ООО «Металлург»
Смоленского отделения Ассоциации литейщиков

Дисперсные материалы для раскисления, рафинирования и модифицирования черных и цветных сплавов

Генеральный директор,
Кандидат технических наук **Чайкин Андрей Владимирович**

О нас

ООО “Металлург” Смоленского отделения ассоциации литейщиков основано в 1998 году.

Мы выполняем:

1. **Анализ существующих технологических процессов плавки, рафинирования и модифицирования сплавов заказчика с привлечением методов статистического и регрессионного анализа.**
2. **Разработку рекомендаций по повышению качественных показателей сплавов,**
3. **Разработку оптимальных составов раскислительных и рафинирующих добавок с рациональной фасовкой.**
4. **Проведение опытно-промышленных испытаний и внедрение разработанных материалов. Представление отчетов и расчетов экономического эффекта.**
5. **Авторский надзор за технологическим процессом.**

Материалы производятся по техническим условиям, разработанными нашей компанией:

ТУ 0826–003–476473004–2001 «Модификаторы комплексные»

ТУ 171700–003–520446233–2006 «Модификатор КСК»

ТУ 1718–007–52044633-2016 «Раскислительные и рафинирующие смеси комплексные для литейного и металлургического производства»

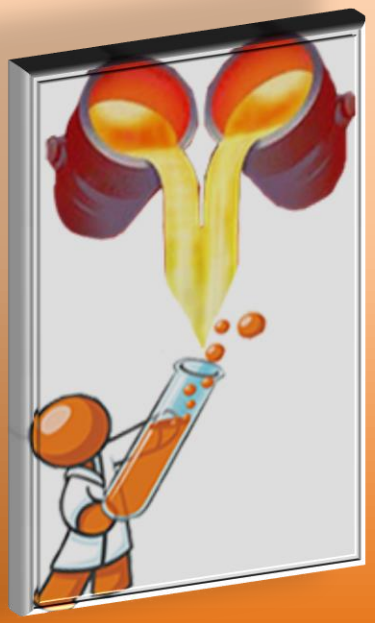
МК МЕТАЛЛУРГ

Дуговые печи с основной футеровкой

- Раскислитель диффузионный алюмосодержащий (РДА)
- Флюс «Разжижитель шлака» (РШ)

Дуговые печи с кислой футеровкой

- Раскислители диффузионные РД21ПК и РД19ПК



Индукционные печи

- Рафинирующая смесь КСК-кальций стронциевый карбонат
- Флюс «Антинарост»

Ковш

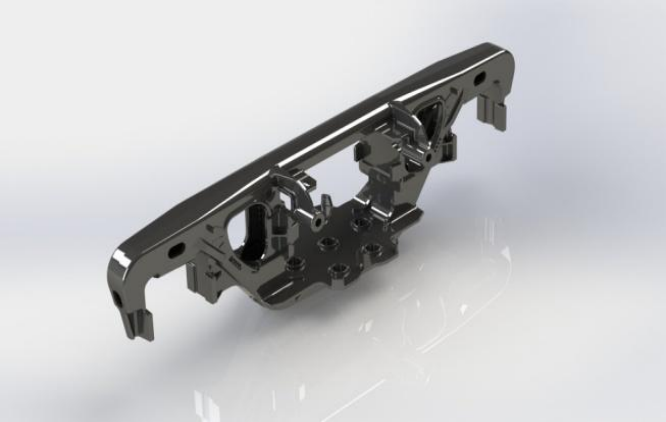
- Флюс «Антинарост»
- Рафинирующая смесь универсальная РСУ для внепечной обработки
- Комплексные модификаторы МК

Форма

- Модификаторы МКкск19, МКмг19

Химический состав стали 20ГЛ

Марка стали	Массовая доля элементов, %								
	C	Si	Mn	Al	S	P	Cr	Ni	Cu
					Не более				
20ГЛ	0,17-0,25	0,30-0,50	0,9-1,4	0,02-0,06	0,02	0,02	0,3	0,3	0,6



Боковая рама

Надрессорная балка

Механические свойства стали 20ГЛ

Категория свойств	Предел текучести, σ_T, МПа	Временное сопротивление, σ_B, МПа	Относительное удлинение, δ, %	Относительное сужение, ψ, %	Ударная вязкость, KCV^{-60}, кДж/м^2
Показатели*	343	510	18,0	30,0	200
*- с 01.01 2016 года					

Диффузионное раскисление стали

шлак до раскисления РДА

шлак после раскисления РДА

Первоочередная задача заключается в связывании серы и восстановлении оксидов железа в шлаке. Если уменьшить концентрации оксидов в шлаке, начнется диффузионный переход кислорода и серы из металла в шлак, то есть раскисление и рафинирование металла. РДА представляет собой смесь порошков углерод-, кремний- и алюмосодержащих материалов. Основное отличие порошков заключается в том, что они получены физико-химическим путем, и обладают высокой дисперсностью, что придает смеси новые свойства. Кроме того, в состав смеси введено оптимальное количество поверхностно активных веществ, состоящих из кальций-стронциевого карбоната, соединений калия и натрия, которые придают ей жидкоподвижность и еще больше активизируют.

При подаче РДА на шлак дисперсный углеродсодержащий материал дополнительно вспенивает шлак за счет протекания реакции восстановления оксидов из шлака по реакциям:

$$2(FeO) + (C) = 2[Fe]\downarrow + \{CO\}\uparrow; \qquad 2(MnO) + (C) = 2[Mn]\downarrow + \{CO\}\uparrow.$$

Вспененный жидкоподвижный шлак экранирует дуги, способствует быстрому нагреванию шлака и металла. Таким образом, создаются идеальные условия для дальнейшего протекания реакций десульфурации и восстановления оксидов железа и марганца из шлака присутствующими в РДА алюминием и кремнием:

$$(FeS) + (CaO) = (CaS) + (FeO); \qquad 3(FeO) + 2(Al) = 3[Fe]\downarrow + (Al_2O_3);$$

$$3(MnO) + 2(Al) = 3[Mn]\downarrow + (Al_2O_3).$$

Таким образом, сокращается время восстановительного периода, экономится электроэнергия. Образующийся Al_2O_3 продолжает разжижать шлаки и повышать их основность. В результате раскисления оксиды железа и марганца восстанавливаются в шлаке и согласно закону распределения переходят в металл, а из металла в шлак уходят FeO и MnO, где восстанавливаются РДА. Сульфиды также переходят в шлак согласно закону распределения и сталь оказывается с более низкими содержаниями оксидов и серы.

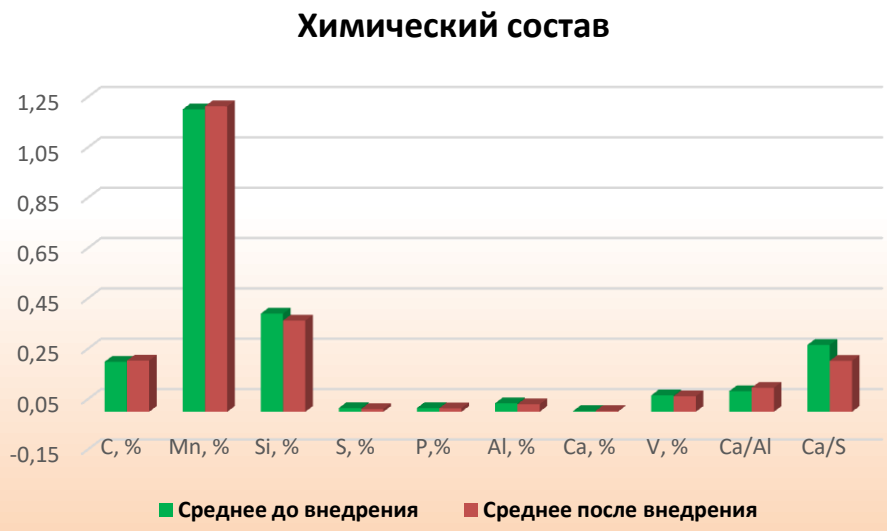
Результаты статистической обработки до внедрения РДА

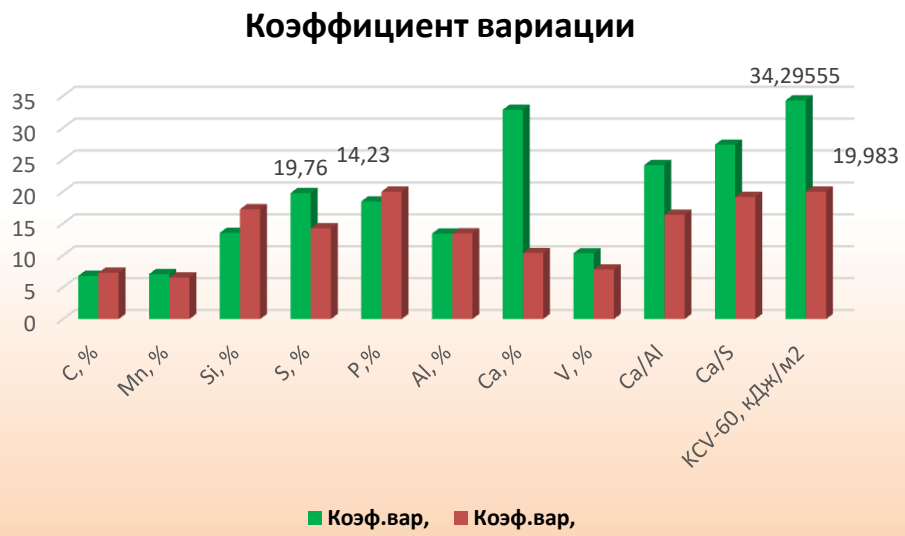
	Кол. набл.	Среднее	Минимум	Максим.	Дисперсия	Ср. кв. откл.	Коэф.вар, V, %
C, %	174	0,1984	0,1657	0,2300	0,00	0,0135	6,78606
Mn, %	174	1,2014	0,9900	1,4940	0,01	0,0848	7,05692
Si, %	174	0,3896	0,2430	0,5200	0,00	0,0527	13,52720
S, %	174	0,0143	0,0070	0,0230	0,000	0,00220	15,44333
P,%	174	0,0149	0,0080	0,0240	0,00	0,0027	18,45187
Al, %	174	0,0336	0,0220	0,0470	0,00	0,0045	13,40683
Ca, %	174	0,0029	0,0009	0,0066	0,00	0,0009	32,82147
V, %	174	0,0651	0,0470	0,0810	0,00	0,0067	10,32539
Ca/Al	74	0,0820	0,0380	0,1200	0,00	0,0198	24,15151
Ca/S	74	0,2654	0,0900	0,4700	0,01	0,0726	27,34273
KCV^{-60}, кДж/м^2	174	301,3494	206,000	438,000	10280,86	101,3946	34,29555

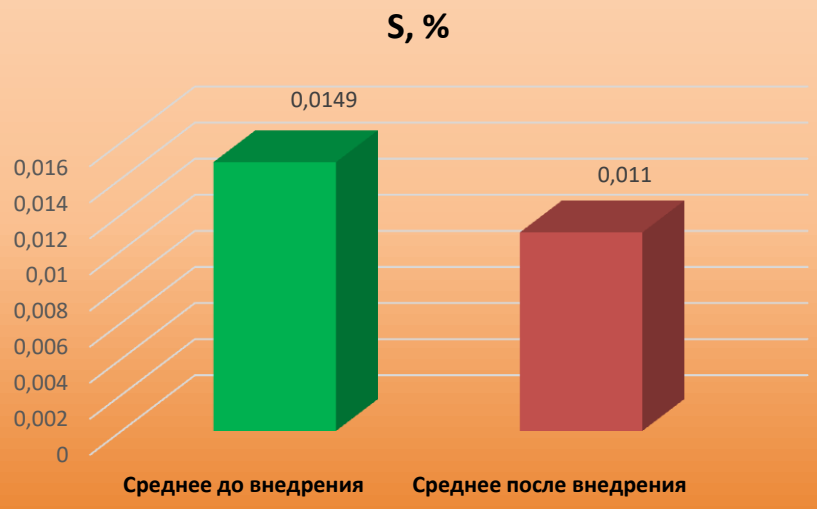
Результаты статистической обработки после внедрения РДА

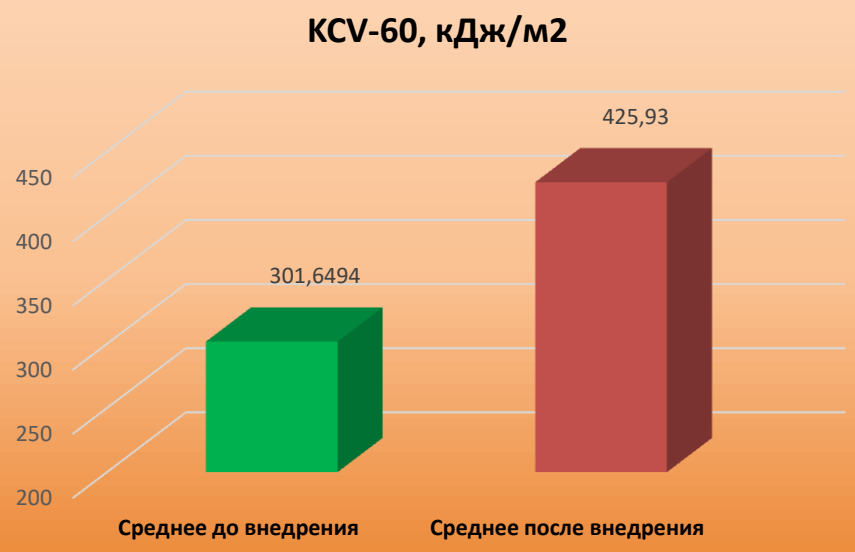
	Кол. набл.	Среднее	Минимум	Максим.	Дисперсия	Ср.кв..откл.	Коэф.вар, V,%.
C,%	173	0,2030	0,1500	0,2500	0,000	0,01475	7,26738
Mn, %	173	1,2132	0,9700	1,4600	0,006	0,07918	6,52647
Si, %	173	0,3620	0,2100	0,5600	0,004	0,06233	17,21868
V, %	173	0,06156	0,046000	0,07600	0,000023	0,004783	7,769325
S, %	173	0,0110	0,0076	0,0170	0,00	0,0018	16,71590
P, %:	173	0,01409	0,008000	0,02400	0,000008	0,002816	19,98584
Al, %	173	0,0299	0,0160	0,0560	0,000	0,00401	13,43271
Ca, %	173	0,0028	0,0022	0,0038	0,000	0,00029	10,35941
Ca/Al	173	0,0955	0,0500	0,1937	0,000	0,01563	16,36795
Ca/S	173	0,2020	0,0957	0,3571	0,001	0,03870	19,16335
KCV^{-60}, кДж/м^2	173	404,930	251,0000	588,000	6487,61	80,5595	19,9830

Статистическая обработка



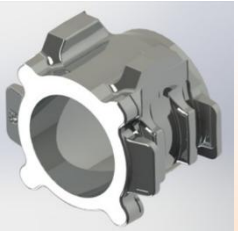






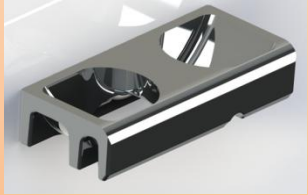
МК МЕТАЛЛУРГ

Детали железнодорожные, производимые в печах с кислой футеровкой

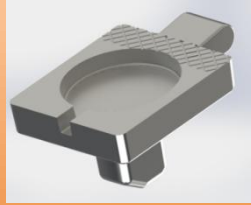


Корпус буксы 2128-07.40.00.301
Материал: Сталь 20Л ГОСТ 977-88
Габаритные размеры: 382х342х255 мм
Вес детали: 70,6 кг

Плита поддерживающая 287.35.102-00
Материал: Сталь 30 ГСЛ ГОСТ 977-88
Габаритные размеры: 290х140х146 мм
Вес детали: 7,4 кг



Ухо 2114.05.129-00
Материал: Сталь 20 Л ГОСТ 977-88
Габаритные размеры: 230х100х50 мм
Вес детали: 3,43 кг



Плита 2116.03.102-00
Материал: Сталь 20 ГЛ ГОСТ 977-88
Габаритные размеры: 285х175х144 мм
Вес детали: 11,9 кг

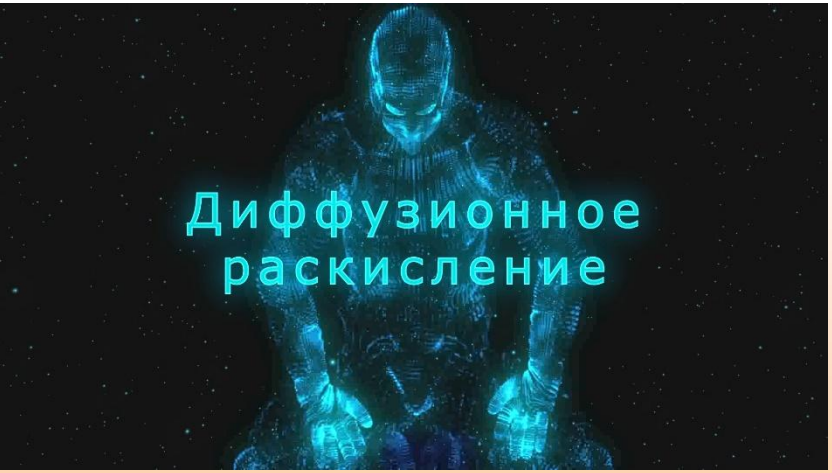
Башмак поворотный 2145.60.110.001
Материал: Сталь 20Л ГОСТ 977-88
Габаритные размеры: 490х185х85 мм
Вес детали: 14,0 кг

Цель: повысить механические свойства металла, выплавленного в печи с кислой футеровкой, за счет совершенствования технологии выплавки, расширить номенклатуру выплавляемого в печи с кислой футеровкой железнодорожного литья

Задачи:

- снижение себестоимости отливок
- уменьшение времени плавки
- экономия электроэнергии
- более полная разливка стали без остатков в ковше
- снижение трудоемкости удаления шлака с ковшей после окончания разливки
- повышение срока службы ковшей

Дисперсные раскислительные смеси РД



На шлак подается РД19П и вслед за ним РД21П. При подаче РД19П дисперсные компоненты смеси способствуют равномерному распределению материала по поверхности шлака за короткий промежуток времени. Карбонаты кальция и стронция, входящие в состав смеси, мгновенно диссоциируют на CaO, SrO и CO_2. Оксиды Ca и Sr снижают кислотность шлака. CO_2 способствует перемешиванию РД19П со шлаком. Входящие в состав РД соединения натрия, калия и оксиды алюминия способствуют разжижению шлака и делают его реакционноспособным. Кроме того, дисперсный углеродсодержащий материал дополнительно вспенивает шлак за счет протекания реакции восстановления оксидов из шлака по реакциям:

$$2(FeO) + (C) = 2[Fe]\downarrow + \{CO\}\uparrow;$$

$$2(MnO) + (C) = 2[Mn]\downarrow + \{CO\}\uparrow.$$

Вспененный жидкоподвижный шлак экранирует дуги, способствует быстрому нагреванию шлака и металла. Таким образом, создаются идеальные условия для дальнейшего протекания реакций восстановления оксидов железа и марганца из шлака присутствующим в РД21П алюминием:

$$3(FeO) + 2(Al) = 3[Fe]\downarrow + (Al_2O_3);$$

$$3(MnO) + 2(Al) = 3[Mn]\downarrow + (Al_2O_3).$$

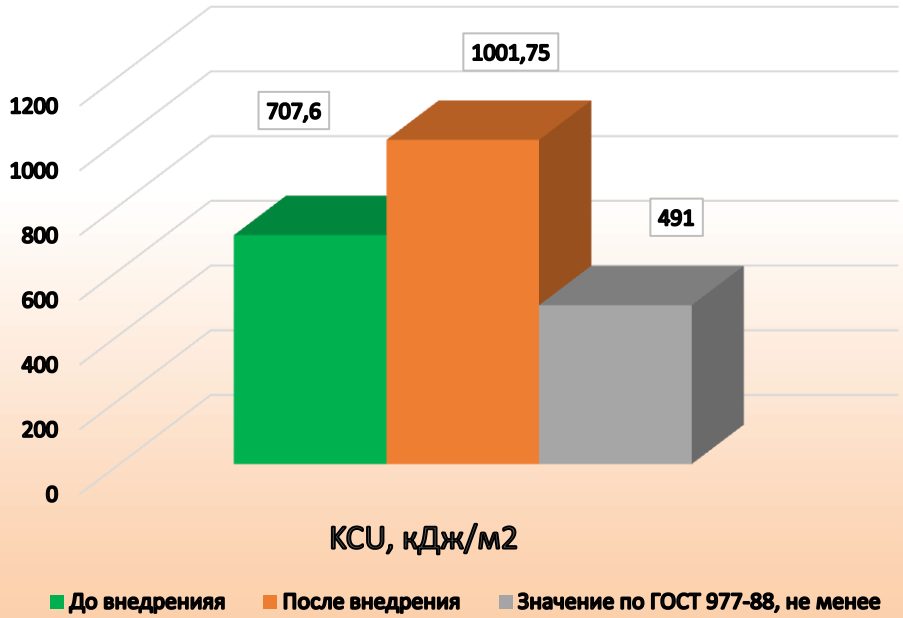
Таким образом, сокращается время восстановительного периода, экономится электроэнергия. Образующийся Al_2O_3 продолжает разжижать шлаки и повышать их основность. В результате железо, марганец и кремний восстанавливаются из оксидов в шлаке и согласно закону распределения переходят в металл, а из металла в шлак уходят FeO, MnO и SiO2, где восстанавливаются РД. В итоге за счет уменьшения в стали неметаллических включений и оксидных плен повышаются механические свойства и жидкотекучесть расплава.

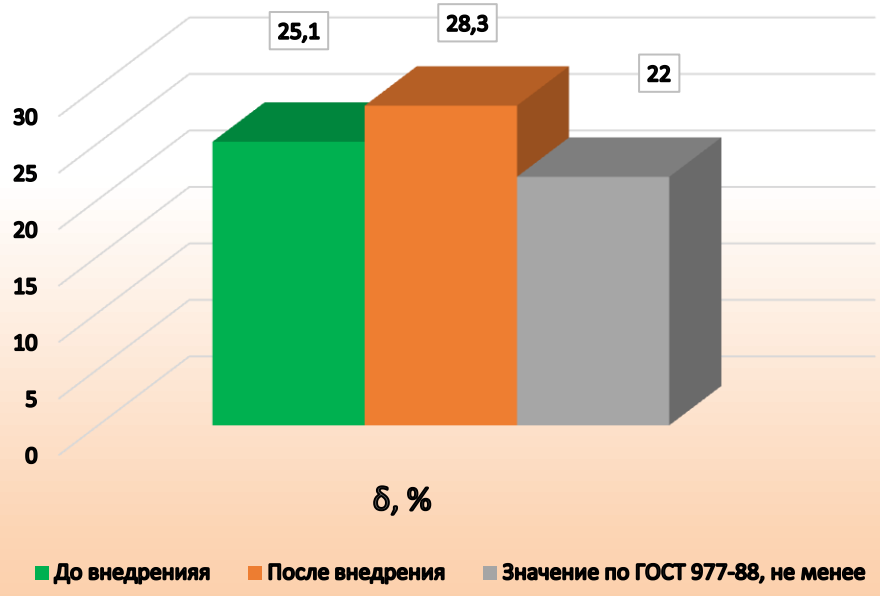
Рафинирование расплава в ковше РСУ

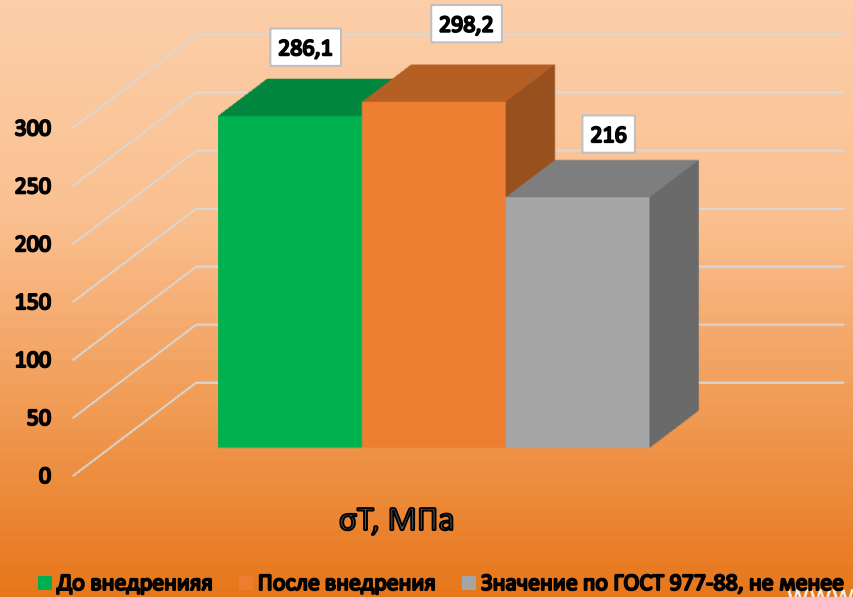
Особенности РСУ:

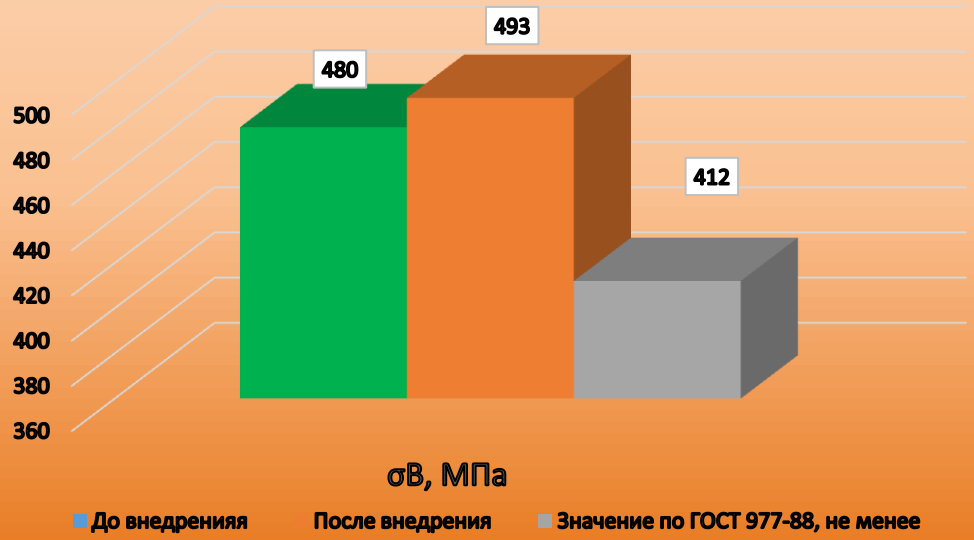
- **изготовлена на основе системы окислов CaO-$A1_2O_3$-Na_2O-CaF_2 и карбонатов $CaCO_3$ и $SrCO_3$**
- **высокая скорость формирования шлаковой фазы**
- **высокая основность**
- **низкая окисленность**
- **низкая температура плавления, вязкость и поверхностное натяжение**
- **капли РСУ аккумулируют оксиды марганца, железа, алюминия и сульфиды**
- **рафинирование и дегазация расплава**
- **повышение механических свойств стали**

Механические свойства сталей

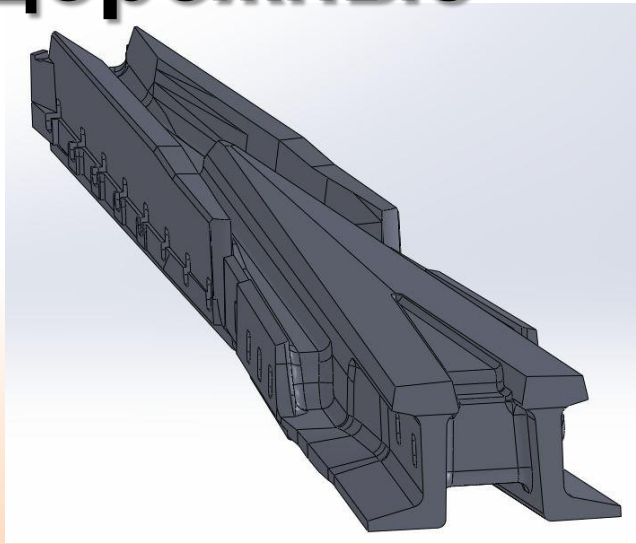






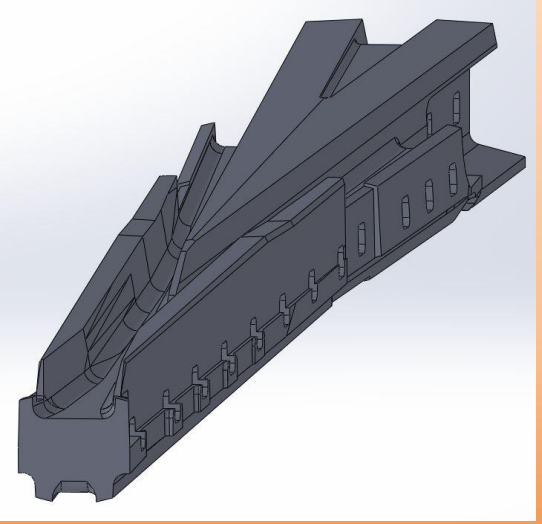


Крестовины железнодорожные



Химический состав стали 110Г13Л ГОСТ 7370

Массовая доля, % по массе				
углерода	марганца	кремния	фосфора	серы
			не более	
1,00-1,30	11,50-16,50	0,30-0,90	0,090	0,020



Механические свойства стали 110Г13Л ГОСТ 7370

Наименование показателя	Значение показателя для металла группы		
	1	2	3
Временное сопротивление, Н/мм (кгс/мм)	Более 883 (90)	Более 785 (80) до 883 (90) включ.	Более 687 (70) до 785 (80) включ.
Предел текучести, Н/мм (кгс/мм), не менее	353 (36)	353 (36)	353 (36)
Относительное удлинение, %	Более 30	Более 25 до 30 включительно	Более 16 до 25 включительно
Относительное сужение, %	Более 27	Более 22 до 27 включительно	Более 16 до 22 включительно
Ударная вязкость KCU, Дж/см(кгс·м/см)	Более 245 (25,0)	Более 196 (20) до 245 (25) включительно	Более 167 (17) до 196 (20) включительно

Три направления совершенствования выплавки стали методом переплава

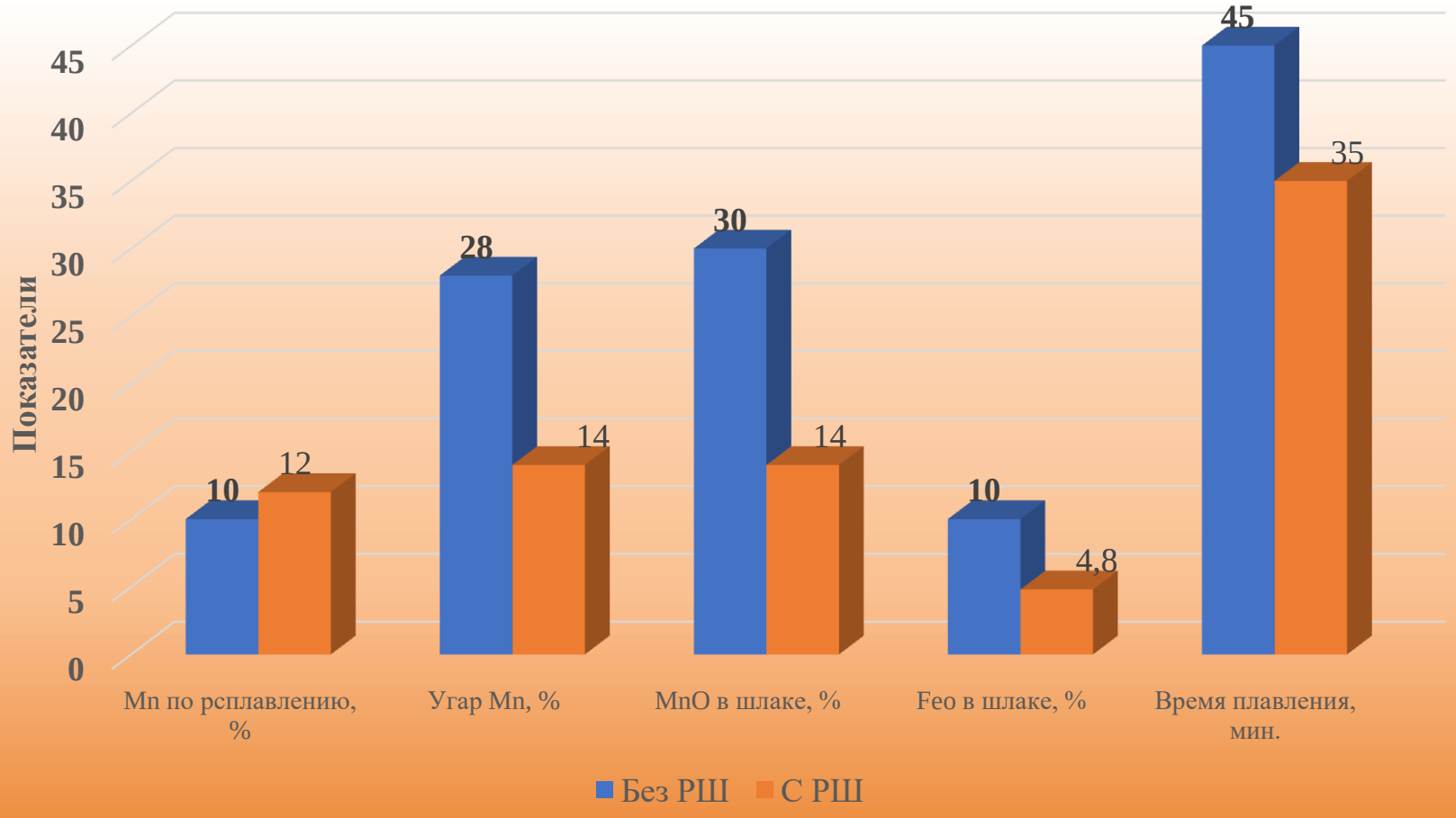
Ранее наведение шлака ← **Флюс «Разжижитель шлака» (РШ)**

Для раннего наведения шлака во время плавления шихты на подину загружали известняк в количестве 50 кг/т жидкого и по его поверхности равномерно распределяли флюс «разжижитель шлака» (РШ) в количестве 5 кг/т жидкого. Основу РШ составляет дисперсный кальций-стронциевый карбонат, который повышает основность шлаков. В его состав введены компоненты, снижающие температуру плавления, которая за счёт этого равна 1197 °С. При использовании РШ электрические дуги начинают гореть более устойчиво, монотонно и тихо, что свидетельствует о том, что в колодцах, прорезаемых электродами, появлялся шлак. Он заполняет колодцы значительно раньше, чем в рядовых плавках. Наведенный шлак экранирует дуги в колодцах. Экранирование дуг в колодцах жидкоподвижным шлаком способствует ускоренному нагреванию шлака и металла, снижению тепловых потерь и, соответственно, уменьшению времени плавления шихты и экономии электроэнергии. Время расплавления шихты уменьшилось на 10 минут. Кроме того, немаловажно, что после заполнения шлаком колодцев прекращался контакт плавящейся шихты с кислородом воздуха, что снижало угар марганца и других элементов и приводило к экономии ферромарганца.

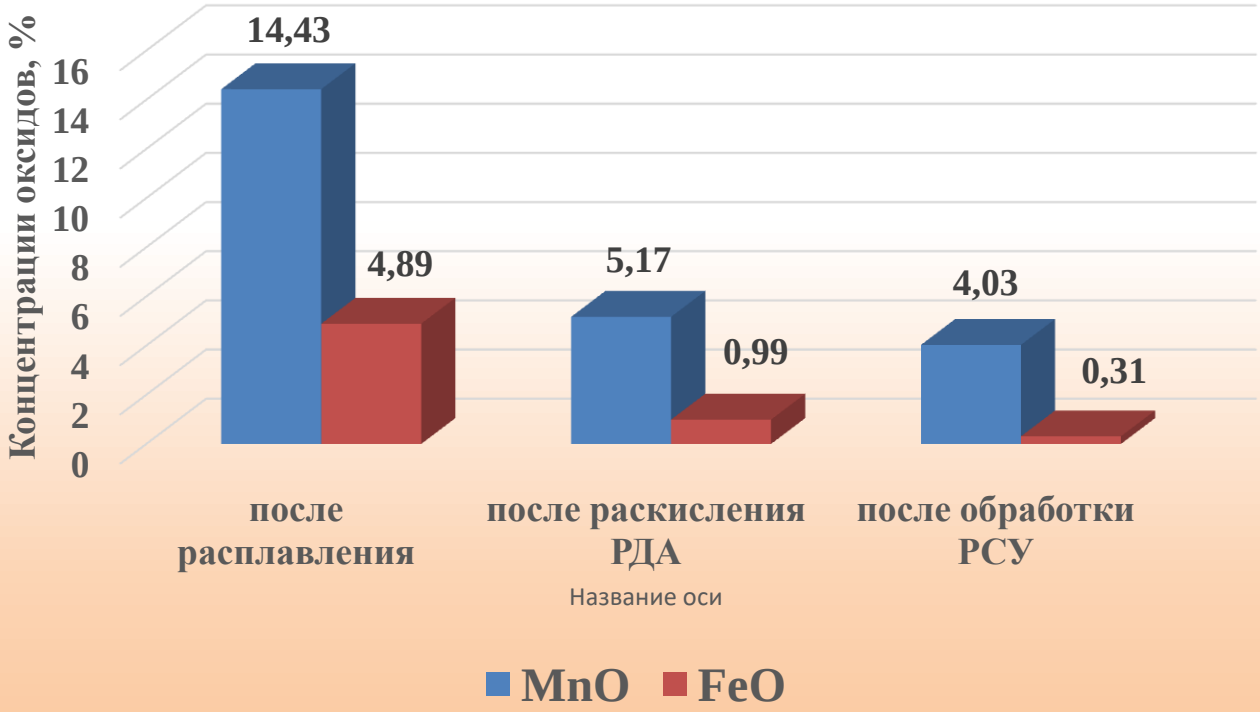
Качественное диффузионное раскисление ← **Раскислитель диффузионный алюмосодержащий (РДА)**

Внепечная обработка расплава в ковше ← **Рафинирующая смесь универсальная (РСУ)**

Влияние раннего наведения шлака на показатели процесса плавления шихты



Концентрации MnO и FeO на различных этапах плпаки

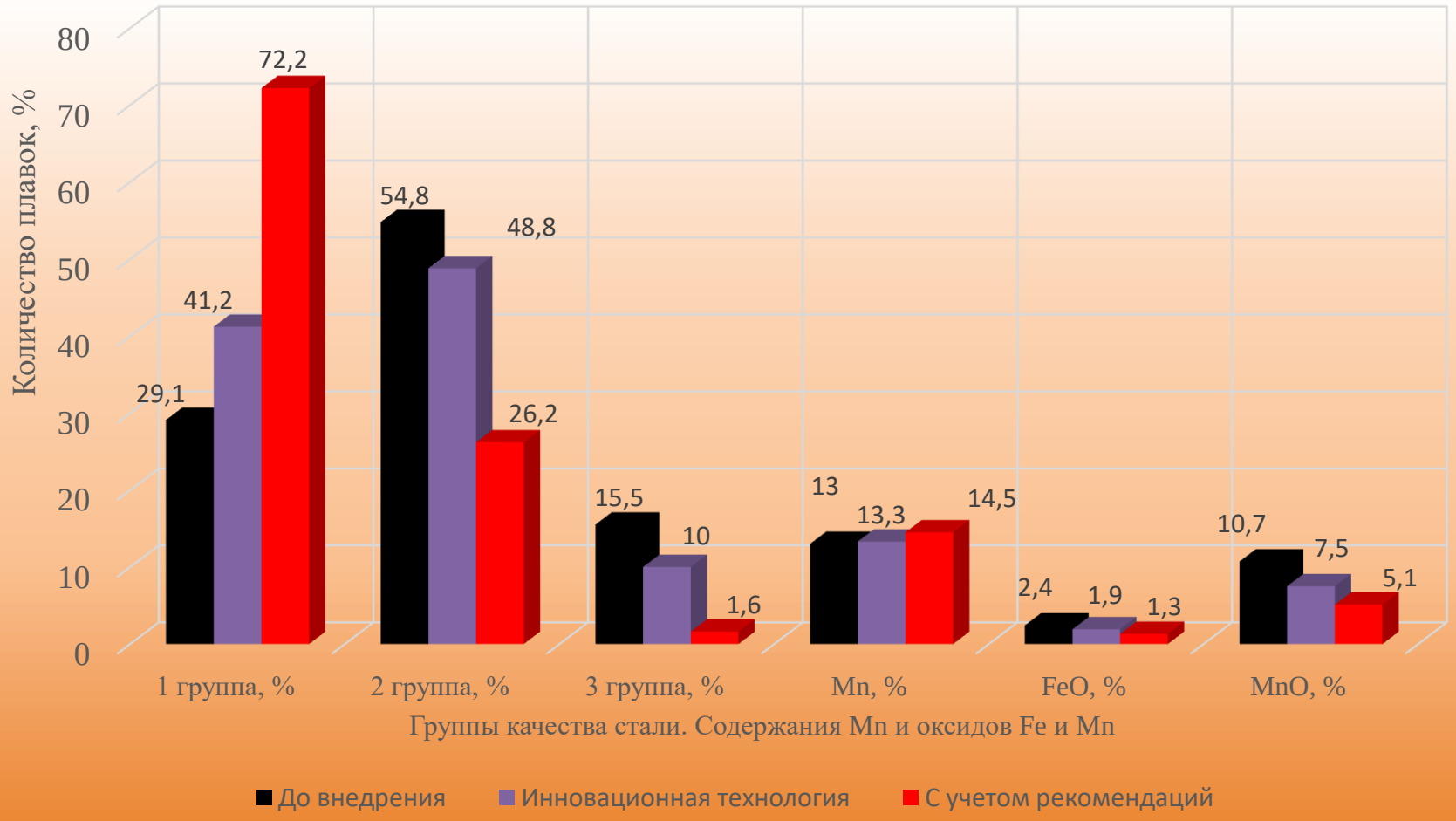


Шлаки

до **РДА**

после РДА

Зависимость качественных показателей стали от технологического процесса



Выводы

– экономится до 10-15% ферросилиция, ферромарганца и других ферросплавов;

– экономится электроэнергия;

– повышаются механические свойства, особенно ударная вязкость;

– повышается жидкотекучесть стали за счет уменьшения в ней FeO и MnO, неметаллических включений и окисных плен;

– снижается температура заливки металла на 10-20°С;

– сокращается время плавки за счет более быстрого нагрева металла;

– раскислители за короткий промежуток времени равномерно распределяются по поверхности шлака, увеличивая его сульфидоемкость и реакционную способность;

– свод печи предохраняется от прямого излучения дуги.

– устраняется образование «козлов» и наростов в ковшах, повышается срок службы ковшей;

– уменьшается пригар на отливках, снижается трудоемкость его удаления;

– из расплава удаляются вредные газы и неметаллические включения (оксиды марганца, железа, алюминия, сульфиды и др.);

– повышается гомогенность расплава, измельчается микроструктура стали;

– уменьшается брак по газовым раковинам, неметаллическим включениям и недоливам;

– уменьшается период плавления шихты;

– уменьшается угар марганца и железа во время плавления;

–устраняется зарастание шлаками подовых электродов и повышается устойчивость горения дуги в дуговых печах постоянного тока.

Основные предприятия

Применяющие нашу продукцию при плавке черных сплавов:

- Рубцовский филиал АО «Алтайвагон», г. Рубцовск;
- ООО «ВКМ-сталь», г. Саранск;
- АО «Тихвинский вагоностроительный завод», г. Тихвин;
- ПАО «Михайловский ГОК», г. Железногорск;
- ПАО «Оскольский завод металлургического машиностроения», г. Старый Оскол;
- ПАО «Чебоксарский агрегатный завод», г. Чебоксары;
- АО «Керченский металлургический завод»;
- АО «Копейский машиностроительный завод», г. Копейск
- АО «Муромский стрелочный завод»
- АО «ПО «Бежицкая сталь», г. Брянск
- АО «Балаково-Центролит»

Применяющие нашу продукцию при плавке цветных сплавов:

- ОАО «Пневмоаппарат», г. Орёл;
- АО "Зеленодольский завод имени А.М.Горького"
- ООО «Соликамский опытно-металлургический завод»;
- ООО "Терра Моторс", г. Мозырь, респ. Беларусь;
- ОАО «Уралэлектро», г.Медногорск;
- ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры»;
- ООО "Энерготехпром", Курск;

Спасибо за внимание!

Наведите камеру смартфона на QR-код для сохранения контактов

Чайкин Андрей Владимирович
Генеральный директор ООО «Металлург»
Смоленского отделения Ассоциации литейщиков
Кандидат технических наук
Моб/ Whatsapp/ Viber/Telegram: +79043625583
E-mail: a.chaykin@metallurg-ral.ru
Тел./факс: +7(48143) 5-37-80