

В. Н. Захарченко, Ю. Р. Руденко*, Ю. К. Лебедь*, Н. Р. Руденко, В. Г. Красношлык***

Объединение предприятий «Укрметаллургпром», Днепр

*ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат», Каменское

**Днепропетровский государственный технический университет, Каменское

Освоение технологии ведения доменной плавки с применением ПУТ более 150 кг/т чугуна в нестабильных топливных и шихтовых условиях

Указаны основные этапы освоения технологии вдувания пылеугольного топлива на ПАО «ДМК» в нестабильных условиях топливной и шихтовой базы.

Ключевые слова: доменная печь, пылеугольное топливо, расход условного топлива, прочность остатка кокса после реакции «CSR», реакционная способность кокса «CRI», марки угля.

С 1960 г. в доменной плавке применяют дополнительные виды топлива, вдуваемые в воздушные фурмы (природный газ, мазут, уголь и др.), снижая теоретическую температуру горения, что позволяет увеличить производство чугуна за счет повышения температуры дутья и концентрации кислорода в нем [1]. В настоящее время применение ПУТ составляет главенствующую роль среди других топливных добавок.

В 2004 г. за рубежом выплавлено около 50 % чугуна с применением ПУТ (более 120 доменных печей в 25 странах) с расходом кокса 250-350 кг/т и ПУТ 100-250 кг/т с долей замены кокса 20-50 % [2]. Учитывая сложившиеся в последние годы цены на природный газ, технологию вдувания ПУТ активно внедряют на металлургических предприятиях Украины [3].

Подготовка к внедрению технологии вдувания ПУТ на ПАО «ДМК» начата в 2005-2012 гг.

Проработка коммерческих предложений производилась с основными мировыми поставщиками оборудования и технологии – «Paul Wurth», «Kuttner», «Danieli Corus», «Claudius Peters» и др.

В конечном итоге контракт на поставку оборудования был заключен в 2012 г. с «Paul Wurth» (Люксембург). Строительство объектов продолжалось до 2014 г.

На момент освоения технологии вдувания ПУТ в состав доменного цеха ПАО «ДМК» входили три доменные печи: ДП № 1М полезным объемом 1500 м³ (последний капремонт I разряда – 2007 г.); ДП № 9 полезным объемом 1386 м³ (последний капремонт I разряда – 2007 г.); ДП № 12 полезным объемом 1386 м³ (последний капремонт I разряда – 1986 г.).

Доменные печи оснащены двухконусными загрузочными устройствами, скиповой системой загрузки шихты, воздухонагревателями со встроенной камерой горения.

Комплекс по подготовке и вдуванию ПУТ в доменные печи включает в себя участки:

– отделение углеподготовки (вагоноопрокидыватель с вагонотолкателем, конвейерная система по-

дачи угля к четырем силосным складам угля, горизонтальный сборный конвейер подачи смеси угля в пылеприготовительное отделение);

– пылеприготовительное отделение (две вертикальные валковые мельницы фирмы «LOESCH» производительностью 70 т/час каждая, два бункера хранения ПУТ емкостью 800 м³ каждый, два инъекционных бункера емкостью 18 м³ на каждую доменную печь);

– отделение вдувания ПУТ (транспортировка ПУТ в плотной фазе, динамический распределитель ПУТ по воздушным фурмам с погрешностью расхода ±2,5 %).

Для наработки технологии освоение ПУТ производилось поэтапно с целью компенсации нарушений процесса, вызываемых горением ПУТ и снижением доли кокса в составе шихты. Увеличение расхода ПУТ снижает теоретическую температуру горения, ухудшает газодинамику печи, условия сгорания ПУТ и режим схода шихтовых материалов, для чего необходимо вывести ДП на оптимальный технологический режим с помощью теории полной и комплексной компенсации [2]. Повышению эффективности вдувания ПУТ способствуют снижение выхода шлака и расхода известняка, повышение температуры дутья и содержания кислорода, улучшение прочности и фракционного состава железорудной шихты, качества кокса, ПУТ, равномерное распределение ПУТ по воздушным фурмам и др. мероприятия [2, 4].

Проект «Реконструкция доменного цеха с сооружением комплекса по подготовке и вдуванию пылеугольного топлива в доменные печи ПАО «ДМК» (генпроектировщик – ООО «Гипромез») предусматривал перевод доменного цеха на технологию вдувания ПУТ в три этапа:

I этап. В течение первого года после завершения реконструкции – освоение технологии ведения доменной плавки с вдуванием ПУТ – до 100 кг/т чугуна.

II этап. Дальнейшее освоение технологии и увеличение расхода ПУТ к рабочему режиму вдувания (от 100 до 160 кг/т чугуна).

III этап. Предусматривал возможное вдувание ПУТ в количестве 200 кг/т чугуна с приоритетными показателями качества кокса «CSR» – более 65 % и «CRI» – менее 25 %, установку оборудования шихтоподачи с отсевом мелочи железосодержащих компонентов шихты, изменение профиля доменной печи, реконструкцию литейного двора, воздухонагревателей и бункерной эстакады с переводом на конвейерную систему загрузки доменной печи, установку новой аспирационной системы бункерной эстакады и другие. Изменение конструктивных особенностей доменных печей не выполнялось, поэтому освоение технологии вдувания ПУТ производилось в два этапа.

Освоение *I этапа*, взамен запланированного одного календарного года, реализовали в течение первых шести месяцев (с сентября 2014 г. по февраль 2015 г.) – с расходом ПУТ 100-120 кг/т чугуна (среднее – 105 кг/т), при одновременном сокращении расхода природного газа с 12-19 м³/т (период 2014 г. без ПУТ) до 5-8 м³/т.

С марта 2015 г. по декабрь 2016 г. производили освоение *II этапа* технологии вдувания ПУТ.

Доменный цех работал с расходом ПУТ 128-157 кг/т (средний расход 149 кг/т), в том числе: ДП № 1М – 147 кг/т; ДП № 9 – 153 кг/т; ДП № 12 – 142 кг/т. Расход природного газа в указанный период составлял 0,2-1,9 м³/т.

Расход ПУТ на ПАО «ДМК» за 2016 г. составил наибольшее значение по Украине – 153 кг/т [3].

Для эффективного освоения технологии ведения доменной плавки с применением ПУТ в условиях повышенного выхода шлака (424 кг/т), специалисты ПАО «ДМК» и Корпорации «ИСД» выполняли целенаправленную работу по улучшению качественных характеристик кокса и подбору угольной базы для приготовления и вдувания ПУТ.

Одними из приоритетных компенсирующих мероприятий по качеству топлива, разработанных ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ» (научный руководитель – проф., д.т.н. Ярошевский С. Л., отчет по теме НИР № 410/13/13 1636-02 от 21.08.2013), для успешного освоения технологии ПУТ на ПАО «ДМК», являлись:

- увеличение прочности остатка кокса после реакции «CSR» до 60-65 % для обеспечения достаточной газопроницаемости шихты при повышении расхода ПУТ и рудных нагрузок на кокс до 4-6 т/т;

- приготовление ПУТ из 100 % угля марки «СС» (РФ, Кузбасс) для повышения коэффициента замены кокса ПУТ до 0,9-1,0 кг/кг.

Качество кокса. Технология вдувания ПУТ в горн ДП предъявляет повышенные требования к качеству кокса, с целью обеспечения условий стабильной и экономичной работы. Учитывая рост рудной нагрузки при снижении расхода кокса и повышении расхода вдуваемого ПУТ, для сохранения газодинамики в ДП качество кокса приобретает особое значение.

При выплавке чугуна с высоким расходом ПУТ в европейских доменных печах применяют кокс со следующими характеристиками качества кокса в горячем состоянии: прочность остатка кокса после реакции «CSR» – не менее 58-60 % и реакционная способность кокса «CRI» – не более 28 %. По данным работы [5], «CSR» ведущих мировых производителей составляет 62-70 %, «CRI» – 20-28 %. При работе с расходом ПУТ выше 200 кг/т чугуна показатели кокса должны соответствовать требованиям: «CRI» – менее 26 %; «CSR» – более 66 %; M10 – менее 6,5 %.

Учитывая, что кокс, производимый по ТУ У 322-00190443-114-96 «Кокс доменный», не содержит информации по требуемой прочности кокса в горячем состоянии, целесообразнее при работе с повышенным расходом ПУТ использовать доменный кокс, произведенный по ТУ У 322-00190443-086-2006 «Кокс доменный марки «Премиум». Других нормативных документов по качеству кокса лучшего качества, чем «Премиум», с учетом требований мировой практики, на территории Украины не создавалось.

В табл. 1 приведены фактические показатели качества кокса на ПАО «ДМК» за последние четыре года, в том числе с разбивкой 2014 г. – до и после применения ПУТ.

Фактические показатели прочности кокса «CSR» и «CRI» в период до внедрения ПУТ-технологии находились на достаточно низком уровне (2013 г. – 42,7 и 39,8 %; 2014 г. – 48,2 и 36,2 % соответственно). На рис. 1 приведена динамика изменения показателя «CSR» за период 2013-2016 гг. и расхода ПУТ – с сентября 2014 г. Показатель прочности кокса «CSR» увеличен в сентябре 2014 г. с 47-50 до 55-57 % (начало вдувания ПУТ) и до 59-64 % в феврале 2015 г. (завершение *I этапа* освоения с фактическим расходом ПУТ – 100-120 кг/т). Показатель прочности кокса «CRI» с ноября 2014 г. – менее 30 %.

Улучшение качества кокса и успешное освоение технологии ПУТ позволили в течение длительного периода – с мая по октябрь 2015 г. – эффективно работать доменному цеху с расходом условного топлива – 534 кг/т, при расходе кокса – 393 кг/т и ПУТ – 142 кг/т. Среднемесячный расход скипового кокса и

Таблица 1

Качественные характеристики кокса

Период	Влага, %	Зола, %	Сера, %	M ₂₅ , %	M ₁₀ , %	CSR, %	CRI, %
2013 г.	5,3	11,4	0,99	88,6	6,8	42,7	39,8
2014 г.:							
в т. ч. с ПУТ	3,9	11,7	0,74	87,4	7,1	50,8	34,1
в т. ч. без ПУТ	3,8	12,0	0,57	86,7	7,4	56,1	29,9
2015 г.	3,9	11,6	0,82	87,8	7,0	48,2	36,2
2016 г.	3,6	11,4	0,73	88,1	6,7	60,8	28,1
2013-2016 гг.:	4,2	11,5	0,69	87,2	7,1	57,3	31,0
2013-2016 гг.:	4,3	11,5	0,78	87,9	6,9	51,5	34,1
в т. ч. без ПУТ за 2013-2014 гг.	4,8	11,5	0,87	88,3	6,9	44,7	38,5
в т. ч. с ПУТ за 2014-2016 гг.	3,9	11,6	0,69	87,5	7,0	58,6	29,6

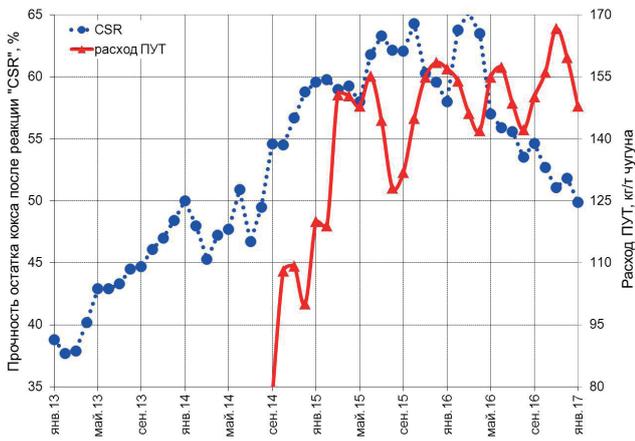


Рис. 1. Динамика расхода ПУТ и прочности кокса «CSR» по ДЦ

условного топлива в отдельные месяцы снижался до 383 кг/т и 524 кг/т соответственно.

С мая 2016 г. происходит постепенное снижение основного показателя прочности кокса «CSR» с 60-63 до 51-57 % (среднее – 54 %) с увеличением расхода кокса до 436 кг/т, что вызвано также ухудшением качества шихтовых материалов и их неудовлетворительным обеспечением. Удельный расход ПУТ в этих условиях выдержан на уровне 155 кг/т.

Дополнительным показателем, предъявляемым разработчиком ПУТ-технологии Компанией «Paul Wurth» при работе с высоким расходом ПУТ является соблюдение эквивалентного расхода кокса на уровне 460 кг/т чугуна: $460 \text{ кг/т} \leq \text{Расход кокса} + 0,85 \times \text{Расход ПУТ}$.

Фактический эквивалентный расход кокса за весь период вдувания ПУТ составил 542 кг/т (2014 г. – 528 кг/т; 2015 г. – 534 кг/т; 2016 г. – 557 кг/т), что не соответствовало данному условию.

Качество угля. Силосный склад комплекса ПУТ состоит из четырех силосов (емкость – 15000 м³ или 12000 т угля), запас угля рассчитан на четверо суток. При работе на нескольких марках угля выдает-

Таблица 2

Распределение угля по маркам, %

Период	Группа угля			
	тощие	газовые	слабоспекающиеся	антрациты
2014 г.	53,7	46,1	–	0,2
2015 г.	5,6	38,5	55,1	0,8
2016 г.	7,7	32,2	59,7	0,4
2014-2016 гг.	12,3	36,7	50,5	0,5

Таблица 3

Качество смеси ПУТ в период освоения технологии вдувания ПУТ

Период	Зольность (A ^d), %	Общая сера (S ^d), %	Выход летучих веществ (V ^{daf}), %	Низшая теплота сгорания (Q ^{daf}), ккал/кг	Содержание SiO ₂ в золе, %
Проект «Paul Wurth»	≤10,0	≤1,00	20÷30	≥8360	≤50,0
2014 г.	8,3	0,64	25,4	8088	53,8
2015 г.	8,0	0,37	26,7	8108	46,2
2016 г.	8,1	0,51	26,5	8112	43,5
2014-2016 гг.	8,1	0,49	26,4	8108	46,0

ся одновременно из двух, трех или четырех силосов, образуя угольную шихту.

В процессе освоения при приготовлении ПУТ использовались угли разных марок: тощие (Т), газовые (Г), слабоспекающиеся (СС), длиннопламенно-газовые (ДГ), коксовые спекающиеся (КС) и антрациты (А). Три последние марки получили наименьшее распространение.

В табл. 2 приведена информация о доле углей основных марок при приготовлении ПУТ, фактическое качество смеси ПУТ указано в табл. 3.

В 2014 г. приготовление ПУТ производили, в основном, из тощих углей (53,7 %) и газовых углей (46,1 %), с максимальной долей тощих – 83,5 % в сентябре 2014 г. Содержание серы ПУТ за данный период – 0,49 %, выход летучих веществ – 25,4 %. Негативным моментом является несоответствие заявленных требований по содержанию кремнезема в золе ПУТ (задание – не более 50 %; факт – 53,8 %).

С января по апрель 2015 г. применялось значительное количество углей газовой группы украинского происхождения, что привело к несоответствию заявленных требований по уровню общей серы (задание – не более 1,00 %; факт – 1,26 %, в том числе январь – 1,33 % и февраль – 2,07 %) и превышению выхода летучих веществ в отдельные месяцы (задание – 20-30 %; факт – 29,3 %, в том числе февраль – 35,9 % и март – 33,5 %). Содержание кремнезема в золе ПУТ снизилось до 48,5 % (задание – не более 50 %).

В поиске оптимальной угольной базы, с апреля и мая 2015 г. начато применение углей российской поставки – марки «ССОМСШ» и «ГОМШ». С момента их активного использования до окончания 2016 г. их доля составляла соответственно 62,5 % (диапазон 33,1-78,7 %) и 23,7 % (диапазон 0-41,4 %). Динамика изменения расхода ПУТ и количества угля марки ССОМСШ и ГОМШ за период 2014-2016 гг. приведена на рис. 2.

Улучшение качества кокса, смена марки угля позволили в течение длительного периода времени (май-октябрь 2015 г.) эффективно работать доменному цеху с низким расходом условного топлива 534 кг/т (план – 541 кг/т), при расходе кокса и ПУТ 393 кг/т и 142 кг/т соответственно. Содержание серы ПУТ – 0,39 %, выход летучих веществ – 24,9 %, доля угля «ССОМСШ» – 70,1 %, доля угля «ГОМШ» – 18,0 %. Показатели качества кокса в этом периоде: «CSR» – 61,8 % и «CRI» – 28,0 %. Достижению низкого значения расхода условного топлива также способствовало увеличение содержания железа в

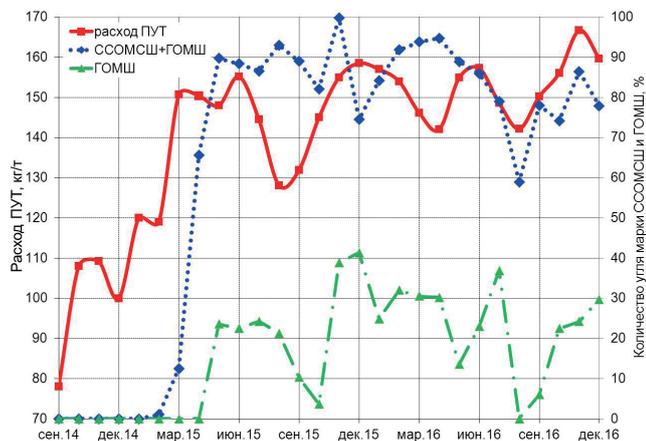


Рис. 2. Динамика расхода ПУТ и количества угля марки ССОМСШ и ГОМШ по ДЦ

железородной части шихты до 56,1 %, при выходе шлака 412 кг/т чугуна.

В 2016 г. расход ПУТ по доменному цеху ПАО «ДМК» составил 153 кг/т, что является максимальным значением за указанный период по металлургической отрасли Украины [3]. При этом расход условного топлива увеличился до 581 кг/т чугуна, что на 48 кг/т больше достигнутого в течение длительного периода 2015 г. (май-октябрь). Основными причинами повышения расхода условного топлива, с одной стороны, является ухудшение качества кокса, угольной и железородной части шихты, с другой стороны, резкое увеличение в 2016 г. разбега колебаний показателей плавки.

Наибольший диапазон значений зафиксирован по качеству кокса: показатель «CSR» снизился на 4,5 %, изменяясь от 51,1 % в ноябре и до 65,2 % в марте; показатель «CRI» увеличился на 3,0 %, изменяясь от 27,5 % в феврале-марте и до 33,5 % в октябре. Доля угля марки «ССОМСШ», влияющего напрямую на увеличение коэффициента замены кокса ПУТ, снизилась на 10,1 %, изменяясь от 42,1 % в июле и до 75,4 % в мае. Доля угля марки «ГОМШ» увеличилась на 6,6 %, изменяясь от 0 % в августе и до 36,9 % в июле, что привело к увеличению выхода летучих веществ на 1,6 %. Содержание железа в железородной части шихты снизилось на 0,52 %, изменяясь от 54,77 % в августе и до 56,36 % в июне; выход шлака

увеличился на 12 кг/т, изменяясь от 390 кг/т в июне и до 456 кг/т в октябре.

В этих нестабильных условиях работы в 2016 г. расход ПУТ выдержан на уровне 153 кг/т.

Основные технико-экономические показатели работы приведены в табл. 4.

Выводы

Проект «Реконструкция доменного цеха с сооружением комплекса по подготовке и вдуванию пылеугольного топлива в доменные печи ПАО «ДМК» (генпроектировщик – ООО «Гипрометз») предусматривал перевод доменного цеха на технологию вдувания ПУТ в три этапа:

I этап. В течение первого года – расход ПУТ – до 100 кг/т чугуна.

II этап. Дальнейшее освоение технологии – расход ПУТ от 100 до 160 кг/т чугуна.

III этап. Расход ПУТ 200 кг/т чугуна, требуемое изменение конструктивных особенностей доменных печей не выполнялось, поэтому освоение технологии вдувания ПУТ производилось в два этапа.

Фактически освоение технологии вдувания ПУТ на ПАО «ДМК» производилось поэтапно:

– 6 месяцев с расходом ПУТ 100-120 кг/т (среднее – 105 кг/т), взамен предусмотренного 1 года;

– в дальнейшем (март 2015 г. – декабрь 2016 г.) – расход ПУТ 149 кг/т, максимальный расход ПУТ по ДЦ 167 кг/т достигнут в ноябре 2016 г.

Одними из приоритетных компенсирующих мероприятий по качеству топлива, разработанных ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ» для успешного освоения технологии ПУТ на ПАО «ДМК», являлись:

– увеличение прочности остатка кокса после реакции «CSR» до 60-65 %;

– приготовление ПУТ из 100 % угля марки «СС» (РФ, Кузбасс).

Улучшение качества кокса и успешное освоение технологии ПУТ позволили в течение длительного периода – с мая по октябрь 2015 г. – эффективно работать доменному цеху с расходом условного топлива – 534 кг/т, при расходе кокса – 393 кг/т и ПУТ – 142 кг/т. Среднемесячный расход скипового кокса и

Таблица 4

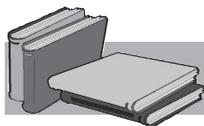
Основные технико-экономические показатели работы ДЦ в 2015 и 2016 гг.

Показатели	Май-октябрь 2015 г.			2016 г.		
	среднее значение	стандартное отклонение	диапазон	среднее значение	стандартное отклонение	диапазон
Расход ПУТ, кг/т	142	10	27	153	7	25
Расход скипового кокса, кг/т	393	10	25	427	24	96
Расход условного топлива, кг/т	533	7	18	581	22	90
Показатель «CSR», %	61,8	2,1	6,3	57,3	4,8	14,1
Показатель «CRI», %	28,0	1,0	3,0	31,0	2,4	6,3
Доля угля марки «ГОМШ», %	18,0	8,5	20,6	24,6	19,2	36,9
Доля угля марки «ССОМСШ», %	70,1	6,9	16,3	59,7	11,0	33,3
Содержание железа в ЖРЧ шихты, %	56,11	0,39	1,03	55,59	0,51	1,59
Выход шлака, кг/т	412	23	61	424	19	66

условного топлива в отдельные месяцы снижался до 383 кг/т и 524 кг/т соответственно.

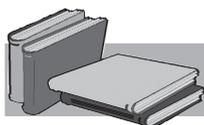
В 2016 г. расход ПУТ по доменному цеху ПАО «ДМК» составил 153 кг/т, что является максимальным значением за указанный период по металлургической отрасли Украины. При этом расход условного топлива увеличился до 581 кг/т чугуна, что на 48 кг/т

больше достигнутого в течение длительного периода 2015 г. (май-октябрь). Основные причины повышения расхода условного топлива – нестабильные топливные и шихтовые условия (ухудшение качества кокса, угольной и железорудной части шихты и резкое увеличение в 2016 г. диапазона изменения показателей).



ЛИТЕРАТУРА

1. М. Геердес, Х. Токсопеус, К. Ван дер Влит. Введение в современный доменный процесс. Нидерланды. – 2004 – 131 с.
2. Ярошевский С. Л. Перспективы и эффективность доменной технологии определяются степенью замены кокса пылеугольным топливом // Труды международной научно-технической конференции «Пылеугольное топливо – альтернатива природному газу при выплавке чугуна», г. Донецк, 18-21 декабря 2006 г. – Донецк: УНИТЕХ, 2006.
3. Захарченко В. Н. Техничко-экономические показатели работы доменных и агломерационных цехов металлургических предприятий Украины за 2016 год. – Днепр: ОП «Укрметаллургпром», 2017. – 20 с.
4. Ярошевский С. Л. Выплавка чугуна с применением пылеугольного топлива. – М.: Металлургия, 1988. – 176 с.
5. Дидевич А. В., Антипов В. М., Тютюнник Ю. М., Павлов А. И., Кисиль В. В., Васькевич М. Я., Зотов А. Н., Пефтиев Е. И., Витязь А. П. О прочностных характеристиках кокса при вдувании в горн доменной печи пылеугольного топлива свыше 150 кг/т чугуна // Труды международной научно-технической конференции «Пылеугольное топливо – альтернатива природному газу при выплавке чугуна», г. Донецк, 18-21 декабря 2006 г. – Донецк: УНИТЕХ, 2006.



REFERENCES

1. M. Geerdes, Kh. Toksopeus, K. Van der Vlit. (2004). Vvedenie v sovremennyi domennyi protsess [Introduction to the modern domain process]. Niderlandy, 131 p. [in Russian].
2. Yaroshevskii S. L. (2006). Perspektivy i effektivnost' domennoi tekhnologii opredeliasia stepen'iu zameny koksa pileugol'nym toplivom [Prospects and efficiency of blast furnace technology are determined by the degree of replacement of coke with pulverized coal fuel]. Proceedings of the international scientific and technical conference "Dust-coal fuel – an alternative to natural gas during the smelting of pig iron", Donetsk, December 18-21, 2006, Donetsk: UNITEH [in Russian].
3. Zakharchenko V. N. (2017). Tekhniko-ekonomicheskie pokazateli raboty domennykh i aglomeratsionnykh tsekhov metallurgicheskikh predpriatii Ukrainy za 2016 god [Technical and economic indexes of work blast furnaces and sinter plants of the metallurgical enterprises of Ukraine for the 2016]. Dnepr: OP "Ukrmetallurgprom", 20 p. [in Russian].
4. Yaroshevskii S. L. (1988). Vyplavka chuguna s primeneniem pileugol'nogo topliva [Cast iron melting with the use of pulverized coal]. Moscow: Metallurgiya, 176 p. [in Russian].
5. Didevich A. V., Antipov V. M., Tiutiunnik Yu. M., Pavlov A. I., Kisil' V. V., Vas'kevich M. Ya., Zotov A. N., Peftiev E. I., Vitiaz' A. P. (2006). O prochnostnykh kharakteristikakh koksa pri vduvanii v gorn domennoi pechi pileugol'nogo topliva svyshe 150 kg / t chuguna [Of strength characteristics of coke when blowing pulverized coal over 150 kg / t of pig iron in the blast furnaces]. Proceedings of the international scientific and technical conference "Dust-coal fuel – an alternative to natural gas during the smelting of cast iron", Donetsk, December 18-21, 2006, Donetsk: UNITEH [in Russian].

Анотація

Захарченко В. М., Руденко Ю. Р., Лебідь Ю. К., Руденко М. Р., Красношлик В. Г.
Освоєння технології ведення доменної плавки із застосуванням ПВП
у кількості більше 150 кг/т чавуну у несталих паливних та шихтових
умовах

Вказано основні етапи освоєння технології вдування пиловугільного палива на ПАТ «ДМК» у несталих умовах паливної та шихтової бази.

Ключові слова

Доменна піч, пиловугільне паливо, витрата умовного палива, міцність залишку коксу після реакції «CSR», реакційна здатність коксу «CRI», марки вугілля.

Summary

Zakharchenko V., Rudenko Yu., Lebed' Yu., Rudenko N., Krasnoshlyk V.
Mastering the technology of blast furnace smelting using pulverized coal more than 150 kg/t of cast iron in unstable fuel and raw conditions

The main stages of mastering the technology of injection of pulverized coal at PJSC "DMK" in unstable conditions of fuel and iron ore base are indicated.

Keywords

Blast furnace, pulverized coal, fuel consumption, solidity of coke residue after reaction "CSR", reactivity of coke "CRI", coal grades.

Поступила 19.05.17