

УДК 640.191(08)

А.И.Гарост

Белорусский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗАМАСЛЕННОЙ СТРУЖКИ

Приведены результаты исследований по созданию технологии выплавки чугуна с использованием в качестве шихты железосодержащих материалов с органическими загрязнителями. Железосодержащий материал и углеродсодержащие вещества вводятся в расплав в составе прочных не разрушаемых при транспортировке пакетов. Пакеты формируются без применения высоких давлений из не подвергаемых предварительной подготовке железосодержащих материалов с органическими загрязнителями. В качестве связующего при изготовлении пакетов используются недорогие материалы, способные обеспечивать их формирование за счет химического твердения и окисление органических загрязнителей до экологически менее вредных соединений и при плавке рафинировать расплав от вредных примесей. Состав пакетов обеспечивает восстановление железа из его оксидных соединений.

Постановка задачи

Современный научно-технический прогресс неразрывно связан с созданием эффективных энергосберегающих технологий, обеспечивающих комплексное использование сырья, материалов и снижение вредного воздействия на окружающую природную среду [1].

Для выплавки чугунов целесообразно использовать чугунную стружку вместо лома черных металлов и дорогостоящего чушкового литейного чугуна [2]. Однако использование ее в виде россыпи приводит к снижению производительности плавильных агрегатов, потерям металла при транспортировке, потерям, связанным с коррозией, окислением при переплаве из-за большой удельной поверхности и др. Безвозвратные потери при использовании стружки в неподготовленном виде составляют: за счет коррозии – 15 %, угара при переплаве – от 20 до 30 %, при транспортировке – более 5 %.

Несмотря на широкое применение в промышленности прогрессивных методов механической обработки, позволяющих увеличивать коэффициент использования металла в машиностроении, ожидается дальнейшее увеличение количества стружки. Из-за применения при механической обработке масел и эмульсий поверхность стружки сильно загрязнена. Содержание этих компонентов в стружке может достигать 10 %, при этом наличие масел препятствует окусковыванию стружки.

Разработка и применение рациональных методов переработки и переплава стружки имеет огромное народнохозяйственное значение. Проблема переработки замасленной чугунной стружки, имеющей мелкие размеры, практически не решена.

Замасленную стружку опасно заваливать непосредственно в металлургические агрегаты. Во-первых, потому, что при высокой концентрации масел и т.п. загрязнителей возможны выбросы жидкого металла. Во-вторых, потому, что даже при отсутствии указанных выше нарушений режимов плавки возникают экологически недопустимые выбросы токсичных газов, сажи и пыли.

Отмывка стружки кислотами, щелочами, горячей водой, острым паром и др. обеспечивает хорошую степень очистки, но является дорогостоящей и трудоемкой операцией. Удаление масла и эмульсий со стружки методом обжига в окислительной атмосфере приводит к угару металла и загрязнению воздушного бассейна продуктами сгорания. Электрохимический способ обезжиривания стружки имеет низкую производительность и степень обезмасливания при больших затратах.

Следовательно, существующие способы обезжиривания стружки являются малоэффективными, сопряжены с большими затратами и определенными техническими трудностями.

Методы брикетирования загрязненной маслами и эмульсией чугунной стружки без очистки от масел путем прессования (с применением высоких давлений) не могут быть эффективными, т.к. жидкости (в данном случае масла) несжимаемы и не позволяют получать качественные брикеты с высокой механической прочностью и неразрушаемостью.

В Белорусском государственном технологическом университете разработан способ выплавки чугуна с использованием в качестве шихты железосодержащих материалов с органическими загрязнителями [3], при котором железосодержащий материал и углеродсодержащие вещества вводятся в расплав в составе прочных не разрушаемых при транспортировке пакетов формируемых без применения высоких давлений из не подвергаемых предварительной подготовке железосодержащих материалов с органическими загрязнителями, а в качестве связующего при изготовлении пакетов использовать недорогие связующие, способные обеспечивать их формирование за счет химического твердения и окислять органические загрязнители до экологически менее вредных соединений и при плавке рафинировать расплав от вредных примесей; состав пакетов должен обеспечивать восстановление железа из его оксидных соединений [4,5].

Эффект затвердевания заключается в образовании основных солей типа $(\text{MgOH})_3\text{PO}_4$ либо $(\text{MgOHAIO}_2 + (\text{MgOH})_2\text{SiO}_3)$ при совместном смешивании избытка глины (щелочная среда), недостатка магнезита и кислой среды (H_3PO_4). Присутствие H_3PO_4 не только способствует образованию основных солей магнезия, но и взаимодействию присадок промышленных масел, содержащих, например, амины, что способствует лучшему окислению масел. В этом случае поверхность чугунной металлической стружки становится менее гидрофобной, что обеспечивает более эффективное протекание процесса адгезии структурных составляющих магнезита и глины с поверхностью металла. При контакте железа с фосфорной кислотой наблюдается одновременно разрушение рыхлой оксидной пленки.

Физико-химические характеристики исходных материалов и металлосодержащих пакетов

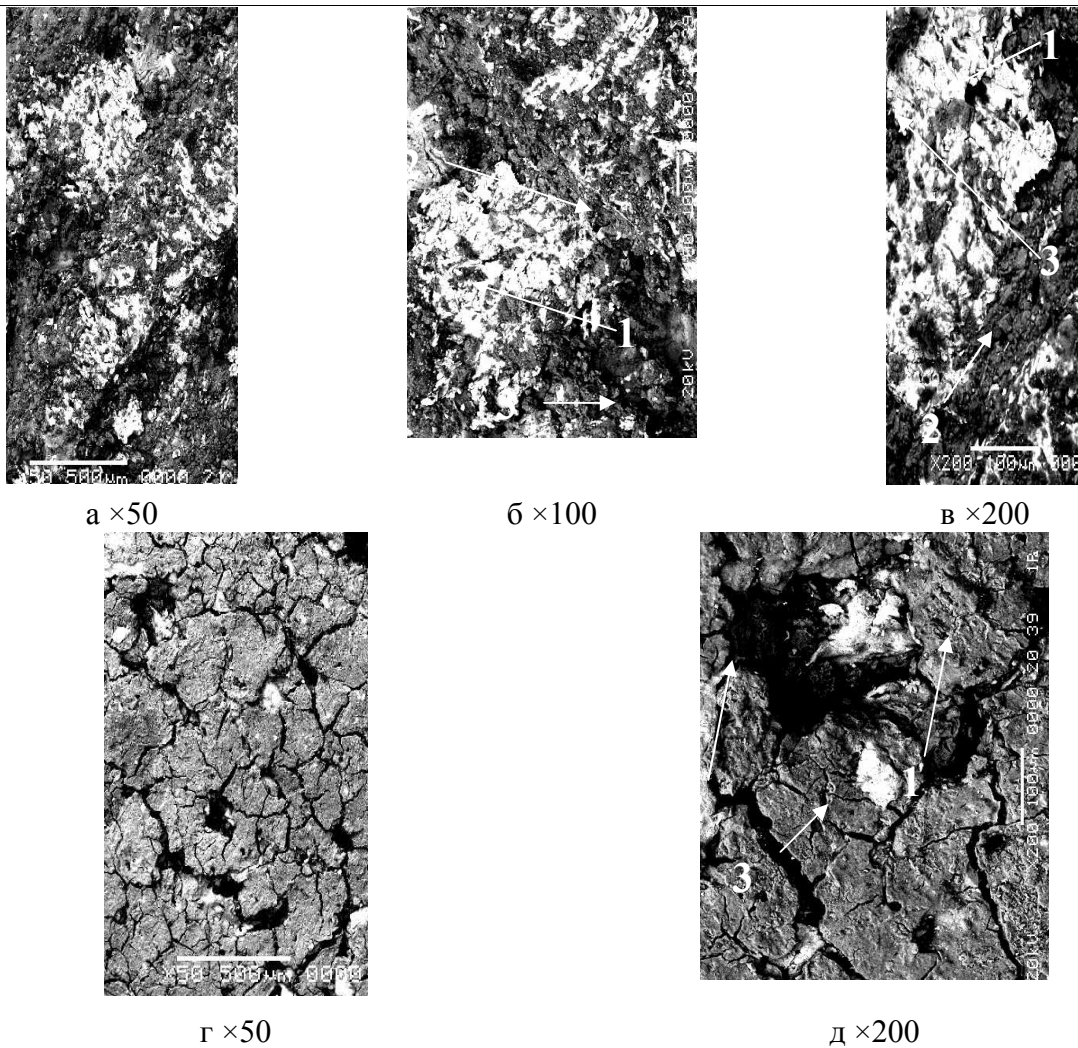
В качестве связующих материалов при изготовлении пакетов из замасленной чугунной стружки используют глину и магнезит.

Проведены исследования структуры исходных материалов методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе JSM-5610LV (фирма JEOL, Япония) с системой электронно-зондового энергодисперсионного рентгеновского анализа. Структуру материалов фиксировали с использованием детектора вторичных электронов. Состав и морфология включений глины и магнезита изучалась методом электронно – зондового EDX анализа на детекторе IED 2201.

Магнезит состоит из однородных кристаллов, в составе которых, кроме магнезия и кислорода, содержится кремний, кальций и железо. Строение глины отличается присутствием структуры с неоднородными включениями и составом таких включений.

Пакеты содержали в составе замасленную чугунную стружку, глину и магнезит (рецептурный состав пакетов приведен в табл. 1). Изготавливались также пакеты с добавкой восстановительных агентов. В качестве последних использовались не подлежащие регенерации отходы полимерных материалов. Изучение состава пакетов (табл. 2) методами сканирующей электронной микроскопии на микроскопе JSM-5610LV показывает, что среднее содержание металлического железа составляет 23,38 % в сырых и 21,83 % в прокаленных при 700°C пакетах (рис. 1). В тоже время в металлических составляющих пакета содержится соответственно 61,63 % и 66,39 % железа.

Видно, что в результате прокатки в пакетах возникают микротрещины, которые не нарушают их сплошность и прочность.



а, б, в – структура сырого пакета; г, д – структура прокаленного при 700°C пакета
Рисунок 1 – Микроструктура пакетов с замасленной чугуной стружкой (исследования методом сканирующей электронной микроскопии)

Исследование металлургической ценности пакетов с замасленной чугуной стружкой

В индукционной печи проведены плавки чугуна с вводом пакетов из замасленной чугуной стружки. В расплав чугуна по разработанной автором технологии [3–5] подавались легирующие и модифицирующие добавки в виде пакетов (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав и механические характеристики чугуна плавки с замасленной чугуной стружкой

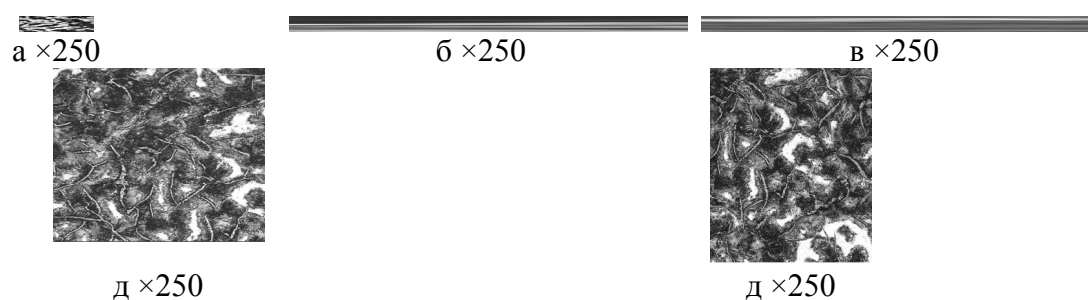
Состав введенных блоков	Компонентный состав, % мас.					Механические характеристики	
	C	Si	Mn	P	S	НВ, МПа	σ_B , МПа
Исходный чугун	2,87	2,39	0,484	0,284	0,079	2070	118,0
замасл. (8% масла) чуг. стр.- 1,57кг; глина – 0,204 кг; магнезит – 0,05 кг.	3,12	2,26	0,472	0,304	0,089	2290	124,0
замасл. (8% масла) чуг. стр.- 1,57кг; глина – 0,204 кг; магнезит – 0,05 кг; выс.мол.соед.-0,05 кг.	3,00	2,27	0,465	0,325	0,084	2410	128,0
замасл. (8% масла) чуг. стр.- 3,15кг; глина – 0,407 кг; магнезит – 0,093 кг; выс.мол.соед.-0,10 кг.	2,98	2,25	0,472	0,316	0,090	2410	133,0

Таблица 2

Химический состав пакетов

Пакеты с замасленной чугуной стружкой	Позиция включенная	Содержание элементов, % мас.											
		C	O	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	V	Fe	Zr
сырой пакет	рис. 1а (средний состав)	41,10	23,09	2,02	2,03	4,93	1,86	0,73	0,86			23,38	
	1 (рис. 1б)	28,23	6,14	0,81	0,21	1,62	1,12	0,12	0,12			61,63	
	3 (рис. 1в)	49,40	28,58	1,12	2,27	4,75	1,97	1,20	0,86	0,23		9,61	
	2 (рис. 1б)	31,90	17,75	1,84	1,91	4,26	3,94	1,09	2,46			34,84	
	2 (рис. 1в)	49,77	20,45	1,48	1,76	4,23	2,13	1,54	2,55	1,81	2,83	11,45	
прокаленный при 700°С пакет	рис. 1г (средний состав)	13,70	33,77	2,75	2,88	7,11	9,32	1,14	2,97	-	-	21,83	4,53
	1 (рис. 1д)	11,07	46,94	2,33	3,34	5,10	12,78	1,05	9,01			8,39	
	2 (рис. 1д)	16,31	33,84	3,04	2,24	4,55	10,32	1,16	2,11			19,42	7,03
	3 (рис. 1д)	9,41	21,88	0,14	0,06	0,45	0,28	0,11	0,33			66,39	1,15

Структура исходного и чугуна после ввода пакетов из замасленной чугуной стружки (рис. 2) исследовалась в соответствии с ГОСТ 3443–87.



а- исходный чугун; б – введено: замасл. (8% масла) чуг. стр.- 7,14%, глина – 0,92 %, магнезит – 0,22 %; в- введено: замасл. (8% масла) чуг. стр.- 14,86%, глина – 1,84 %, магнезит – 0,44 %; выс.мол.соед.-0,23 %; д – введено: замасл. (8% масла) чуг. стр.- 29,18%; глина – 3,70 %; магнезит – 0,87 %; выс.мол.соед.-0,68 %

Рисунок 2 – Микроструктура чугуна выплавленного с добавлением пакетов из замасленной чугуной стружки

Структура исходного чугуна (рис. 1а) – серый чугун с пластинчатым графитом, вокруг пластин которого образуется перлит. Металлическая основа также содержит феррит. Причем неоднородный. В нем образуется цементит.

В чугунах с добавкой замасленной стружки (рис. 1 б, в, д) структура аналогичная. Отличается только соотношением феррита и перлита.

Таким образом, замасленную чугуную стружку можно эффективно перерабатывать по разработанной технологии без снижения характеристик чугуна.

Заключение.

Методы брикетирования загрязненной маслами и эмульсией чугуной стружки без очистки от масел путем прессования (с применением высоких давлений) не могут быть эффективными, т.к. жидкости (в данном случае масла) несжимаемы и не позволяют получать

качественные брикеты с высокой механической прочностью и не разрушаемостью при транспортировке.

Созданная автором технология переработки железосодержащих материалов с органическими загрязнителями, в частности замасленной чугунной стружки, с получением высококачественного серого чугуна призвана решить вопросы получения дешевых изделий и содействовать решению важнейшей экологической проблемы. При реализации существующих методов переработки, связанных с дожиганием масел и эмульсий, в атмосферу в значительных количествах попадают выбросы токсичных газов, сажи и пыли. По предлагаемой технологии масла и эмульсии, значительно окисленные в процессе химического твердения пакетов, находясь в объеме прочных пакетов в изолированном от атмосферы состоянии, подвергаются пиролизу в процессе нагрева при плавке. Это обеспечивает минимизацию выбросов в атмосферу.

Разработан тип и рецептурный состав связующих материалов для пакетирования (брикетирования) чугунной стружки с различной степенью загрязнения маслами и эмульсией, включающий глину (щелочная среда), магнезит и окислитель. Создан способ пакетирования замасленной чугунной стружки, обеспечивающих высокую механическую прочность пакетов и не разрушаемость в процессе транспортировки. Проведены плавки чугуна для определения металлургической ценности пакетов (брикетов).

1. Конюх, В. Я. Газокислородная плавка металла / В. Я. Конюх — Киев: Наук. думка, 1979.— 160с.
2. Гарост, А.И. Железоуглеродистые сплавы: структурообразование и свойства / А. И. Гарост. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 252 с.
3. Способ выплавки чугуна: пат. 14183 Респ. Беларусь: МПК(2006) С 21 С 100, С 21 С 500, F 23 G 5/027 / А. И. Гарост; заявитель УО «Бел. гос. технол. ун-т». – № а20091272; заявл. 31.08.2009; опубл. 30.12.2010 // Афіцыйны бюлетэнь / Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці. – 2010 . – № 1.
4. Гарост А.И. Разработка технологии окусковывания чугунной стружки с органическим загрязнителем и исследование металлургической ценности пакетов. Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях. Материалы Десятой международной Промышленной конференции 18-22 февраля 2010 г., Славское, Карпаты: – Киев: УИЦ “Наука. Техника, Технология”, 2010, - С. 105-107.
5. Гарост А.И. Нетрадиционная технология структурообразования замасленной металлической стружки и технологические особенности ее переработки. Машиностроение и техносфера XXI века (том I) (Сборник докладов XVII международной научно-технической конференции в г. Севастополе). – Донецк: ДонНТУ, 2010. – С. 175-179.