

УДК 669.111.4

**М. В. Губинський**<sup>1</sup>, д.т.н., проф., ORCID 0000-0003-3770-4397

**О. Є. Меркулов**<sup>1</sup>, д.т.н., с.н.с., ORCID 0000-0002-7867-0659

**А. В. Сибір**<sup>1</sup>, к.т.н., доц., ORCID 0000-0002-9974-0636

**С. С. Федоров**<sup>1</sup>, д.т.н., проф., ORCID 0000-0002-5409-882X

**С. М. Губинський**<sup>2</sup>, науковий спів. ORCID 0000-0002-4598-5136

**О. М. Форись**<sup>2</sup>, аспірант, ORCID 0000-0002-9524-2381

**С. О. Дудченко**<sup>1</sup>, к.т.н., ORCID 0000-0002-7319-9896

**М. Г. Джигота**<sup>1</sup>, провідний інж., ORCID 0000-0003-3062-5127

<sup>1</sup> Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України

<sup>2</sup> Український державний університет науки і технологій

## ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИНТЕТИЧНИХ ЧАВУНІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КАРБЮРИЗАТОРІВ ОТРИМАНИХ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО КИПЛЯЧОГО ШАРУ

**Анотація.** Розвиток високотемпературних технологій у металургії та хімічній галузі пов'язаний з заміною викопних видів палива на зелену електроенергію. Саме таку можливість має процес нагріву вуглецевої сировини у електротермічному киплячому шарі (ЕКШ) коли струм проходить безпосередньо через шар і нагріває його за рахунок джоулевої теплоти. Такий процес дозволяє значно зменшити витрати енергії порівняно з традиційними технологіями, що базуються на використанні печей Аченсона та Кастнера. Одним з продуктів, що може бути отриманий в печах ЕКШ, є карбюратори, що використовуються при виплавці синтетичного чавуну. Проведені дослідження дозволили визначити властивості до карбюраторів, що забезпечують якість чавунів та параметри термічної обробки прекурсорів у ЕКШ. Метою даного дослідження було отримання прямої відповіді про ефективність карбюраторів отриманих за новою технологією. Вирішення цього завдання проведено шляхом порівняльних випробувань карбюраторів отриманих методом ЕКШ та традиційними технологіями при отриманні синтетичного чавуну. Випробування проведені з використанням лабораторної індукційної печі ємністю 10 кг. Плавки було проведено в ідентичних умовах. В результаті доведено що процеси науглецювання чавуну з карбюратором отриманим по новій технології та синтетичним графітом мають східні температурні та кінетичні залежності. Ступінь засвоєння вуглецю практично однакові. Металографічний аналіз отриманих зразків синтетичного чавуну показав, що виливки отримані з використанням синтетичного графіту характеризуються

© Видавець Інститут чорної металургії ім. З. І. Некрасова НАН України, 2024



Ця стаття відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.uk>

більшою кількістю пор, що може бути причиною зниження механічних властивостей. Результати випробувань на стиск, розтягнення, вигин та твердість підтвердили це. Отримані результати випробувань довели ефективність вироблення карбюризаторів високої якості з використанням технології ЕКШ.

**Ключові слова:** електротермічний киплячий шар, синтетичний чавун, науглецювання, карбюризатор.

**Посилання для цитування:** Визначення механічних властивостей синтетичних чавунів при використанні карбюризаторів отриманих на основі електротермічного киплячого шару / М. В. Губинський, О. Є. Меркулов, А. В. Сибір, С. С. Федоров, С. М. Губинський, О. М. Форись, С. О. Дудченко, М. Г. Джигота // *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*. 2024. Вип. 38. С. 26-38. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2024-38-26-38>.

**Вступ.** Одним з відомих напрямків розвитку високотемпературних технологій (1000-3000 °С) є перехід від використання палива до електроенергії, що дозволяє знизити викиди парникових газів за рахунок використання зеленої електроенергії та електроенергії атомних електричних станцій. Це в повній мірі відноситься до процесів отримання штучного графіту та вуглецевих матеріалів з вмістом золи менше 0,1%. Відомі агрегати для реалізації цих процесів у щільному шарі – електрокальцинатори [1]. Резистивний нагрів відбувається при проходженні струму через шар між верхнім та нижнім електродами, температура нагріву не перевищує 2000 °С. Саме такий варіант технології використовується на провідному в Україні підприємстві виробника електродів ПАТ «Укрграфіт». Недоліком такого варіанту високотемпературного резистивного нагріву пов'язаний з нерівномірним розподілом струму і відповідної потужності джерел теплоти по радіусу шару що приводить до флуктуації властивостей вуглецевого матеріалу та необхідності повторної обробки. Розвитком процесу високотемпературної обробки в щільному шарі є використання печей Аченсона, та Кастнера, що потребують коштовного етапу вироблення заготовок з використанням їх пресування та обпалу. Але графітування та очищення вуглецевої сировини відбувається при температурах до 3000 °С. Ці процеси спрямовані на отримання графітованих електродів та блоків для дугових печей та електролізерів. Отримання графітованих дисперсних матеріалів потребує додаткову подрібнення отриманих виробів.

Альтернативою цим технологіям є обробка вуглецевої сировини у електротермічному киплячому шарі (ЕКШ) [2-4]. Електротермічний киплячий шар забезпечує роботу печей при температурах 1000-3000 °С і дозволяє організувати безперервний виробничий процес. Нагрів сировини відбувається при проходженні струму через киплячий шар у

радіальному напрямку між центральним та бічним електродами. Для отримання киплячого шару застосовується інертний газ. Гранулометричний склад готового продукту може коливатись від 200 мкм до 5 мм.

Дослідження викидів парникових газів при термічній обробці вуглецевих матеріалів у печах з ЕКШ [5, 6] показали зменшення питомих викидів при порівнянні з діючими технологіями 1,5-3 рази в залежності від температури обробки. Це відбувається за рахунок зменшення енерговитрат та виключення використання пеків при виробленні заготівок.

Таким чином, технології ЕКШ мають певну перевагу над існуючими високотемпературними технологіями обробки вуглецевих матеріалів у тому числі і карбюризаторів що використовуються при виробництві синтетичного чавуну. Аналіз основних факторів, що впливають на ефективність засвоєння карбюризаторів та якість чавунів [7] дозволили сформулювати основні вимоги до них: вміст золи та газів повинен бути як можливо меншим, кристалічна структура повинна включати 80-90% графітованих матеріалів з кристалічністю більш 100Å.

Експериментальні дослідження процесів графітації та рафінування антрацитів Донецького вугільного басейну [8-10] дозволили визначити параметри термічної обробки у печах ЕКШ що забезпечать необхідні вимоги до якості карбюризаторів: температура обробки 2400-2700 °С, термін витримки не більше 10 хв, можливість обробки антрациту без попередньої кальцинації.

Таким чином одним з необхідних етапів впровадження нової технології стало отримання прямої відповіді ефективності карбюризаторів отриманих по новій технології при отриманні синтетичних чавунів.

Метою дослідження є проведення порівняльних випробувань карбюризаторів отриманих методом ЕКШ та традиційними технологіями з різними параметрами термічної обробки (температура , термін витримки) при отриманні синтетичного чавуну.

**Методика досліджень.** Характеристики карбюризаторів, що використано в дослідженні наведені у таблиці 1.

Карбюризатор №1 має кристалічну структуру відмінну від синтетичного графіту, але його кристалічність перевищує  $L_c = 100\text{Å}$ . Другий карбюризатори можливо віднести до синтетичного графіту.

Для отримання виливків синтетичного чавуну з використанням різних карбюризаторів використовували лабораторну індукційну піч, до складу якої входить: плавильний модуль - ІПЕ-0,01 і генератор ВТГ-20-22. Для досягнення показників за якістю металу, що виплавляється, і мінімізації вмісту неметалевих включень, для футерування тигля

використовували нейтральну шпінель, що утворює робочий шар футерування набивну масу на основі білого корунду REFRAMIX-84SP.

Таблиця 1 - Показники карбюризаторів, що досліджено

№	Вихідний матеріал для отримання карбюризатора	Режими термічної обробки		Вміст вуглецю, %	Зола, %	Насипна густина, кг/м <sup>3</sup>
		Температура, °C	Термін обробки, хв			
1	Антрацит	2600	10	99,00	≤0,1	700
2	Антрацит	3000	30	99,94	≤0,06	800
3	Кокс	3000	30	99,99	≤0,01	0,45

При дослідженні використовували метод переплаву низьковуглецевого металевго брухту з відомим і стабільним хімічним складом (табл. 2) з подальшим науглецюванням досліджуваними карбюризаторами.

Таблиця 2 - Хімічний склад металевї частини шихти

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,06 - 0,12	до 0,05	0,25 - 0,5	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,012	до 0,3	до 0,08

Умови плавки і склад шихти відповідали отриманню сірого чавуну з ферито-перлітною структурою. Для виливків було виготовлено форми із товщиною стінки 50 мм (рис. 1)



Рисунок 1 – Форми для виливків зразків чавуну

Всі дослідні плавки синтетичного чавуну проводили в однаковому порядку. На дно тигля укладали шар металевї частини шихти (20 % від розрахункового), зверху задавали розрахункову кількість одного з досліджуваних карбюризаторів, далі прикривали другим шаром металевї частини шихти і здійснювали поступове нагрівання з подальшим розплавленням.

Для визначення ступеня засвоєння кожного з досліджуваних

карбюризаторів за точку відліку під час розрахунку завалювання було обрано величину, що дорівнює 80% засвоєння.

В процесі проплавлення і спускання шихти робили присадки, що залишилися. Енергетичні та теплові параметри роботи печі витримували на однаковому рівні для всіх досліджуваних видів карбюризаторів з метою забезпечення ідентичних умов процесу. У процесі нагріву і плавлення здійснювали контроль теплової роботи печі за допомогою вбудованої термопари.

Феромарганець для коригування хімічного складу вводили в метал за 25 хв до випуску. Феросиліцій присаджували за 20 хв до випуску. Усі феросплави вводили після попереднього розкислення алюмінієм для більш стабільного засвоєння легуючих. Введення феросплавів проводили у металевому контейнері з примусовим зануренням у розплав, що дало змогу досягти нормальних показників із засвоєння елементів.

Після остаточного доведення за хімічним складом і температурою метал виливали в заготовлені форми. Кількість форм на кожен плавку - 6 штук, зовнішній вигляд зразків показаний на рис. 2. Хімічний аналіз відібраних проб на випуску металу виконували в атестованій аналітичній лабораторії "SendLAB".



Рисунок 2 – Виливки чавуну після вилучення з форми

Металографічні дослідження виконували на світлових мікроскопах "Neophot 30" і "Axiovert 200M MAT" після травлення зразків 4% розчином азотної кислоти в етиловому спирті.

Згідно з ДСТУ було проведено наступні механічні випробування виливків із чавуну за температури 20°C :

- визначення тимчасового опору після розриву при розтягуванні;
- тимчасового опору при стисненні;
- тимчасового опору при вигині;
- твердості за Брінелем.

Іспити проведено на універсальній випробувальній машині ЦД-40.

**Результати дослідження та їх аналіз.** Хімічний склад зразків синтетичного чавуну наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 - Хімічний склад виплавленого синтетичного чавуну

Тип карбюризатору	C мас, %	Si мас, %	Mn мас, %	P мас, %	S мас, %	Засвоєння вуглецю, %
№1 Антрацит	4,04	2,16	0,79	0,021	0,033	93
№2 Антрацит	4,21	2,16	0,65	0,041	0,051	96
№3 Кокс	3,94	2,13	0,73	0,021	0,035	89

Характеристика процесу науглецювання отримана на основі температурних кривих розплаву показала, що карбюризатор №1 і №2 мають практично ідентичні температурні криві рис. 3, що можна пояснити схожими умовами розчинення вуглецю і нагрівання ванни.

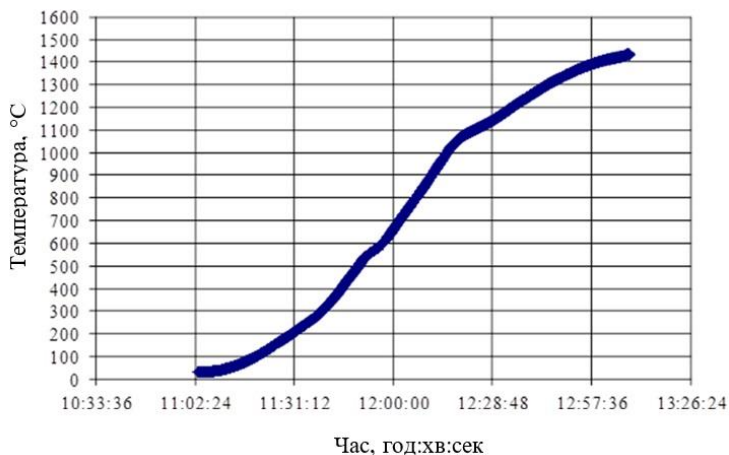


Рисунок 3 – Температурна крива нагріву і плавлення металу

В плавках з карбюризатором №3 при досягненні температури в 1150 °C спостерігався різкий перелом кривої зі швидким набором температури до 1500 °C. При цьому частинки карбюризатора розчинялися не повністю і перебували на поверхні металу. Після чого ситуація стабілізувалася і під час графітізуючої витримки розчинення вуглецю проходило вже стабільніше. Це може свідчити, що у випадку з матеріалом №3 процес науглецювання починається пізніше, що збільшує час плавки і вимагає більш високих температур.

Таким чином, з точки зору засвоєння вуглецю можливо стверджувати, що карбюризатори №1 і №2 мають сходину ступінь засвоєння вуглецю. Карбюризатор №3 у зв'язку з значно меншою

насищеною густиною має відчутно менші показники.

Порівняльний металографічний аналіз зразків (рис. 4) показав, що у всіх дослідних плавках був отриманий сірий чавун, графіт мав пластинчасту форму у вигляді прожілок, пелюсток. За будовою металевої основи дослідні плавки чавуну були феритно-перлітної структури. При збільшенні  $\times 25$  можна бачити, що виливки плавок №2 і №3 характеризуються більшою кількістю пор, ніж для плавки №1. При збільшенні  $\times 100$  видно, що структура в зливку №1 і №2 загалом отримана рівномірна, а в структурі злитка №3 спостерігали ділянки з різним ступенем розгалуженості та дисперсністю пластин графіту.

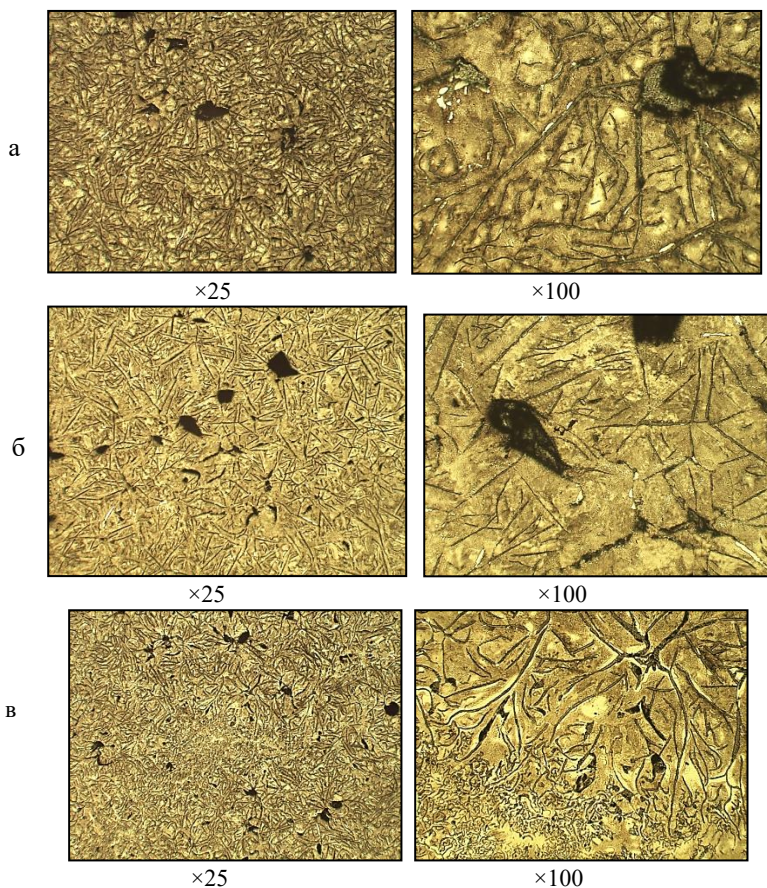


Рисунок 4 - Мікроструктура синтетичного чавуну  
а- карбюратор №1 , б – карбюратор №2, в – карбюратор №3

Результати випробувань на механічні властивості зразків синтетичного чавуну наведені на рисунках 5, 6, 7, 8. Чавун з карбюризатором №1 за всіма властивостями значно перевищує зразки з карбюризаторами №2 і №3, що збігається з даними досліджень мікроструктури.

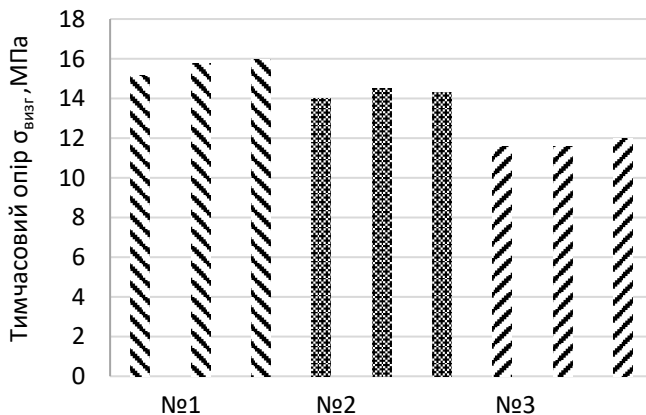


Рисунок 5 – Результати випробування на вигин

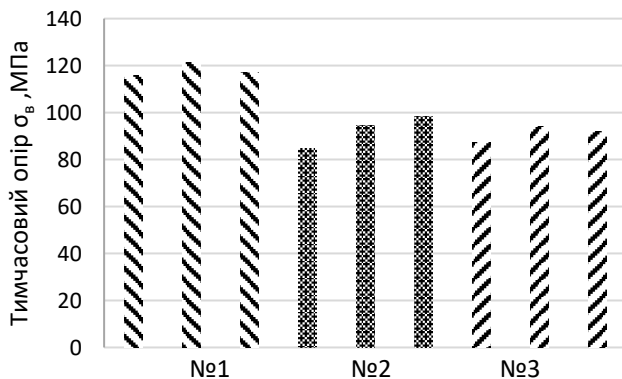


Рисунок 6 – Результати випробування на розтягнення

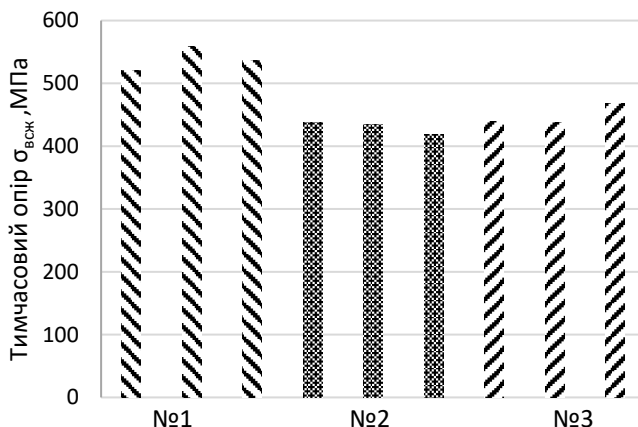


Рисунок 7 – Результати випробування на стиск

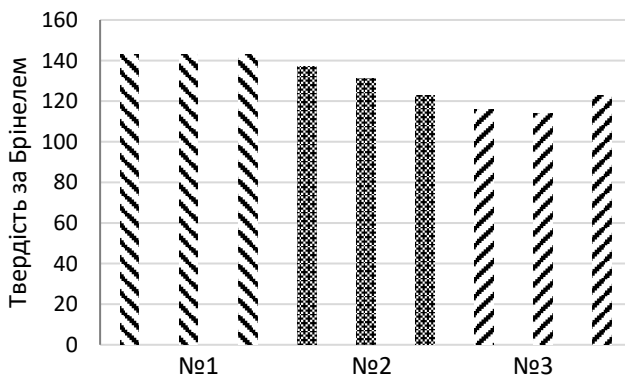


Рисунок 8 – Результати випробування твердості

Таким чином проведені випробування довели, що запропоновані вимоги до карбюризаторів (кристалічність, вміст вуглецю) забезпечують підвищення якості синтетичних чавунів. Інтенсивність науглецювання для синтетичних графітів та запропонованого карбюризатора при однакових умовах плавки збігаються. Все це підтверджує ефективність використання карбюризаторів отриманих по технології ЕКШ.

Результати досліджень лягли у основу розробки технологічного регламенту високотемпературної технології отримання карбюризаторів

з антрациту Донецького родовища (ТР ІЧМ НДР Ч.001.22-2024). Основні характеристики печі з ЕКШ продуктивністю 1000 кг/год, на основі якої розроблено нову технологію наведені у таблиці 4.

Таблиця 4 - Характеристики печі ЕКШ для виробництва карбюризаторів на основі антрациту Донецького родовища

Показник	Одиниці виміру	Значення
1. Продуктивність	кг/год	1000
2. Електрична потужність	МВт	2,3
3. Вид струму	-	Постійний
4. Величина струму	кА	До 21
5. Величина напруги	В	60-120
6. Температура нагріву матеріалу	°С	2400 -2700
7. Витрата води на охолодження	м <sup>3</sup> /год	до 25 м <sup>3</sup> /год
8. Витрата азоту	нм <sup>3</sup> /год	до 50

## Висновки

Проведено порівняльні дослідження використання карбюризаторів на основі антрацитів Донецького вугільного басейну отриманих по технології характерної до ЕКШ та синтетичних графітів.

В результаті проведення дослідних плавок синтетичного чавуну доведено що процеси науглецювання з карбюризатором отриманим за новою технологією та синтетичним графітом мають східні температурні та кінетичні залежності. Ступінь засвоєння вуглецю практично однакові. Металографічний аналіз отриманих зразків синтетичного чавуну показав, що виливки отримані з використанням синтетичного графіту характеризуються більшою кількістю пор, що може бути причиною зниження механічних властивостей. Результати випробувань на стиск, розтягнення, вигин та твердість підтвердили це. Отримані результати випробувань довели ефективність вироблення карбюризаторів високої якості з використанням технології ЕКШ.

Отримані результати досліджень лягли у основу розробки технологічного регламенту високотемпературної технології отримання карбюризаторів з антрациту Донецького родовища.

## Перелік посилань

1. Петров Б. Ф. Энергосбережение при производстве электродного термоантрацита : Київ, Екотехнологія, 2006. 144 с.
2. Сибір А., Губинський М., Федоров С., Губинський С., Гогоці О. (2020). Печі з електротермічним киплячим шаром. Конструктивні особливості. *Металургійна та гірничорудна промисловість*. 2020. № 2. С. 42-61. <https://doi.org/10.34185/0543-5749.2020-2-42-61>
3. Gupta C., Sathiyamoorthy D. Fluid bed technology in materials processing. Boca Raton, Fla. : CRC Press, 1999. 528 p. <https://doi.org/10.1201/9780367802301>
4. Забродський С. С. Високотемпературні установки з псевдозрідженим

шаром. М. : Енергія, 1971. 328 с.

5. Semen Hubynskiy et al IOP Conf. Ser.: *Earth Environ. Sci.* 2024. Vol. 1348, 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012028>

6. Губинський М. В., Сибір А. В., Федоров С. С., Меркулов О. Є, Губинський С. М., Коваль С. В., Форись О. М. Оцінка зменшення викидів парникових газів при отриманні штучного графіту в електротермічному киплячому шарі. *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*. 2022. Вип. 36. С. 455-465. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2022-36-455-465>

7. Hubynskiy M. V., Sybir A. V., Fedorov S. S., Merkulov O. Ye., Hubynskiy S. M., Mazorchuk V. F., Foris O. M. Peculiarities of the Fe-C melt carburization process and the effect produced on it by the type of carburizers. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*. 2023. Issue 37. P. 62-75. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-62-75>

8. Sybir A., Hubynskiy M., Fedorov S., Hubynskiy S., Vvedenska T., Bezuglyi V. Effect of heat shock on graphitization of Donbass anthracite. *Mining of Mineral Deposits*. 2020. Vol. 14, Iss. 3. P. 43-49. <https://doi.org/10.33271/mining14.03.043>

9. Sybir A., Hubynskiy M., Balalaiev K., Burchak O., Sukhyi K., Fedorov S., Pinchuk V., Hubynskiy S., Vvedenska T. Effect of Parameters of the Anthracite Heat Treatment on the Properties of Carbon Materials during Shock Heating. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2022. No. 5. P. 94-101. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2022-144-5-94-101>

10. Sybir A. V., Hubynskiy S. M., Fedorov S. S., Sukhyi K. M., Hubynskiy M. V., Vvedenska T. Y. Peculiarities of high-temperature refining of carbon materials. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. 2023. No. 6. P. 177-186. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2023-151-6-177-186>

## References

1. Petrov, B. (2006). Enerosberezhenie pri proizvodstve elektrodnogo termoantracita [Energy saving in the production of electrode thermoanthracite]. *Ekotekhnologiya. [In Russian]*.

2. Sybir, A. V., Hubynskiy, M., Fedorov, S., Hubynskiy, S., & Gogotsi O. (2020). Electrothermal fluidised bed furnaces. Design features. *Metalurhiina ta hirnychorudna promyslovist*, (2), 42-61. <https://doi.org/10.34185/0543-5749.2020-2-42-61>

3. Gupta, C., & Sathiyamoorthy, D. (1999). Fluid bed technology in materials processing. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 528. <https://doi.org/10.1201/9780367802301>

4. Zabrods'kij, S. S. (1971). Visokotemperaturni ustanovki z psevdozridzhenim шаром [High-temperature fluidized bed units]. *Energiya. [In Russian]*.

5. Hubynskiy, S. et al (2024). IOP Conf. Ser.: *Earth Environ. Sci.*, 1348, 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012028>

6. Hubynskiy, M. V., Sybir, A. V., Fedorov, S. S., Merkulov, O. Ye., Hubynskiy, S. M., Koval S. V., & Foris, O. M. (2022). Estimation of greenhouse gas emission reduction during the production of artificial graphite in an electrothermal fluidised bed. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 36, 455-465. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2022-36-455-465>

7. Hubynskiy, M. V., Sybir, A. V., Fedorov, S. S., Merkulov, O. Ye., Hubynskiy,

S. M., Mazorchuk, V. F., & Foris, O. M. (2023). Peculiarities of the Fe-C melt carburization process and the effect produced on it by the type of carburizers. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 37, 62-75. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-62-75>

8. Sybir, A., Hubynskiy, M., Fedorov, S., Hubynskiy, S., Vvedenska, T., & Bezuglyi, V. (2020). Effect of heat shock on graphitization of Donbass anthracite. *Mining of Mineral Deposits*, 14(3), 43-49. <https://doi.org/10.33271/mining14.03.043>

9. Sybir, A., Hubynskiy M., Balalaiev K., Burchak O., Sukhyy K., Fedorov S., Pinchuk V, Hubynskiy S, & Vvedenska T. (2022). Effect of Parameters of the Anthracite Heat Treatment on the Properties of Carbon Materials during Shock Heating. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 5, 94-101. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2022-144-5-94-101>

10. Sybir, A. V., Hubynskiy, S. M., Fedorov, S. S., Sukhyy, K. M., Hubynskiy, M. V., & Vvedenska, T. Y. (2023). Peculiarities of high-temperature refining of carbon materials. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 6, 177-186. <https://doi.org/10.32434/0321-4095-2023-151-6-177-186>

**M. V. Hubynskiy**<sup>1</sup>, D. Sc. (Tech.), Professor, ORCID 0000-0003-3770-4397

**O. Ye. Merkulov**<sup>1</sup>, D. Sc. (Tech.), Senior Researcher, ORCID 0000-0002-7867-0659

**A. V. Sybir**<sup>1</sup>, Ph.D., (Tech.), Associate Professor, ORCID 0000-0002-9974-0636

**S. S. Fedorov**<sup>1</sup>, D. Sc. (Tech.), Professor, ORCID 0000-0002-5409-882X

**S. M. Hubynskiy**<sup>2</sup>, Researcher, ORCID 0000-0002-4598-5136

**O. M. Foris**<sup>2</sup>, Ph. D. Student, ORCID 0000-0002-9524-2381

**S. O. Dudchenko**<sup>1</sup>, Ph.D., (Tech.), ORCID 0000-0002-7319-9896

**M. H. Dzhygota**<sup>1</sup>, Senior Engineer, ORCID 0000-0003-3062-5127

<sup>1</sup> Iron and Steel institute of Z. I. Nekrasov National academy of sciences of Ukraine

<sup>2</sup> Ukrainian State University of Science and Technologies

## **DETERMINATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF SYNTHETIC CAST IRONS WHEN USING CARBURISER OBTAINED BY ELECTROTHERMAL FLUIDISED BED**

**Abstract.** The development of high-temperature technologies in metallurgy and the chemical industry is associated with the replacement of fossil fuels with green electricity. The process of heating carbonaceous raw materials in an electrothermal fluidized bed (EFB) offers this opportunity. This is when the current passes directly through the bed and heats it up using joule heat. This process allows to significantly reduce energy consumption compared to traditional technologies based on the use of Atchinson and Kastner furnaces. One of the products that can be obtained in EFB furnaces is carburizers used in the smelting of synthetic cast iron. The conducted research allowed us to determine the properties of carburizers that ensure the quality of cast iron and the parameters of heat treatment of precursors in EFB. The purpose of this study was to obtain a direct answer about the efficiency of carburizers produced by the new technology. This task was solved by comparative tests of carburiser produced by the EFB method and traditional technologies in the production of synthetic cast iron. The tests were conducted using a laboratory induction furnace with

a capacity of 10 kg. The melts were carried out under identical conditions. As a result, the results proved that the carburizing processes of cast iron with carburizer obtained by the new technology and synthetic graphite have similar temperature and kinetic dependencies. The degree of carbon assimilation is almost the same. Metallographic analysis of the obtained synthetic cast iron samples showed that the castings obtained using synthetic graphite are characterized by a larger number of pores, which may be the reason for the decrease in mechanical properties. The results of compression, tensile, bending and hardness tests confirmed this. The test results proved the effectiveness of producing high-quality carburiser using EFB technology.

**Key words:** electrothermal fluidized bed, synthetic cast iron, carburizing, carburiser.

**For citation:** Hubynskiy, M. V., Merkulov, O. Ye., Sybir, A. V., Fedorov, S. S., Hubynskiy, S. M., Foris, O. M., Dudchenko, S. O., & Dzhygota, M. H. (2024). Determination of the mechanical properties of synthetic cast iron when using carburiser obtained by electrothermal fluidised bed. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 38, 26-38. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2024-38-26-38>

*Стаття надійшла до редакції збірника 04.11.2024 р.*  
*Рекомендовано до друку редколегією збірника (Протокол № 12 від 19.12.2024 р.)*