

The background of the slide is a night-time photograph of a city skyline. In the foreground, there are bright, starburst-like light effects from fireworks or light displays, primarily in red and white. The city buildings in the background are lit up, with some cranes visible against the dark sky.

2017
Tech
today hub

Місце зустрічі науки та бізнесу

Технологія та обладнання для модифікування розплавів прецизійними комплексними брикетованими модифікаторами

**Інститут проблем матеріалознавства
ім. І.М Францевича НАН України**

Модифікування розплавів

Високоміцний чавун з кулястим графітом – один з найбільш перспективних литих конструкційних матеріалів для широкого кола виробів машинобудування.

Доля високоміцних чавунів:



у світовому
виробництві литва



у виробництві
чавунного литва



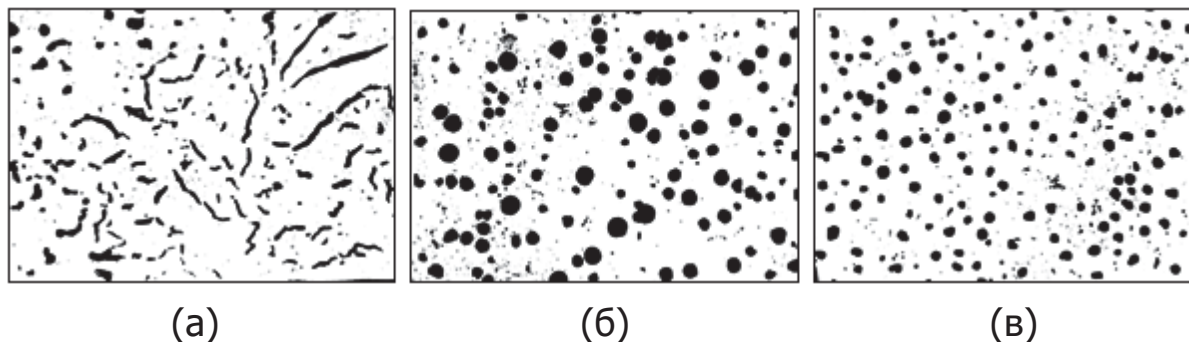
в Україні у загальному
обсязі чавунного литва

Пропонований спосіб забезпечення високої міцності чавунних сплавів:

- Введення модифікаторів другого роду (інокуляторів), що дозволяють з високим ступенем надійності і передбачуваності направлено впливати на процеси кристалізації та досягати потрібних властивостей металу.

Модифікатори для отримання оптимальної форми включень графіту

Куляста форма графіту в чавуні може бути отримана при модифікуванні його невеликими присадками Mg, Ca, Y, Ce та іншими РЗМ.



Форма часток графіту вихідного чавуну без обробки модифікаторами

(а) після обробки
розплаву
модифікатором –
плавленою лігатурою

(б) після обробки
брикетованим
модифікатором

(в) x100 не травлено

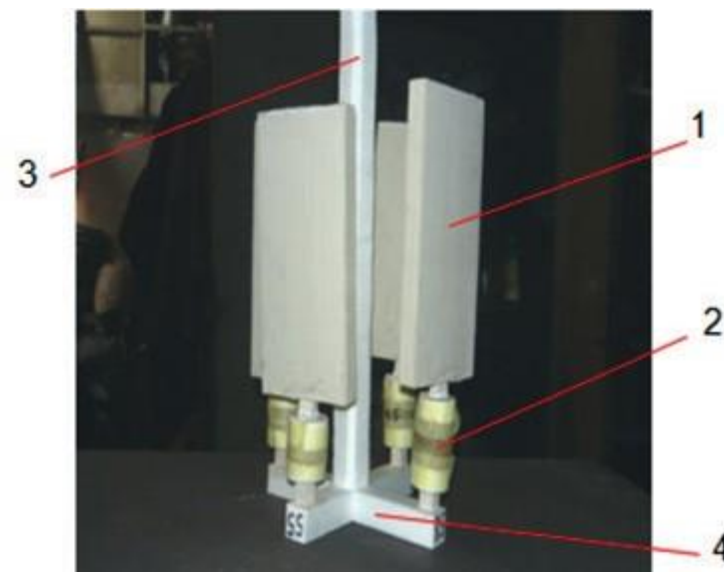
Найбільш ефективний сфероїдизуючий елемент – магній, тому що тільки він забезпечує найбільш правильну форму кулястих включень графіту в чавуні різного складу, повна сфероїдизація графіту в чавуні відбувається вже при 0,03% Mg.

*для інших сфероїдизуючих елементів їх вміст в чавуні повинен бути в ~ 2 рази більше.

Методи модифікування розплавів чавунів брикетованими модифікаторами



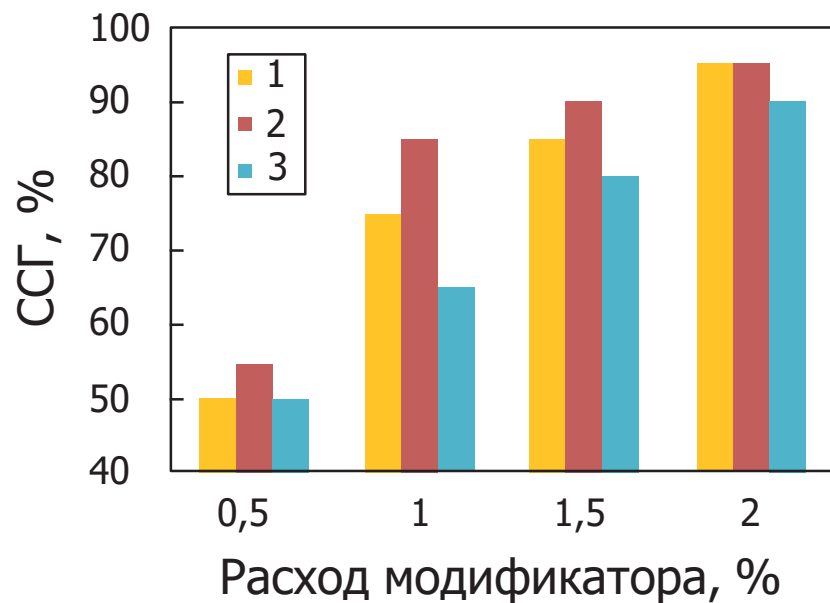
Схеми ковшового модифікування брикетованими модифікаторами



Модельний блок з пінополістиролу для внутрішньо формового модифікування:

- 1– ливарна модель;
- 2– брикет модифікатора;
- 3 – стояк; 4 - литник

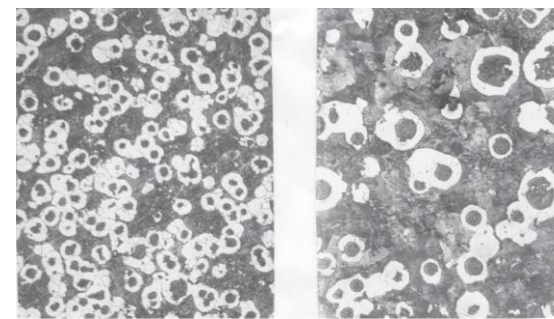
Вплив виду модифікатора на структуру та властивості чавунів



Вплив виду модифікатора
(1, 2 - брикетовані порошкові,
3 - литий кусковий)
і пористості брикетів (1 - 15 %; 2 - 25 %)
на ступінь сфероїдизації графіту (ССГ)

Параметр	Диаметр отливки, мм			
	60		150	
	Брикет	Литая лигатура	Брикет	Литая лигатура
ССГ, %	95	92	90	80
Перлит %	60	40	25	20
Феррит, %	40	40	75	80
$\sigma_{\text{в}}$, МПа	548	532	498	435
δ , %	6,5	6,1	5,3	4,8

Характеристики структуры и свойства чугуна
в зависимости от вида использованного
модификатора



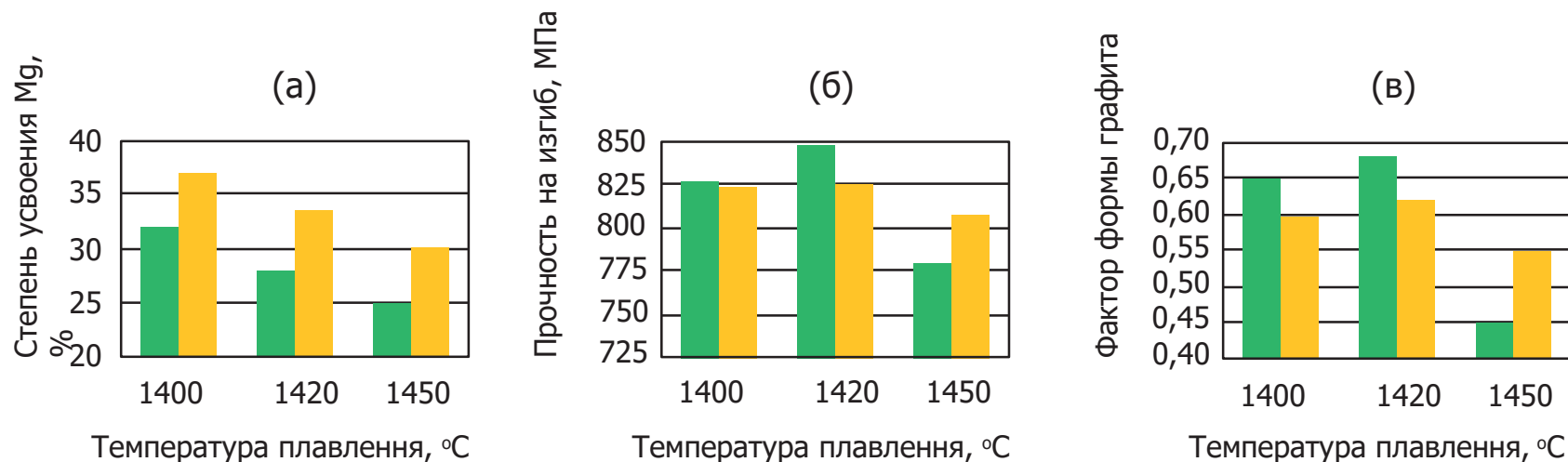
(а)

(б)

Мікроструктура високоміцного
чавуна, (x200)
(а) обробленого брикетованим
модифікатором
(б) павленою лігатурою

Прокатні валки виготовлені з чавуна з кулястим графітом, у ряді випадків мають у **1,5-3,0 рази більш високу стійкість** у порівнянні з чавунними валками з пластинчастим графітом чи зі сталевими валками.

Модифікування розплавів при виготовленні валкових чавунів



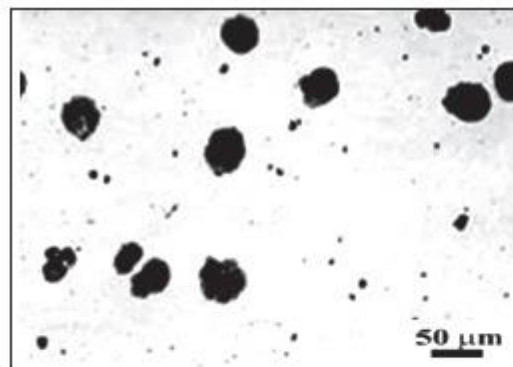
Залежність ступеня засвоєння магнію **(а)**, міцності чавунів **(б)** і фактора форми графіту **(в)** від складу порошкових модифікаторів і температури розплаву при модифікуванні

Переваги модифікування розплавів валкових чавунів Fe-Ci-Mg брикетами:

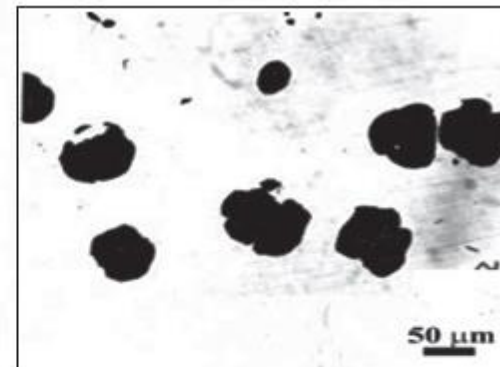
- Підвищення характеристик міцності чавуну до $825 \div 848$ МПа, при міцності чавуну серійної виплавки не більше 755 МПа.

- Збільшення стійкості валків на $15 \div 20$ %, при порівнянні валків ЛШД-41, відлитих із застосуванням Fe-Ci-Mg порошкових модифікуючих брикетів та валків з високоміцного чавуну серійного виробництва (ЛШ-41).

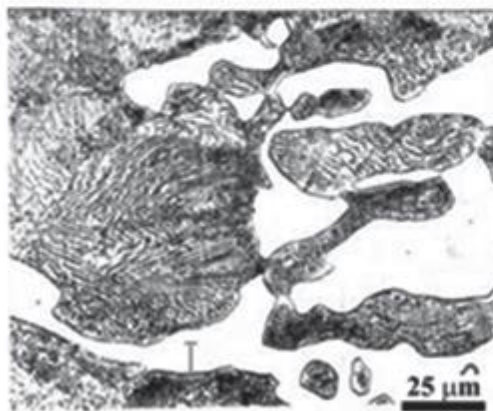
Модифікування розплавів при виготовленні валкових чавунів



(а)



(б)

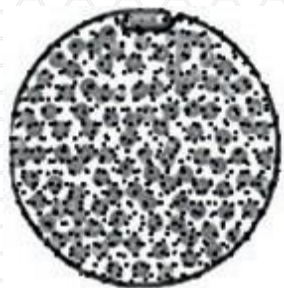


(в)



(г)

Форма частиц графита **(а, б)** и микроструктура чугуна валков **(в, г)**, отлитых с использованием Fe-Cu-Mg брикетов **(а, в)** и валков серийной выплавки **(б, г)**



(a)

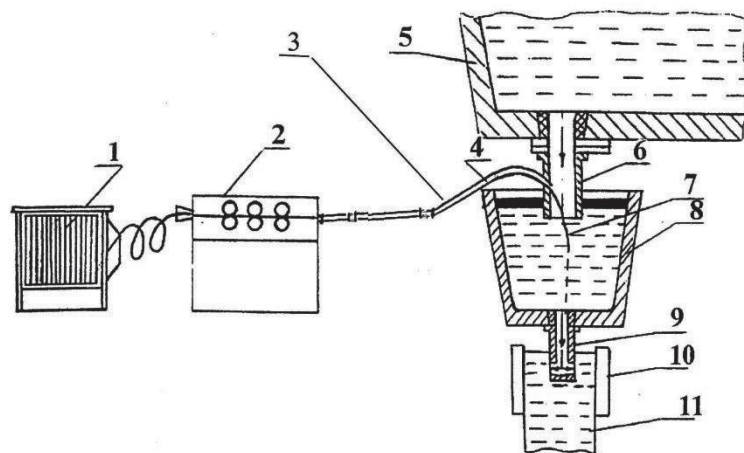


(б)

Перетин (схема)
порошкового дроту (а)
та загальний вигляд бухт (б)

Обладнання для модифікування розплавів сталей за допомогою порошкового дроту

Схема введення дисперсних порошків у промковші МБЛЗ за допомогою порошкового дроту



- 1 - розмотувач з бухтою порошкового дроту,
- 2 - трайбапарат,
- 3 - телескопічний направляючий пристрій,
- 4 - хобот направляючого пристрою,
- 5- сталерозливний ківш,
- 6- вогнетривка захисна труба,
- 7- порошковий дріт,
- 8- проміжний ківш,
- 9- сталерозливний стакан,
- 10 - кристалізатор,
- 11 - сляб

Оптимальні параметри модифікування сталей модифікаторами різних типів

Тип модифікатора	Призначення	Розмір часток, мкм	Витрата, кг/т	Температура розплаву, °C
TiN	Інокулятор для низковуглецевої сталі	1,0...3,0	0,12±0,01	1533 ±3
TiC	Інокулятор для доєвтектичних чавунів	1,0...4,0	0,20±0,01	1300 ±5
ZrN	Інокулятор для доєвтектичних чавунів	1,0...3,0	0,27±0,01	1300 ±5
	Інокулятор для низкоуглецевої сталі	2,0...8,0	1,00±0,02	1535 ±4
NbC	Інокулятор для низковуглецевої сталі	3,0...8,0	0,70±0,02	1530±4
	Інокулятор для средневуглецевої сталі	1,0...3,0	0,15±0,01	1515±3
	Інокулятор для доєвтектичних чавунів	1,0...5,0	0,62±0,01	1300 ±5
NbN	Інокулятор для низковуглецевої сталі	1,0...3,0	0,38±0,01	1535±3
SiC	Модифікатор для чавуну (графітизатор, подрібнення графітних включень)	2,0...4,0	0,30±0,05	1180±10
SiC+ TiC	Комплексний модифікатор для евтектичного сірого чавуну	2,0...4,0 (SiC) + 1,0...3,0 (TiC)	0,3±0,05 (SiC) + 0,20 ± 0,01(TiC)	~1200
SiC+ ZrN	Комплексний модифікатор для евтектичного сірого чавуну	2,0...4,0 (SiC) + 1,0...3,0 (ZrN)	0,3±0,05 (SiC) + 0,27 ± 0,01(ZrN)	~1200

Вплив модифікування розплавів сталей на їх структуру та властивості

Влияние модифицирования на механические свойства плит из стали 15ГБ

Способ обработки	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	Ψ , %	КСУ, МДж/м ²		КСV, МДж/м ²
					+ 20 °C	- 60 °C	-15 °C
Обычное производство	612,4	504,8	22,5	52,6	1,48	0,86	1,16
Ввод феррониобия	632,8	530,4	24,4	55,2	1,56	0,94	1,22
Ввод дисперсного NbN (2...6) мкм, 0,5 кг/т	776,8	652,4	29,6	66,4	2,44	1,22	1,65

* – усредненные данные по 4-м плитам (24 образцам) для каждого из способов

Влияние модифицирования дисперсным порошком TiN на механические свойства стали 20 в литом и деформированном состоянии

Способ обработки	Состояние металла	Механические свойства*					
		σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	Ψ , %	КСV ₊₂₀ , МДж/м ²	КСV ₋₄₀ , МДж/м ²
Обычная выплавка	литой	395-440 435	210-260 240	19-25 22	32-37 35	0,19-0,24 0,22	0,04-0,08 0,07
	деформ.	445-485 475	280-315 300	24-28 26	42-46 43	0,52-0,57 0,54	0,06-0,11 0,10
Ввод TiN (1-3) мкм, 0,12 кг/т	литой	545-580 570	340-365 350	23-28 27	42-46 44	0,28-0,34 0,30	0,07-0,12 0,09
	деформ.	590-640 620	370-410 390	27-34 32	52-57 54	0,71-0,80 0,76	0,10-0,16 0,13

* – усредненные результаты по 12 образцам из 4-х опытных и 4-х сравнительных слитков; числитель – минимальные и максимальные значения, знаменатель – средние



Пропозиція

Впровадження
технології
модифікування
розплавів чавунів
порошковими
брикетованими
модифікаторами

Організація
серійного
виробництва
брикетованих
модифікаторів

Впровадження
технології
модифікування
розплавів сталі
порошковим дротом

Наявні ресурси:

- ✓ Технологічна і технічна документація на виготовлення порошкових брикетованих модифікаторів
- ✓ Технологічна інструкція на технологію модифікування сталі з використанням порошкових дротів
- ✓ Наявна вітчизняна сировина для організації виробництва брикетованих модифікаторів
- ✓ Багаторічний науково-практичний досвід
- ✓ Науково-технічна команда