

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-29>

**FEATURES OF THE USE OF COAL OF DIFFERENT GRADES
IN A MIXTURE OF PULVERIZED FUEL UNDER
THE CONDITIONS OF CURRENT CAST IRON PRODUCTION**

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВУГІЛЛЯ РІЗНИХ МАРОК
У СУМІШІ ПИЛОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА
В ПОТОЧНИХ УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА ЧАВУНУ**

Semenov Yu.S.,

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

Семенов Ю.С.,

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

Horupakha V.V.,

*Research Scientist, Iron and Steel
Institute of Z.I. Nekrasov
of the National Academy of Sciences
of Ukraine, Dnipro, Ukraine*

Горупаха В.В.,

*науковий співробітник, Інститут
чорної металургії ім. З.І. Некрасова
Національної академії наук України,
м. Дніпро, Україна*

Pinchuk D.V.,

*Head of the blast furnace shop,
PJSC "KAMET-STEEL",
Kamianske, Ukraine*

Пінчук Д.В.,

*начальник доменного цеху,
ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»,
м. Кам'янське, Україна*

Bolotov M.B.,

*Head of the technological management,
PJSC "KAMET-STEEL",
Kamianske, Ukraine*

Болотов М.Б.,

*начальник технологічного управління,
ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»,
м. Кам'янське, Україна*

У доменному виробництві України у якості палива, що вдувається через повітряні фурми, використовують природний газ (ПГ) і пиловугільне паливо (ПВП). ПГ використовують, в основному, у літній період при сприятливій ціновій політиці, в решту часу використовують ПВП, в окремих випадках – спільне вдування ПГ та ПВП [1].

Теоретичними та практичними дослідженнями встановлено, що ПВП, приготоване з вугілля слабкоспікливих (СС) марок, найбільш сприяє максимально ефективній повноті згоряння палива і високим

коефіцієнтам заміни коксу. Останнім часом на комбінатах ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» та ПАТ «Запоріжсталь» використовувалося вугілля австралійського (А) походження, а в жовтні 2024 р. розпочалася практика використання чеського вугілля ОКD, що має більшу кількість летких речовин та відрізняється меншою кількістю сірки та золи ніж у вугіллі А (табл. 1).

З економічної точки зору застосовують практику використання суміші вугілля з додаванням вугілля довгополуменево-газової (ДГ) марки або до вугілля А, або до вугілля ОКD. Вугілля марки ДГ, у порівнянні з вугіллям А та ОКD, відрізняється значною кількістю летких речовин, низьким вмістом вуглецю та високим вмістом сірки (табл. 1). При збільшенні частки летких речовин у суміші вугілля, на початкових стадіях при нагріванні та виділенні летких з поверхні блокується дифузія кисню до твердого вуглецю палива, збільшуючи тим самим час горіння частки ПВП.

Таблиця 1

**Основні характеристики вугілля, що використовуються
для ПВП у доменному виробництві**

Марка/показник	Леткі речовини	Сірка	Зола	Вуглець	Інертніт	Вітриніт
А	13,6	0,63	11,68	87	69	30
ОКD	21,2	0,35	5,68	88	54	46
ДГ	37,6	1,27	6,99	82	25	73

Відповідно до Керівного документа «Нормативи витрати коксу та продуктивності» [2] виконані розрахунки впливу введення вугілля марки ДГ з кроком 5% на коефіцієнти заміни коксу ПВП, при цьому розглядався оперативний (Ко) коефіцієнт заміни, що розраховується за твердим вуглецем, Ко рекомендовано користуватися при зміні складу суміші вугілля ПВП. Результати розрахунку наведено нижче на рис. 1, з якого випливає, що збільшення на кожні 5 % частки вугілля ДГ призводить до зниження Ко на 0,011, як при додаванні ДГ до вугілля А, так і до ОКD.

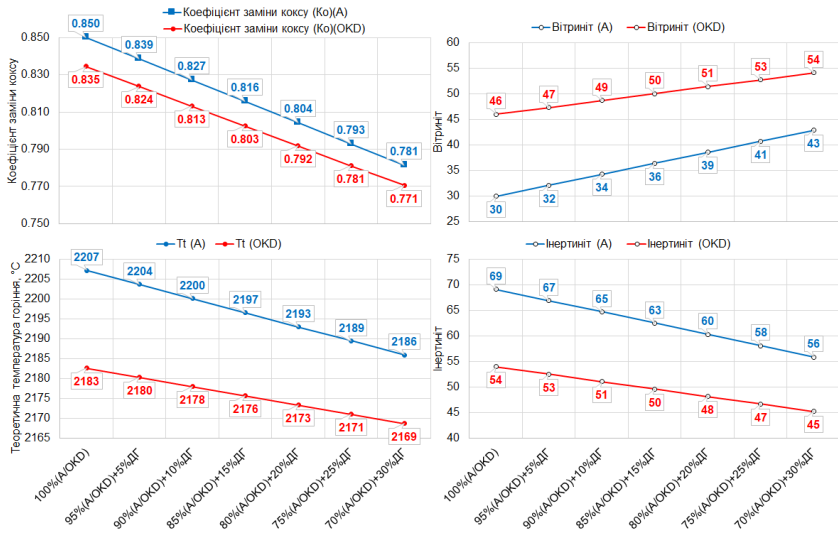


Рис. 1. Зміна коефіцієнта заміни (Ко) коксу ПВП, T_t , віترینіту та інертиніту при введенні в ПВП вугілля марки ДГ до вугілля А та ОКД з кроком 5 %

В роботі виконано розрахунки зміни теоретичної температури горіння (T_t) при введенні в ПВП вугілля марки ДГ з кроком 5 % до вугілля марок А та ОКД. Розрахунки проводились для характерних для ДП-1М ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» умов роботи у 2024 р.: витрата ПВП – 8,35 т/год; температура гарячого дуття – 1050 °С; витрата дуття – 2970 м³/хв; вміст кисню у дутті – 23,5%. Встановлено (рис. 1), що збільшення на кожні 5 % частки вугілля ДГ призводить до зниження T_t на 3,5 °С при використанні вугілля А і на 2,3 °С – при використанні вугілля ОКД. Компенсувати зниження T_t для суміші вугілля (80% ОКД або А + 20% ДГ) можливо або підвищенням температури гарячого дуття (+19 °С для вугілля А і +13 °С для ОКД), або збільшенням вмісту кисню в дутті (+0,3% для А та +0,2% для ОКД), або зменшенням кількості пари в дутті (–0,45 т/год для А та –0,33% т/год для ОКД).

Важливою характеристикою вугілля є петрографічний склад. Так, його компонент віترینіт – при нагріванні утворює рідку частину пластичної фази, призводить до спікання частинок ПВП і неповного

згоряння. Частини недогорілого вугілля у вигляді напівкоксу утворюють конгломерати у вигляді «пташиних гнізд», наявність яких призводить до порушення газодинаміки доменної плавки. Інертиніт – інертний компонент, який не утворює рідких фаз при нагріванні та має характер зміни – зворотний вітриніту (табл.1, рис. 1). Як впливає з графіка зміни вітриніту – суміш 70%A+30%ДГ близька до 100%ОКД, що свідчить про погіршення якості спалювання частинок ПВП при додаванні вугілля ДГ до вугілля ОКД у порівнянні з аналогічним додаванням вугілля ДГ до вугілля А.

Таким чином, ефективність роботи доменних печей з коксом низької якості (показник гарячої міцності $CSR < 45\%$) зі збільшенням в ПВП вугілля ДГ визначається заходами, направленими на поліпшення дренажної здатності горна: промивки, застосування марганцевмісних матеріалів, забезпечення рівномірного окружного розподілу Tt . При цьому, можливості додавання вугілля ДГ до вугілля А будуть вищими, а додавання ДГ до вугілля ОКД – вестиме до значного збільшення летючих у суміші, таке збільшення частково компенсуватиметься «світимістю» факела ПВП і зменшеним виходом золи ПВП, проте за вмістом вітринітів у суміші – може сприяти появі «пташиних гнізд». Граничним вмістом вугілля ДГ у суміші з вугіллям ОКД слід очікувати на рівні до 20 %, у порівнянні із сумішню вугілля А та ДГ (ДГ– 25%) у близьких технологічних умовах.

Перелік використаних джерел

1. Semenov Yu.S., Horupakha V.V., Vashchenko S.V. et al. (2024). Experience of co-injection of pulverized coal and natural gas into blast furnace hearth under the conditions of PJSC "КАМЕТ-STEEL". Metal and Casting of Ukraine, Vol. 32, № 2, 8–18. [in Ukrainian].
2. Tovarovskiy I.G. (2017). Normative Estimation of Parameters of the Blast-Furnace Smelting. Advances in Materials, Vol. 6, Iss. 4, 38-44.