

С. Л. Ярошевский, А. В. Кузин, И. В. Шульга\*, Н. В. Косолап\*\*, И. А. Лукьяненко\*\*

Донецкий национальный технический университет, Донецк

\*Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт, Харьков

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

## Вариант решения проблемы дефицита углей при массовом внедрении пылеугольной технологии в доменных цехах Украины

*Предложен вариант обеспечения доменных цехов Украины концентратами углей (содержание золы 3-5 %) для пылевдвухания за счет обогащения рядовых донецких углей, что позволит сократить импорт углей из России и существенно повысить эффективность доменной плавки.*

**Ключевые слова:** уголь, пылеугольное топливо, кокс, производительность доменных печей, зольность

Основным фактором, определяющим экономику выплавки чугуна, является расход кокса, стоимость которого в калькуляции себестоимости чугуна составляет 40 % и более. В настоящее время расход кокса на 1 т чугуна изменяется от 200 до 600 кг. До 50 % кокса может быть заменено пылеугольным топливом, приготовленным из неспекающихся углей, стоимостью вдвое меньше кокса [1, 2].

В мире более 60 % чугуна выплавляется с применением пылеугольного топлива (ПУТ). Четыре современные промышленные ПУТ-установки Украины, обеспечивающие выплавку 40 % чугуна, способствовали также годовому снижению расхода природного газа (ПГ) на 1,5-2,0 млрд. м<sup>3</sup>, расхода кокса – на 10-20 %, себестоимости чугуна – на 250-400 грн/т чугуна.

Освоение ПУТ-технологии во всех доменных цехах Украины позволит увеличить приведенные выше цифры в 3-4 раза: более 10 лет в Японии, Франции, Бельгии, Голландии и других странах весь чугун выплавляют с применением ПУТ в количестве от 100 до 250 кг/т чугуна.

Мировая практика показывает, что в качестве ПУТ наиболее эффективно использовать угли с низкими зольностью и сернистостью [3, 4]. Как правило, уровень этих показателей не превышает зольности и сернистости применяемого одновременно с пылеугольным топливом кокса. Поэтому массовому внедрению ПУТ в Украине препятствует отсутствие качественных и низкосернистых углей (0,5-1,0 % S). Пока проблема решается за счет импорта угля из Кузбасса. В то же время развитие ПУТ-технологии до проектного уровня потребует дополнительно 5-6 млн т/год низкосернистых углей. Увеличение импорта на такую величину весьма дорого и представляет большую проблему в плане организации железнодорожных перевозок и других факторов.

Однако из сложившейся ситуации есть выход – использование для приготовления ПУТ обогащенных углей зольностью 3-5 %. Уменьшить уровень

зольности концентрата возможно, однако при этом снизится его выход, то есть количество обогащенного угля.

Расчеты показывают, что при снижении зольности концентрата на 5 % его выход снизится на 4 %. Более качественный концентрат будет иметь более высокую цену. При расчетах цены за государственную угольную продукцию, согласно Постановлению Кабинета Министров Украины № 1827 от 27.12.2006, снижение зольности концентрата на 1 % ведет к повышению его стоимости на 2,5 %, то есть снижение зольности концентрата на 5 % приведет к его удорожанию на 12,5 %.

Общие затраты на приобретение концентрата по сравнению с первоначальными условиями возрастут на 8 %. Но снижение зольности топлива на 5 % позволит снизить его расход в доменной печи без использования дополнительных количеств других топлив на 10 %. Таким образом, общие затраты на топливо при уровне его зольности 5 %, по сравнению с использованием топлива с зольностью 10 %, составят лишь 97,2 %.

Применение ПУТ из такого угля дает существенный эффект в виде экономии кокса, прироста производительности печей, улучшения качества чугуна и др. (таблица, рисунок).

Кроме снижения затрат на топливо на 2,8 %, дополнительную прибыль принесут неучтенные в этом предварительном расчете: рост производительности доменных печей на 10 %; сокращение расхода топлива в связи со снижением его сернистости, так как при повышении глубины обогащения увеличивается степень извлечения пиритной серы.

Общая экономия, по нашим оценкам, составит 6,5-7,0 %. Это, по нашему мнению, свидетельствует о необходимости проведения целенаправленных работ по снижению зольности ПУТ.

Высокую эффективность использования низкосернистого ПУТ подтверждают отечественный и зарубежный промышленные опыты (1983-2012 гг.) [3, 4].

В настоящее время объем добычи угля в Украине и производство концентратов снизилось по

**Оценка эффективности вдувания 200 кг/т чугуна пылеугольного топлива при изменении содержания в нем золы для условий доменной печи объемом 1033 м<sup>3</sup>**

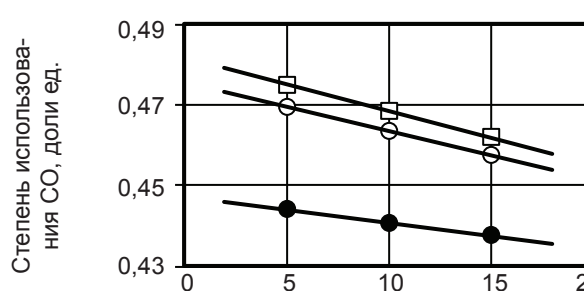
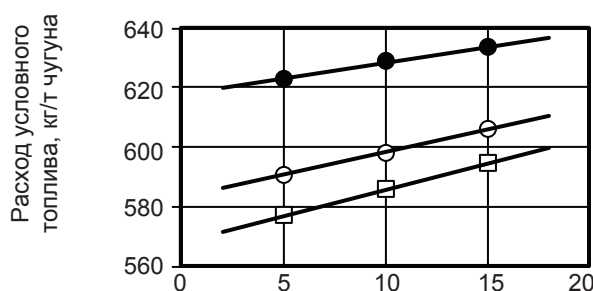
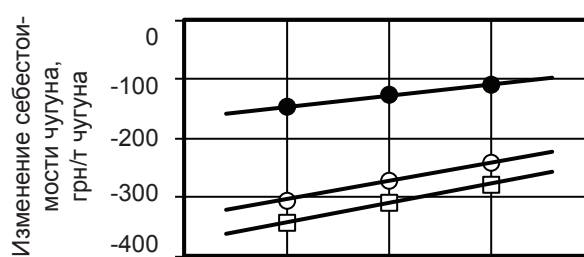
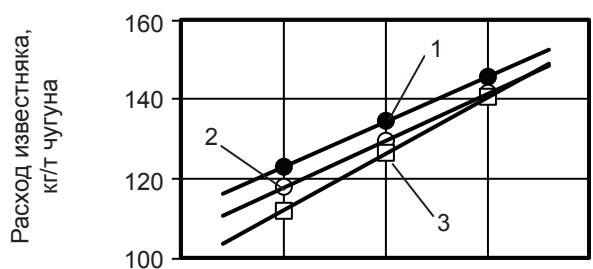
Показатели	Содержание золы в пылеугольном топливе (%), приготовленного из различных марок углей												
	3			7			12			17			
	А	Т	Г	А	Т	Г	А	Т	Г	А	Т	Г	
Производительность, %	102,6	105,4	108,8	101,1	103,9	107,0	99,3	101,9	104,8	97,5	100,0	102,6	
Расход кокса, кг/т чугуна	345,7	355,2	408,9	361,7	370,9	421,2	381,6	390,5	436,6	401,5	410,2	452,0	
Коэффициент замены кокса ПУТ	кг/кг	1,35	1,31	1,04	1,27	1,23	0,98	1,17	1,13	0,90	1,08	1,03	0,82
	%	125,0	127,2	126,8	117,6	119,4	119,5	108,3	109,7	109,8	100,0	100,0	100,0
Приход серы с топливом, кг/т чугуна	4,43	4,72	5,05	4,83	5,12	5,41	5,32	5,61	5,85	5,82	6,10	6,30	
Выход шлака, кг/т чугуна	348,5	339,6	334,8	363,0	354,7	351,0	381,1	373,5	371,2	399,2	392,3	391,4	
Расход известняка, кг/т чугуна	118,8	113,3	106,6	127,8	122,7	117,9	139,1	134,4	132,0	150,4	146,1	146,1	
Снижение себестоимости*	грн/т чугуна	355,9	316,3	154,6	329,5	291,7	139,2	296,6	260,9	119,9	263,7	230,1	100,6
	%	9,8	8,7	4,3	9,1	8,0	3,8	8,2	7,2	3,3	7,3	6,3	2,8

\*себестоимость определили от режима при нулевом расходе ПУТ

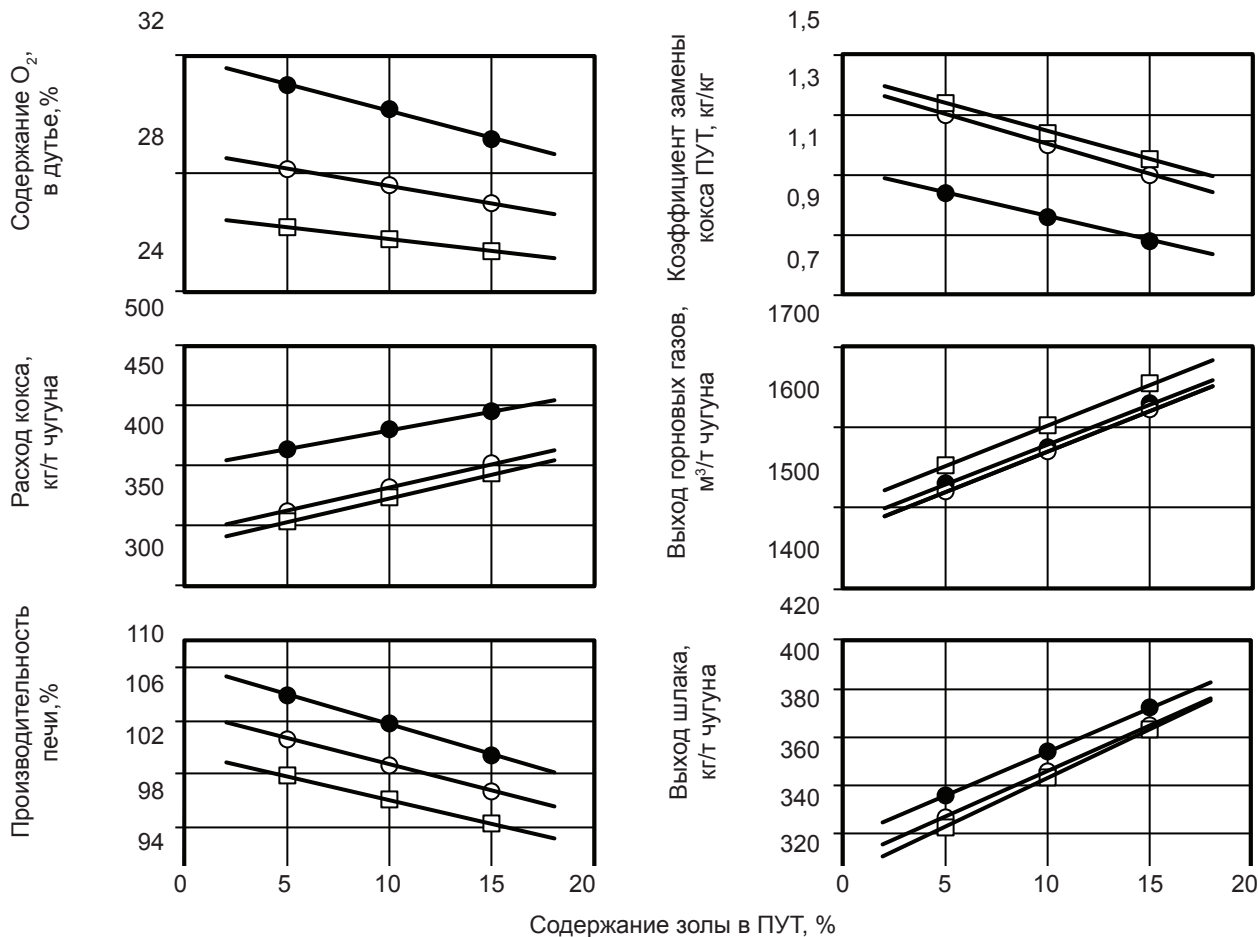
сравнению с 90-ми годами прошлого века более чем в 2 раза. Следовательно, имеется существенный резерв мощностей обогатительных фабрик для повышения производства и улучшения качества угольного концентрата. Итак, реализация данного предложения не требует значительных капитальных вложений и времени. Эффективность же ПУТ-технологии в масштабах отрасли составит 5-10 млрд грн/год. Одним из важнейших составляющих этой эффективности является благоприятное изменение экологической ситуации в промышленных регионах страны: массовое промышленное внедрение ПУТ-технологии определяет значительное

снижение потребления кокса, а также возможность вывода из эксплуатации наиболее изношенных коксохимических батарей и соответственное снижение вредных выбросов в атмосферу.

Принимая во внимание изложенное, необходима разработка государственной программы промышленного внедрения ПУТ-технологии в доменных цехах Украины с достижением расхода ПУТ 200-250 кг на 1 т чугуна, в том числе обеспечения массового промышленного производства низкозольных концентратов для производства ПУТ в количестве (в перспективе) до 5-6 млн т/год.



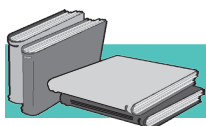
Содержание золы в ПУТ, %



Изменение основных технико-экономических показателей доменной печи объемом 1033 м<sup>3</sup> при вдувании в горн 200 кг/т чугуна пыле-угольного топлива, приготовленного из следующих марок угля: 1 – Г; 2 – Т; 3 – А (Донбасс)

## Выводы

Предложено использовать для приготовления ПУТ концентраты донецких углей с зольностью 3-5 %. Показана высокая эффективность данного мероприятия.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Савчук Н. А., Курунов И. Ф. Доменное производство на рубеже XXI века // Новости черной металлургии за рубежом. – 2000. – Часть II. – Приложение 5. – М.: АО Черметинформация. – 42 с.
2. Курунов И. Ф. Доменное производство Китая, Японии, Северной Америки, Западной Европы и России // Металлург. – 2010. – № 2. – С. 69-77.
3. Brandy J. L. Amanda and Bellefonte, answers to Ironmaking // Metals. – 1964. – Vol. 16, № 8. – P. 637-643.
4. Bell S. A. Coal injection – Bellefonte furnace // Metals. – 1968. – Vol. 20, № 4. – P. 85-88.

## Анотація

Ярошевський С. Л., Кузін А. В., Шульга І. В., Косолап М. В., Лук'яненко І. А.  
Варіант рішення проблеми дефіциту вугілля при масовому  
впровадженні пиловугільної технології в доменних цехах України

Запропоновано варіант забезпечення доменних цехів України концентратами вугілля (вміст золи 3-5 %) для пиловдування за рахунок збагачення рядового донецького вугілля, що дозволить скоротити імпорт вугілля з Росії і істотно підвищити ефективність доменної плавки.

## Ключові слова

вугілля, пиловугільне паливо, кокс, продуктивність доменних печей, зольність

## Summary

Yaroshevskiy S. L., Kuzin A. V., Shul'ga I. V., Kosolap N. V., Lukyanenko I. A.

Variant of decision of problem of deficit of coal at mass pulverized coal injection technology introduction in the blast-furnaces workshops of Ukraine

The variant of providing of blast-furnaces workshops of Ukraine by the concentrates of coal (ash 3-5 %) is offered for pulverized coal injection due to enriching of the ordinary Donetsk coal. This step will allow to shorten the import of coal from Russia and substantially to promote efficiency of the blast-furnace melting.

## Keywords

coal, pulverized coal, coke, productivity of blast furnaces, ash content

Поступила 01.11.13

### **ВНИМАНИЮ АВТОРОВ И ПОДПИСЧИКОВ!**

#### **Порядок приёма статей в редакцию журнала**

#### **«Металл и литьё Украины»**

*В журнале «Металл и литьё Украины» публикуются результаты исследований, которые ранее не издавались и законченные экспериментальные работы, оформленные в виде статей. Статьи публикуются на русском языке.*

#### **Комплект документов, необходимых для регистрации статьи:**

*На бумаге подаются/присылаются:*

- один экземпляр рукописи (включая: УДК; организацию; ФИО авторов, резюме и ключевые слова (не меньше 6-ти) на 3-х языках – русском, украинском и английском; текст статьи; таблицы; рисунки и подписи к ним, а также список литературы), пронумерованной с первой до последней страницы и подписанной на последней странице текста всеми авторами, а также электронный вариант статьи;
- рецензия на статью и соглашение о передаче авторских прав, подписанное всеми авторами
- сведения об авторах (ФИО – полностью)

#### **В электронном виде по e-mail: [mli@ptima.kiev.ua](mailto:mli@ptima.kiev.ua) предоставляются:**

- рукопись, идентичная бумажной версии (просьба называть файл по фамилии первого автора статьи, например, *sidorov.doc* или *Сидоров.doc*);
- все иллюстрации в черно-белом варианте в одном из стандартных графических форматов «tif» или «jpeg»;
- информация об авторах: фамилии, имена и отчества всех авторов, выделив одного из них, с кем следует вести переписку, факс и номер телефона (с кодом), а также названия учреждений, в которых выполнена работа.