

У Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України встановлено і досліджено залежності твердості за Брінеллем, міцності під час розтягання, теплопровідності, інших властивостей виливків із чавунів з пластинчастим і вермикулярним графітом від вуглецевого еквівалента $C_{екв}$ і ступеня евтектичності $S_{евт}$ їх хімічного складу. Із застосуванням імовірнісного підходу та методу Монте-Карло розроблено формули, які дозволяють прогнозувати механічні властивості виливків із чавуну неруйнівним способом.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-33>

EFFECT OF SLAG COMPOSITION ON DEGREE OF STEEL DESULPHURIZATION DURING LADLE FURNACE REFINING

ВПЛИВ СКЛАДУ ШЛАКУ НА СТУПІНЬ ДЕСУЛЬФУРАЦІЇ СТАЛІ ПІД ЧАС РАФІНУВАННЯ НА УСТАНОВЦІ «КІВШ-ПІЧ»

Stepanenko D.O.,

*PhD (Engineering),
Head of the Department, Iron and Steel
Institute of Z.I. Nekrasov
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

Степаненко Д.О.,

*к.т.н., завідувач відділу,
Інститут чорної металургії імені
З.І. Некрасова Національної академії
наук України,
м. Дніпро, Україна*

Togobitska D.M.,

*DSc (Engineering), Professor,
Leading Researcher, Iron and Steel
Institute of Z.I. Nekrasov
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

Тогобицька Д.М.,

*д.т.н., професор, провідний науковий
співробітник, Інститут чорної
металургії імені З.І. Некрасова
Національної академії наук України,
м. Дніпро, Україна*

Bielkova A.I.,

*PhD (Engineering),
Senior Research, Iron and Steel
Institute of Z.I. Nekrasov
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

Бєлькова А.І.,

*к.т.н., старший науковий
співробітник, Інститут чорної
металургії імені З.І. Некрасова
Національної академії наук України,
м. Дніпро, Україна*

Установка «ківш-піч» (УКП) є найбільш відповідальною ланкою наскрізної технології виробництва якісної сталі, що визначає важливість

дослідження та вдосконалення металургійних процесів на У КП, зокрема процесу десульфурації. Одним з основних технологічних способів десульфурації сталі на У КП є обробка рідкої сталі активними шлаками, які формують у ковші за рахунок додавання вапна (містить CaO близько 90%) і плавикового шпату ($\text{CaF}_2 \approx 85\%$) у їх співвідношенні, як правило, 4:1 або 3:1. Важливою умовою використання рафінувальних шлаків є забезпечення необхідної їх основності. Прийнято вважати, що підвищення основності шлаків збільшує їх сульфідну ємність, але як зазначає Yang зі співавторами [1], сульфідна ємність шлаку характеризує потенційну його здатність, яка може бути нереалізована. Автори звертають увагу на те, що при виборі хімічного складу шлаку слід приділяти особливу увагу структурі шлакового розплаву і зміні його кисневого потенціалу.

В Інституті чорної металургії НАН України створено галузевий банк даних «Металургія» (БДМет), який включає, поряд з базами фундаментальних фізико-хімічних даних про властивості оксидних та металевих розплавів (бази даних «Залізорудні матеріали», «Шлак», «ШУС» і «Феросплави»), промислові дані вітчизняних та зарубіжних металургійних підприємств. На основі накопичених промислових даних обробки та доводки сталі масового призначення на У КП виконано дослідження впливу хімічного складу шлаку на процес десульфурації. Сформована репрезентативна вибірка ($N > 600$) технологічних показників обробки сталі марки SAE1006 на У КП з різним ступенем десульфурації сталі (f_s), який розраховано за рівнянням:

$$f_s = (S_1 - S_2) / S_1 \cdot 100\%,$$

де S_1 і S_2 – відповідно вміст сірки в сталі до та після рафінування.

З метою оцінки впливу основності шлаку та вмісту Al_2O_3 на ступінь десульфурації сталі, методом картування сформованої вибірки даних в координатних $X - \text{Al}_2\text{O}_3$ (мас. %), $Y - \text{CaO}/\text{SiO}_2$ і $Z - f_s$ (%) встановлено нелінійну їх залежність (рис. 1).

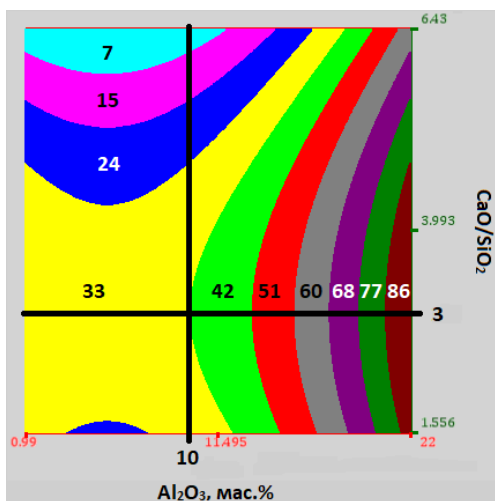


Рис. 1. Картограма зміни ступеня десульфурзації сталі (значення на полях картограми у відсотках) марки SAE1006 при зміні основності шлаку (CaO/SiO_2) та вмісту Al_2O_3 .

Як слідує з картограми, з підвищенням вмісту Al_2O_3 в шлаку збільшується ступінь десульфурзації сталі (f_s), при цьому найбільше значення $f_s = 86\%$ досягається при вмісті Al_2O_3 в шлаку в досить вузькому діапазоні $20 \div 22$ мас.%. При підвищенні основності шлаків, не зважаючи на вміст Al_2O_3 , ступінь десульфурзації сталі зменшується. Однак, характер зміни значення f_s від показника основності (CaO/SiO_2) дещо відрізняється в залежності від вмісту Al_2O_3 в шлаку. При вмісті Al_2O_3 в шлаку від 1% до 10% практично відсутній його зв'язок з показником ступеня десульфурзації сталі. Зменшення значення f_s з підвищенням основності шлаків може бути пояснено погіршенням їх фізико-хімічних властивостей у зв'язку з гетерогенністю шлакових розплавів за рахунок наявності незасвоєного вапна (вміст вільного CaO у шлаку) [2]. Враховуючи особливості зв'язку основності шлаку з показником ступеня десульфурзації сталі, оптимальним її значенням є $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 3$.

Перелік використаних джерел

1. Yang, XM., Li, JY., Zhang, M. et al. A Critical Review of Limitations of Slag Capacity Concepts in Metallurgical Applications by

Taking Sulfide and Phosphate Capacities as Examples. Metall Mater Trans B 52, 714–742 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11663-020-02045-x>.

2. Jakub Vaverka, Kenji Sakurai. Quantitative Determination of Free Lime Amount in Steelmaking Slag by X-ray Diffraction. ISIJ International, Vol. 54 (2014), No. 6, pp. 1334-1337. <https://doi.org/10.2355/isijinternational.54.1334>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-34>

REENGINEERING OF METALLURGICAL PRODUCTION: TRANSITION TO “GREEN” STEEL

РЕІНЖІНІРІНГ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА: ПЕРЕХІД ДО “ЗЕЛЕНОЇ” СТАЛІ

Tymoshenko D.O.,
*Student (group 136Y-23-1m),
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Тимошенко Д.О.,
*студент гр. 136У-23-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Kukhar V.V.,
*DSc (Engineering), Professor,
LLC “Technical university
“Metinvest polytechnic”,
Zaporizhzhia, Ukraine*

Кухар В.В.,
*д.т.н., професор,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Металургійна промисловість, як один з ключових секторів економіки, відіграє важливу роль у розвитку інфраструктури та промисловості країни. Однак, традиційні методи виробництва сталі пов'язані з високим рівнем викидів CO₂ та забрудненням навколишнього середовища. Металургійна промисловість є різноманітною й енергоємною, з різними технологіями, що використовуються для виробництва сталі [1]. В умовах зростаючого тиску на галузь з боку екологічних норм та глобальних кліматичних цілей, модернізація та реінжиніринг виробництва стають критично важливими.

Одним з ключових факторів, що стимулюють «зелену» трансформацію металургійної галузі, є впровадження механізму кордонного вуглецевого коригування (СВАМ) Європейським Союзом. СВАМ передбачає стягнення плати за імпорт продукції з високим вуглецевим слідом, що спонукає виробників за межами ЄС знижувати викиди парникових газів. Для українських металургійних підприємств адаптація до СВАМ є необхідною умовою збереження конкурентоспроможності на