

УДК 669.162.1:622.788

ПРОИЗВОДСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ БРИКЕТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

©Далмиа Йогеш Кумар

Suraj Products Ltd. Индия, г. Руркела

Курунов Иван Филиппович, д-р техн. наук, проф.

ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат». Россия, г. Липецк. E-mail: kurunov_if@nlmk.ru

Стил Ричард Б.; Бижанов Айтбер М.

J.C.Steele & Sons Inc. США, Statesville, NC. E-mail: abizhanov@jcsteele.com

Статья поступила 05.03.2012 г.

В апреле 2011 г. на металлургическом заводе компании Suraj Products Ltd в г. Руркела (Индия) начала работать промышленная линия по производству брикетов из металлургических шламов и пыли по технологии жесткой вакуумной экструзии, разработанной фирмой J.C.Steele & Sons, Inc (США) и впервые реализованной на заводе Bethlehem Steel Corp. в 1993 г. Производимые по этой технологии брикеты экструзионные (брэкссы) на цементной связке являются компонентом доменной шихты нового поколения. Металлургические свойства брэкссов позволяют успешно применять их в доменной плавке. Применение 80% брэкссов в составе шихты в доменной печи малого объема позволило отказаться от использования сырых флюсов и привело к сокращению расхода кокса на 150 кг/т чугуна.

Ключевые слова: доменная печь; шихта; брикеты экструзионные (брэкссы); расход кокса.

В 1993 г. на металлургическом заводе Bethlehem Steel Corp. в США начала работать промышленная линия по брикетированию дисперсных металлургических отходов по технологии жесткой вакуумной экструзии, реализуемой на оборудовании, производимом фирмой J.C.Steele & Sons, Inc¹. Появление на рынке техники и технологий окускования дисперсных материалов высокопроизводительной техники и технологии брикетирования методом жесткой экструзии^{1, 2} является знаковым событием в доменном производстве. Производимые по этой технологии из техногенных и/или природных железосодержащих материалов брикеты экструзионные (*брэкссы*) являются компонентом доменной шихты нового поколения. Проектная производительность первой линии по производству брэкссов составляла 20 т/ч или в среднем 6000 т в месяц при двухсменной работе и 20 рабочих днях в месяц. Брэкссы для шихты доменных печей производили из шлама и пыли кислородно-конвертерного цеха, доменного шлама и шлама коксохимического цеха. В качестве связующего и пластификатора использовали портландцемент и лигнин соответственно. Затраты на оборудование линии брикетирования составили 275 тыс. долл., установленная мощность электрооборудования 138 кВт, затраты на цемент и лигнин – 8 долл/т брэкссов¹. Линия брикетиро-

вания работала с 1993 по 1996 год и была остановлена и ликвидирована в связи с остановкой и ликвидацией завода.

Применение новой технологии брикетирования для доменного производства возобновилось лишь в наши дни. В апреле 2011 г. была пущена промышленная линия по производству брэкссов номинальной производительностью 20 т/ч на небольшом металлургическом заводе компании Suraj Products Ltd в г. Руркела (Индия). Завод производит литейный и передельный чугун в малых доменных печах и губчатое железо во вращающихся трубчатых печах. В настоящее время брэкссы производятся из покупных и собственных металлургических отходов. Кроме шламовых брэкссов выпускаются также промывочные брэкссы из марганцевой руды, доля которых в доменной шихте составляет 1%. Отделение по производству брэкссов включает в себя: открытый склад сырьевых материалов, доставляемых автотранспортом; участок подготовки шихтовых материалов (дозирование, дробление, штабелирование, загрузка приемного бункера); участок смешивания и брикетирования; линию транспортировки брэкссов на участок для упрочняющего вылеживания; склад готовой продукции (рис. 1).

В компонентный состав железосодержащей части брэкссов входят: сталеплавильные шламы

¹Steele R.B. Agglomeration of Steel Mill By-products via Auger Extrusion: In Proc. 23rd Biennial Conf. IBA (Seattle, WA, USA, 1993). P. 205–217.

²Steele R.B., Bizhanov A. Stiff Extrusion Agglomeration of Arc Furnace Dust and Ore Fines for Recovery at a Ferro Alloy Smelter: In Proc. of 32nd Biennial Conf. (September, 2011. New Orleans, Louisiana) Institute for Briquetting and Agglomeration. Vol. 32.

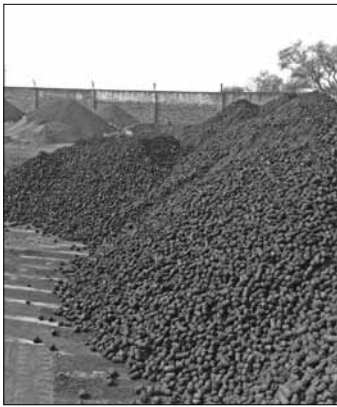


Рис. 1. Штабель готовых брикетов

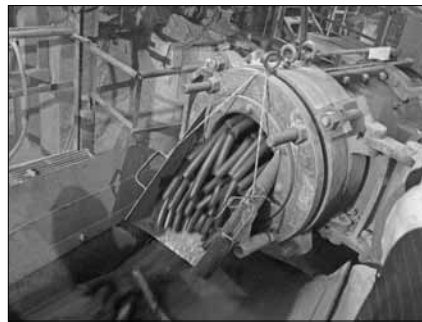


Рис. 2. Брикеты на выходе из фильеры экструдера



Рис. 3. Штабелер брикетов

и пыль – 50%, доменный шлак и колошниковая пыль – 20%, рудные отсевы – 30%. В качестве связующего и пластификатора используются портландцемент и бентонит, доли которых в брикетируемой смеси составляют соответственно 6 и 0,3–0,5%. Компоненты шихтовой смеси дозируются по объему автопогрузчиком, который формирует штабель шихтовой смеси (без цемента), забирая каждый компонент из отдельных штабелей, расположенных на открытой площадке. Шихтовая смесь также автопогрузчиком загружается в приемный бункер линии брикетирования, откуда через гомогенизирующие смесители поступает в экструдер. Благодаря высокому давлению экструзии и удалению из брикетируемой шихтовой смеси более 90% воздуха в вакуум-камере экструдера брэксы на выходе из фильеры экструдера имеют плотную структуру, высокую начальную прочность и достаточную пластичность (рис. 2). Это позволяет транспортировать и штабелировать брэксы для упрочняющего вылеживания без образования мелочи (рис. 3). В процессе перегрузок происходит лишь их фрагментация на 2–3 части с образованием брэксов с соотношением их длины к диаметру 1,3–2,2, тогда как на выходе из фильеры это соотношение составляет 2,5–8,0. При этом одновременно происходит небольшое обвальцовывание острых граней брэксов (рис. 4). Для упрочнения брэксы вылеживаются в штабеле на открытой площадке (см. рис. 3).

Химический состав брэксов после вылеживания, %: Fe_{общ} 46–48; CaO 10–11; SiO₂ 7,2–7,7; Al₂O₃ 1,7–1,9; MgO 2,7–2,9; ппп (гидратная вода + углерод) 11–11,9, CaO/SiO₂ = 1,4.

При двухсменной работе отделение брикетирования производит 200 т брэксов в сутки. Проплавка брэксов в количестве 100–135 т/сут.

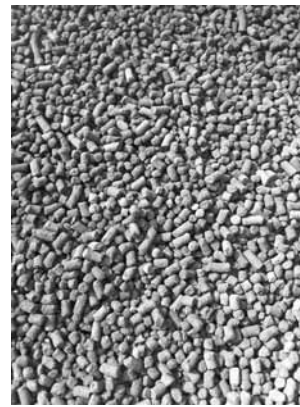


Рис. 4. Брикеты в штабеле



Рис. 5. Брикеты в скипе

производится в доменной печи объемом 45 м³. Качество брэксов обеспечивает успешную работу доменной печи с их расходом в шихте 80% (1444 кг/т чугуна).

Доменная печь оснащена: скиповым подъемником с объемом скипа 0,5 м³ (рис. 5), двухконусным загрузочным устройством, гидравлическим оборудованием для обслуживания летки, воздухонагревателями и двухступенчатой системой газоочистки (пылеуловитель + семь модулей рукавных фильтров). На печи имеются восемь воздушных фурм и одна чугунная летка. Печь охлаждается наружным поливом. Получаемый чугун сразу разливается на разливочной машине, а шлак гранулируется на простейшей установке припечной грануляции. Чугун и граншлак отправляются покупателям автотранспортом. В настоящее время на заводе готовится к задувке вторая доменная печь объемом 25 м³.

До строительства отделения брикетирования чугун выплавлялся из железной руды. Эффективность применения брэксов видна из сопоставления технико-экономических показателей работы доменной печи на железной руде и на шихте, состоящей из 80% брэксов и 20% железной руды. Техничко-экономические показатели работы до-

менной печи приведены ниже:

Показатели работы доменной печи	На руде	На брэксах
Расход, кг/т:		
железной руды	1500	372
брэков	–	1425
известняка	1500	–
доломита	144	–
скрапа	132	–
промывочных брэков	–	19
кокса	680	530
Содержание железа в офлюсованной шихте*, %		
	57,6	50,4
Производительность печи, т/м ² в сутки		
	1,9	1,62
Температура горячего дутья, °С		
	925	900
Давление на фурмах, кг/см ²		
	0,5	0,34–0,38
Химический состав чугуна, %:		
Si	1,0–1,8	1,0–1,5
Mn	0,2	0,4–0,5
C	3,8–4,0	3,75–3,90
S	0,050–0,060	0,038–0,050
Химический состав шлака, %:		
CaO	34,86	33,12
SiO ₂	31,98	30,23
Al ₂ O ₃	23,87	17,98
MgO	9,46	9,48
FeO	1,01	1,26

*Без учета CO₂ карбонатов.

Из приведенных данных видно, что при работе на шихте, состоящей из 80% брэков и 20% руды, расход кокса сократился на 150 кг/т чугуна (22%) как за счет углерода, содержащегося в брэксах, так и за счет вывода из шихты сырых флюсов. Понижение производительности доменной печи на 15% при переходе на новую шихту с брэксами

связано в основном со снижением содержания железа в этой шихте на 7,2% (абс.) по сравнению с шихтой из руды и сырых флюсов. Дальнейшему повышению доли брэков в шихте препятствовало увеличение основности шлаков из-за высокой основности брэков, вызванной наличием в их составе конвертерных шламов.

В процессе освоения технологии доменной плавки с применением нового компонента доменной шихты пришлось перейти на новый более низкий уровень засыпи шихты в печи в связи с возникшими трудностями в работе сухой газоочистки. Постепенное увеличение доли брэков в шихте привело к понижению температуры колошникового газа и увеличению его влажности. В результате рукавные фильтры начали забиваться влажной пылью, а регенерация их обратными импульсами давления не достигала эффекта. Понижение уровня засыпи повысило температуру колошникового газа, и залипание рукавных фильтров прекратилось. Понижение уровня засыпи практически не повлияло на показатели работы доменной печи в связи с тем, что восстановление оксидов железа в брэксах происходит преимущественно за счет дисперсного углерода, содержащегося в них.

Закключение. Техника и технология брикетирования методом жесткой вакуумной экструзии позволяют производить брикеты экструзионные (брэкссы), имеющие высокую прочность и восстанавливаемость. Metallургические свойства брэков позволяют успешно применять их в доменной плавке. Применение железоуглеродсодержащих брэков с основностью 1,4 в доменной печи малого объема в количестве 1444 кг/т чугуна (80% в шихте) дало возможность полностью отказаться от использования известняка и доломита и сократить расход кокса на 150 кг/т чугуна.

PRODUCTION OF BRIQUETTES OF NEW GENERATION AND THEIR USE IN BF SMELTING

©Dalmia Y.K.; Kurunov I.F., ScD, prof.; Steele R.B.; Bizhanov A.M.

In April 2011 at the Metallurgical Plant belonging to Suraj Products Ltd in Rourkela (India) the industrial line for production of briquettes made from metallurgical sludge and dusts has started the operation based on the stiff-extrusion technology developed by the J.C. Steele & Sons, Inc (USA) and originally realized at the Bethlehem Steel Corp. in 1993. Produced by this technology the cement bonded extrusion briquettes (BREX) are the new generation component of charge for BF. Metallurgical properties of the BREX allow utilizing them successfully in BF melting. Utilization of the 80% of the BREX in the small blast furnace charge helped to reject from raw fluxes and led to decrease in coke consumption by 150 kg/t.

Keywords: BF; charge; extrusion briquettes (BREX); coke consumption.