

УДК 669.162.267:669.721

**А.Ф.Шевченко, И.А.Маначин, Б.В.Двоскин, А.В.Остапенко,
В.Г.Кисляков, А.М.Башмаков, С.А.Шевченко, В.П.Петруша**

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ЧУГУНА ВДУВАНИЕМ
ЗЕРНИСТОГО МАГНИЯ ЧЕРЕЗ ДВУХСОПЛОВЫЕ ФУРМЫ В КОВШИ С
ЧУГУНОМ СРЕДНЕГО ТИПОРАЗМЕРА**

Институт чёрной металлургии им. З.И.Некрасова НАН Украины

Представлены новые данные по технологии десульфурации чугуна вдуванием зернистого магния через погружаемые двухсопловые фурмы в ковшах массой от 86 до 147 т. Обработка показателей технологии по 6 меткомбинатам показала, что новый вариант технологии позволяет увеличить интенсивность вдувания магния, сократить длительность операции ввода магния, увеличить налив ковшей чугуном и обеспечить более глубокое рафинирование чугуна до 0,0003–0,0010% серы. Представлен перечень преимуществ и недостатков применения двухсопловых фурм на ковшах среднего тоннажа. Рекомендовано применять этот процесс для ковшей среднего типоразмера.

Ключевые слова: внепечная десульфурация чугуна, магний, сера

В промышленной практике применения процесса моноинъекции зернистого магния (без разубоживающих добавок) в ковши с жидким чугуном в основе реализованы 2 варианта ввода реагента в расплав: через погружаемую фурму с испарительной камерой в оголовке и через погружаемую фурму традиционного типа – с цилиндрическим каналом небольшого сечения на выходе [1,2].

Фурмы первого типа (с испарителями) используют для вдувания магния в ковши с массой чугуна, как правило, до 120–130 т [1]. При этом вдуваемый магний нагревается, расплавляется и испаряется в объеме испарительной камеры за счет тепла жидкого чугуна в нижней части испарителя [1,3]. В итоге из подколокольного пространства истекает в расплав чугуна в основе парообразный магний.

При опытах применения такого типа фурм для вдувания магния в большегрузные ковши (более 200 т) авторами не установлено существенного повышения степени усвоения магния [4] (по сравнению с ковшами среднего тоннажа 100–120 т). Но вместе с этим было отмечено, что при глубине погружения фурмы более 3,2–3,3 м и температуре обрабатываемого чугуна менее 1300⁰С наблюдается активное зарастание внутренней полости испарителя фурм, неполное испарение магния в испарителе и накопление жидкого магния в подколокольном пространстве. Причинами этого является высокое давление в зоне ввода магния в расплав и небольшой перепад (а может даже его отсутствие) между температурой рафинируемого чугуна и температурой испарения магния при давлении (0,25 МПа и более) в массообменной зоне.

По этим причинам после обоснования [5] требуемых рациональных параметров дисперсного состава зернистого магния и глубины его ввода в расплав чугуна был разработан и освоен процесс вдувания магния в ковши

большого (более 160–200 т) типоразмера [2]. Эта технология была освоена в заливочных ковшах таких комбинатов Китая как Шоуган, Тангшаньский, Уханьский, Шаганский и др. Опыты осуществления этого процесса в ковшах среднего (80–130 т) и малого (менее 70 т) типоразмеров не выявили достоинств его применения в этих условиях, в основе по причине малой интенсивности (допустимой) вдувания магния в чугуны и зависимости многих показателей десульфурации от температуры чугуна и параметров жидкой ванны расплава в ковше.

Впоследствии Институтом черной металлургии был разработан новый процесс вдувания зернистого магния через двухсопловые фурмы [5], что позволило увеличить допустимую интенсивность вдувания магния и успокоить процесс барботирования расплава в ковше при рафинировании. По этим причинам явилось востребованным исследовать эту технологию на ковшах среднего типоразмера. Установки десульфурации чугуна 6-ти металлургических комбинатов Китая были оснащены для вдувания магния через двухсопловые фурмы. Результаты промышленных продувок чугуна зернистым магнием через двухсопловые фурмы в ковшах среднего типоразмера представлены в таблицах 1 и 2.

Из таблицы 1 следует, что вдувание магния через двухсопловую фурму позволяет обрабатывать ковши с массой вплоть до 90 т, а в среднем 122 т. Глубина погружения фурмы в расплав находилась в пределах 2,5–3,3 м, а в среднем 3,0 м.

При "высоте свободного борта" в ковше 0,1–0,6 м (а в среднем 0,42 м) интенсивность вдувания магния изменяется в пределах от 6 до 20 кг/мин, а в среднем составляет 10 кг/мин.

По результатам приведенной промышленной проверки сделано заключение, что для ковшей среднего типоразмера вполне рациональным вдуванием магния через двухсопловые фурмы с диаметром сопел 7 мм, что сопровождается расходом инжектирующего азота 90–95 $\text{нм}^3/\text{час}$.

Удельный расход магния обеспечивается в пределах 0,25–0,76 кг/т чугуна (в среднем 0,43 кг/т) при продолжительности вдувания магния 2,7–11,5 мин (в среднем 5,5 мин). При проверке процесса вдувания магния двухсопловой фурмой, выявляется также ряд направлений увеличения равномерности процесса инжекционного ввода диспергированного магния.

Показатели десульфурации чугуна при вдувании зернистого магния двухсопловой фурмой в ковшах среднего типоразмера представлены в таблице 2, из которой следует отметить, что эта технология, увеличивая интенсивность вдувания магния вплоть до 20 кг/мин, а в среднем до 10 кг/мин, обеспечивает достаточно глубокую десульфурацию чугуна – до 0,0003–0,002% (в среднем до 0,0015%), а степень десульфурации до 80–99%.

Таблица 1 – Параметры инъекции зернистого магния двухсопловой фурмой погружения в ковши с жидким чугуном (* – числитель – пределы изменения параметра; знаменатель – среднее; ** Для диаметра сопел фурмы 7 мм/8 мм соответственно. *** Без показателей по Сяньминскому МК)

№№ п/п	Наименование параметров, показатели	Тонгхуа МК	Дзилинь МК	Сяньмин МК	Тянцзинь, Ляньхэ МК	Чуаньян МК	Циндао МК (новый)	Пределы значений и среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Масса чугуна в ковше, т	$\frac{139-158}{147}$	$\frac{142-145}{144}$	$\frac{105-112}{108}$	$\frac{86-105}{98}$	$\frac{125-140}{132}$	$\frac{95-105}{101}$	$\frac{86-158}{122}$
2	Диаметр ковша внутрен.верху, м.	3,1	3,2	2,7	2,7	$\frac{2,8-3,1}{3,1}$	2,8	$\frac{2,7-3,2}{2,96}$
	Глубина ковша, м.	3,8	3,85	3,9	3,6	3,5	3,5	$\frac{(3,5-3,9)/3,7}{2,9-3,5}$
	Глубина жидкой ванны в ковше, м	3,4	3,5	3,25	2,95	3,3	2,9	3,2
3	Высота "свободного борта" жидкой ванны в ковше, м	$\frac{0,10-0,50}{0,47}$	$\frac{0,15-0,5}{0,35}$	$\frac{1,0-1,15}{1,03}$	$\frac{0,25-0,6}{0,55}$	$\frac{0,1-0,4}{0,235}$	$\frac{0,4-0,6}{0,51}$	$\frac{0,1-0,6***}{0,42}$
4	Глубина погружения фурмы, м	$\frac{2,9-3,2}{3,1}$	3,3	$\frac{2,9-3,1}{3,0}$	$\frac{2,5-2,85}{2,7}$	$\frac{2,9-3,3}{3,1}$	$\frac{2,6-2,8}{2,7}$	$\frac{2,5-3,3}{3,0}$
	Давление азота в сети, МПа	0,9-1,0	0,9-1,0	0,85-1,0	0,9-1,0	0,8-1,0	0,8-1,0	0,9-1,0
5	Расход инжектирующего азота, м ³ /ч.	95/115**	120	135	95/120**	90	$\frac{110-115}{112}$	$\frac{95-135**}{90/120**}$
6	Диаметр сопел в оголовке фурмы, мм	7/8	8	8	7/8	7	7	7/8
	Интенсивность вдувания магния, кг/мин.	$\frac{10,0-20,0}{14,4}$	$\frac{8-16}{11,0}$	$\frac{8-16}{11,0}$	$\frac{6,5-10}{8,0}$	$\frac{6-12}{8,6}$	$\frac{6,0-8,0}{7,0}$	$\frac{6-20}{10}$
7	Продолжительность процесса подачи магния, мин.	$\frac{3,8-7,7}{5,5}$	$\frac{2,7-7,5}{4,5}$	$\frac{3,6-5,8}{4,7}$	$\frac{3,5-6,3}{4,75}$	$\frac{2,75-8}{4,8}$	$\frac{6,5-11,5}{9,3}$	$\frac{2,7-11,5}{5,5}$
	Удельный расход магния, кг/т чугуна	$\frac{0,32-0,74}{0,55}$	$\frac{0,25-0,61}{0,364}$	$\frac{0,300-0,430}{0,387}$	$\frac{0,28-0,38}{0,350}$	$\frac{0,21-0,70}{0,357}$	$\frac{0,36-0,76}{0,6}$	$\frac{0,21-0,76}{0,43}$

Таблица 2 – Показатели десульфурации чугуна вдуванием зернистого магния двухшполовой фурмой погружения в ковши с чугуном.**

№№ п/п	Наименование предприятий	Показатели							Пределы значений и среднее
		2	3	4	5	6	7	8	
1	Масса чугуна в ковшах, т	<u>139-158</u> 147	<u>142-145</u> 144	<u>105-112</u> 108	<u>86-105</u> 98	<u>125-140</u> 132	<u>95-105</u> 101	<u>86-158</u> 122	
2	Удельный расход магния, кг/т чугуна	<u>0,32-0,74</u> 0,550	<u>0,23-0,61</u> 0,364	<u>0,328-</u> <u>0,439</u> 0,387	<u>0,28-0,38</u> 0,360	<u>0,21-0,70</u> 0,357	<u>0,36-</u> <u>0,76</u> 0,600	<u>0,21-0,74</u> 0,436	
3	Продолжительность вдувания магния (τ _в), кг/мин.	<u>3,8-7,7</u> 5,5	<u>2,7-7,5</u> 4,5	<u>3,6-5,8</u> 4,7	<u>3,2-6,1</u> 4,8	<u>2,7-8,3</u> 4,85	<u>6,5-11,5</u> 9,3	<u>2,7-11,5</u> 5,51	
4	– исходное; – конечное (после десульфурации)	<u>0,015-0,05</u> 0,0296	<u>0,012-0,036</u> 0,025	<u>0,012-0,042</u> 0,024	<u>0,013-0,021</u> 0,019	<u>0,011-0,054</u> 0,028	<u>0,023-0,094</u> 0,043	<u>0,011-0,094</u> 0,028	
		<u>0,0003-0,0050</u> 0,002	<u>0,0026-0,0120</u> 0,0075	<u>0,002-0,014</u> 0,007	<u>0,001-0,005</u> 0,0029	<u>0,002-0,030</u> 0,010	<u>0,001-0,030</u> 0,004	<u>0,0003-</u> <u>0,0300</u> 0,0056	
5	Наименьшее содержание серы в чугуне после десульфурации, %	0,0003	0,0026	0,0020	0,0010	0,0020	0,0010	0,0015	
6	Степень десульфурации чугуна, %: – итоговая (Ст. D)	<u>86-99</u> 93,3	<u>46-78</u> 67	<u>52-89</u> 74	<u>73-95</u> 82	<u>33-90</u> 66	<u>54-97</u> 91	<u>33-99</u> 80	
		<u>11,8-28,1</u> 17,6	<u>12,6-25,9</u> 19,8	<u>15,4-23,4</u> 19,1	<u>20,0-31,1</u> 22,6	<u>11,0-31,7</u> 19,72	<u>11,7-25,8</u> 16,0	<u>11,0-31,7</u> 19,1	
7	Скорость процесса десульфурации (W _д = Ст. D/τ _в), %/мин.	<u>11,2-23,7</u> 14,9	<u>9,6-21,8</u> 15,0	<u>13,1-20,0</u> 15,7	<u>15,2-17,9</u> 17,1	<u>10,1-21,9</u> 13,7	<u>7,6-15,5</u> 10,0	<u>7,6-23,7</u> 14,4	

№№ п/п	Наименование предприятия	Тонгуа МК	Двились МК	Сьямин МК	Тянцзинь, Ляньхэ МК	Чуаньян МК	Циндао МК** (новый)	Пределы значений и среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Степень усвоения магния, %: – на серу удаленную (K_{Mg}^S);	$\frac{21,4-57,1}{37,7}$	$\frac{18,2-45,6}{34,9}$	$\frac{21,0-49,9}{34,8}$	$\frac{22,1-38,2}{28,0}$	$\frac{22,3-87,1}{38,8}$	$\frac{25,6-71,5}{50,0}$	$\frac{18,2-87,1}{37,4}$
	– на серу и остаточный (K_{Mg}^{S+Mg})	н/д	$\frac{69,2-99,4}{80,4}$	$\frac{66,3-90,5}{74,3}$	н/д	н/д	н/д	$\frac{66,3-99,4}{77,4}$
9	Расход магния на серу удаленную (показатель β), кг/кг – исходная	$\frac{1,3-3,6}{2,2}$	$\frac{1,7-4,4}{2,4}$	$\frac{1,5-4,7}{2,3}$	$\frac{1,4-4,3}{2,2}$	$\frac{1,2-3,1}{2,2}$	$\frac{0,6-3,0}{1,5}$	$\frac{0,6-4,7}{2,13}$
10	– после десульфурации	$\frac{1287-1386}{1340}$	$\frac{1279-1385}{1335}$	$\frac{1235-1338}{1303}$	$\frac{1288-1470}{1387}$	$\frac{1311-1392}{1350}$	$\frac{1307-1450}{1384}$	$\frac{1233-1470}{1350}$
		н/д	$\frac{1270-1374}{1320}$	$\frac{1226-1325}{1285}$	$\frac{1273-1460}{1369}$	$\frac{1301-1382}{1334}$	$\frac{1297-1420}{1362}$	$\frac{1226-1460}{1334}$
11	Потери температуры чугуна, °С	н/д	$\frac{1-17}{9}$	$\frac{4-24}{15}$	$\frac{12-20}{19}$	$\frac{6-22}{15}$	$\frac{6-38}{21}$	$\frac{1-38}{16}$
12	Скорость снижения температуры чугуна, °С/мин.	–	$\frac{0,1-0,9}{0,6}$	$\frac{0,29-1,1}{0,67}$	$\frac{0,8-1,4}{1,0}$	$\frac{0,5-1,0}{0,94}$	$\frac{0,4-2,1}{1,32}$	$\frac{0,1-2,1}{0,91}$
13	Количество дополнительно образующегося шлака, кг/т чугуна	$\frac{0,64-1,48}{1,10}$	$\frac{0,46-1,22}{0,728}$	$\frac{0,656-0,878}{0,774}$	$\frac{0,56-0,76}{0,72}$	$\frac{0,42-1,40}{0,714}$	$\frac{0,72-1,52}{1,20}$	$\frac{0,42-1,52}{0,872}$
14	Потери чугуна с дополнительно образующимся шлаком, кг/т чугуна	$\frac{0,29-0,66}{0,49}$	$\frac{0,21-0,55}{0,33}$	$\frac{0,3-0,4}{0,35}$	$\frac{0,25-0,34}{0,33}$	$\frac{0,19-0,63}{0,32}$	$\frac{0,32-0,525}{0,42}$	$\frac{0,19-0,66}{0,373}$

* – Числитель – пределы значений, знаменатель – среднее. ** – Ковши подают от доменной печи, без переливов.

При этом получают весьма высокую удельную степень десульфурации (D) – в среднем 19,1% серы, удаляемые каждым 0,1 кг/т введенного магния. Высокая скорость удаления серы из чугуна – в среднем 14,4%/мин позволяет иметь небольшую продолжительность процесса ввода магния в расплав – в среднем 5,5 мин.

Степень усвоения магния – на серу 37,4%, расход магния на серу (показатель β) – 2,13 кг/кг и скорость снижения температуры – 0,91°C/мин, являются приемлемыми для практического использования в практике подготовки чугуна к конвертированию.

В таблице 3 представлены в сопоставлении основные показатели десульфурации чугуна вдуванием зернистого магния двухсопловой фурмой и фурмой с испарителем, причем в последнем случае выбраны установки десульфурации, работающие в условиях наиболее близкие и характерные к условиям обработки чугуна в ковшах среднего типоразмера. Анализируя показатели таблицы 3 можно заключить, что показатели десульфурации зернистым магнием по 2-м технологиям получены весьма близкие.

Преимущества технологии вдувания магния двухсопловой фурмой проявились в большей интенсивности вдувания магния – в среднем 10 кг/мин (против 7,1 кг/мин при фурме-испарителе), большая высота "свободного борта" – 0,42 м (против 0,59 м на фурме-испарителе), более низкое содержание серы после десульфурации – вплоть до 0,0003% серы (против 0,0010% на фурме-испарителе), на 15% (относительных) больше скорость десульфурации чугуна – 14,4%/мин (против, 7%/мин).

Преимущество фурмы с испарителем проявилось в более высоком (в 1,16 раза) усвоении магния – на серу 43,4% (против 37,4%), соответственно несколько больше удельной степени десульфурации – 21,7% (против 19,1%).

Не приведенное в таблице сравнение двух вариантов вдувания является улучшением условий труда на рабочей площадке и исключением ручного труда по обслуживанию фурм в случае применения двухсопловых (взамен фурм-испарителей).

На основании всего изложенного нами было сделано заключение о приоритетности технологии вдувания магния 2-х сопловыми фурмами в сравнении с фурмой-испарителем.

Выводы

1. По результатам промышленной проверки 2х-вариантов технологии вдувания магния в ковши среднего типоразмера (90–140 т) – через двухсопловые погружаемые фурмы и фурмы с испарителем, приоритет отдан двухсопловым фурмам.

2. Достаточно простым и управляемым (при обработке в ковшах среднего типоразмера) является процесс вдувания магния через фурмы с испарителем на окончании фурмы. Но применение этого процесса

сопровождается значительным объемом ручного труда по обслуживанию фурм.

Таблица 3 – Показатели десульфурации чугуна вдуванием зернистого магния двухсоловыми фурмами и фурмами с испарителем в ковши среднего типоразмера (80–147 т)

№№ пп	Средние показатели	2-соловая фурма (МК Тонгхуа, Дзилин, Сяньмин, Тяньцзинь, Лянхэ, Чуаньян, Циндао)	Фурма- испаритель (МК Ханчжоу, Сянтань, Лючжоу, Гоофен, Жичжау)
1	Масса чугуна в ковшах, т	$\frac{98-147}{122}$	$\frac{79,5-126,5}{111}$
2	Высота "свободного борта", м	$\frac{0,23-0,55}{0,42}$	$\frac{0,38-0,80}{0,59}$
3	Длительность операции вдувания магния ($\tau_{вд}$), мин.	5,5	5,9
4	Удельный расход магния, кг/т чугуна	$\frac{0,21-0,74}{0,436}$	$\frac{0,28-0,41}{0,348}$
5	Содержание серы в чугуне, %:		
	– исходное;	$\frac{0,011-0,094}{0,028}$	$\frac{0,019-0,029}{0,0263}$
	– конечное (после десульфурации)	$\frac{0,0020-0,010}{0,0056}$	$\frac{0,005-0,009}{0,0069}$
6	Наименьшее содержание серы в чугуне после десульфурации, %	0,0003	0,0010
7	Интенсивность вдувания магния в чугун, кг/мин	$\frac{7,0-14,4}{10}$	$\frac{5,7-8,0}{7,1}$
8	Степень десульфурации чугуна, %:		
	– Ст. D (итоговая)	$\frac{66-93}{80}$	$\frac{68-82}{75}$
	– удельная (D)	$\frac{16,0-22,6}{19,1}$	$\frac{19,5-24,5}{21,7}$
9	Скорость десульфурации чугуна ($\frac{Ст. D}{\tau_{вд}}$), %/мин.	$\frac{10-17,1}{14,4}$	$\frac{11,3-16,9}{12,7}$
10	Расход магния на серу удаленную (показатель β), кг/кг	$\frac{1,5-2,4}{2,13}$	$\frac{1,50-2,33}{1,84}$
11	Степень усвоения магния на серу (K_{Mg}^S), %:	$\frac{28,0-50,0}{37,4}$	$\frac{32,3-50,4}{43,4}$

3. Вдувание магния через двухсопловые фурмы в ковши среднего типоразмера позволяет увеличить интенсивность вдувания магния на 40%, уменьшить "высоту свободного борта" в среднем до 0,42 м (или на 30%), сократить продолжительность операции вдувания магния в среднем до 5,3 мин, увеличить глубину десульфурации чугуна до 0,0003–0,0010% и практически ликвидировать ручной труд по обслуживанию фурм погружения в период между обработками чугуна. По степени усвоения магния в ковшах среднего типоразмера технология вдувания магния через двухсопловые фурмы несколько уступает фурмам с испарителем, степень усвоения магния на серу на 6% (абсолютных) меньше, чем на фурмах с испарителем.

4. Технологический процесс вдувания зернистого магния через двухсопловые фурмы определен приоритетным для десульфурации в ковшах среднего типоразмера (90–140 т), так как обеспечивает достаточно эффективную десульфурацию чугуна, с наибольшей интенсивностью вдувания магния, наибольшим заполнением ковшей чугуном и обеспечением очень глубокого очищения чугуна от серы (до 0,0003 – 0,0010%).

1. *Большаков В.И., Шевченко А.Ф., Лю Дун Ие и др.* Создание и развитие рациональных технологий внепечной десульфурации чугуна. Сталь, 2009, № 4. – С. 13–20.
2. *Шевченко А.Ф., Большаков В.И., Баишаков А.М.* Технология и оборудование десульфурации чугуна магнием в большегрузных ковшах. Киев. Наукова думка. – 2011. – 207 с.
3. *Костицын Е.А., Воронова Н.А.* Работа подколокольного пространства фурмы как испарительной камеры при вдувании гранулированного магния в чугун // Темат. сб. Минчермета СССР. "Интенсификация процессов доменной плавки и освоение печей большого объема". М.: Металлургия. 1978. – № 4. – С. 66–72.
4. *Технико-экономическое сравнение в условиях комбината "Азовсталь" технологии десульфурации чугуна гранулированным магнием и порошковой магниевой проволоки // Отчет по НИР Институт черной металлургии. Днепропетровск, 1996. № госрегистрации 0195013074. – 39 с.*
5. *Шевченко А.Ф.* Оптимальный размер реагентов для внепечной десульфурации чугуна // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1999. – С.11–14.
6. *Шевченко А.Ф., Маначин И.А., Вергун А.С.* Внепечная обработка чугуна вдуванием зернистого магния. Изд. Lambert Academic Publishing. Germany. 20.15.97.

*Статья поступила в редакцию сборника 17.02.2017
и прошла внутреннее и внешнее рецензирование*

А.П.Шевченко, І.О.Маначін, Б.В.Двоскін, О.В.Остапенко, В.Г.Кисляков, О.М.Башимаков, С.А.Шевченко

Закономірності десульфурзації чавуну вдуванням зернистого магнію через двосоплові фурми в ковші з чавуном середнього типорозміру

Представлено нові дані щодо технології десульфурзації чавуну вдуванням зернистого магнію через занурювані соплові фурми у ковшах масою від 86 до 147 т. Обробка показників технології по 6 металургійним комбінатам показала, що новий варіант технології дає змогу збільшити інтенсивність вдування магнію, скоротити тривалість операції введення магнію, збільшити налив ковшів чавуном і забезпечити більш глибоке рафінування чавуну до 0,0003-0,0010% сірки. Представлено перелік переваг і недоліків застосування двосоплових фурм на ковшах середнього тоннажу. Рекомендовано застосовувати цей процес для ковшів середнього типорозміру..

Ключові слова: позапічна десульфурация чавуну, магній, сірка

A.F.Shevchenko, I.A.Manachin, B.V.Dvoskin, A.V.Ostapenko, V.G.Kisliakov, A.M.Bashmakov, S.A.Shevchenko

Regular character of pig iron desulphurization by granulated magnesium injection through two-nozzle lances into the ladles of medium sizes

This study profiles new data on pig iron desulphurization by means of granulated magnesium injection through immersible two-nozzle lances in ladles with the capacity ranging from 86 tons to 147 tons. Processing the new technology parameters at 6 different metallurgical plants has resulted in evidences that this technology allows us to increase the intensity of magnesium injection, to reduce the time of magnesium injection operation, to enlarge ladle holding capacities and to provide deeper refining of pig iron to 0.0003-0.0010% of sulfur. The advantages and disadvantages of this technology are described in terms of the application with two-nozzle lances and ladles of medium sizes. The technology is suitable for the ladles of medium sizes.

Keywords: ladle desulphurization of pig iron, magnesium, sulfur