

УДК 621.745.5:66.046.5

**В. Н. Костяков, А. Н. Сушков, Н. В. Кирьякова**

Физико-технологический институт металлов и сплавов АН Украины, Киев

### **КАЧЕСТВО ЧУГУНА, ВЫПЛАВЛЕННОГО ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ И ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ**

*Изучены качество, структура и свойства чугуна, выплавленного с использованием лома, металлургического шлама и железорудного сырья. Показано, что применение металлургического шлама и железорудного сырья при выплавке литейного чугуна позволяет уменьшить затраты на шихту, снизить себестоимость и обеспечить достаточное качество выплавленного металла.*

**Ключевые слова:** чугун, шихта, шлам, окатыши, примеси, лом, плавка.

*Вивчено якість, структуру і властивості чавуну, що виплавлено з використанням лому, металургійного шламу та залізорудної сировини. Показано, що застосування металургійного шламу та залізорудної сировини при виплавці ливарного чавуну дозволяє зменшити витрати на шихту, знизити собівартість і забезпечити достатню якість виплавленого металу.*

**Ключові слова:** чавун, шихта, шлам, окатиші, домішки, лом, плавка.

*The quality, structure and properties of the cast iron melted with the usage of scrap, metallurgical slurry and iron-ore raw materials were researched. It was shown, that usage of the metallurgical slurry and iron-ore raw materials by melting of the cast iron allowed to reduce the expenses on charge, reduce the prime cost and to provide sufficient quality of the melted metal.*

**Keywords:** cast iron, charge, slurry, rolled briquettes, admixtures, scrap, melting.

Сокращение объемов производства литейного чугуна и его удорожание обострили ситуацию в литейном производстве. Такое положение усугубляется также дефицитом стального и чугунного лома. Поэтому на первый план выдвигаются задачи использования рудного сырья и техногенных отходов, образующихся на металлургических и машиностроительных предприятиях. При этом следует отметить, что использование в шихте лома, содержащего цветные металлы (вредные примеси), не обеспечивает достаточного удаления их в процессе плавки. Проблема качества шихты продолжает обостряться. Так, например, в металлургии для многих видов металлопродукции суммарное содержание вредных примесей (Cu+Sn+Cr+Mo) не должно превышать 0,30-0,35 % [1].

Однако многие виды шихты, загрязненные примесями цветных металлов, которые не удаляются в процессе плавки стали, значительно выше указанных норм [2]. Так, содержание вредных примесей составляет (%): в свежем неокисленном ломе – 0,55, тяжеловесном амортизационном – 0,56, дробленом очищенном – 0,60, амортизационном пакетированном – 1,20.

Сопоставление требований к содержанию указанных примесей в сплавах и загрязненности шихтовых материалов показывает, что использование в шихте только лома при выплавке качественных чугуна и стали нереально.

В ФТИМС НАН Украины изучены качество, структура и свойства чугуна, выплавленного из лома, металлургического шлама и железорудного сырья (окатыши) в дуговой печи постоянного тока. В качестве восстановителя железа использовался электродный бой. Химический состав базового чугуна включал (%): 3,95 C; 1,90 Si; 0,86 Mn; 0,09 Cr; 0,18 Al; 0,16 Cu; 0,066 S; 0,067 P.

Химический состав шлама и железорудных окатышей приведен в табл. 1.

## Получение и обработка расплавов

**Таблица 1. Химический состав шихтовых материалов**

Компо- ненты шихты	Химический состав компонентов шихты, мас. доля, %												
	C	Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	S	P	ППП
Желе- зо руд- ные окаты- ши	-	62,6	87,1	2,0	8,5	0,4	-	0,42	0,9	0,03	0,06	0,09	0,043
Смесь домен- ного и марте- новско- го шла- ма	6,0	49,9	63,6	6,98	7,64	1,10	0,87	8,24	1,27	-	0,17	-	10,7

Приведенные в таблице компоненты шихты использовались в качестве шихты при выплавке чугуна, химический состав которого показан в табл. 2.

**Таблица 2 . Химический состав выплавленного чугуна**

Номер плавки	Состав шихты	Содержание элементов, мас. доля, %					Выход железа, %
		C	Si	Mn	S	P	
1	чугун, шлам, FeSi 65, FeMn 75	3,43	1,76	0,91	0,14	0,06	95,2
2	чугун, окатыши, FeSi 65, FeMn 75	3,21	1,75	0,88	0,07	0,05	93,3

Из приведенных данных следует, что особенности протекания физико-химических процессов при жидкофазном восстановлении оксидов железа обуславливают высокий выход железа и низкое содержание серы, а также достаточно высокую стабильность химического состава чугуна по основным элементам.

Качество, структура и свойства выплавленных чугунов исследованы на литых образцах.

В табл. 3 приведено содержание газов и неметаллических включений в выплавленном чугуне.

**Таблица 3. Содержание газов, неметаллических включений и характер их распределения по размерным группам в чугуне**

Но- мер плав- ки	Содержание газов, %		Тип вклю- чений	Со- дер- жание вклю- чений, %	Количество включений (%) и их размер (мкм)						
	[O]	[N]			<1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	>3,5
1	0,03	0,0029	суль- фи- ды	0,040	50,1	40,0	6,1	2,4	0,8	0,3	0,3
			оксиды	0,059	28,3	21,9	11,3	8,4	9,1	12,3	8,7
2	0,028	0,0024	суль- фи- ды	0,037	46,4	38,9	7,5	3,2	1,2	0,8	1,0
			оксиды	0,056	30,3	24,1	5,3	10,0	8,4	11,8	10,1

## Получение и обработка расплавов

Из этих данных следует, что содержание газов в выплавленном чугуна из окатышей и шлама находится на уровне ваграночного [3].

В чугуна наблюдается не очень высокое содержание неметаллических включений, если учесть, что в качестве составляющей шихты использовали окатыши и шлам.

Неметаллические включения в выплавленном чугуна присутствуют в виде сульфидов и оксидов. Сульфиды содержатся, в основном, небольших размеров, что, по-видимому, можно объяснить особенностями восстановительных процессов, имеющих место при жидкофазном восстановлении металлов.

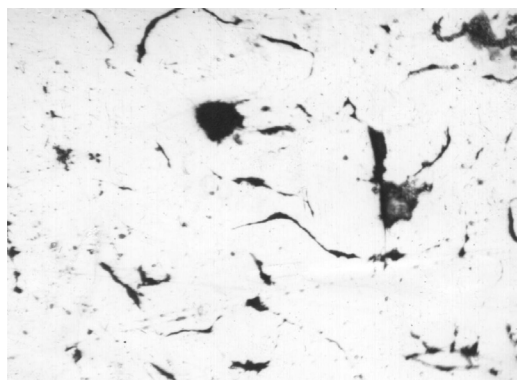
Известно, что структура чугуна в большинстве случаев определяет его свойства. Общеизвестно, что углерод и кремний, присутствующие в определенных количествах, оказывают решающее влияние на структуру и свойства конструкционных чугунов, например, серых. Значительное влияние оказывают также состав и природа шихты, условия плавки и внепечной обработки.

В чугуна плавки № 1 (рисунок, а) основная форма выделившегося графита – пластинчатая. Распределение графита в матрице классифицируется двумя типами: колонии пластинчатого графита (ПГр1) и розеточный графит (ПГр7). Большее количество включений графита – мелкодисперсные длиной 15 мкм, часто встречаются более протяженные до 90 мкм. В отдельных местах присутствуют единичные включения графита вермикулярного типа. Выделившийся графит занимает до 10 % площади шлифа.

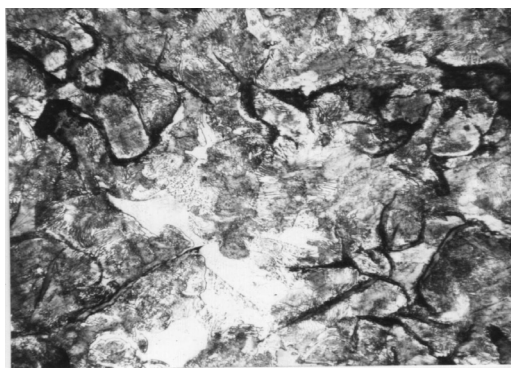
Металлическая основа опытного чугуна состоит преимущественно из перлита, небольшого количества феррита и отдельных участков фосфидной эвтектики (рисунок, б).

Дисперсность перлита колеблется от мелкодисперсного до ПД 1,0.

Тройная фосфидная эвтектика располагается, в основном, в ферритной фазе



а



б



в



г

Форма графита (а, в) и микроструктура (в, г) опытных чугунов: а, б – плавка №1; в, г – плавка № 2,  $\times 400$

## Получение и обработка расплавов

или по ее границе. Площадь фосфидной эвтектики – ФЭП 2000. Неметаллические включения встречаются редко, имеют округлую форму, по составу – сульфиды марганца и железа.

Форма графита в чугуна плавки № 2 (рисунок, в) как и в предыдущей плавке пластинчатая, распределение графита в матрице чугуна равномерное и классифицируется как колонии пластинчатого графита ПГр 1.

Включения графита имеют размер до 90 мкм, занимают площадь более 10 % площади шлифа.

Металлическая основа чугуна состоит из мелкодисперсного перлита (рисунок, г), дисперсность перлита до ПД 1,0.

В табл. 4 приведены физико-механические свойства выплавленного чугуна.

**Таблица 4. Физико-механические свойства чугуна**

Номер плавки	Механические свойства		Твердость, НВ
	$\sigma_{в, МПа}$	$\sigma_{из, МПа}$	
1	216	304	227
2	274	427	264

Приведенные данные показывают, что удовлетворительные механические свойства металла достигаются при выплавке чугуна с использованием в шихте окатышей и шлама.

Таким образом, использование металлургического шлама и железорудного сырья при выплавке литейного чугуна позволяет обеспечить достаточное его качество и, уменьшив затраты на шихту, снизить себестоимость выплавленного металла.



### Список литературы

1. Шалимов А. Г. // *Металлург.* – 2000. – № 1. – С. 52-53.
2. Вагнер Ф, Вегман Е. Р., Соскир Н. Ф. // *Steel Times Int.* – 1999. – № 7. – С. 12-14.
3. Справочник по чугунному литью / Под ред. Н. Г. Гиршовича. – М.: Машиностроение, 1978. – 758 с.

Поступила 10.11.2010

УДК 621.74:621.039.64

**В. Л. Найдек, А. В. Наривский**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННОГО НАГРЕВА В ТЕХНОЛОГИЯХ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Показано влияние вакуумно-плазменной обработки расплава на процесс дегазации, структуру и прочностные характеристики деформируемых алюминиевых сплавов, полученных из шихты с разным содержанием металлоотходов. Приведены результаты по десульфурации чугуна в потоке вихревых реакторов.*