідних для основного металургійного виробництва. З'являється можливість реалізації переробленого фракційного шлаку споживачам для будівництва доріг та інших потреб, а також для звільнення площ для складування відходів. Це дозволяє знизити витрати на зберігання відходів, забезпечити виробництво вторинним металом і отримати додатковий дохід від продажу шлаку, переробленого в щебінь, пісок або інші будівельні матеріали. Аналізуючи сказане вище, можна зробити висновки, що використання технологічних відходів вирішує комплекс питань по зниженню техногенного навантаження на розташовані поблизу території, знижується потреба у первинній сировині, зменшується забруднення навколишнього середовища, скорочуються земельні площі накопичення технологічних відходів. Тому рециклінг технологічних відходів є доцільним не тільки з економічної, а і з екологічної точки зору.

Таким чином в умовах ПАТ «Запоріжсталь» функціонування цеху шлакопереробки дозволяє застосування заходів по рециклінгу технологічних відходів основного виробництва, які дозволяють частково розв'язати проблему дефіциту залізородної сировини та покращити екологічну ситуацію у регіоні.

### Література

1. Плотніков В. В. Перспективи утилізації промислових відходів у металургійному виробництві. *Вісник Криворізького національного університету. Технічні науки*. Кривий Ріг, 2012. № 3. С. 215–219.
2. Куатов Д. Б. Переработка шлака в черной металлургии путем дробления и извлечения дополнительного сырья. *Наука и техника Казахстана*. 2016. № 3. С. 88–90.
3. Середа Б. П., Муковська Д.Я. Заходи підвищення самоскидів в умовах кар'єру металургійного підприємства. *Вісник НТУ "ХПІ". Технічні науки*. Харків, 2018. № 23. С. 62–66.
4. Рудь В.Д., Савюк І.В., Самчук Л.М., Повстяна Ю.С. Аналіз кількості утворених відходів машинобудування та металургії на території України. *Вісник ТНТУ. Технічні науки*. Тернопіль, 2015. № 3. С. 130–136.
5. Авраменко С. Х., Волох Ю.В. Екологічні проблеми від накопичення твердих промислових відходів та шляхи використання металургійних шлаків. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2010. № 35. С. 200–206.
6. Федюшко М. П. Стан промислових відходів міста Маріуполь та їх утилізація. *Вісник Аграрної науки Причорномор'я. Технічні науки*. Миколаїв, 2015. № 2. С. 187–195.
7. Середа Б. П., Муковська Д.Я. Дослідження ефективності роботи самоскидів БелАЗ в умовах кар'єру металургійного підприємства. *Перспективи технології та прилади*. 2018. № 13. С. 125–131.
8. Єгоров К. В. Аналіз відходів металургійного виробництва. *Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра*. 2010. С. 193–196.
9. Назюта Л.Ю., Смотров А.В., Губанова А.В., Корнев Г.В. Структура образования и рециклінг технологических отходов на металлургических предприятиях полного цикла. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2011. № 4. С. 44–54.

10. Котов Ю. Т. Аналіз утворення відходів металургійного виробництва і розробка методів їх повторного використання на ПАТ "Арселормітал Кривий Ріг". *Гірничий вісник. Технічні науки*. Кривий Ріг, 2012. № 95. С. 232–236.
11. Ніколаєнко К. В., Самойленко Н.А. Комплексне використання металургійних шлаків. *Збагачення корисних копалин*. 2016. № 3. С. 127–131. – URL.: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/151378>. (дата звернення: 02.11.2019).
12. Середа Б. П., Муковська Д.Я. Оптимізація роботи металургійного підприємства шляхом аналізу експлуатаційних показників кар'єрних самоскидів. *Математичне моделювання*. 2018. № 2. С. 163–169.