

(маса секції механізованого кріплення ЗКД90).

При формуванні математичної моделі навантаження монорейкової балки враховувались її конструктивні параметри та фізико-механічні властивості матеріалу легованої сталі.

Результати моделювання навантажень на окремих ланцюг монорейкового ставу ПДМ при переміщенні вантажів масою понад 8500 кг рис. 1.

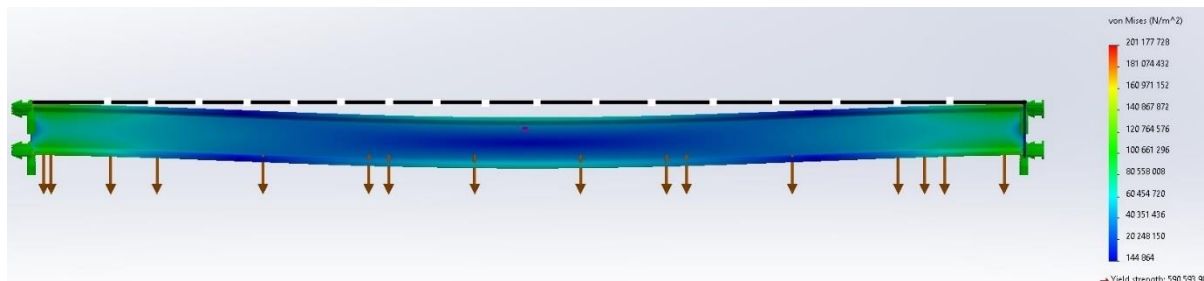


Рисунок 1 – Результати моделювання технічного стану ланцюга монорейкового ставу ПДМ при переміщенні великотоннажних вантажів

За результатами моделювання навантаження на окремих ланцюг монорейкового ставу ПДМ при переміщенні великотоннажних вантажів (секції МК, вузли комбайна та ін.) масою понад 8500 кг, встановлено, що для зменшення негативного впливу рухомого складу на технічний стан монорейкового ставу необхідно [3] розподіляти динамічні навантаження між його суміжними ланками.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на обґрунтуванні технології кріплення підготовчих виробок для ефективного використання підвісних монорейкових доріг.

Список використаних джерел:

1. Pytlik A. Tests of steel arch and rock bolt support resistance to static and dynamic loading induced by suspended monorail transportation, *Studia Geotechnica et Mechanica* 2019; 41(2): 81-92, <https://doi.org/10.2478/sgem-2019-0009>
2. Тимчасові вимоги безпеки до основного гірничотранспортного обладнання для вугільних та сланцевих шахт [Текст] : НПАОП 10.0-7.09-82 : затв. М-вом вугільної промисловості СРСР 05.07.82. - Макіївка: МакНДІ, 1982. - 14 с.
3. Ширін Л.Н., Герасименко А.О., Ширін А.Л., Єгорченко Р. Р., Коптовець О.М., Дьячков П.А., Інюткін І.В.(2022). *Підйомна-транспортна система для доставки вантажів* (Україна/Дніпро Заявка на винахід а2022 02487 від 14.07.22). Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».

УДК 622: 53.08: 549.(731.13 + 517.2)

Антоненко Т.С., к. геол. н, н.с. відділу фізики мінеральних структур та біомінералогії
Калініченко О.А., к. фіз.-мат. н., ст. наук., с. н. с. відділу фізики мінеральних структур та біомінералогії

(Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ, Україна)

ОЦІНКА ВМІСТУ ОКСИДІВ ЗАЛІЗА В РУДІ

Кременчуцький залізорудний район входить до складу Криворізько-Кременчуцької зони (ККЗ), залізорудні родовища якої є основою сировинної бази чорної металургії України [1]. Вихідна руда залізорудних родовищ просторово-неоднорідна, вміст рудних мінералів в різних ділянках, як правило, суттєво неоднаковий, можливі безрудні ділянки. Разом з тим,

Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» 2023

технології збагачення залізної руди базуються на використанні сировини певної якості (Пирогов та ін., 1988; Сентюрин та ін., 2017). Тривала експлуатація залізородних родовищ у ККЗ призвела до відпрацювання найкращих покладів руд. Тому в процес збагачення включається велика кількість бідної сировини, яка потім йде у відвали і хвостосховища. Розробка експресних методів оцінки якості руди, що надходить з кар'єрів, становить значний інтерес [3]. Така оцінка дозволяє швидко визначити, куди відправляти руду: на збагачувальну фабрику, на усереднення або, некондиційну руду, у відвали. В даний час при промисловому видобутку залізної руди така оцінка не проводиться.

В даній роботі розглянуто можливість експресної оцінки вмісту рудних мінералів в руді, що надходить з кар'єру (у контейнері – у кузові одного самоскида). Розрахунки базуються на визначенні густини руди (на виїзді з кар'єру) за результатами вимірювань. Залізні руди ККЗ представлені залістими кварцитами, що містять рудні (оксиди заліза) та нерудні мінерали (в основному, кварц та хлорит), в різному співвідношенні [1]. Найбільш типові рудні мінерали в залізних рудах представлені оксидами заліза, магнетитом (Fe_3O_4), гематитом ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) та гетитом ($\alpha\text{-FeOOH}$). Густина (питома вага) цих мінералів становить 5,18, 5,26 та 4,26 г/см³, відповідно [3]. Густина кварцу і хлориту, нерудних мінералів, найбільш часто присутніх в залізних рудах, приблизно однакова, 2,65 і 2,7 г/см³, відповідно. Тому густина залізної руди може варіюватися в широкому діапазоні, в залежності від вмісту оксидів заліза та нерудних мінералів.

Оцінку вмісту рудних мінералів в руді проводили, припускаючи, що куски руди – це суцільна речовина (тобто, внутрішні (закриті) пори відсутні), яка є сумішшю рудних та нерудних мінералів. Припускали, що рудні мінерали (далі позначаються FeO_x) – це суміш магнітних оксидів заліза (феромагнітна фаза), імовірно, магнетиту і гематиту в невідомому співвідношенні, а нерудні мінерали (далі позначаються Q) – немагнітні мінерали, в основному, кварц. Виходячи з цього, вміст рудних мінералів в руді можливо визначити за формулою $S_{\text{FeO}_x} = (1 - \rho_Q/\rho_r)/(1 - \rho_Q/\rho_{\text{FeO}_x})$, де ρ_r , ρ_{FeO_x} та ρ_Q – густина (кг/м³) руди, феромагнітної фази та кварцу (2,65·10³ кг/м³), відповідно. Діапазон густини феромагнітної фази, $\rho_{\text{FeO}_x} \pm \Delta\rho_{\text{FeO}_x}$, можливо визначити, виходячи з густин магнетиту та гематиту: $\rho_{\text{FeO}_x} = (\rho(\text{Fe}_3\text{O}_4) + \rho(\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3))/2 = 5,22 \cdot 10^3$ кг/м³, $\Delta\rho_{\text{FeO}_x} = 0,04 \cdot 10^3$ кг/м³, при $\rho(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 5,18 \cdot 10^3$ кг/м³ та $\rho(\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3) = 5,26 \cdot 10^3$ кг/м³ [4]. Вміст у феромагнітній фазі різних мінеральних структур (магнетит, маггеміт, гематит) визначається іншими методами, зокрема, рентгенівською дифракцією та магнітометрією [2, 4].

Густина руди визначається за формулою ρ_r (кг/м³) = M/V , де M (кг) та V (м³) – маса та об'єм руди (в контейнері), відповідно. Маса руди визначається за співвідношенням $M = M_{\#} - M_0$, де $M_{\#}$ і M_0 – вага контейнера з рудою та порожнього, відповідно, визначені зважуванням на вагах. Об'єм руди визначається аналогічно: $V = V_{\#} - V_0$, де $V_{\#}$ і V_0 – об'єм контейнера з рудою та порожнього, відповідно, які визначаються за результатами вимірювань в газовому денситометрі. Визначення ваги ($M_{\#}$) та об'єму ($V_{\#}$) контейнера з рудою проводиться за одне зважування на вагах та за одну послідовність вимірів, використовуючи газовий денситометр, відповідно. Для проведення вимірювань необхідно спочатку провести калібрування газового денситометра та встановити з підвищеною точністю вагу та об'єм конструкцій порожнього контейнера за кількома вимірюваннями.

Газовий денситометр представляє собою дві герметичні ємності, R1 та R2, об'ємами V_1 та V_2 , відповідно, тиски (p) в яких реєструється манометрами. Ємності можуть бути з'єднані або роз'єднані між собою та з атмосферою, в одну з камер (R2) можливо помістити додаткову ємність R#, наприклад, контейнер з рудою. Визначення невідомого (суцільного) об'єму ($V_{\#}$) такої ємності базується на тому, що повітря можливо розглядати як ідеальний газ при звичайних умовах і зниженому, відносно атмосферного, тиску. Проведемо наступну послідовність дій: st1 (крок 1): {R1 та R2 роз'єднані, R1 – з'єднана з атмосферою, R2 – відкачана} → st2 (крок 2): {R1 ізолюється від атмосфери, потім з'єднується з R2} → st3 (крок 3): {R1 та R2 з'єднані з атмосферою}. На кроці st1 тиск в R1 становить $p_1^{\text{st1}} = p^{\text{atm}} = p_1$, в R2 – $p_2^{\text{st1}} \ll p^{\text{atm}}$, на кроці st2 тиск в R1 та R2 становить $p_1^{\text{st2}} = p_2^{\text{st2}} = p_2 (< p^{\text{atm}})$, де p^{atm} – атмосферний

тиск. Тиск повітря в такій системі на кожному кроці можливо визначати за рівнянням Менделєєва-Клайперона (для ідеального газу) при $T = 298 \text{ K}$ ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) = const. При такій умові, вимірявши тиски p_1 ($= p^{\text{atm}}$) та p_2 , можливо визначити невідомий об'єм ємності R#: $V_{\#} = V_1 (1 + v_d - p_1/p_2)$, де $v_d = V_2/V_1$. Величини v_d та V_1 визначають при калібруванні денситометра, виконуючи наведену послідовність дій при наступних умовах: (1) $v_d = V_2/V_1 = p_1^*/p_2^*$, якщо ємність R# відсутня та (2) $V_1 = V_3 (1 + v_d - p_1^{**}/p_2^{**})^{-1}$, якщо об'єм додаткової ємності відомий $V_{\#} = V_3$, де $*$ та $**$ позначають відповідні величини p . Слід зазначити, що тиск $p_1 = p^{\text{atm}}$ необхідно визначати за показанням манометра, так як ця величина може відхилитися від такої при стандартних умовах (101325 Н/м^2 (Pa) = 1 атм). Така методика дозволить швидко оцінити вміст рудних мінералів (оксидів заліза) в об'ємі одного контейнера руди (в кузові одного самоскида) на виїзді з кар'єру. Застосування такої методики може істотно знизити собівартість і підвищити конкурентоздатність продукції ГЗК.

Список використаних джерел:

1. Геологічна будова та сучасні геолого-економічні і екологічні умови видобутку і переробки руд Криворізько-Кременчуцької зони : монографія / С.О. Довгий та ін. Київ : Ніка-Центр, 2017. 208 с.
2. Boer, C.B. Rock-magnetic studies of hematite, maghemite and combustion-metamorphic rocks: Proefschrift. Utrecht University. Utrecht. The Netherlands, 1999. 256 p.
3. Cornell, R.M., Schwertmann, U. The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses. WILEY-VCH GmbH, Co. KGaA, 2003. 662 p.
4. Guo W.W. Magnetic mineralogical characteristics of Hamersley iron ores in Western Australia. *Journal of Applied Mathematics and Physics*. 2015. № 3. С. 150–155. <http://dx.doi.org/10.4236/jamp.2015.32023>