

**РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЧУГУНА
МАРКИ ЧХ16Н2 С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ**

Аникеев Андрей Николаевич

*канд. техн. наук, доцент кафедры общей металлургии
Южно-Уральского государственного университета,*

РФ, г. Златоуст

E-mail: anikeev-ml@mail.ru

Седухин Вадим Валерьевич

магистрант, Южно-Уральский государственный университет,

РФ, г. Златоуст

E-mail: wadik_zlat@mail.ru

Сергеев Дмитрий Владимирович

магистрант, Южно-Уральский государственный университет,

РФ, г. Златоуст

E-mail: dazlatoust@inbox.ru

**DEVELOPMENT OF HEAT TREATMENT OF CAST IRON BRAND
CH16N2 TO INCREASE WEAR RESISTANCE**

Andrey Anikeev

*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
of «General Metallurgy» Department, South Ural State University,*

Russia, Zlatoust

Vadim Sedukhin

Master student, South Ural State University,

Russia, Zlatoust

Dmitriy Sergeev

Master student, South Ural State University,

Russia, Zlatoust

АННОТАЦИЯ

Целью работы было подобрать режим термической обработки высокохромистого чугуна марки ЧХ16Н2, который позволит увеличить износостойкость лопаток смесителя жестких бетонных смесей. В ходе работ была произведена порезка лопатки, не подвергавшейся термообработке, на образцы, подобраны режимы термической обработки. После проведения термической обработки было произведено исследование образцов на твердость и износостойкость. В результате проведенных испытаний было установлено, что некоторые режимы термической обработки повышают твердость и абразивную износостойкость чугуна марки ЧХ16Н2.

ABSTRACT

The goal was to choose the mode of heat treatment of high-chromium cast iron brand CH16N2, which will increase the endurance of the blades of the mixer hard concrete mixtures. During the work was made cutting blades, which did not undergo heat treatment, the samples, matched thermal treatment. After the heat treatment was an investigated specimen for hardness and wear resistance. As a result of tests it was found that some of the regimes of heat treatment increases the hardness and abrasion durable cast iron brand CH16N2.

Ключевые слова: термическая обработка, высокохромистый чугун, износостойкость.

Keywords: thermal processing, high-chromium cast iron, wear resistance.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования № 11.1470.2014/К, а также поддержана по Соглашению № 14.з56.15.7690-МК.

Износостойкость — это свойство материалов, деталей машин, работающих в условиях трения, противостоять изнашиванию. Данное свойство оценивается

при эксплуатации или во время испытаний на стенде по длительности работы устройств до получения заданного износа, при котором изменяются размеры, форма, масса и состояние поверхности изделия вследствие разрушения верхнего слоя при трении.

Износостойкость металлических материалов повышается за счет увеличения карбидной фазы, содержащейся в изнашиваемых слоях. Влияние углерода на сопротивление металла изнашиванию существенно зависит от того, в каком виде он находится в сплаве, связан ли в специальные карбиды или растворён в твёрдом растворе. Одним из способов увеличения износостойкости является создание композиционных материалов, упрочненных дисперсными частицами карбидов вольфрама, где основой взаимодействия и предметом изучения является смачиваемость карбида металлическим расплавом [3; 4; 6].

Также одним из способов увеличения абразивной износостойкости является создание центробежно-литых заготовок с упрочненным слоем, который обычно располагается в том месте, которое будет подвергаться износу [2; 5; 7; 9].

В данной статье увеличение износостойкости предполагается достичь с помощью термической обработки высокохромистого чугуна ЧХ16Н2.

Данная марка чугуна используется для изготовления лопаток смесителя жестких бетонных смесей СГ-750 производства ООО «Завод СТРОЙТЕХНИКА» [1].

Для разработки режимов термической обработки была произведена порезка рабочей лопатки смесителя (до введения в эксплуатацию) на 12 одинаковых образцов размером 15 на 20 мм. Один из полученных образцов был взят за эталон. Остальные 11 образцов были подвергнуты термической обработке в камерной печи с термоконтроллером. Каждый из 11 образцов был термообработан по индивидуальному режиму термической обработки (таблица 1).

В результате эксперимента получено 11 образцов с различными свойствами, и в дальнейшем проведено их исследование.

После проведения термической обработки образцы были исследованы на твердость. Измерение проводилось с помощью твердомера Бринелля. Данные обобщены и сведены в таблицу 2.

Таблица 1.

Режимы термической обработки для образцов рабочей лопатки смесителя

№ образца	Вид термической обработки	Температура нагрева, °С	Время выдержки, ч	Охлаждение
1	Закалка	850—950	1—3	В масле
2	Закалка с последующим отпуском	850—950 200—600	3—4	На воздухе или с печью
3	Закалка	800 ± 25	6—12	На воздухе
4	Закалка с последующим отпуском	800 ± 25 275 ± 25	8—16	На воздухе или с печью
5	Закалка	750—820	4—10	На воздухе
6	Закалка с последующим отпуском	750—820 250—300	12—24	На воздухе или с печью
7	Отжиг для снятия внутренних напряжений	620—650	1—6	С печью
8	Закалка после отжига	620—650 840—860	1—2	Под вентилятором
9	Закалка после отжига	620—650 1050—1100	1—2	Под вентилятором
10	Нормализация для повышения твердости	860—880	1—2	На воздухе
11	Отпуск после нормализации	860—880 200—250	2—3	На воздухе

Таблица 2.

Твёрдость образцов лопаток смесителя после проведения термической обработки

Номер образца	Твёрдость, HRC	Номер образца	Твёрдость, HRC	Номер образца	Твёрдость, HRC
Эталон	55	4	56	8	58,5
1	42	5	55	9	57
2	44	6	56	10	48
3	55	7	50	11	51

По полученным данным можно сделать вывод, что твердость образцов 1—6, подвергшихся термической обработке, снизилась либо осталась равной твердости образца, взятого за эталон, то есть образца, не подвергшегося термической обработке. Твердость образцов под номерами 8 и 9, подвергшихся термической обработке, увеличилась по сравнению с твердостью образца,

взятого за эталон, т. е. образца, не подвергнутого термической обработке. Твердость образцов под номерами 7, 10 и 11 оказалась ниже твердости исходного образца (эталона).

Испытания на исследование износостойкости проводилось с помощью устройства для испытания материалов на изнашивание (рис. 1), содержащего корпус (7), держатель образца (8), устройство нагружения (2), механизм протяжки абразивной ленты (1), электродвигатель (9).

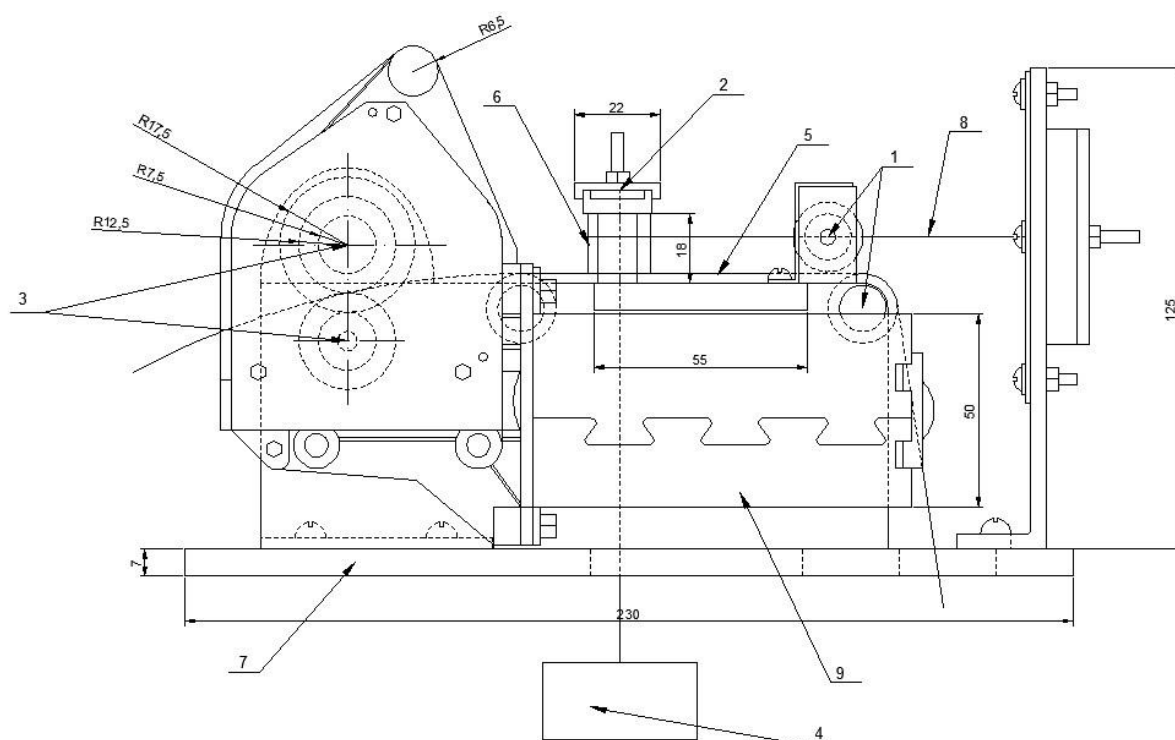


Рисунок 1. Устройство для испытания материалов на изнашивание

Отличается оно тем, что механизм протяжки абразивной ленты исполнен в виде валков (3) для подачи и протягивания абразивной ленты (5) под образцом (6), устройство нагружения выполнено в виде коромысла с грузами (4), имеющего точку опоры на самом образце, держатель образца выполнен в виде проволоки (8), обвязанной вокруг образца и закрепленной на корпусе. После каждого прогона по абразивной ленте образец взвешивался.

Данные по исследованию износостойкости обобщены и сведены в таблицу 3.

Таблица 3.

Измерение износостойкости

№ образца	№ прогона	Масса образцов			Износ, %
		$m_{до}, Г$	$m_{после}, Г$	$\Delta m, Г$	
Эталон	1	20,69	20,67	0,02	0,10
	2	20,67	20,64	0,03	0,14
	3	20,64	20,61	0,03	0,14
	4	20,61	20,59	0,02	0,10
	5	20,59	20,56	0,03	0,14
Всего				0,03	0,12
1	1	18,40	18,38	0,02	0,11
	2	18,38	18,36	0,02	0,11
	3	18,36	18,34	0,02	0,11
	4	18,34	18,31	0,03	0,16
	5	18,31	18,29	0,02	0,11
Всего				0,02	0,12
2	1	20,24	20,22	0,02	0,10
	2	20,22	20,19	0,03	0,15
	3	20,19	20,17	0,02	0,10
	4	20,17	20,14	0,03	0,15
	5	20,14	20,12	0,02	0,10
Всего				0,02	0,12
3	1	21,60	21,57	0,03	0,14
	2	21,57	21,55	0,02	0,09
	3	21,55	21,52	0,03	0,14
	4	21,52	21,50	0,02	0,09
	5	21,50	21,48	0,02	0,09
Всего				0,02	0,11
4	1	21,38	21,36	0,02	0,09
	2	21,36	21,33	0,03	0,14
	3	21,33	21,30	0,03	0,14
	4	21,30	21,28	0,02	0,09
	5	21,28	21,26	0,02	0,09
Всего				0,02	0,11
5	1	19,67	19,65	0,02	0,10
	2	19,65	19,62	0,03	0,15
	3	19,62	19,60	0,02	0,10
	4	19,60	19,58	0,02	0,10
	5	19,58	19,56	0,02	0,10
Всего				0,02	0,11
6	1	22,18	22,16	0,02	0,09
	2	22,16	22,13	0,03	0,14
	3	22,13	22,10	0,03	0,14
	4	22,10	22,08	0,02	0,09
	5	22,08	22,06	0,02	0,09
Всего				0,02	0,10

7	1	18,39	18,34	0,05	0,27
	2	18,34	18,32	0,02	0,11
	3	18,32	18,30	0,02	0,11
	4	18,30	18,28	0,02	0,11
	5	18,28	18,27	0,01	0,05
Всего				0,02	0,13
8	1	21,29	21,27	0,02	0,09
	2	21,27	21,26	0,01	0,05
	3	21,26	21,24	0,02	0,09
	4	21,24	21,23	0,01	0,05
	5	21,23	21,22	0,01	0,05
Всего				0,01	0,07
9	1	19,53	19,51	0,02	0,10
	2	19,51	19,50	0,01	0,05
	3	19,50	19,48	0,02	0,10
	4	19,48	19,47	0,01	0,05
	5	19,47	19,46	0,01	0,05
Всего				0,01	0,07
10	1	18,46	18,45	0,01	0,05
	2	18,45	18,43	0,02	0,11
	3	18,43	18,40	0,03	0,16
	4	18,40	18,38	0,02	0,11
	5	18,38	18,35	0,03	0,16
Всего				0,02	0,12
11	1	21,34	21,32	0,02	0,09
	2	21,32	21,29	0,03	0,14
	3	21,29	21,27	0,02	0,09
	4	21,27	21,25	0,02	0,09
	5	21,25	21,23	0,02	0,09
Всего				0,02	0,18

В результате испытаний на износ, проведённых с помощью устройства для испытания материалов на изнашивание, установлено, что абразивная износостойкость термообработанных образцов 1—6 не увеличилась, а осталась почти такой же. Также установлено, что абразивная износостойкость термообработанных образцов под номерами 8 и 9 увеличилась по сравнению с абразивной износостойкостью исходного образца, а износостойкость образцов под номерами 7, 10 и 11 осталась равной износостойкости образца, взятого за эталон, либо незначительно уменьшилась. Данный факт позволяет сделать вывод о том, что режимы термической обработки для образцов

под номерами 8 и 9 позволяют получить желаемый результат, а именно способствуют увеличению абразивной износостойкости.

Выводы: в ходе проведенной термической обработки чугуна марки ЧХ16Н2 были получены следующие результаты:

1. Твердость образцов 1 — 7, 10 и 11, подвергшихся термической обработке, снизилась либо осталась равной твердости образца, взятого за эталон, т. е. образца, не подвергшегося термической обработке. Твердость образцов под номерами 8 и 9 после термической обработки увеличилась по сравнению с твердостью образца, взятого за эталон.

2. В результате испытаний на износ установлено, что абразивная износостойкость термообработанных образцов 1—6, 7, 10 и 11 не увеличилась либо незначительно уменьшилась. Также установлено, что абразивная износостойкость термообработанных образцов под номерами 8 и 9 увеличилась по сравнению с абразивной износостойкостью образца-эталона.

На основании этих результатов можно сделать вывод о том, что режимы термической обработки для образцов под номерами 8 и 9 способствуют увеличению абразивной износостойкости.

Список литературы:

1. Завод «Стройтех» / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://стройтех74.рф/smesitel-sg-750> (дата обращения: 09.06.2015).
2. Исследование влияния концентрации дисперсных частиц карбидов на абразивную износостойкость центробежно-литых заготовок / А.Н. Аникеев, В.И. Чуманов, И.В. Чуманов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallургия. — 2012. — № 39 (298). — С. 25—27.
3. Исследование смачиваемости карбида вольфрама металлическим расплавом. Ч. I. / А.Н. Аникеев, И.В. Чуманов // Электротеталлургия. — 2014. — № 1. — С. 32—35.

4. Исследование смачиваемости карбида вольфрама металлическим расплавом. Ч. II. / А.Н. Аникеев, И.В. Чуманов // *Электротехнология*. — 2014. — № 2. — С. 34–36.
5. Патент РФ № 2012140928/02, 6.10.2010 Способ получения стальной трубной заготовки // Патент России № 2443505. 27.02.2012 — МПК В 22 D 13/00 / Чуманов В.И., Чуманов И.В., Аникеев А.Н.
6. Термодинамический анализ процессов взаимодействия карбида вольфрама с металлическим расплавом на основе железа / И.В. Чуманов, А.Н. Аникеев // *Электротехнология*. — 2012. — № 7. — С. 2–5.
7. Hardening of the surface layers of a hollow billet formed by centrifugal casting / V.I. Chumanov, I.V. Chumanov, A.N. Anikeev, R.R. Garifulin // *Russian metallurgy (Metally)*. — 2010. — Т. 2010. — № 12. — С. 1125—1128.
8. Study and analysis of the structural constituents of billets hardened by fine-grained particles and formed by centrifugal casting / I.V. Chumanov, N.T. Kareva, V.I. Chumanov, A.N. Anikeev // *Russian metallurgy (Metally)*. — 2012. — Т. 2012. — № 6. — С. 539—541.