

УДК 621.74

Л.Х.Иванова, Е.В.Колотило

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ЧУГУННЫХ ВАЛКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШЛАКОВ

Введение

В данной работе представлены и проанализированы результаты по разработке технологии литья прокатных валков исполнения ЛШ-57 с использованием для легирования расплавов шлаков, содержащих ниобий и цирконий.

Проблема и ее связь с научными и практическими результатами

Одним из перспективных направлений повышения качества и совершенствования технологий производства чугуновых отливок ответственного назначения является применение комплексов легирующих элементов. В СНГ освоено производство ряда сплавов и опробовано в промышленных условиях значительное число композиций сплавов типа Ni-Si-Ca, Zr-Al-Fe, Nb-Ti-Fe, Nb-Ti-Ni и др., позволяющие повысить качество и снизить стоимость легирующих присадок или использовать новые виды сырья [1]. Однако универсального легирующего комплекса пока не разработано.

Анализ достижений и публикаций

Одним из эффективных направлений повышения механических свойств чугунов является легирование их молибденом, ниобием, цирконием и другими элементами [2-3]. Проведенный патентный поиск показал, что: а) для повышения стойкости против тепловых ударов, снижения отслаивания, эрозии и коррозии вводят 0,04...0,50% ниобия при изготовлении изложниц и поддонов (патент США № 3109733 (1963 г.); б) валки для горячей прокатки из высокопрочного чугуна легируют 0,2–2,5% ниобия, повышая износостойкость, атмосферостойкость и стойкость к трещинообразованию (патент Японии № 56...43100 (1981 г.). Влияние циркония на структуру и свойства серого чугуна исследовали авторы [4]. При этом отмечается, что графитные включения в структуре чугуна измельчаются, что объясняется увеличением центров графитизации при вводе силикоциркония.

В последние годы в нашей стране все большую актуальность приобретают вопросы создания ресурсосберегающих технологий. Особо важное значение они приобретают в материало- и энергоемком

производстве, каким является литейное производство. В настоящее время в литейном производстве применяют шлаки ферросплавного производства [5–6], цветной металлургии [7], сталелитейного передела [8]. В настоящее время уже опубликованы результаты исследований возможности использования применительно к ваграночной плавке вышеперечисленных шлаков и отходов неметаллургических производств [9]. Однако в литературе практически отсутствуют сведения об использовании в литейном производстве для легирования отходов специальных производств. А именно их утилизация позволит заменить дорогостоящие и дефицитные легирующие материалы, такие как ниобий, цирконий и др., тем самым, организовав безотходные межотраслевые технологии, обеспечивающие с одной стороны повышение качества отливок с одновременным снижением их себестоимости, а с другой – увеличение извлечения ценных компонентов в этих производствах.

Основные результаты исследования

Все опытные плавки проводили в мартеновской печи вальцелитейного цеха. Масса выплавленного металла была 32 т. В качестве шихтовых материалов использовали литейные, переделные чугуны, стальной лом, отходы собственного производства, ферросплавы, отходы переработки лопарита и графитизирующий шлак. Отходы производства лопарита являются легирующим шлаком, в состав которого входит ниобий. Присадкой этого шлака в расплав вводится 0,1-0,2% ниобия, который образует в металле карбиды ниобия, что способствует повышению специальных свойств металла. С учетом усвоения ниобия из шлака (80-85%) расход его должен быть 3-5 мас.%. .

Технология изготовления валков исполнения ЛШ-57 заключалась в следующем (рис.1). После расплавления шихтовых материалов и перегрева до $1683 \pm 10\text{K}$ осуществляли выпуск расплава в два нагретых до температуры 673...773K ковша емкостью 30 и 10 т. Предварительно в 30-тонный ковш, предназначенный для металла рабочего слоя валка, загружали расчетные количества лигатуры ФС30РЗМ30 и легирующего шлака, а в 10-тонный ковш, предназначенный для металла сердцевины и шеек валка, загружали расчетные количества лигатуры КМг6, ферросилиция и

графитизирующего шлака. Заливку литейных форм проводили методом “полупромывки” (табл.1).

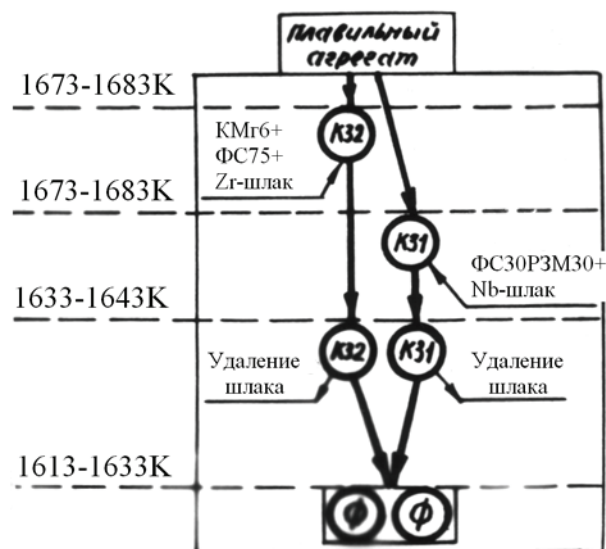


Рисунок 1 - Схема технологического процесса модифицирования расплава и обработки отходами специальных производств для литья прокатных валков исполнения ЛШ-57

Для повышения прочности чугуна в шейках прокатных валков применили комплексное модифицирование его РЗМ ($RZM_{ост} 0,09-0,12\%$) и магнием ($Mg_{ост} 0,015-0,020\%$), что обеспечивает образование графитных включений с фактором формы 0,80-0,85.

При этом расход более дорогого ферросилиция уменьшился.

Таблица 1

Параметры изготовления литых валков

Группа валков	Количество металла, %		Расход присадок, % по массе					Уровень заполнения формы верхней шейки основным металлом
	основного	сердцевины	ФС30-РЗМ30	КМг6	Шлак легирующий	ФС75	Шлак графитизирующий	
1	70	30	0,75	0,8	3,0	5,0	5,0	0,22
2	75	25	1,00	1,0	4,0	5,5	6,0	0,25
3	72	28	1,50	1,2	5,0	6,0	7,0	0,28
4	72	28	2,0	1,5	6,0	7,0	8,0	0,28
5	72	28	0,5	0,5	2,0	4,0	4,0	0,28
-	75	25	-	-	-	8,0	-	0,25

Примечание. При текущем производстве валков расход металлического магния составляет 0,5%.

Для увеличения дисперсности продуктов распада аустенита в материале сердцевины и шеек валков применили обработку шлаком, содержащим цирконий. Оптимальное содержание циркония в металле

должно быть 0,10-0,15%, поэтому с учетом усвоения циркония из шлака (90-95%) расход его должен быть 5-7 мас.%. .

Таким образом, исходя из вышеизложенного в металле сердцевины необходимо иметь 3-6% кремния, тогда при смешении основного металла (без магния) со вторым (без РЗМ) получим необходимые соотношения остаточных содержаний магния, РЗМ и кремния (табл.2).

Таблица 2

Химический состав рабочего слоя и шеек опытных валков

Группа валков	Содержание химических элементов, % ¹⁾									
	C	Si	Mn	P	S	Nb	Zr	РЗМ	Mg	Fe
-	3,15	1,02/2,01	0,58	0,14	0,01	-	-	0,17/0,01	0,013/0,04	ост.
1	3,05	1,01/1,50	0,57	0,15	0,01	0,11/-	- /0,10	0,20/0,09	-/0,015	ост
2	3,07	1,12/1,57	0,54	0,17	0,01	0,16/-	- /0,12	0,23/0,10	-/0,018	ост
3	3,14	1,18/1,70	0,65	0,17	0,01	0,19/-	- /0,15	0,29/0,12	-/0,020	ост
4	3,18	0,99/1,91	0,51	0,13	0,01	0,25/-	- /0,21	0,39/0,20	-/0,025	ост
5	3,10	1,05/1,40	0,57	0,12	0,02	0,06/-	- /0,07	0,14/0,06	-/0,010	ост

¹⁾ В числителе приведены содержания элемента в рабочем слое, в знаменателе - в шейках валков.

В результате проведенных испытаний свойств материала рабочего слоя и шеек опытных валков (образцы вырезали при механической обработке валков) установлено, что применение шлаков, содержащих ниобий и цирконий, оправдано, так как свойства материала рабочего слоя повысились у валков, отлитых с их применением, на 31% - предел прочности при изгибе $\sigma_{в}^{изг}$, на 43% - предел прочности при растяжении $\sigma_{в}^p$, на 29% - износостойкость, на 7% - теплопроводность и на 5% снизился модуль упругости (табл.3). Свойства же материала шеек увеличились на 28% - предел прочности при изгибе и на 42% - предел прочности при растяжении (см. табл.3). При этом дисперсность перлита в микроструктуре чугуна рабочего слоя опытных валков характеризовалась баллом ПД0,5, а в валках текущего производства - ПД1,0 и ПД1,5.

Таблица 3

Свойства материала рабочего слоя и шеек прокатных валков

Номер группы валков	Свойства чугуна рабочего слоя					Свойства чугуна шеек	
	Предел прочности $\sigma_{в}^{изг}$, МПа	Предел прочности $\sigma_{в}^p$, МПа	Износостойкость, г	Модуль упругости, МПа	Теплопроводность, кал/см·с·К	Предел прочности $\sigma_{в}^{изг}$, МПа	Предел прочности $\sigma_{в}^p$, МПа
-	510	375	0,043	188000	0,135	550	400
1	660	530	0,031	180000	0,120	705	570
2	670	535	0,030	178000	0,125	705	570
3	675	535	0,028	175000	0,125	720	575
4	665	540	0,033	185000	0,130	680	565
5	655	530	0,038	180000	0,120	640	550

Опытная партия прокатных валков, отлитая с использованием отходов специальных производств и комплексных модификаторов показала, что разработанная технология литья позволяет улучшить условия труда в вальцелитейном цехе и снизить брак по низкой твердости и пластинчатому графиту на 6,5%. Кроме того, при использовании такого способа изготовления валков исполнения ЛШ-57 исключается модифицирование металлическим магнием и необходимость в баллонах для модифицирования, а также снижается расход ферросилиция, что приводит к снижению себестоимости прокатного валка.

Выводы

Предложено и обосновано применение в качестве легирующих элементов отходов специальных производств (шлаков, содержащих ниобий или цирконий) для литья чугуновых прокатных валков. Ранее в вальцелитейном производстве подобные отходы не применяли. Проведенные исследования позволили разработать технологический процесс литья прокатных валков исполнения ЛШ-57 с использованием для обработки валковых расплавов отходов специальных производств, содержащих легирующие элементы. Использование шлаков, содержащих ниобий и цирконий, позволяет повысить свойства чугунов с одновременным увеличением коэффициентов усвоения легирующих элементов, что в комплексе с низкой ценой указанных шлаков позволяет снизить стоимость обработки расплавов.

ЛИТЕРАТУРА

2. Комплексные сплавы для легирования, раскисления и модифицирования (каталог): Сост. А.П.Бушуев, С.В.Безобразов, А.С.Дубровин.- М.: Черметинформация, 1973.- 37 с.

3. Рудницкий Л.С. Металлургические основы производства чугунных валков прогрессивных видов: Автореф. дис. ... доктора техн. наук: 05.16.04/ Моск. ин-т стали и спл.– М., 1981.- 49 с.
4. Боков Л.Ф. Исследование и применение комплекснолегированных чугунов для отливки сортопрокатных валков: Автореф. дис. кандидата техн. наук: 05.323/ Днепропетр. металлург. ин-т. - Д., 1973. - 21 с.
5. Литовка В.И., Волощенко М.В. О влиянии циркония на размеры включений графита в чугуне // Редкоземельные металлы в сплавах. - К.-О.: ИПЛ АН УССР, 1969. - С. 160 -163.
6. Использование отвальных шлаков производства металлического марганца при выплавке стали / Ю.А.Шульте, М.И.Гасик, М.С.Шрамко и др.// Сталь. - 1984. - № 9. - С. 37.
7. Грабеклис А.А. Переработка и использование шлаков ферросплавного производства // Сталь. - 1980. - № 11. - С. 978.
8. Применение отходов титаномагниевого производства для модифицирования стального и чугунного литья / Ю.И.Людновский, Л.Б.Черепинский, В.А.Федьков, Г.А.Федьков // Цветная металлургия. - 1983. - № 22. - С. 30 - 40.
9. Леках С.Н., Слуцкий А.Г., Трибушевский В.Л. Легирование чугуна из шлаковой фазы // Литейное производство. - 1998. - №10. - С. 8.
10. Применение отходов абразивного производства при выплавке серого чугуна / Л.К.Чеботарь, В.С.Шитиков, В.Л.Ларичкин, Ю.И.Величкова // Литейное производство. - 1979. - № 9. - С. 31.