

# INFLUENCE OF MACHINING OF A MELT BY A HYDRIDE OF OXYGEN ON PROPERTIES OF THE BLAST-FURNACE PIG-IRON

**Afanasjev V.K.\***, **Kolba A.V.**, **Sagalakova N.M.**,  
**Sochnev A.V.** <sup>(1)</sup>, **Chibrjakov M.V.** <sup>(2)</sup>, **Scherbedinskij G.V.** <sup>(3)</sup>

Siberian state industrial university,

street. Kirov, 42, Novokuznetsk, 654007, Russia

(1) Open Society KMK, Novokuznetsk, 654034, Russia

(2) The Kemerovo state agricultural institute, street. Markovtseva, 5,  
Kemerovo, 650056, Russia

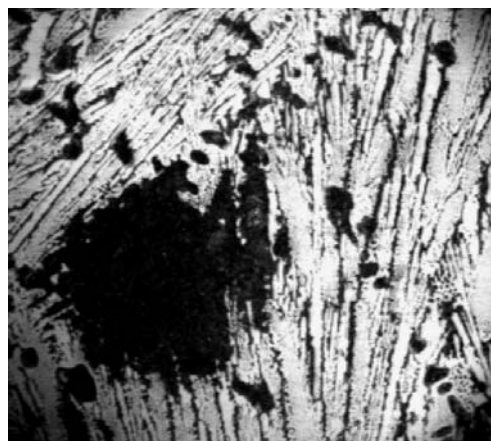
(3) Institute of physics of metals and materials technologies him I.P. Bardin,  
Moscow, 107005, Russia

Preliminary effects on machining a melt of the blast-furnace pig-iron by a hydride of oxygen (blow by water vapour) [1] have shown its considerable influence on chemical composition of pig-iron casts. With increase of time of a blowing through decrease of a carbon content, silicium and manganese was observed.

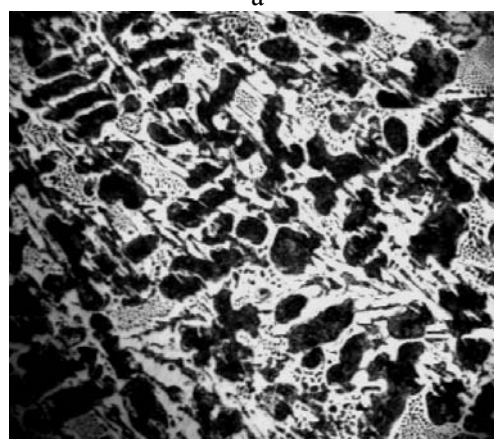
The table – Influence of a blowing through of a melt (t = 1360 – 1400 °C) water vapour on hardness and volume ratio of cement carbide in the blast-furnace pig-iron (a crystallization in a copper metal mold)

Time of a blowing through, mines	Time settling-out a melt after a blowing through, mines	HRC	Volume ratio of cement carbide, %	Hardness of cement carbide **, МПа
0	-	49-50	50,7	6440
1	-	54-55	48,5	6440
2	-	54	48,1	6140
3	-	55	47,0	5570
4	-	55	45,4	6600
5	-	54	45,2	6770
5	30	53	49,8	5570
5	30 + reblow 5 min	54	45,2	6440
10	50	49-50	43,6	6440
15	60	52	44,1	5840
15	90	50	42,2	5700
20	90	50	33,1	6440
20	120	49	33,1	5950
25	120	49	36,0	6130
25	150	49	31,2	6248
30	150	49	31,7	5840

The quantitative metallographic analysis which has been lead (which has been carried out, which has been spent) later, has revealed decrease of volume ratio friable structural component – eutectic cement carbide with increase of time of a blowing through (see the table). Eutectic colonies thus have less dispersible structure (see figure).



a



b

\* Fax: (8-3843) 46-57-92, E-mail: rector@sibgiu.ru

\*\* the microhardness is determined by Plevakovoj O.V. on faculty of physics of metals SibSIU

Figure – The Microscopic structure of the blast-furnace pig-iron without a blowing through of a melt (a) and after a blowing through of a melt water vapour at 1360 – 1400°C during 25 min (b) (a crystallization in a copper metal mold)

Change of a microhardness of chemical combination – cement carbide ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) is very important. The hydrogenous ramp of iron and steel industry provides following. The master phase in simple steel is  $\text{Fe}_3(\text{C H N O})$  [2]. The pioneer in this plot is L.S. Ljahovich who considered: «In iron carbide  $\text{Fe}_3\text{C}$  as it was already indicated, the latent impurities – oxygen and nitrogen restrictedly remiss. Hence, more straightening formula of cement carbide from these positions will be  $\text{Fe}_3(\text{C N O})$ » [3]. «For this reason spalling resistance of cement carbide from tertiary up to primary,  $\tau$  is incremented. To. Quantity of nitrogen and oxygen increases in him. Well-known, that from three (H, N, O) elements nitrogen and oxygen rise (elevate, improve, raise) – reduces temperature durability of substances, and hydrogen. Being on such position follows, that at warp and a heat treatment of simple steel builders of cement carbide in a different standard (measure) can pass in iron, forming a solid solution of carbon, hydrogen, nitrogen and oxygen in  $\gamma\text{-Fe}$  (austenite). Such alloyed austenite at a hardening turns to an alloy martensite» [4]. For this reason machining of a pig-iron melt by a hydride of oxygen results in essential changes of fixed properties in the present work.

Thus, varying time of a blowing through water vapour and subsequent settling-out. melt, it is possible to control quantity and properties of a main intermediate phase in a white iron, and consequently also properties of pig-iron casts.

In conditions engineering works of s. Yurga the smelting of an edge tool (lathe tools, knives for cutters) from the blast-furnace pig-iron without and with application hydrogenium wet asbestos plugs was conducted. The received instrument (makeup, %: C – 4,25; Mn – 0,23; Si – 0,21; P – 0,068; S – 0,023; Ni – 0,03; Cu – 0,02; V – 0,29; Fe – the rest) without graphite precipitations with perlit-ledeburite structure exposed to different regimes of annealing. It is fixed, that hydrogenium a melt allows to reduce approximately twice curring time at annealing temperature for reaching necessary for tooling the molten instrument from a white iron of hardness.

Leading-out. Machining of a melt of the blast-furnace pig-iron by a hydride of oxygen at 1360-1400°With allows to reduce considerably volume ratio of eutectic cement carbide, to change his

microhardness, to reduce time of annealing of casts.

## References

1. Afanasjev V.K., Chibrjakov M.V., Kojnov V.A., Kolba A.V. Influence of machining of a melt by a hydride of oxygen on properties of the blast-furnace pig-iron // Materials of VII International Conference «The Hydrogenous materials technology and Chemistry of Hydrides of Metals» (on September, 16-22, y.2001, Alushta – Major Yalta – Crimea – UKRAINE). – P. 428-431.
2. Afanasjev V.K., Ajzatulov R.S., Seleznev U. A. Hydrogenous a ramp of metallurgy of XXI century / Materials of VII International Conference «The Hydrogenous materials technology and Chemistry of Hydrides of Metals» (on September, 16-22, y.2001, Alushta – Major Yalta – Crimea – UKRAINE). – P.758-759.
3. Ljahovich L.S. Special rolled steel bar: [Studies. The grant for high schools «The physical metallurgy and technology a term. metals»]. – Len., 1985. – P. 208.
4. Afanasjev V.K. About pig-iron and steel // Metallurgy of mechanical engineering. – 2002. – №3 (6). – P. 13-17.

# ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА ГИДРИДОМ КИСЛОРОДА НА СВОЙСТВА ДОМЕННОГО ЧУГУНА

**Афанасьев В.К.\***, **Кольба А.В.**, **Сагалакова М.М.**,  
**Сочнев А.В.<sup>(1)</sup>**, **Чибряков М.В.<sup>(2)</sup>**, **Щербединский Г.В.<sup>(3)</sup>**

Сибирский государственный индустриальный университет,  
ул. Кирова, 42, Новокузнецк, 654007, Россия

<sup>(1)</sup> ОАО КМК, Новокузнецк, 654034, Россия

<sup>(2)</sup> Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, ул. Марковцева, 5,  
Кемерово, 650056, Россия

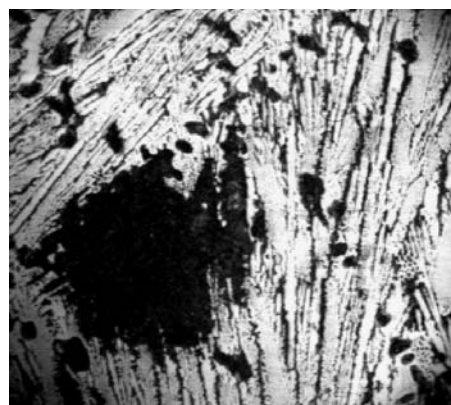
<sup>(3)</sup> Институт физики металлов и материаловедения ФУГП "ЦНИИЧерМета" им. И.П. Бардина,  
Москва, 107005, Россия

Предварительные результаты по обработке расплава доменного чугуна гидридом кислорода (продувка водяным паром) [1] показали ее значительное влияние на химический состав чугуновых отливок. С увеличением времени продувки наблюдалось уменьшение содержания углерода, кремния и марганца.

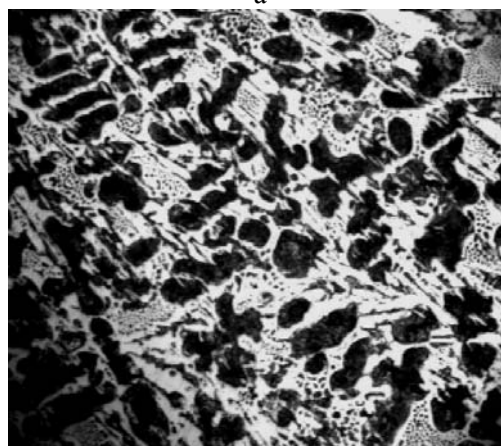
Количественный металлографический анализ, проведенный позднее, выявил уменьшение объемной доли хрупкой структурной составляющей – эвтектического цементита с увеличением времени продувки (см. таблицу). Эвтектические колонии при этом имеют менее дисперсное строение (см. рисунок).

Таблица – Влияние продувки расплава (t = 1360 – 1400 °С) водяным паром на твердость и объемную долю цементита в доменном чугуне (кристаллизация в медном кокиле)

№ пробы	Время продувки, мин	Время выстывания расплава после продувки, мин	HRC	Объемная доля цементита, %	Твердость цементита**, МПа
1	0	-	49 – 50	50,7	6440
2	1	-	54 – 55	48,5	6440
3	2	-	54	48,1	6140
4	3	-	55	47,0	5570
5	4	-	55	45,4	6600
6	5	-	54	45,2	6770
7	5	30	53	49,8	5570
8	5	30 + повторная продувка 5 мин	54	45,2	6440
9	10	50	49 – 50	43,6	6440
10	15	60	52	44,1	5840
11	15	90	50	42,2	5700
12*	20	90	50	33,1	6440
13	20	120	49	33,1	5950
14	25	120	49	36,0	6130
15	25	150	49	31,2	6248
16	30	150	49	31,7	5840



а



б

Рисунок – Микроструктура доменного чугуна без продувки расплава (а) и после продувки расплава

\* Факс: (8-3843) 46-57-92 E-mail: rector@sibgiu.ru

\*\*Микротвердость определена Плеваковой О.В. на кафедре физики металлов СибГИУ

водяным паром при 1360 – 1400°C в течение 25 мин (б) (кристаллизация в медном кокиле)

Очень важным является изменение микротвердости химического соединения – цементита ( $Fe_3C$ ). Водородная платформа черной металлургии предусматривает следующее. Основная фаза в углеродистой стали есть  $Fe_3(C\ N\ O)$  [2]. Пионером в этом плане является Л.С. Ляхович, который считал: «В карбиде железа  $Fe_3C$ , как уже указывалось, ограниченно растворены скрытые примеси – кислород и азот. Следовательно, более правильной формулой цементита с этих позиций будет  $Fe_3(C\ N\ O)$ » [3]. «Именно поэтому увеличивается термическая стойкость цементита от третичного до первичного, т. к. повышается в нем количество азота и кислорода. Общеизвестно, что из трех (H, N, O) элементов азот и кислород повышают температурную стойкость веществ, а водород – снижает. Находясь на такой позиции следует, что при деформации и термической обработке углеродистой стали компоненты цементита в различной мере могут переходить в железо, образуя твердый раствор углерода, водорода, азота и кислорода в  $\gamma$ -Fe (аустенит). Такой легированный аустенит при закалке превращается в легированный мартенсит» [4]. Именно поэтому обработка чугуна расплава гидридом кислорода приводит к существенным изменениям определенных в настоящей работе свойств.

Таким образом, варьируя время продувки водяным паром и последующего выстаивания расплава, можно контролировать количество и свойства главной промежуточной фазы в белом чугуне, а следовательно и свойства чугунных отливок.

В условиях Юргинского машиностроительного завода проводилась выплавка режущего инструмента (токарные резцы, ножи для фрез) из доменного чугуна без и с применением наводороживания мокрыми асбестовыми тампонами. Полученный инструмент (состав, мас. %: C – 4,25; Mn – 0,23; Si – 0,21; P – 0,068; S – 0,023; Ni – 0,03; Cu – 0,02; V – 0,29; Fe – остальное)

без выделений графита с перлитно-ледебуритной структурой подвергался различным режимам отжига. Установлено, что наводороживание расплава позволяет сократить примерно в два раза время выдержки при температуре отжига для достижения необходимой для механической обработки литого инструмента из белого чугуна твердости.

Вывод. Обработка расплава доменного чугуна гидридом кислорода при 1360-1400°C позволяет значительно уменьшить объемную долю эвтектического цементита, изменить его микротвердость, сократить время отжига отливок.

### Литература

1. Афанасьев В.К., Чибряков М.В., Койнов В.А., Кольба А.В. Влияние обработки расплава гидридом кислорода на свойства доменного чугуна // Материалы VII Международной Конференции «Водородное материаловедение и Химия Гидридов Металлов» (16-22 сентября 2001, Алушта – Большая Ялта – Крым – УКРАИНА). – С.428-431.
2. Афанасьев В.К., Айзатулов Р.С., Селезнев Ю.А. Водородная платформа металлургии XXI века. / Материалы VII Международной Конференции «Водородное материаловедение и Химия Гидридов Металлов» (16-22 сентября 2001, Алушта – Большая Ялта – Крым – УКРАИНА). – С. 758-759.
3. Ляхович Л.С. Специальные стали: [Учеб. пособие для вузов по спец. «Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов»]. – Лен.: Высш. шк., 1985. – 208 с.
4. Афанасьев В.К. О чугуне и стали // Металлургия машиностроения. – 2002. – №3 (6). – С. 13-17.