

Результаты проведенных исследований были использованы при отработке технологического процесса получения отливки рейки строгального станка методом непрерывного литья на Минском станкостроительном заводе им. Октябрьской революции. Опыты проводили на ваграночном чугуна, выплавляемом для нужд цеха. Температура металла на желобе 1340–1360°C. Химический состав чугуна характеризуется постоянным содержанием 0,15–0,25% хрома, который вносится в шихту с возвратом.

Опыты получения рейки из такого чугуна не дали положительных результатов: отливки имели отбел, превышающий припуск на механическую обработку, ферритную структуру. Приготавливать металл непосредственно для непрерывного литья на заводе не представляется возможным, поэтому возникла необходимость искать пути, обеспечивающие получение годной отливки в существующих условиях.

Так как исходный чугун для получения рейки содержит хром, а углеродный эквивалент его колеблется в значительных пределах, были проведены эксперименты на базе модификатора, содержащего Cr и Cu. Учитывая, что необходимое количество хрома имеется в чугуне, добавляли медь и силикокальций. Наиболее эффективным оказался состав: 0,5%Cu + +0,2%CaSiO. Модификатор вводили на желоб вагранки при наполнении ковша металлом. Усвоение удовлетворительное, отбел отсутствует, структура содержит до 85–90% перлита, отливка соответствует требованиям технических условий.

Таким образом, при непрерывном литье заготовок из чугуна получение требуемой структуры обеспечивается выбором оптимального химического состава исходного металла, режимов охлаждения и применением комплексных легирующих и модифицирующих добавок. Поскольку технология приготовления металла для непрерывного литья имеет свою специфику, целесообразно использовать индивидуальные плавильные агрегаты.

УДК 621.745.34

*А.Г.Слуцкий, С.Н.Лекаш,
Э.Л.Воробьева, О.А.Белый*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАГРАНОЧНОЙ ПЛАВКИ ПРИРОДНОЛЕГИРОВАННЫХ МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ

Учитывая, что основная доля чугуна для машиностроительных отливок производится в настоящее время в вагранках, важное значение имеет отработка технологического процесса легирования ваграночного чугуна с ис-

пользованием в шихте природнолегированных металлизированных окатышей.

В исследованиях применялись офлюсованные окатыши из Качканарского концентрата, металлизация которых производилась в промышленной шахтной печи Белорецкого металлургического комбината, работающей на газообразном восстановителе. Металлизированные окатыши, содержащие 65–70% Fe_{мет}; 75–78% Fe_{общ}; 0,01% S; 0,4% V вводились в ваграночную шихту в виде брикетов диаметром 90 мм и высотой 45 мм. Плавку осуществляли в экспериментальной вагранке диаметром 350 мм с шамотной набивной футеровкой. Для получения сравнительных результатов плавку начинали на традиционной шихте, состоящей из: 30% стального лома, 30% литейного чугуна и 40% собственного возврата. Затем осуществлялась замена 50% и 100% стального лома V-содержащими металлизированными окатышами. Количество ферросплавов в шихте и удельный расход кокса оставались в процессе всей плавки неизменными.

Использование в шихте 15% окатышей в виде брикетов не оказало существенного влияния на производительность вагранки и температуру жидкого металла; удельное количество шлака в единицу времени возросло при этом в 1,8 раза без заметного изменения его жидкотекучести. Соотношение давления и расхода дутья сохранилось на протяжении всей плавки на неизменном уровне, что свидетельствует о незначительном разрушении брикетов в процессе опускания их по шахте вагранки, в то время как использование небрикетированных окатышей в виде гранул диаметром 10–15 мм приводило к некоторому ухудшению газопроницаемости столба шихтовых материалов. Указанное отличие свидетельствует о преимуществе использования в ваграночной плавке предварительно брикетированных окатышей.

Т а б л и ц а 1. Влияние брикетированных окатышей на параметры ваграночной плавки

Параметры	Наименование шихты		
	традицион- ная	содержащая окатыши	
		15%	30%
Производительность, %	100	95	85–82
Количество шлака в единицу времени (% от веса металла)	5,9	10,0–12,0	14,0–18,0
Температура жидкого металла на желобе, °C	1400–1410	1400–1415	1400–1420
Давление дутья, мм.вод.ст.	340	345	350
Расход дутья, Нм ³ /м ² мин	138	135	134

Увеличение добавки в шихту металлизированного сырья до 30% (полная замена стального лома) приводило к ощутимому снижению производительности плавильного агрегата на 18%. При этом удельное количество шлака возросло в 2,0–2,4 раза по сравнению с плавкой на традиционной шихте в основном за счет пустой породы, содержащейся в количестве до 20% в окатышах (табл. 1).

Материальный баланс, составленный с учетом 5% общего угара, показал, что практически все железо, включая недвосстановленное в процессе металлизации, переходит в чугуны. Косвенно это подтверждается также химическим составом шлаков (табл. 2).

Интересно отметить, что по мере возрастания величины добавки ванадийсодержащих окатышей в шихту содержание железа в шлаке снижается. Это благоприятно отражается на ходе реакций, протекающих между металлом и шлаком, в частности, процессе перехода ванадия из окатышей в металл, а также десульфурации чугуна.

Замена стального лома ванадийсодержащими металлизированными окатышами в виде брикетов практически не сказывается на величине угара углерода и марганца. Однако концентрация кремния снижается на 0,2–0,3% (табл. 3). Использование природнолегированных окатышей позволяет эффективно легировать чугуны ванадием, при этом также возрастает концентрация титана в чугуне. Так, использование в шихте 30% окатышей увеличивает концентрацию ванадия до 0,12–0,15%, а с учетом легированного собственного возврата, доля которого в металлозавалке достигает 40%, концентрация ванадия может возрасти до 0,2%. Баланс ваграночной плавки по ванадию показал, что 78–82% легирующего элемента переходит в чугуны. Высокое усвоение ванадия и низкий коэффициент распределения его между шлаком и металлом определяется двумя факторами: наличием сажистого углерода в окатышах, а также химической активностью углерода кокса в горне вагранки.

Т а б л и ц а 2. Влияние ванадийсодержащих металлизированных окатышей на химический состав шлака.

Наименование шихты	Химический состав шлака, вес. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	V ₂ O ₅	Fe _{общ}	
Традиционная	37,0	11,6	20,7	10,8	6,57	0,063	6,95	
Содержащая окатыши	15%	33,1	11,4	27,1	17,4	3,33	0,13	3,73
	30%	31,8	12,2	27,3	15,8	2,25	0,27	2,53

Т а б л и ц а 3. Влияние природнолегированных металлизированных окатышей на химический состав и свойства серого чугуна

Состав шихты	Химический состав, вес. %							Свойства		
	C	Si	Mn	S	P	V	Ti	$\sigma_{\text{и}}$, кг/мм ²	НВ, кг/мм ²	отбел, мм
Традиционная	3,51	2,80	0,48	0,10	0,08	0,02	0,04	41,9	196	4
Содержащая 15% ока-	3,7	2,50	0,46	0,09	0,07	0,08	0,09	42,7	204	6
тыши 30%	3,6	2,55	0,54	0,09	0,07	0,13	0,14	47,5	209	6,6

Использование природнолегированных окатышей позволяет существенно повысить механические свойства серого чугуна. Так, например, предел прочности при изгибе возрастает от 38,0 до 46,0 кгс/мм² (табл. 3). Совместное легирование чугуна ванадием и титаном позволяет значительно повысить его износостойкость и стабилизировать свойства в разностенных сечениях отливок. Количество неметаллических включений в чугунах, выплавленных с применением в шихте окатышей, составляет 0,0116%, в то время как при плавке на традиционной шихте оно выше более чем в 1,5 раза и достигает 0,0178%.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность легирования ваграночного чугуна ванадием за счет использования в шихте природнолегированных металлизированных окатышей. При этом повышается качество чугунного литья, сокращаются безвозвратные потери ванадия, уменьшается загрязнение окружающей среды. Снижение содержания в окатышах пустой породы, увеличение концентрации углерода в них и повышение прочности брикетов позволит повысить эффективность применения природнолегированных металлизированных окатышей при производстве качественного чугунного литья.