

ISSN 2313-1020 (Print)
ISSN 2542-1093 (Online)

Том 7, Номер 1–2

2020

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ACTUAL PROBLEMS IN MACHINE BUILDING

<http://journals.nstu.ru/machine-building>

НОВОСИБИРСК



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

СЕДЬМАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

г. Новосибирск, 25 марта 2020 г.

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- Новосибирский государственный технический университет, научно-технический и производственный журнал «Обработка металлов (технология · оборудование · инструменты)», г. Новосибирск, Россия
- ООО «Сибирская Выставочная Компания», г. Новосибирск, Россия

СООРГАНИЗАТОРЫ

- Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук, г. Рюссельсхайм, Федеративная Республика Германия;
- Ганновский университет Вильгельма Лейбница, г. Гарбсен, Федеративная Республика Германия;
- Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина;
- Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь;
- ОАО НПО и ЭИ «Оргстанкинпром», г. Новосибирск, Россия;
- ООО НПФ «Машсервисприбор», г. Новосибирск, Россия;
- Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия;
- Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия;
- Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия;
- Бийский технологический институт АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Бийск, Россия;
- Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия;
- Томский политехнический университет, г. Томск, Россия;
- Братский государственный университет, г. Братск, Россия;
- Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия

ПОЧЕТНЫЙ КОМИТЕТ

Члены комитета: *Монико Грайф*, профессор, доктор, Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук (г.Рюссельсхайм), *Томас Хассел*, профессор, доктор, Ганновский университет Вильгельма Лейбница (г.Гарбсен), *Флориан Нюрнбергер*, профессор, доктор, Ганновский университет Вильгельма Лейбница (г.Гарбсен), *Ковалевский С.В.*, профессор, д.т.н., ДГМА (г.Краматорск), *Пантелеенко Ф.И.*, профессор, д.т.н., член-корреспондент НАН Беларуси, БНТУ (г. Минск), *Афанасьев В.К.*, академик РАЕН, профессор, д.т.н., зав. каф. СибГИУ (г. Новокузнецк), *Буров В.Г.*, профессор, д.т.н., НГТУ (г. Новосибирск), *Герасенко А.Н.*, директор ООО НПФ «Машсервисприбор» (г.Новосибирск), *Гурьев А. М.*, профессор, д.т.н., зав. каф. АлтГТУ (г. Барнаул), *Кирсанов С.В.*, профессор, д.т.н., ТПУ (г.Томск), *Марков А. М.*, профессор, д.т.н., ректор АлтГТУ (г.Барнаул), *Овчаренко А.Г.*, профессор, д.т.н., зав.каф. БТИ АлтГТУ (г. Бийск), *Рахмьянов Х. М.*, профессор, д.т.н., зав. каф. НГТУ (г. Новосибирск), *Сараев Ю.Н.*, д.т.н, профессор, ИФПМ СО РАН, г. Томск, *Ситников А.А.*, д.т.н., профессор, АлтГТУ (г.Барнаул), *Янюшкин А.С.*, профессор, д.т.н., член- корреспондент САН ВШ, академик МАН ВШ, ЧГУ (г. Чебоксары).

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- *Батаев А.А.*, главный редактор научно-технического и производственного журнала «Обработка металлов», профессор, д.т.н., ректор НГТУ, (г. Новосибирск), **председатель;**
- *Коротков А.Н.*, академик РАЕ, профессор, д.т.н., КузГТУ (г. Кемерово), **сопредседатель.**
- *Атапин В.Г.*, профессор, д.т.н., НГТУ (г.Новосибирск), **сопредседатель;**

Члены программного комитета: *Иванцовский В.В.*, , профессор, д.т.н., НГТУ (г. Новосибирск), *Лобанов Д.В.*, д.т.н., профессор, ЧГУ (г. Чебоксары), *Трегубчик П.В.*, гл. инженер ОАО «Новосибирский стрелочный завод», (г. Новосибирск), *Янюльский В.В.*, к.т.н., декан МТФ НГТУ (г. Новосибирск).

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- *Скиба В.Ю.*, зам. главного редактора журнала «Обработка металлов», доцент, к.т.н., НГТУ (г. Новосибирск);
- *Марк Е.С.*, директор проекта «MashExpo Siberia»(г. Новосибирск).

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- Инновационные технологии в машиностроении;
- Технологическое оборудование, оснастка и инструменты;
- Материаловедение в машиностроении;
- Экономика и организация инновационных процессов в машиностроении.

Попова М.В., Малюх М.А. Структура и тепловое расширение высоколегированных сплавов системы Al-Si-Cu специального назначения	105
Афанасьев В.К., Попова М.В., Долгова С.В., Жибинова И.А., Черныш А.П. О возможности применения белого нелегированного чугуна в качестве инструментального материала	113
Бинцева А.А., Корниенко Е.Е., Кузьмин В.И. Плазменное напыление покрытий из порошков карбида бора	122
Алхимова Е.С., Волков А.С., Максимов Б.А., Сизов И.Г., Полянский И.П. Исследование борохромированных слоев на стали 20, полученных в условиях изотермического и термоциклического нагрева	128
Рашковец М.В., Никулина А.А., Мендагалиев Р.В., Кислов Н.Г. Механические свойства и структура сплава 55Ni-17Cr-5Fe-3Mo при аддитивном производстве	133
Астрашаб Е.В., Белоцерковский М.А., Григорчик А.Н., Кукареко В.А. Влияние отжига на структурно-фазовое состояние и триботехнические свойства газотермических покрытий из псевдосплавов на основе X20H80	138
Прудников А.Н., Прудников В.А. Упрочнение земляных отливок из бинарных заэвтектических силуминов	145
Рекомендации по написанию научной статьи	151
Подготовка аннотации	153
Правила для авторов	155

УДК 669.13:621.753.5

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЛОГО НЕЛЕГИРОВАННОГО ЧУГУНА
В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

В.К. АФАНАСЬЕВ¹, академик РАЕН, доктор техн. наук, профессор
М.В. ПОПОВА¹, доктор техн. наук, профессор
С.В. ДОЛГОВА¹, мл. научн. сотр.
И.А. ЖИБИНОВА², канд. техн. наук, доцент
А.П. ЧЕРНЫШ³, канд. техн. наук, доцент
(¹ СибГИУ, г. Новокузнецк,
² НФИ КемГУ, г. Новокузнецк,
³ НИИ-филиал СФНЦА РАН, г. Кемерово)

Попова М.В. – 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42,
Сибирский государственный индустриальный университет,
e-mail: m.popova@rdtc.ru

Представлены результаты исследований структуры и свойств нелегированного чугуна без выделений графита. Путем термоциклической обработки расплава доменного перепельного чугуна возможно подавить процесс графитизации в нем и получить белый нелегированный чугун с ледебуритной структурой. Показано, что разработанный белый нелегированный чугун в литом состоянии отличается не только высокой твердостью 450–500 HB (50 HRC), но и прочностью ($\sigma_b = 450\text{--}500$ МПа). Проведены экспериментальные исследования по влиянию различных режимов термической и термоциклической обработки в интервале 80–1200°C на твердость белого нелегированного чугуна. Изучено влияние различных закалочных сред и времени нагрева под закалку. Показано, что после закалки с 900 °C в кипящую воду резцы из этого чугуна имеют твердость 65–67 HRC, что позволяет обрабатывать древесину, древесностружечные композиции, низкоуглеродистые стали.

Ключевые слова: белый нелегированный чугун, инструмент, микроструктура, твердость, графит, ледебурит, термическая обработка.

Введение

Постоянно возрастающий уровень жизнедеятельности человека предусматривает необходимость создания инструментальных материалов все более высокой производительности, которая обеспечивается повышением твердости, теплостойкости и износостойкости. Поэтому в мировой практике постоянно совершенствуются составы инструментальных материалов, в первую очередь, для режущего инструмента, но чаще всего с увеличением их стоимости [1, 2].

Первоочередной задачей в области разработки новых материалов является создание новых сплавов через вырабатывание ресурса известных. Прежде всего, это касается наиболее дешевого, но с низкими механическими свойствами доменного чугуна. Для улучшения свойств доменного чугуна самым распространенным способом является его легирование большим количеством дорогостоящих элементов (до 30–50 %). Для повышения твердости, износостойкости и теплостойкости чугуна необходимы ванадий и хром, препятствующие

графитизации чугуна. Они способствуют образованию ванадиево-карбидных каркасов эвтектических колоний и высоколегированной металлической матрицы [3–5].

Исследования последних лет показывают, что перспективными материалами для изготовления деревообрабатывающих инструментов являются инструментальные сплавы на основе белых чугунов [6, 7]. Разработаны твердые сплавы на основе высокоуглеродистых комплексно-легированных белых чугунов, которые могут быть использованы в качестве сравнительно дешевого заменителя дорогостоящих вольфрамсодержащих твердых сплавов типа ВК. В этих новых сплавах применяется сочетание больших количеств хрома, а также ванадия и марганца. Сильман Г.И. с соавторами отмечают [6], что при рациональном составе может быть достигнута высокая твердость изделий (67-70 HRC), что соответствует твердости сплавов ВК15 – ВК20. Более того, для изготовления дереворежущего инструмента возможно применение хромованадиевого белого чугуна не только в литом состоянии, но после горячей деформации [7]. Инструмент из высокопрочного чугуна с отбеленной поверхностью можно использовать также и для почвообработки [8].

В настоящей работе в качестве основы был принят белый нелегированный доменный чугун (БНЧ). Он вообще не содержит дорогостоящих легирующих элементов (W, V, Cr, Ni), однако в нем полностью отсутствуют выделения графита и твердость его в литом состоянии довольно высокая – 50-53 HRC. Разработанные профессором Афанасьевым В.К. с соавторами способы получения чугуна без выделений графита за счет модифицирования серого чугуна или его высокотемпературного термоциклирования, подробно описаны в монографиях [9–11], получены патенты РФ на способы обработки чугунного расплава [12–14].

Цель работы – обосновать возможность и целесообразность использования разработанного белого нелегированного чугуна для изготовления режущих элементов деревообрабатывающего инструмента.

Методика экспериментального исследования

Белый нелегированный чугун был получен путем высокотемпературной термоциклической обработки (ТЦО) доменного передельного чугуна производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Термоциклическую обработку проводили в индукционных печах Кузнецкого машиностроительного завода. После переплава чугун имел следующий химический состав, масс. %: углерод 3,7; кремний 1,65; марганец 0,44; фосфор 0,085; сера 0,075. В отличие от обычного переплава, чугун после ТЦО имеет ледебуритную или перлитно-ледебуритную структуру, без выделений графита. Методом литья по выплавляемым моделям из него были получены токарные резцы, из которых вырезали образцы для исследований структуры и свойств. Термическую обработку проводили в электропечах сопротивления типа СНОЛ.

Изучение микроструктуры БНЧ осуществляли с помощью оптического микроскопа ОРТОН при увеличениях $\times 100$ и 200 . Механические свойства образцов определяли по стандартным методикам [15]. Статистическую обработку результатов механических испытаний проводили по известным методикам [16, 17] проверки статистических гипотез и

вычисления выборочных числовых характеристик при малом объеме выборки ($n < 50$) в режиме «Описательная статистика» Microsoft Excel. После закалки резцы проверяли на наличие трещин на магнитном дефектоскопе.

Результаты и обсуждение

Разработанный БНЧ отличается не только высокой твердостью (450–500 НВ), но и прочностью ($\sigma_b = 450\text{--}500$ МПа). В отличие от износостойких высоколегированных чугунов известных марок эти свойства могут быть обеспечены непосредственно в литом состоянии (табл. 1). Сравнение свойств высоколегированных чугунов и БНЧ показывает полное преимущество последнего.

Таблица 1

Механические свойства легированных чугунов (ГОСТ 7769-82)
и белого нелегированного чугуна

Марка чугуна	Временное сопротивление σ_b , МПа, не менее	Относительное удлинение δ , %	Твердость НВ
ЧХ16	350	-	400-450
ЧХ16М2	170	-	490-610
ЧХ22	290	-	330-610
ЧХ28Д2	390	-	390-640
ЧХ32	290	-	245-340
ЧЮ22Ш	290	-	241-364
ЧН4Х2	200	-	400-650
ЧН15Д3Ш	340	4	120-255
ЧН19Х3Ш	340	4	120-255
БНЧ	490	-	450-500

Примечание. Прочность и твердость высокохромистых и никелевых чугунов указана после нормализации и низкотемпературного отпуска, а прочность и твердость БНЧ – в литом состоянии.

Для повышения свойств высоколегированные белые чугуны закалывают от температуры 900–1100°C в масле для получения высоколегированного аустенита. Затем проводят отпуск при температуре 500–520°C. При отпуске происходит мартенситное превращение и выделение из матрицы высокодисперсных частиц карбидов, что обеспечивает эффект вторичного упрочнения. В результате достигаются высокая твердость (63–68 HRC), теплостойкость и износостойкость [18, 19]. Однако обычные нелегированные чугуны не

восприимчивы к упрочняющей термической обработке. В отличие от них, прочность и твердость БНЧ можно повысить путем закалки или ТЦО.

На рис. 1 показано изменение прочностных свойств БНЧ после нагрева в интервале 80–1000 °С с последующим резким охлаждением. Здесь хорошо видно, что значения предела прочности и предела текучести сохраняются до 500 °С, а нагрев выше 700 °С приводит к резкому разупрочнению БНЧ в связи с развитием процессов графитизации. Для сравнения следует заметить, что графитизация алмаза – самого твердого природного инструментального материала – также начинается при 700 °С.

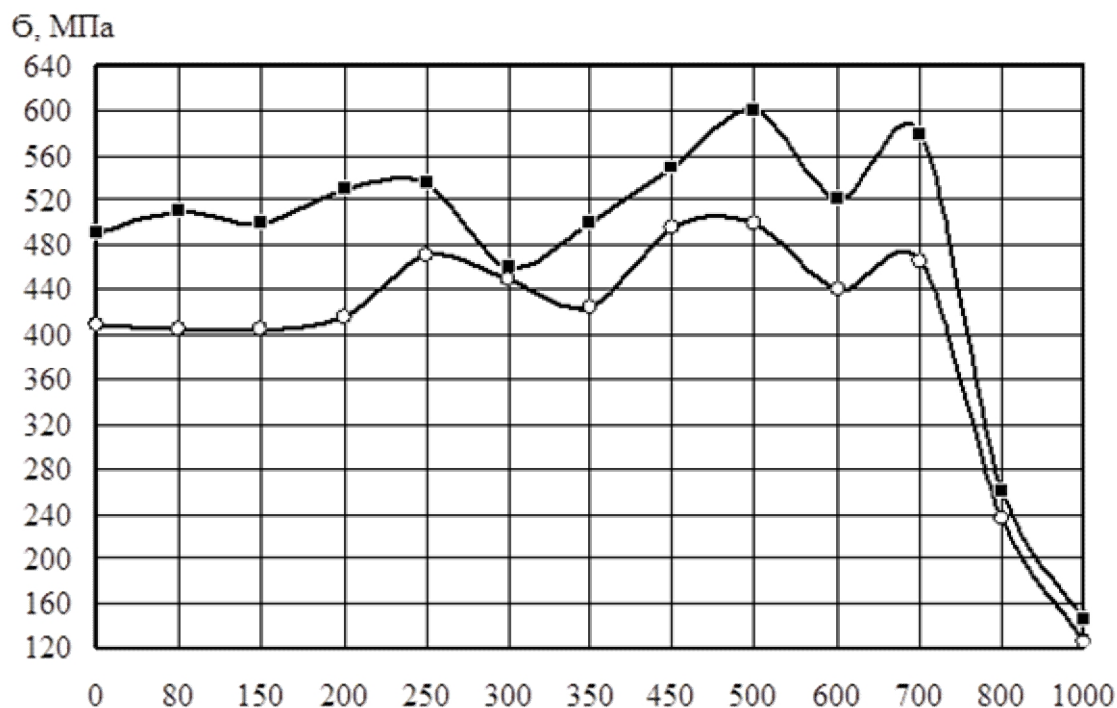


Рис. 1. Влияние температуры нагрева на механические свойства белого нелегированного чугуна ($\tau = 5$ ч, охлаждение в воде): $\circ$ – $\sigma_{0,2}$; $\blacksquare$ – σ_B , МПа

К достоинствам БНЧ относится также возможность повышения твердости после термической обработки. Так, например, в табл. 2 показана твердость закаленных токарных резцов из БНЧ, полученных методом литья по выплавляемым моделям. Видно, что высокие значения твердости, равные 65–67 HRC, могут быть получены после закалки с 900 °С в кипящую воду после выдержки 1–5 ч.

Таблица 2

Влияние времени нагрева при 900 °С на твердость закаленных токарных резцов из БНЧ (охлаждение в кипящую воду)

Время нагрева, ч	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Твердость, HRC	50-52	61-63	64-66	65-67	66-67	66-67	65-66	66-67	64-66	64-66	67-68

Для практики термической обработки важно решение вопроса о применении охлаждающей среды при закалке. Чугун с ледебуритной структурой, как и быстрорежущая сталь, имеет низкую теплопроводность. Естественно, что при охлаждении БНЧ с высоких температур возможно образование закалочных трещин.

В табл. 3 приведены результаты исследования твердости и склонности к трещинообразованию токарных резцов после закалки с 900 °С ($\tau=1$ ч) в различных средах. Установлено, что резцы из БНЧ даже при охлаждении на воздухе твердеют. Твердость после закалки на воздухе увеличивается с 50 HRC до 54–55 HRC. Почти такую же твердость быстрорежущая сталь имеет после нагрева в соляной ванне и охлаждении через воду в масло. Охлаждение в холодной воде с 900 °С при той же выдержке 1 ч повышает твердость до 60–69 HRC, но появляются закалочные трещины. Установлено, что резцы из БНЧ приобретают высокую твердость (64–66 HRC) при охлаждении с 900 °С в подогретое трансформаторное масло, причем без образования закалочных трещин (табл. 3). Закалка в кипящий 1,5 %-ный водный раствор CH_3COOH также дает высокую твердость без образования трещин. Таким образом, во избежание образования закалочных трещин необходимо проводить закалку БНЧ в горячую воду или в подогретое масло.

Таблица 3

Влияние закалочной среды на твердость токарных резцов из доменного чугуна без выделений графита ($T_{\text{зак}} = 900$ °С, $\tau = 1$ ч)

Среда охлаждения	Твердость HRC	Наличие трещин
Литой, без т/о	50	—
Воздух	54–55	нет
Холодная вода	66–69	есть
Кипящая вода	64–66	нет
Кипящий 1,5 %-ный водный раствор CH_3COOH	64–66	нет
Трансформаторное масло (80-100 °С)	64–66	нет

Повышение температуры термической обработки показало, что нагрев при 1000 °С даже в виде термоциклической обработки с короткой выдержкой 20 мин стабильно снижает твердость закаленных резцов до 61–63 HRC вместо получаемых при закалке с 900 °С 64–66 HRC. Основной опасностью нагревов под закалку выше 900 °С является разложение цементита с соответствующим образованием графита. На рис. 2 хорошо видно, что циклирование с нагревом до 1000 °С в наибольшей мере увеличивает объемную долю сильно травящихся темных участков, в результате уменьшается объемная доля цементита и снижается твердость БНЧ.

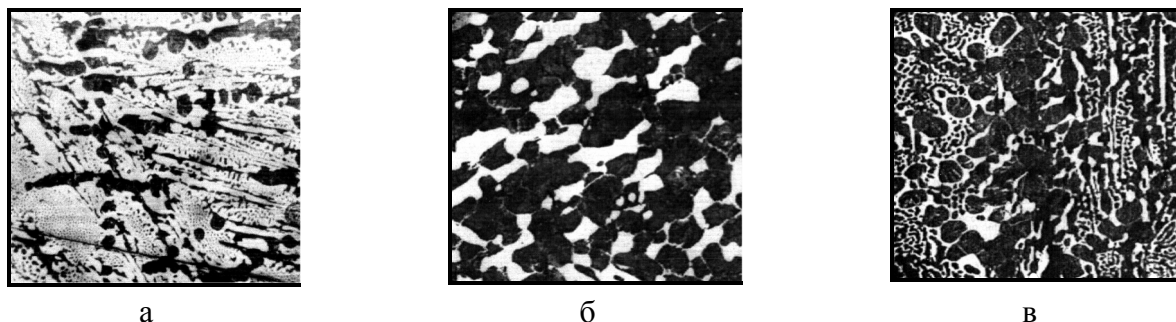


Рис. 2. Микроструктура белого нелегированного чугуна без (а) и после термообработки (б, в), $\times 300$: б – 900°C , 20 мин, кипящая вода – 15 циклов; в – 1000°C , 20 мин, масло (90°C), 15 циклов

При изучении влияния малоцикловой высокотемпературной термоциклической обработки на свойства резцов из БНЧ (1 цикл – 1200°C , 1 ч, охлаждение на воздухе) было установлено, что микротвердость цементита увеличивается уже после двух циклов ТЦО, а затем стабилизируется (рис. 3).

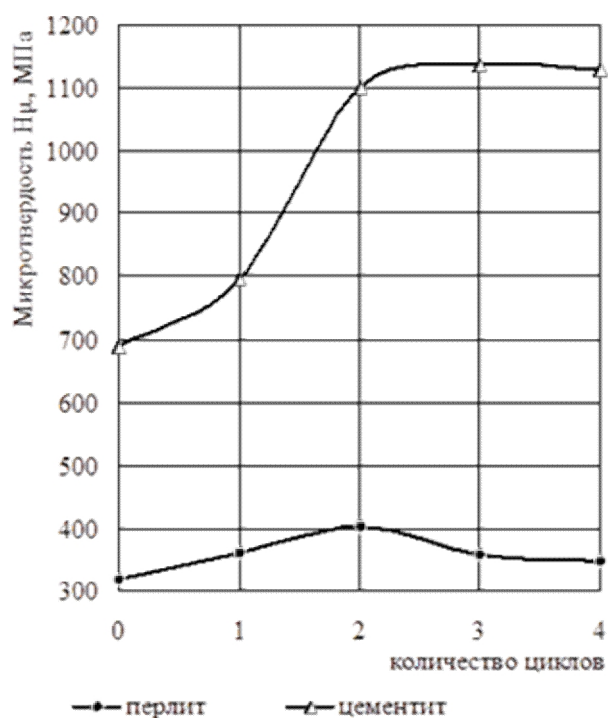


Рис. 3. Влияние термоциклической обработки (1 цикл – 1200°C , 1 ч, охлаждение на воздухе) на микротвердость структурных составляющих БНЧ

Полученные данные подтверждают возможность значительного повышения свойств БНЧ после термической обработки и необходимость более глубокого изучения влияния режимов термической обработки литого инструмента из чугуна на его структуру и механические свойства.

Результаты работы позволяют утверждать, что белый нелегированный чугун может успешно пополнить группу выдающихся инструментальных материалов. Экономическая

эффективность применения инструмента из БНЧ взамен инструмента из быстрорежущих сталей или твердых сплавов определяется резким различием в их стоимости.

Выводы

Инструмент из белого нелегированного чугуна, получаемый путем переработки доменного чугуна в расплавленном состоянии, без введения дорогостоящих легирующих элементов, может приобретать довольно высокую твердость 65 – 67 HRC в закаленном состоянии. Во избежание образования закалочных трещин необходимо проводить закалку БНЧ в горячую воду или в подогретое масло.

Результаты работы показывают целесообразность получения режущего инструмента из такого доступного и дешевого материала, как БНЧ, имеющего после термической обработки высокую твердость и хорошие режущие свойства – не ниже, чем у инструмента из углеродистых сталей. Такой инструмент может быть использован для обработки дерева, древесностружечных материалов и низкоуглеродистых сталей.

Список литературы

1. Machining of Hard Materials: Provides a discussion of recent advancements in hard machining / edit. D.J. Paulo – London: Springer-Verlag London Limited, 2011. – 211 p.
2. Зубков Н.Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов // Наука и образование. – 2013. – № 5. – С. 75–100. – DOI: 10.7463/0513.0569432.
3. Kolokoltsev V.M., Petrochenko E.V. Structure features and properties of high-alloy white irons // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. – 2013. – № 5. – Р. 3–8.
4. Печенкина Л.С., Сильман Г.И., Рукавицына А.А. Влияние хрома и ванадия на структуру малоуглеродистых белых чугунов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2015. – Т. 11, № 6. – С. 13–17.
5. Полухин М.С., Камынин В.В. Влияние структурных факторов на триботехнические свойства антифрикционных чугунов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – Т. 7, № 11–2. – С. 43–47.
6. Сильман Г.И., Дмитриева Н.В., Грядунов С.С. Свойства литых твердых сплавов и их применение в деревообработке // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2006. – № 2. – С. 66–69.
7. Алифанов А.В. Применение горячедеформированного хромованадиевого белого чугуна для получения дереворежущего инструмента // Литье и металлургия. – 2012. – № 3 (67). – С. 157–161.
8. Формирование износостойких зонально-распределенных структур деталей орудий для почвообработки из высокопрочного чугуна / В.А. Моторин, Д.С. Гапич, Л.В. Костылева, А.Е. Новиков, А.Г. Жутов // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 369–376.
9. Доменный чугун – металл будущего / В.К. Афанасьев, С.А. Гладышев, М.В. Попова [и др.]. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2005. – 343 с.

10. Металлография чугуна / В.К. Афанасьев, С.В. Долгова, М.В. Попова, М.М. Сагалакова, А.О. Токарев и др.; науч. ред. В.К. Афанасьева. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 482 с.
11. Быстрорежущая сталь и инструментальный чугун / В.К. Афанасьев, С.В. Долгова, М.В. Попова, С.В. Магазов, А.В. Кольба, А.П. Черныш; науч. ред. В.К. Афанасьева. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 630 с.
12. Пат. RU 2130081, МКИ C21C1/00. Способ обработки чугуна / В.К. Афанасьев, М.В. Чибряков, М.М. Сагалакова, А.Н. Прудников, М.В. Попова ; патентообладатель Сибирский государственный индустриальный университет. – № 98111318/02 ; заявл. 08.06.98 ; опубл. 10.05.99. – Бюл. № 13.
13. Патент RU 2370548, МПК C21D5/02. Способ термоциклической обработки чугуна / В.К. Афанасьев, С.В. Долгова, А.Л. Майтаков [и др.] ; патентообладатель Сибирский государственный индустриальный университет. – № 2008129969/02 ; заявл. 21.07.2008 ; опубл. 20.10.2009.
14. Патент RU 2367688, МПК C21C1/08. Способ модифицирования серого чугуна / В.К. Афанасьев, С.В. Долгова, А.Л. Майтаков [и др.] ; патентообладатель Сибирский государственный индустриальный университет. – № 2008129970/02 ; заявл. 21.07.2008 ; опубл. 20.09.2009.
15. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МИСИС, 1998. – 400 с.
16. Степнов М.Н., Шаврин А.В. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 399 с.
17. Everitt B.S., Dunn G. Applied multivariate data analysis. – London: Arnold ; New York: Oxford University Press, 2001. – 342 p.
18. Chien L.Y., Fu J.C., Yung N.P. Research on the Wear Resistance of High-Chromium White Cast Iron and Multi-Component White Cast Iron // Advanced Materials Research. – 2013. – Vol. 859. – P. 64–69. – DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.859.64>
19. Koryagin Yu.D., Il'ichev V.L. Estimation of the Heat Stability of Hardened Cr-V Cast Irons // Materials Science Forum. – 2016. – Vol. 870. – P. 558–563. – DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.870.558>.

**POSSIBILITY OF USING WHITE UNALLOYED CAST IRON
AS INSTRUMENTAL MATERIAL**

Afanasyev V.K.¹, D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: in_afanaseva@mail.ru

Popova M.V.¹, D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: m.popova@rdtc.ru

Dolgova S.V.¹, Junior Researcher, e-mail: sv_dolgov@mail.ru

Zhibinova I.A.², Ph.D. (Engineering), Associate Professor, e-mail: irina.zhibinova@mail.ru

Chernysh A.P.³, Ph.D. (Engineering), Associate Professor, e-mail: tmrm@mail.ru

¹ Siberian State Industrial University, 42 Kirov st., Novokuznetsk, 654007, Russian Federation

² Kemerovo State University, Novokuznetsk Branch, 23 Tsiolkovsky st., Novokuznetsk, 654041, Russian Federation

³ Kemerovo Research Institute of Agriculture, Branch of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the RAS, 47 Tsentral'naya st., Novostroika village, 650510, Russian Federation

Abstract

This article presents the results of studies of the structure and properties of the new instrumental material - unalloyed cast iron without graphite release. In order to obtain such cast iron, the liquid blast furnace cast iron was thermocyclically treated. By means of thermocyclic treatment it is possible to suppress the graphitization process and obtain white cast iron with the structure of ledeburite. It is shown that the developed not alloyed white cast iron in a cast state has high hardness 450-500 HB (50 HRC) and strength $\sigma_b = 450-500$ MPa. Studies were carried out on influence of different modes of thermal and thermocyclic treatment in the range of 80-1200 ° C on hardness of cast iron without graphite release. It has been found that the strength and hardness of unalloyed white cast iron can be increased after heat treatment. Influence of various quenching media and heating time for quenching is studied. It is shown that after quenching from 900 ° C in boiling water cutters from white unalloyed cast iron have hardness 65-67 HRC, which allows to treat wood, particle boards, low-carbon steels.

Keywords

White unalloyed cast iron, cutting instrument, microstructure, hardness, graphite, ledeburite, thermal treatment.