

**КОМПЛЕКСНІ
РОЗКИСЛЮВАЧІ-МОДИФІКАТОРИ
БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІЇ ДЛЯ
ОБРОБКИ СТАЛЕЙ І ЧАВУНУ З
ПІДВИЩЕННЯМ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ**

- В умовах енергетичного та сировинного дефіциту проблематично отримувати металопродукцію конкурентноспроможну на світовому ринку. Сучасні сталі і сплави є багатокомпонентними системами, для яких характерна суттєва нерівномірність розподілу концентрацій легуючих елементів і шкідливих домішок. Це призводить до нестабільності механічних властивостей і не прогнозованого зниження експлуатаційних характеристик. Проблема стабілізації складу і властивостей сталей і сплавів залишається актуальною, незважаючи на удосконалення технологій їх виробництва. Підвищення рівня і стабільності механічних та функціональних властивостей сталей і сплавів можливо вирішувати не стільки легуванням, скільки за рахунок поліпшення технологій виплавки, позапічної обробки, вакуумування тощо. Традиційні матеріали для обробки розплавів мають істотні недоліки, складність технології введення у розплав та потребують значних витрат.
- Мета проекту – створення за принципово новою концепцією розкислювачів і модифікаторів, їх широка промислова апробація і впровадження, організація безрозплавного малоенергоємного безвідходного виробництва.



**Загальний вигляд нових
розкислювачів-модифікаторів
ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»**



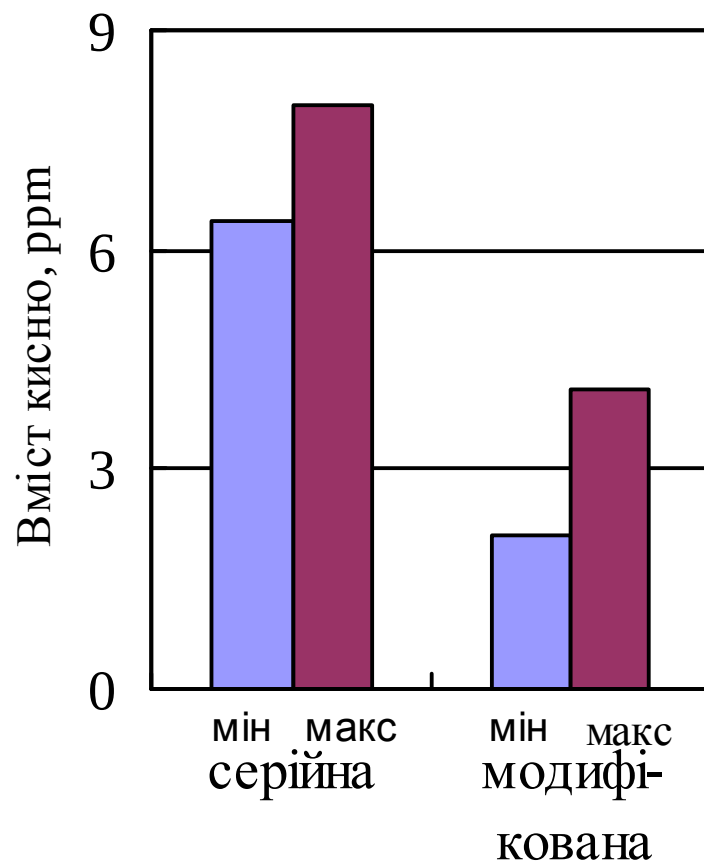
**Кінцева продукція підвищеної
якості отримана з використанням
нових комплексних розкислювачів-
модифікаторів
ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»**

Створена безрозплавна, безвідходна, екологічна, малоенергоємна гнучка технологія виготовлення комплексних розкислювачів-модифікаторів, які не мають аналогів за наступними особливостями їх структури і властивостей:

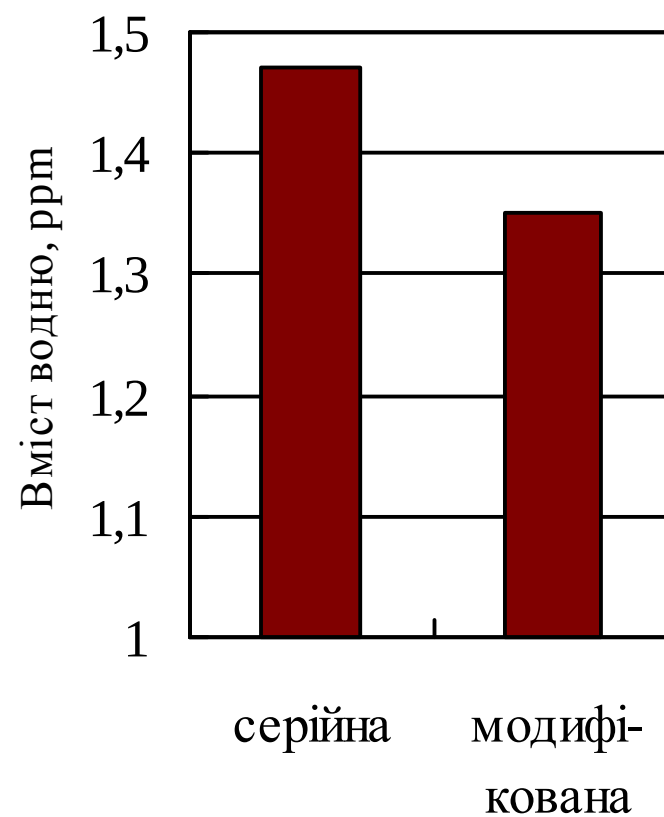
- містять у собі до 9 компонентів, які виконують розкислюючу, модифікуючу функції, зменшують кількість шкідливих домішок, газів та неметалевих включень;
 - при введенні в розплави сталей і сплавів чинять екзотермічний ефект, завдяки чому краще засвоюються;
 - виготовляють їх з визначеними вагою та розмірами, що прискорює їх розчинення в розплаві й однорідне розміщення в об'ємі металу на відміну від щільних кусків різного розміру класичних феросплавів.
- Поєднання функцій розкислення, рафінування, модифікування в одному матеріалі, більш повне засвоєння розплавом, безрозплавна, безвідходна технологія виготовлення, можливість варіювання складу в залежності від потреб споживача, підвищення якості металевої продукції без додаткових металургійних заходів.



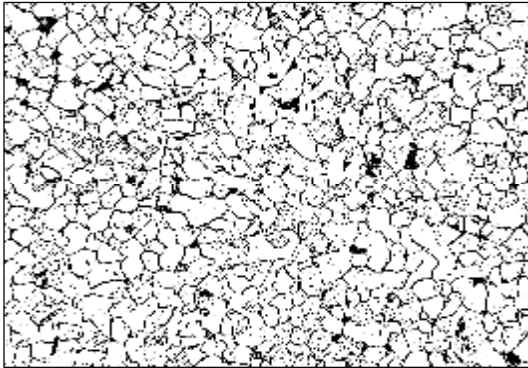
**Загальний вигляд нових
розкислювачів-
модифікаторів для ВАТ
«ІНТЕРПАЙП НТЗ»**



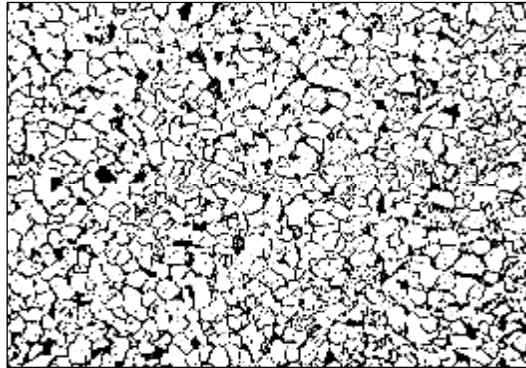
Зменшення вмісту кисню в сталі 09Г2С під впливом комплексного модифікатора



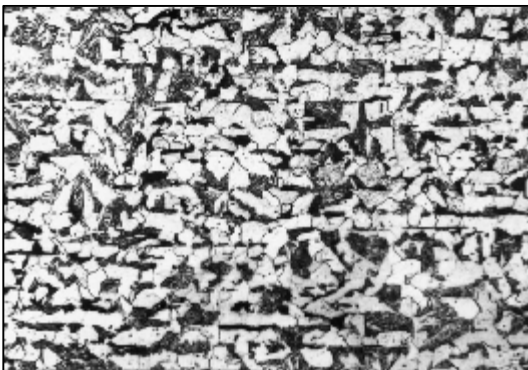
Зменшення вмісту водню в сталі КП-Т під впливом комплексного модифікатора



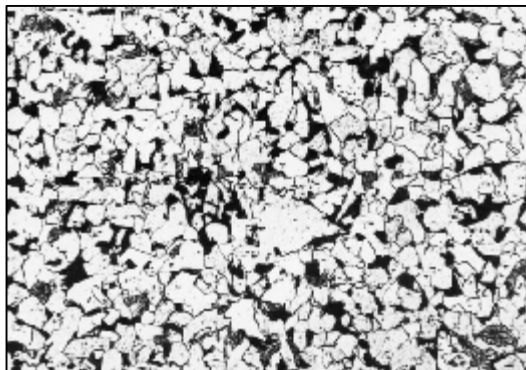
а



б



в



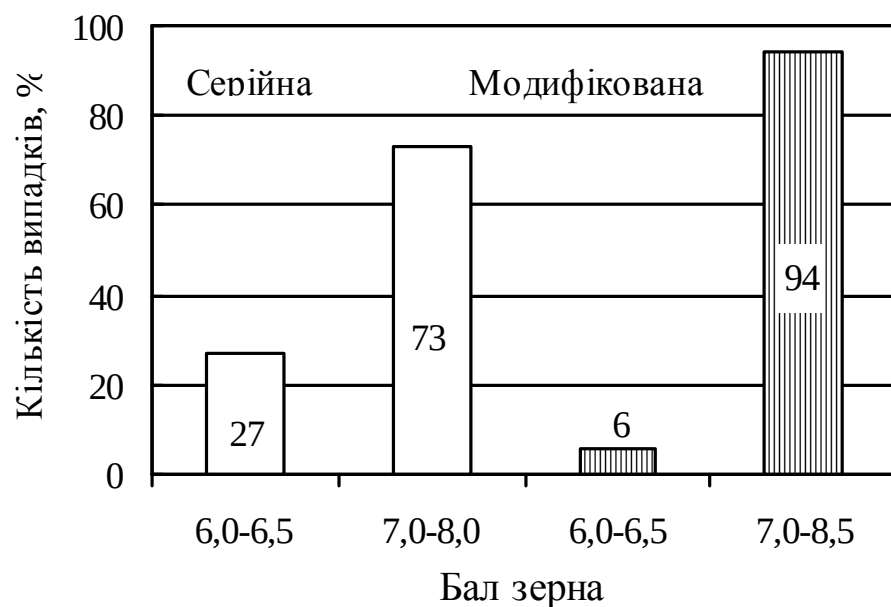
г

- У результаті модифікування вдалося:
 - підвищити однорідність структури сталей Ст1кп і 09Г2С;
 - викликати подрібнення зерна;
 - усунути смужчатість у сталі 09Г2С,
 - збільшити кількість перліту в сталі Ст1кп, що сприяло підвищенню її міцності.

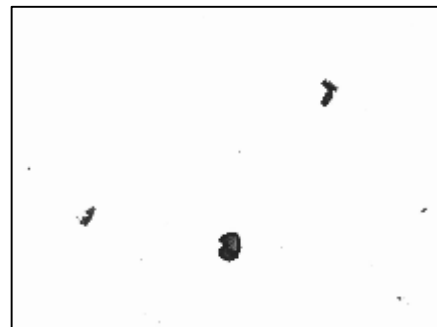
а) – Ст1кп серійна, б) – Ст1кп модифікована,
в) – 09Г2С серійна, г) – 09Г2С модифікована

Мікроструктура серійної та модифікованої сталі марок Ст1кп и 09Г2С, х150

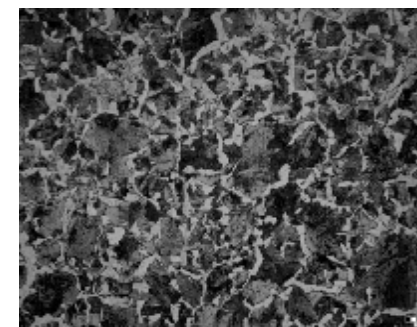
- Металографічними дослідженнями показано, що під впливом нових розкислювачів-модифікаторів в колісних сталях відбулося подрібнення зеренної структури, підвищення її однорідності, зменшення кількості неметалевих включень, зміна їх форми з гострокутної подовженої на глобулярну.



Розподіл розмірів зерен у серійних та модифікованих плавках сталі R7



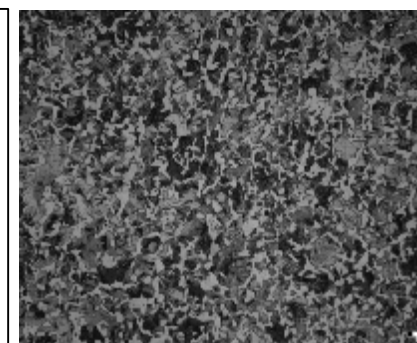
Неметалеві
включення серійної
колісної сталі, x500



Різнотерниста перліто-
феритна структура
колісної серійної сталі,
x500



Глобулярні неметалеві
включення в колісній
сталі обробленої
новими
розкислювачами-
модифікаторами, x500



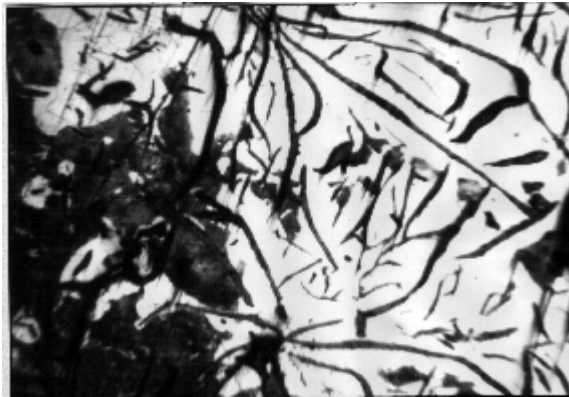
Структура колісної
сталі, обробленої
новими
розкислювачами-
модифікаторами
x500

Доведено, що позапічна обробка сталі різних марок різних способів виробництва комплексними багатофункціональними розкислювачами-модифікаторами підвищує стабільність та рівень механічних властивостей. Так, у сталі R7 середні значення границі міцності в серійних плавках склали 881 МПа, а в модифікованих – 899 МПа, відповідні значення роботи удару були 23,8 Дж та 26,9 Дж. У сталі КП-Т середнє значення ударної в'язкості диска підвищилось з 23 до 27 МДж/м², а обода – з 20 до 25 МДж/м². У цій сталі зросло значення структурно-чутливої характеристики – відносного звуження з 22 % до 26 % .

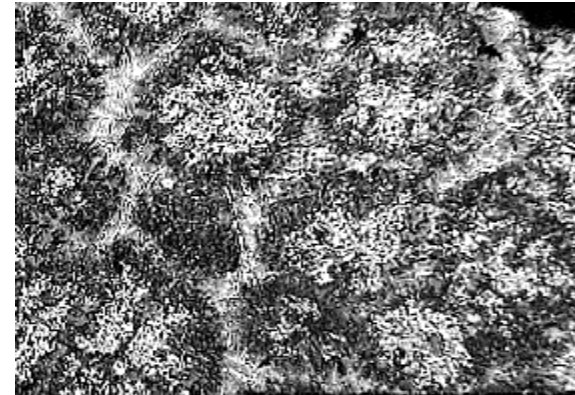
Марки сталі	Плавки	Розкид механічних властивостей					
		σ_B МПа	δ %	ψ %	HB ₃₀ МПа	КСУ МДж /м²	
						диск	обід
Ст1кп	серійні	35	25	8	4	-	-
	модифіковані	25	20	6	2	-	-
09Г2С	серійні	103	8,3	-	-	-	-
	модифіковані	70	5	-	-	-	-
КП-Т	серійні	120	6,7	20	450	17	17
	модифіковані	60	2,8	7	220	13	15

Сталь R7	Розкид механічних властивостей обода коліс			
	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	КУ, Дж
У межах однієї плавки				
Серійна	60	51	6	5,9
Модифікована	56	46	3	1,2
Між плавками				
Серійна	96	129	8,6	11,4
Модифікована	25	41	1,4	5,8

- При використанні комплексного модифікатора для сірого чавуну виливниць досягнуто:
 - підвищення границі міцності модифікованого чавуну на 80 МПа у порівнянні з серійним;
 - для модифікованого чавуну значення границі плинності складала 124 МПа і ударної в'язкості 2 МДж/м², ці характеристики не вдалося визначити для серійного чавуну із-за наявності газових пор;
- Мікроструктура модифікованого чавуну представлена перліто-феритною матрицею з переважним вмістом перліту, кількість якого складала не менш 80 %. Включення графіту були дисперснішими, ніж у серійному чавуні, мали пластинчасту форму довжиною від 45 до 60 мкм з розетковим розподілом. Поряд з пластинчастими виявлені потовщені включення округлої форми.
- Обробка сірого чавуну виливниць комплексними розкислювачами-модифікаторами дозволила збільшити стійкість виливниць на 20%.



Ферито-перлітна
структура серійного чавуну,
х 100



Ферито-перлітна
структура модифікованого
чавуну, х 100

Результати роботи апробовані на ВАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ВАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ» при виплавці 4000 т 5-ти марок сталі конвертерного і мартенівського способів виробництва з підвищенням якості.

Створені комплексні розкислювачі-модифікатори не мають аналогів серед матеріалів, які традиційно застосовуються в металургії, новизна їх підтверджена 6 патентами.

Результати впроваджено в навчальний процес при викладанні курсів «Матеріалознавство», «Структура та механічні властивості сплавів», «Термічна обробка», «Технологія виробництва та обробки матеріалів» (акт впровадження результатів науково-дослідної роботи в навчальний процес, протокол № 6 від 26.11.2013 р. засідання Ради фізико-технічного факультету).

На основі результатів, отриманих при виконанні теми, захищено докторську та кандидатську дисертації.

Опубліковано 25 статей у журналах, що включені до переліку наукових фахових видань України, 2 монографії, випущені за рішенням Вченої ради ВНЗ (наукової установи).