

УДК 622.271:658.567

Кустов В.В., магістр
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА
МЕТАЛУРГІЙНИХ ФЛЮСІВ УКРАЇНИ**

Кустов В.В., магістр
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛУРГИЧЕСКИХ ФЛЮСОВ УКРАИНЫ**

Kustov V.V., M. S. (Tech.)
(State H E I «NMU»)

**CURRENT STATE AND PROBLEMS OF METALLURGICAL FLUX
PRODUCTION IN UKRAINE**

Анотація. Звернено увагу на проблеми техногенного характеру Донбасу з точки зору підвищення ефективності виробництва металургійних флюсів при дотриманні жорстких вимог до вирішення проблем природоохоронного характеру, в першу чергу, максимального вилучення корисного компонента з надр, комплексного використання мінеральної сировини і збереження земельних ресурсів.

На прикладі підприємств по розробці металургійних флюсів, розглянуто комплексне використання мінеральних ресурсів на прикладі складів відходів переробки сировини.

Дані рекомендації по управлінню якістю та споживчими властивостями товарної продукції з урахуванням технології формування та особливостями сегрегації сипких гірських порід в процесі складування.

Запропоновані схеми роздільного розвантаження складу із застосуванням виїмково-розвантажувального обладнання різних типів. Наведено приклад з управління стійкістю укочів відвалів і складів готової продукції з урахуванням сегрегаційних проявів у сипких гірських порід.

Ключові слова: техногенне навантаження, металургійні флюси, комплексне використання, ресурсозбереження.

В останні роки на українського виробника припадає близько 6 % загального обсягу світової торгівлі металопродукцією. На експорт йде близько 80 % виробленої продукції. Але така експортна орієнтація створює загрозу для стабільної роботи галузі за несприятливої зовнішньоекономічної кон'юнктури. Кращим захистом від циклічних і спонтанних коливань попиту на світовому ринку металу є емний внутрішній ринок. Стратегія подальшого розвитку галузі повинна бути орієнтована на використання місцевої сировинної бази і більшої орієнтації на внутрішній ринок.

Підприємства з видобутку металургійних флюсів представлені практично тільки в Донецькому регіоні. Вони в змозі повністю забезпечити потреби чорної металургії України.

У Донецькій області розташовано три найбільших в Україні підприємства з видобутку металургійних флюсів: ПрАТ «Докучаєвський флюсо-доломітний комбінат», ПрАТ «Комсомольське рудоуправління» та ПрАТ «Новотроїцьке рудоуправління». Вони виробляють продукцію для металургійних підприємств Донецької, Дніпропетровської, Запорізької та Луганської областей, будівельної, цукрової та інших галузей промисловості і сільського господарства.

Донбас - це регіон з високою концентрацією проблем техногенного характеру, з повною відсутністю вільних незайнятих сільським господарством земель, з дефіцитом водних ресурсів.

Отже, оцінка ефективності виробництва металургійних флюсів повинна проводитися при дотриманні жорстких вимог до вирішення проблем природоохоронного характеру, в першу чергу, максимального вилучення корисного компонента з надр, комплексного використання мінеральної сировини і, як результат, збереження земельних ресурсів.

Безперервне зростання видобутку корисних копалин відкритим способом призводить до збільшення обсягів відвальних робіт, які є однією з основних складових технологічного процесу відкритої розробки. Одночасно зростають і обсяги відходів переробки корисних копалин. В даний час [1] у відвалах і хвостосховищах гірничих підприємств України накопичилося понад 7 млрд. т порід, відкритими гірничими роботами порушено близько 190 тис. га земель, при цьому, значна частина подібних техногенних формувань містить в собі потенційну сировину для різних галузей народного господарства, тобто являє собою техногенні родовища.

В Україні та світі в цілому, досить широко ведеться розробка старих (недіючих) шламо- та хвостосховищ з видобуванням корисних компонентів.

У той же час розробка породних відвалів ведеться в основному для використання порід в якості будівельного матеріалу чи сировини для виробництва будівельних матеріалів. Повною мірою це відноситься до значних обсягів гірничої маси, які представлені відходами переробки металургійних флюсів і вимушено укладаються у відвали. Так у відвали дробильно-сортувальних фабрик гірничих підприємств України, що виробляють металургійні флюси, щорічно складається близько 2.5 млн. м³ гірничої маси.

Відходи переробки вапняків і доломіту, пройшовши за всім технологічним ланцюгом гірничого виробництва і збагачення, на виході представляють досить дезінтегровану масу, яка, набуває нові технологічні характеристики. При цьому вимоги за хімічним складом до вихідної корисної копалини і хімічний склад відходів переробки флюсів (особливо для фракцій 5 - 15 мм, 5 - 25 мм і більше) досить схожі.

Позитивні зрушення, що відбуваються сьогодні в оновленні та технічному переозброєнні металургії України, дозволяють розглядати в якості кондиційного продукту, флюсовий матеріал, з крупністю менше 25 мм, який раніше вимушено йшов у відходи переробки (2,5 млн. т сухих відходів у 2012 році по флюсовим підприємствам Донецької області). Поряд з металургійним виробництвом, сьогодні фракція 15-25 мм затребувана дорожньо-будівельними та будіве-

льними підприємствами, а фракція 5-15 мм і більше дрібна представляють інтерес для виробників цементу або в якості закладного матеріалу для заповнення виробленого простору при підземній розробці родовищ.

Проблема полягає в тому, що в минулі періоди відходи переробки флюсів вкладалися валовим способом, тобто без урахування їх крупності. Як свідчить досвід роботи виробничо-комерційного ТОВ «Відіс», при розробці подібних техногенних родовищ крім необхідності просівання вихідного сипучого матеріалу, зростають витрати на технологічний транспорт.

Розв'язання проблеми можливе, якщо при складуванні відходів цілеспрямовано використовувати явище гравітаційної сегрегації. Сегрегація - це природний поділ сипучих гірських порід за крупністю (або за щільністю) окремих шматків, який виникає в процесі переміщення породи по укосі насипу. При цьому найбільш дрібні шматки породи зосереджуються у верхній частині укосу, а найбільш великі - біля основи насипу. Як було встановлено [2], на ефективність сегрегаційного поділу сипучих гірських порід при їх складуванні впливають в першу чергу фізико-механічні властивості і гранулометричний склад гірських порід, технологія відсіпання і параметри техногенного родовища. У результаті з'являється можливість формування техногенних родовищ із заданою структурою масиву, окремо виділені області, які, відповідають певній споживчій якості.

При формуванні штабеля у вигляді горизонтального шару з ефективною сегрегацією гірничої маси на укосі, в масиві насипу відбувається утворення горизонтальних шарів, які складені породами різної крупності. Це дозволяє застосовувати для розвантаження насипу основні типи виїмково-навантажувального обладнання, яке забезпечує мінімальне збіднення порід різної крупності, а значить, значно зменшує обсяги сипучих порід, які вимагають повторного просівання.

Розроблені технологічні схеми [3, 4] формування техногенних родовищ з прогнозованою структурою, на основі управління ступенем прояву сегрегації сипучого матеріалу на похилій поверхні укосу, дозволили запропонувати схеми подальшої розробки подібних техногенних родовищ. Ці схеми були апробовані в умовах ПК ТОВ «Відіс» для отримання товарної продукції для металургійних, гірничорудних і будівельних підприємств.

В результаті переробки металургійних флюсів зерновий склад гірських порід, в силу технологічних та інших причин, зазнає значні коливання, що на кінцевій стадії процесу може привести до виходу якісних показників за межі нормативних вимог за процентним змістом певної крупності. Так, наприклад, при переробці вапняку звичайного на циклічно-потоківій технологічній лінії (ЦПТЛ) ПрАТ «Докучаєвський флюсо-доломітний комбінат» результати ситового аналізу свідчать, що для крупності 40 - 80 мм наявність більш дрібних фракцій складає більше 15.34 % при нормативній вимозі - не більше 10 %.

Відповідно до договорів на поставку продукції, відхилення від допустимих значень для граничних класів крупності знижує договірну ціну сировини на 8 - 20 %, або ж сировина повертається постачальнику з урахуванням транспортних

та інших витрат. З метою зменшення матеріальних і фінансових втрат значні обсяги кінцевого продукту направляються на повторне просіювання. За результатами роботи ділянки ЦПТЛ ПрАТ «ДФДК» в 2013 році на повторну переробку було відправлено 96 тис. м³ гірської маси крупністю 40 - 80 мм.

Зменшити або повністю виключити обсяги сипучих порід, які вимагають повторного просіювання, можливо за рахунок селективного відвантаження матеріалу з штабеля з урахуванням структури останнього, яка, в свою чергу, визначається технологією формування та особливостями сегрегації сипучих гірських порід в процесі складування.

При формуванні насипних підлогових складів у формі конусів або хребтової форми з трикутним поперечним перерізом конвеєрним способом відбувається поділ сипучих порід. При цьому, як показали дослідження [5], відбувається перерозподіл вихідного матеріалу за крупністю. При цьому утворюється область продукції гарантованої якості і область сировини, яка вимагає додаткової переробки.

Розподіл якості в техногенному утворенні визначається розрахунком положення обсягів гірничої маси в масиві з необхідною величиною середнього розміру шматка - параметра d_{cp} . Для конусоподібного насипу області з дрібною фракцією подібні обеліску або в першому наближенні перекинутому конусу.

Роздільне розвантаження складу із застосуванням виїмково-розвантажувального обладнання різних типів дозволяє зменшити обсяг продукції, яка потребує додаткового пересіву на 12 %, а із застосуванням грейферного розвантаження до 16 %. При впровадженні пропозицій щодо формування та розвантаження штабелів товарної продукції по цеху ЦПТЛ ПрАТ «ДФДК» очікується економічний ефект 2,05 млн. грн на рік.

В результаті сегрегації, при укладанні скельного розкриву у відвал біля основи ярусу відвалу з урахуванням природної кривизни укусу утворюється природний контрфорс, який складений із шматків породи максимального розміру. Параметри і форма природного контрфорсу залежать від гранулометричного складу скельного розкриву, схеми роботи відвального устаткування і висоти ярусу відвалу [6].

На більшості флюсодобувних підприємствах відвалоутворення здійснюється із застосуванням бульдозерів при доставці розкривних порід автосамоскидами. Висота ярусу відвалів 10 - 15 м.

При відсипанні скельних гірських порід за технологією, що забезпечує максимальне розкриття вихідного матеріалу за крупністю, висота підпірного контрфорсу, який при цьому утворюється, становить 0,23-0,30 висоти ярусу. Оціночний розрахунок стійкості відвалу з урахуванням природної кривизни укусу і наявності контрфорсу, збільшує коефіцієнт запасу стійкості на 10% - 12 %. Це може служити підставою безпечного підвищення проектної висоти для ярусів в 15 м на 1,5 м і, як результат, збільшити прийнятною здатність відвалу і зменшити площу відчужуваних земель на 7 %.

Висновки. Цілеспрямоване використання сегрегації, з урахуванням особливостей технологічних процесів, відкриває значні можливості у вирішенні проблем:

- з комплексного використання мінеральних ресурсів;
- у прогнозуванні параметрів та якісної оцінки масиву гірських порід техногенних родовищ;
- управління якістю та споживчими властивостями продукції;
- у вирішенні завдань з управління стійкістю укосів відвалів і складів готової продукції;
- з реалізації нових вимог у сфері використання природних, і в першу чергу, земельних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений: моногр. / Г.Г. Пивняк, И.Л. Гуменик, К. Дребенштедт, А.И. Панасенко. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 568 с.
2. Пчелкин, Г.Д. Влияние технологических процессов и свойств рыхлых пород на особенности структуры и характеристику откоса насыпного техногенного формирования / Г.Д.Пчелкин, В.В. Кустов, А.В. Кустов //Материалы международной конференции «Форум горняков – 2012», том 3. – Д.: НГУ, 2012. – С. 89 – 95.
3. Кустов, В.В. О проблеме выбора технологий формирования и последующей разработки техногенного месторождения с учетом сегрегации горных пород / В.В. Кустов, Г.Д. Пчелкин // Материалы международной конференции «Форум горняков – 2011». – 2011.- С.99 – 104.
4. Кустов, В.В. Технологические схемы разработки отходов флюсодобывающих предприятий / В.В. Кустов, Г.Д. Пчелкин // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2011. - №1. – С. 88-92.
5. Кустов, В.В. Управление гранулометрической характеристикой металлургических флюсов на складах товарной продукции ЧАО «Докучаевский флюсо-доломитный комбинат» / В.В. Кустов // *Геотехническая механика: межвед. сб. научн. трудов / ИГТМ НАН Украины*. – Днепропетровск, 2014. – Вып. 118. – С. 125 – 132.
6. Пчелкин, Г.Д. Экспериментальные исследования влияния свойств рыхлых пород на характеристику откоса насыпного техногенного формирования / Г.Д.Пчелкин, В.В.Кустов, А.В. Кустов // *Материалы международной научно-технической конференции*. – Кривой Рог: КНУ. – Вып. 31, 2012. – С.98 – 101.

REFERENCES

1. Pivnyak, G.G., Gumenik, I.L., Drebenshtedt, K and Panasenko, A.I. (2011), *Nauchnye osnovy ratsionalnogo prirodopolzovaniya pri otkrytoi razrabotke mestorozhdenii* [Scientific basis of environmental management at the open mining], National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Pchelkin, G.D., Kustov, V.V. and Kustov, A.V. (2012), “Influence of technological processes and properties of loose rocks on the features of the structure and characteristics of the slope of the bulk of man-made form”, *Proc. The International scientific conference “Forum of Mining Engineers-2012”*, National Mining University, Dnepropetrovsk, pp. 89-95.
3. Kustov, V.V. and Pchelkin, G.D. (2011), “On the problem of the choice of technology formation and subsequent development of man-made deposits with the segregation of rocks”, *Proc. The International scientific conference “Forum of Mining Engineers-2011”*, National Mining University, Dnepropetrovsk, pp. 99-104.
4. Kustov, V.V. and Pchelkin, G.D. (2011), “Technological development scheme waste flyusodobuyavuschih enterprises”, *Metalurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost* [Metallurgical and Mining Industry], no. 1, pp. 88-92.
5. Kustov, V.V. (2014), “Control of steel flux granulometric characteristics in the finished-product warehouses of the PJSC "Dokuchaievsk flux-dolomite works", *Geo-Technical Mechanics*, vol. 118, pp. 125-132.

6. Pchelkin, G.D. and Kustov, V.V. (2012), "Experimental studies of the effect of the properties of the loose rocks on the slope characteristic of the bulk of man-made form", *Materialy mezhdunarodnoy naukovotekhnichnoy konferentsii* [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, "Stalyi rozvytok girnycho-rudnoy promyslovosti" [Sustainable development ore mining industry], Kriviy Rig, Ukraine, 13-16 may 2012, pp. 98-101.

Об авторе

Кустов Владимир Васильевич, магистр, доцент кафедры Открытые горные работы Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет (ГБУЗ «НГУ»», Днепропетровск, Украина, kustovvv@mail.ru.

About the author

Kustov Vladimir Vasilyevich, Master of Science, Associate Professor of Open-pit mining, State Higher Educational Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnipropetrovsk, Ukraine, kustovvv@mail.ru.

Аннотация. Обращено внимание на проблемы Донбасса техногенного характера с точки зрения повышения эффективности производства металлургических флюсов при соблюдении жестких требований к решению проблем природоохранного характера, в первую очередь, максимального извлечения полезного компонента из недр, комплексного использования минерального сырья и сохранения земельных ресурсов.

На примере по разработке металлургических флюсов, рассмотрены комплексное использование минеральных ресурсов на примере складов отходов переработки сырья.

Даны рекомендации по управлению качеством и потребительскими свойствами товарной продукции на основе технологии формирования и особенностями сегрегации сыпучих горных пород в процессе складирования.

Предложены схемы отдельной разгрузки состава с применением выемочно-разгрузочного оборудования различных типов. Приведен пример по управлению устойчивостью откосов отвалов и складов готовой продукции с учетом сегрегационных проявлений в сыпучих горных породах.

Ключевые слова: техногенная нагрузка, металлургические флюсы, комплексное использование, ресурсосбережение.

Abstract. The man-caused problems of Donbass are considered in terms of: improvement of effectiveness of metallurgical flux production with observance of strict environmental requirements; maximal extraction of useful components from the depths; and multiple use of mineral raw materials in combination with the land resource conservation.

As an example, the companies producing metallurgical fluxes are taken for considering multiple use of mineral resources on the example of their waste storing areas.

Recommendations on controlling quality and consumer properties of marketable products are presented with taking into account technological peculiarities of the loose rock formation and segregation during the stockpiling.

Schemes are proposed for the storing area selective unloading by different types of excavators. An example is given where the slope stability in the waste dumps and finished products warehouses is control with taking into consideration segregation manifestations in the loose rocks.

Keywords: man-caused impacts, metallurgical fluxes, multiple use, resource conservation.

Статья поступила в редакцию 21.10.2015

Рекомендовано к печати д-ром технических наук Четвериком М.С.