

Ю. А. Зинченко, В. А. Струтинский

ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», Группа Метинвест, Мариуполь

Освоение технологии вдувания пылеугольного топлива при производстве чугуна на ПАО «ММК им. Ильича»

Рассмотрены этапы освоения технологии вдувания пылеугольного топлива при производстве чугуна в условиях ПАО «ММК имени Ильича». Подчеркнута необходимость изменения технологических и шихтовых условий для успешного освоения технологии.

Ключевые слова: доменная печь, пылеугольное топливо, кокс доменный, природный газ, уголь, освоение технологии

Наиболее дорогостоящим компонентом доменной шихты является кокс, поэтому уровень удельного расхода скипового кокса является универсальным показателем эффективности и конкурентоспособности металлургической отрасли в целом.

Решение задачи снижения расхода кокса в мировой практике осуществляется в основном за счёт улучшения качества подготовки шихты и усовершенствования технологии ведения доменной плавки, а также замещения металлургического кокса менее дорогими энергоносителями.

Технология доменной плавки с вдуванием в горн природного газа (ПГ) в сложившихся экономических и технологических условиях менее эффективна по сравнению с вдуванием пылеугольного топлива (ПУТ). Определяющим показателем, характеризующим преимущества ПУТ по отношению к ПГ, является возможность замены ПУТ в 2-3 раза большего количества кокса. При этом немаловажным фактором в пользу использования ПУТ является наличие в Украине значительных запасов углей, отвечающих требованиям доменной технологии.

Для реализации технологии вдувания ПУТ в горн доменных печей нашего комбината 18 мая 2006 г. был заключён контракт с китайской национальной корпорацией «Minmetals» на поставку комплекса оборудования. Проектом предусмотрено использование всего спектра энергетических углей низко- и высоко-метаморфизированных марок Д, Г, ДГ, Т, СС, А и их смесей в любом соотношении. В принципе, практически все марки угля могут использоваться для приготовления ПУТ, их выбор определяется конъюнктурой рынка и технологическими условиями работы доменных печей.

Производительность поставляемого оборудования позволяет приготавливать ПУТ в количестве до 200 кг/т чугуна с учётом дальнейшей модернизации доменных печей цеха.

Комплекс по производству и вдуванию ПУТ состоит из следующих основных подразделений:

- угольного склада ёмкостью до 25 тыс. т, оборудованного участком по бесперебойной разгрузке железнодорожных вагонов в зимнее время;

- участка пылеприготовления, в составе которого три независимые технологические линии по приготовлению ПУТ;

- распределительно-дозировочного участка, предназначенного для бесперебойной, дозированной и равномерной подачи ПУТ в горн доменных печей с соблюдением условия плотnofазной транспортировки. Комплекс приготовления ПУТ расположен на западной части рудного двора и примыкающей к ней территории по фронту доменных печей № 3 и 4.

К сожалению, мировой финансовый кризис внёс негативные коррективы в темпы работ по строительству комплекса. Только с вхождением комбината в ООО «Метинвест Холдинг» появилась возможность значительно нарастить темпы строительства.

Параллельно со строительными работами проводились ремонты оборудования аглофабрики, совершенствовалась технология производства агломерата, вносились существенные коррективы в сырьевую базу железорудного сырья, проводились работы по улучшению качества кокса для успешного освоения технологии ПУТ.

Летом 2012 г. основные строительные работы были закончены и начаты испытания технологического оборудования. 28 августа 2013 г. в 12-00 осуществлена подача ПУТ в горн ДП № 1. После проведения службами главного механика и главного энергетика специальных мероприятий по стабилизации работы оборудования комплекса пылеугольное топливо в сентябре приняли на ДП № 3, в октябре – на ДП № 4, в декабре 2012 г. – на ДП № 5. После задувки с капитального ремонта и выхода на заданные параметры, в июле 2013 г. ПУТ приняли на ДП № 2.

В период горячих испытаний оборудования комплекса и освоения новой технологии приготовления ПУТ для обеспечения условий взрывобезопасности использовались низкосернистые антрацитовые угли. При достижении 60-80 кг/т чугуна удельного расхода ПУТ использовали низкосернистые угли марки Т и смесь углей А и Т. В настоящее время все доменные печи цеха работают на ПУТ, приготовленном из углей марки СС.

Техническими службами комбината разработаны требования к углям. Оптимальными для приготовления ПУТ приняты угли с содержанием (%): золы – не более 10, серы – не более 1, влаги – не более 10, содержанием летучих веществ в угольной смеси – 20-30. При составлении угольных смесей учитывается

коэффициент размолоспособности по Hardgrove (HGI). При изменении этого параметра для большинства марок углей в пределах 30-100 ед. оптимальным принят коэффициент HGI – не менее 45 ед. Крупность угля для приготовления ПУТ – не более 50 мм, что определено параметрами угольной мельницы.

На складе угля три приёмных бункера (для разных марок угля) и дозирочно-шихтовальная установка, которая включает ленточный питатель и тензвесы. Количество подачи угля регулируется скоростью ленточного питателя. Смешанный уголь из 3-х приёмных бункеров одним транспортёром подаётся на грохот, где отсеивается фракция более 50 мм и удаляются металлические предметы железолоулителем, установленным перед грохотом. Кондиционный уголь попадает на ленточный транспортер, с него – на реверсивный ленточный транспортер, находящийся над бункерами рядового угля, откуда ссыпается в бункера. Из бункера уголь подаётся в мельницы для помола на участок подготовки пылеугольного топлива. Участок вдувания угольной пыли состоит из трёх технологических линий, каждая включает в себя рукавный фильтр, бункер угольной пыли, продувочные бункера, распределитель, продувочные копыя. Из бункера угольная пыль подаётся в продувочный бункер, из него – в статический распределитель (установленный на каждой доменной печи) и вдувается через сопло воздушной фурмы по продувочному копыю в горн.

Освоение технологии доменной плавки с использованием ПУТ на металлургических заводах до последнего происходило по принципу «проб и ошибок». Поэтому к удельным расходам 150 кг/т чугуна и более ПУТ шли в течение 15-20 лет, что существенно снижало срок окупаемости инвестиций в коксозамещающее мероприятие.

С началом внедрения технологии вдувания ПУТ доменный цех нашего комбината обеспечен коксом улучшенного качества производства Авдеевского КХЗ. Предельные показатели качества доменного кокса приведены в табл. 1.

В июне 2013 г. средний фактический расход ПУТ составил 169,7 кг/т чугуна (при удельном расходе скипового кокса 368 кг/т чугуна). На этот удельный расход ПУТ доменщики нашего комбината выш-

ли за 10 месяцев от начала горячих испытаний оборудования комплекса. Динамика изменения технологических параметров и качества кокса представлены на рис. 1-3.

В табл. 2 для сравнения приведены основные параметры технологического режима работы доменных цехов предприятий Украины, использующих технологию вдувания ПУТ или планирующих её внедрение.

Таблица 1

Предельные значения качественных показателей доменного кокса при использовании технологии вдувания ПУТ

Показатели качества	Мокрое тушение, %	Сухое тушение, %
Влага	4,0-5,0	≤ 0,7
Зола	≤ 11,4	
Летучие	≤ 0,8	
Сера	≤ 0,8	
M25	≥ 88,5	
M10	≤ 7,2	
Содержание фракции +80 мм	7,0	
Горячая прочность CSR	50,0±5,0	
Реакционная способность CRI	30,0±5,0	

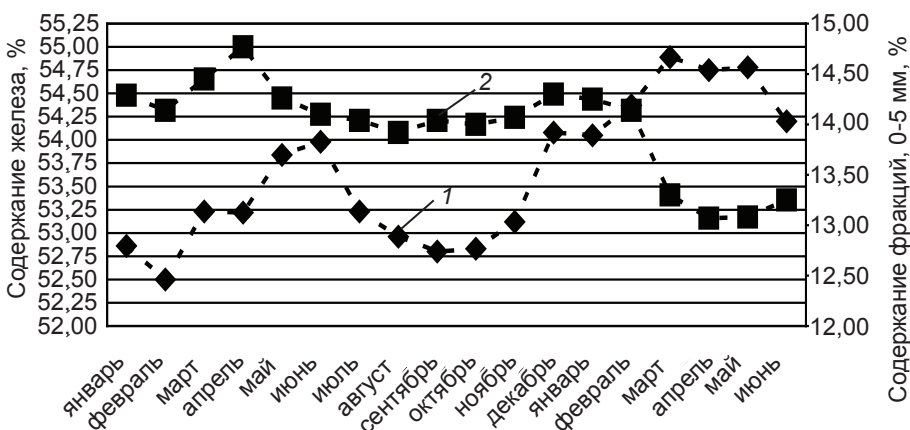


Рис. 1. Динамика изменения в 2012-2013 гг. качественных показателей агломерата, %: 1 – по содержанию железа и 2 – фракции 0-5 мм

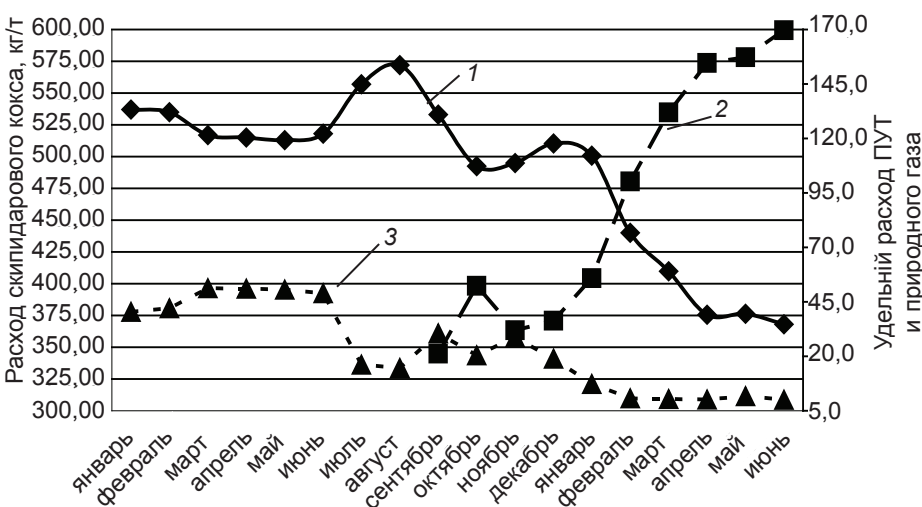


Рис. 2. Динамика изменения расхода скипового кокса, ПУТ и природного газа в 2012-2013 гг.: 1 – расход кокса скипового сухого, кг/т; 2 – расход ПУТ, кг/т; 3 – расход природного газа, м³/т

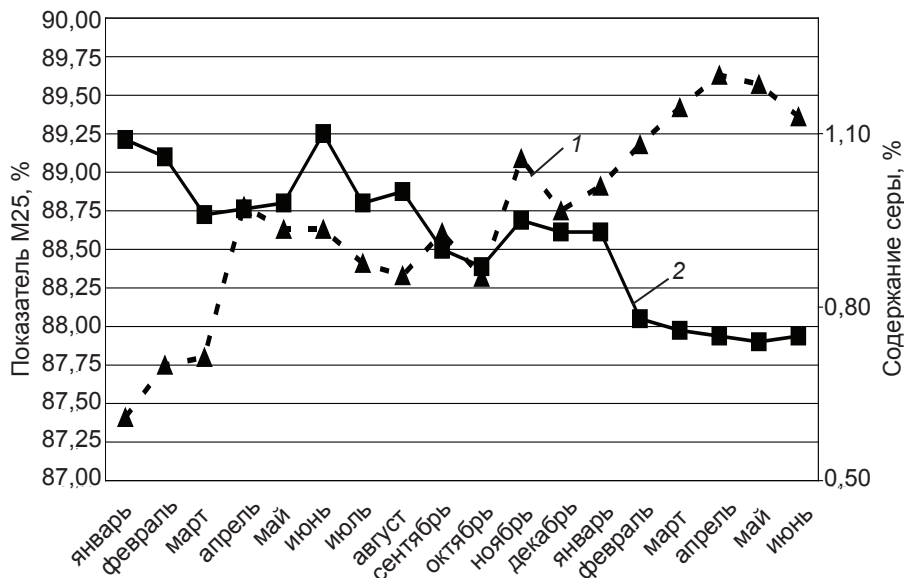


Рис. 3. Показатели качества кокса в 2012-2013 гг., в %: 1 – показатель М 25, 2 – содержание серы

Удельный расход кокса на производство чугуна в доменном цехе нашего комбината в июне ниже, что связано с увеличением объемов вдувания ПУТ.

Тем не менее на комбинате продолжается работа по разработке и внедрению компенсационных мероприятий, позволяющих оптимизировать технологию с увеличением объема вдувания ПУТ. Среди

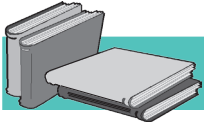
основных мероприятий – улучшение прочностных характеристик офлюсованного агломерата и снижение содержания фракции 0-5 мм; увеличение содержания железа в доменной шихте и, как следствие, снижение удельного выхода шлака; оптимизация уровня теоретической температуры в горне индивидуально для каждой доменной печи; улучшение параметров технической воды для охлаждения арматуры печи; разработка новой конструкции воздушной фурмы.

Внедрение технологии вдувания ПУТ в горн доменных печей цеха позволило нашему предприятию практически вывести из состава комбинированного доменного дутья природный газ, сократить удельный расход скипового кокса на 150 кг/т, не снизив при этом производительности доменных печей.

В год 116-летия металлургического комбината имени Ильича, коллективы цехов аглодоменного передела с оптимизмом смотрят в будущее, так как созданы благоприятные условия для стабильной работы предприятия, модернизации его основных фондов, повышения уровня жизни металлургов.

Таблица 2
Основные технологические параметры работы доменных цехов «ММК им. Ильича», ОАО «Запорожсталь», ПАО «Алчевский МК», ПАО «МК „Азовсталь”» и «Енакиевский МЗ» в июне 2013 г.

Параметры технологических режимов	Единицы измерения	ПАО «ММК им. Ильича»	ОАО «Запорожсталь»	ПАО «Алчевский МК»	ПАО «Азовсталь»	ЕМЗ
Расход сухого скипового кокса	кг/т	368,10	383,000	406,000	490,100	526,000
Расход природного газа	м ³ /т	0,03	0	4,300	29,200	39,000
Расход коксового орешка	кг/т	8,90	0	0	41,800	33,700
Расход антрацита	кг/т	–	–	–	12,670	–
Расход ПУТ	кг/т	169,70	148,000	139,000	0	0
Содержание железа в ЖРЧ шихты	%	54,13	56,330	56,450	56,310	53,130
Расход металлодобавок	кг/т	11,70	0	23,000	8,240	6,500
Расход сырого известняка	кг/т	4,40	6,000	2,400	82,400	6,400
Содержание кремния в чугуне	%	0,71	0,660	0,660	0,670	0,630
Содержание марганца в чугуне	%	0,13	0,090	0,120	0,240	0,460
Содержание серы в чугуне	%	0,02	0,026	0,032	0,035	0,044
Давление газа на колошнике	ати	1,01	1,240	1,260	1,010	1,530
Температура дутья	°С	1069,00	1124,000	1040,000	955,00	1061,000
Концентрация кислорода в дутье	%	23,09	23,000	25,100	20,760	21,400
Содержание золы в коксе	%	11,21	10,900	10,400	11,200	10,900
Содержание серы в коксе	%	0,75	0,740	0,840	1,130	1,110
Прочность кокса М-25	%	89,36	89,800	90,700	87,100	88,440
Истираемость кокса М-10	%	6,99	6,500	4,400	8,100	7,340
Содержание фракции +80 в коксе	%	6,59	3,700	2,000	8,300	12,680
Простои	%	1,76	0,890	3,200	0,700	0,240



ЛИТЕРАТУРА

1. Труды международной научно-технической конференции «Пылеугольное топливо – альтернатива природному газу при выплавке чугуна» – Донецк:УНИТЕХ.2006. – 397 с.
2. Лялюк В. П., Товаровский Й. Г., и др. Коксозамещающие технологии в доменной плавке: Монография. – Днепропетровск: Пороги, 2006. – 276 с.
3. Разработка, исследование и освоение технологии доменной плавки с вдуванием в горн пылеугольного топлива: составитель Ярошевский С. Л. – Донецк, 2006. – 256 с.

Анотація

Зінченко Ю. А., Струтинський В. А.

Освоєння технології вдування пиловугільного палива під час виробництва чавуну на ПАТ «ММК ім. Ілліча»

Розглянуто етапи освоєння технології вдування пиловугільного палива під час виробництва чавуну в умовах ПАТ «ММК ім. Ілліча». Акцентовано на необхідність зміни технологічних та шихтових умов для успішного освоєння технології.

Ключові слова

доменна піч, пиловугільне паливо, кокс доменний, природний газ, вугілля, освоєння технології

Summary

Zinchenko Yu. A., Strutinskiy V. A.

Development of the pulverized coal injection technology in hot metal production at PJSC «Ilyich Iron and Steel Works»

The stages of the pulverized coal injection development in hot metal production at PJSC "Ilyich Iron and Steel Works" are examined in the article. The necessity to change the operating and batching conditions for the successful development of the technology is underlined.

Keywords

blast furnace, pulverized coal, blast-furnace coke, natural gas, coal, technology development

Поступила 02.10.13

**Продолжается подписка
через редакцию
на журнал «Металл и литьё Украины»
на 2014 год.**

Для того, чтобы подписаться на журнал,
необходимо направить письмо-запрос по адресу:

Україна, 03680, м. Київ-142, МСП, бул. Вернадського, 34/1

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України

Телефон: (044) 424-04-10, 424-34-50, факс (044) 424-35-15

E-mail: mlu@ptima.kiev.ua

Информация о журнале на сайте: www.ptima.kiev.ua