



Рис. 2. $\sigma_2 U_2 V_2^T$, $\sigma_{10} U_{10} V_{10}^T$

Заключение. Элементы, которые сильно отличаются от соответствующих элементов матрицы небольшого ранга, будут считать аномальными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hampel, F.R. Robust estimation; a condensed partial survey. *Z. Wahrscheinlichkeitstheorie und verw. Geb.* – 1973. – V. 27. – P. 87–104.
2. Tukey, J.W. The future of data analysis. *Ann. Math. Stat.* – 1967. – V. 33. – P. 1–67.
3. Freedman, H.W. The «little variable factor». A statistical discussion of the reading of seismogram. *Bull. Seismol. Soc. of America.* – 1966. – V. 56. – P. 3–604.
4. Марчук, В.И. Способы обнаружения аномальных значений при анализе нестационарных случайных сигналов / В.И. Марчук, С.В. Токарева // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – Т. 80. – № 3. – 2008. – С. 66–72.
5. Лукин В.Л., Сухорученков Б.И., Кузнецов В.И. Статистический метод выявления аномальных результатов измерений характеристик технических систем // *Двойные технологии.* – 2010. – № 2(51). – С. 32–40.
6. Демяненко, Я.М. Компьютерное зрение и обработка изображений. Лекция 12. Детекторы и дескрипторы / Южнофедеральный университет, 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: edu.mmscs.sfedu.ru. – Дата доступа: 01.02.2022.

УДК 669.13.017:620.18

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ИЗНОСОСТОЙКИХ ХРОМИСТЫХ ЧУГУНОВ ЗА СЧЕТ ТЕРМООБРАБОТКИ

INCREASING THE SERVICE LIFE OF PARTS MADE OF WEAR-RESISTANT CHROMIUM CAST IRONS DUE TO HEAT TREATMENT

Барановский К.Э., к.т.н., доцент, Белорусский национальный технический университет, г. Минск. baranosky_metolit@tut.by
 Жумаев А.А., к.т.н. доцент, Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан, ahmadjon_jumayev@maul.ru
 Дувалов П.Ю., с.н.с. Институт технологии металлов НАН Беларуси, г. Могилев, Беларусь, lcti@yandex.by
 Baranouski K.E., PhD. Belarusian National Technical University, Minsk
 Jumaev A.A., PhD. Navoi State Mining and Technological University, Navoi, Uzbekistan. ahmadjon_jumayev@maul.ru
 Duvalov P.Yu., Institute of technology of metals of NAS, Mogilev, Belarus, lcti@yandex.by

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по сравнению механических свойств и износостойкости наиболее распространенных в СНГ и Республи-

ке Беларусь износостойких хромистых чугунов. Изучены механические свойства и износостойкость хромистых чугунов эвтектического состава в литом и термообработанном состояниях. Предложен сложнoleгированный износостойкий чугун ИЧХ18 как заменитель ИЧХ28Н2 и ИЧХ16М2 имеющий более высокие механические свойства. Показано, что применение нового износостойкого чугуна в термообработанном состоянии позволяет повысить ресурс работы деталей из хромистых чугунов.

Ключевые слова: Износостойкий хромистый чугун, свойства, термообработка

Abstract. The article presents the results of studies comparing the mechanical properties and wear resistance of the most common wear-resistant chromium cast irons in the CIS and the Republic of Belarus. The hardness, tensile strength, impact strength and wear resistance of eutectic chromium cast irons in cast and heat-treated states have been studied. Complexly alloyed wear-resistant cast iron 18 Cr is proposed as a substitute for 28CrN2 and 16CrMo2, which has higher mechanical properties. It is shown that the use of a new wear-resistant cast iron in a heat-treated state makes it possible to increase the service life of parts made of chromium cast irons.

Key words: Wear resistant chromium cast iron, properties, heat treatment

Введение. Износостойкие чугуны хромистые (ИЧХ) являются одними из наиболее распространенных износостойких материалов, которые широко применяют в машиностроении, горно-перерабатывающей промышленности, строительной отрасли и т. д. Из этих материалов изготавливают облицовки шаровых и центробежных мельниц, улитки насосов для перекачки шламов и пульпы, рабочие органы и элементы защиты дробемётных аппаратов и др. ИЧХ содержит более 12 % хрома, а также легирующие элементы (Ni, Mo, V, Mn), количество которых составляет суммарно 2–3 [1–3]. Поэтому актуальной является задача по определению составов износостойких хромистых чугунов, технологий их литья, режимов термообработки, обеспечивающих максимальный ресурс работы деталей.

Основная часть. В Республике Беларусь большинство производимых деталей из ИЧХ используются в литом состоянии без термообработки (ТО). Увеличение эксплуатационных характеристик деталей из хромистых чугунов (особенно важнейшей характеристики – износостойкости) возможно за счет термообработки отливок. В СНГ и Республике Беларусь в настоящее время более 80 % отливок из износостойких чугунов изготавливается из сплава ИЧХ28Н2 и его аналогов, которые используются в литом состоянии. Этот чугун был разработан более 50 лет назад как износостойкий материал для работы в коррозионных средах, чугун в этих условиях имеет высокую стойкость, но в условиях сухого абразивного воздействия, износостойкость этого материала значительно ниже [1]. Замена этого чугуна, для работы в абразивных средах без коррозионного воздействия, более износостойким чугуном является актуальной. Объектом исследования являлись хромистые чугуны эвтектического состава ИЧХ28Н2 (С – 3,0–3,2 %, Cr – 25–30 %, Ni – 1,5–2 %), ИЧХ16М2 (С – 3,2–3,4 %; Cr – 15–19 %, Mo – 1,5–3 %), ИЧХ18 (С – 3,2–3,4 %; Cr – 17–19 %; W до 0,3 %; V до 0,2 %; Ni – 0,1–0,4 %; Mo – 0,1–0,4 %) [4]. Механические свойства этих чугунов изучались в литом и термообработанном состояниях (таблица 1).

Таблица 1 – Механические свойства и относительная износостойкость хромистых чугунов в литом и термообработанном состояниях

Марка чугуна	ИЧХ28Н2	ИЧХ16М2	ИЧХ18
Твердость в литом состоянии, HRC	52-53	54-55	54-55
Твердость в термообработанном состоянии (закалка), HRC	57	67	66
Предел прочности при растяжении в литом состоянии, МПа	395	267	365
Предел прочности при растяжении в термообработанном состоянии, МПа	402	315	425
Ударная вязкость в литом состоянии, Дж/см ²	11,4	6,4	13,8
Ударная вязкость в термообработанном состоянии, Дж/см ²	10,5	5,8	13,5
Коэффициент относительной износостойкости чугунов в литом состоянии*	1	1,6	1,4
Коэффициент относительной износостойкости чугунов в термообработанном состоянии*	1,4	5,9	5,7

*эталон – чугун Х28Н2 в литом состоянии

Сплавы ИЧХ18 и ИЧХ16М2 имеют мартенситную структуру металлической матрицы и практически одинаковую износостойкость. Повышение износостойкости чугуна ИЧХ28Н2 после закалки значительно меньше, так как он имеет аустенитную матрицу. Разработанный сложнлегированный эвтектический износостойкий хромистый чугун ИЧХ18 [5] имеет более высокую износостойкость и механические свойства, а также более низкую стоимость, чем самый распространенный в Беларуси и СНГ чугун ИЧХ28Н2 и сплав ИЧХ16М2.

Изготовленные из сплава ИЧХ18ВМ дробеметные лопатки в закаленном состоянии показали такую же износостойкость, как из молибденового чугуна ИЧХ20М2 фирмы «STEM» (Чехия). Детали центробежных мельниц из разработанного сплава в закаленном состоянии показали ресурс работы в 6–8 раз выше, чем такие же детали из сплава ИЧХ28Н2 при размоле стекла. В условиях воздействия более твердых образцов (кварцевый песок, гранит) разница в износостойкости между ИЧХ28Н2 и разработанным чугуном ИЧХ18 ниже и составляет 10–20 % в литом состоянии и 20–50 % в закаленном. Похожие результаты были получены на Навоийском машиностроительном заводе (Узбекистан). Навоийскому заводу был предложен более дешевый сплав ИЧ330Х17Л вместо ИЧ280Х29НЛ (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав и твердость чугунов

Марка чугуна	Химические элементы, масс. %					Твердость, HRC	
	С	Si	Cr	Mo	Ni	до Т. О.	после Т. О.
ИЧ280Х29НЛ	2,5	0,6	28,23	–	1,5	45–46	53–54
ИЧ330Х17Л	3,31	0,65	17	0,4	0,5	47–48	59–61

Детали после закалки были установлены для испытаний в центробежные дробилки на НГМК. Испытания показали увеличение ресурса работы термообработанных деталей из ИЧ330Х17Л на 35–40 % по сравнению с деталями из сплава ИЧ280Х29НЛ [6].

Заключение. Проведенные исследования показали перспективность замены более легированного сплава ИЧХ28Н2 и его аналогов на менее легированный сплав ИЧХ18 с последующей термообработкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыпин, И.И. Белые износостойкие чугуны / И.И. Цыпин. – М.: Металлургия, 1983. – 176 с.
2. Гарбер, М.Е. Отливки из белых износостойких чугунов / М.Е. Гарбер. – М.: Машиностроение, 1972.
3. Чугун: Справочник / под ред. А.А. Жукова. – М.: Металлургия. 1991. – 540 с.
4. Барановский, К.Э. Механические свойства хромистых чугунов эвтектического состава / К.Э. Барановский, В.М. Ильюшенко // Литье и металлургия. – 2008. – № 2. – С. 23–24.
5. Износостойкий чугун: пат. 14155 РБ / Барановский К.Э., Ильюшенко В.М. – опубл. 30.04.2011.
6. Жумаев, А.А. Анализ микроструктуры износостойких хромистого чугунов после термической обработки / А.А. Жумаев, К.Э. Барановский, Ю.Н. Мансуров // Литье и Металлургия. – Минск, 2021. – № 1. – С. 142–148.

УДК 631.319.06

ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОРУДИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКЕ ПОЧВУ К ПОСЕВУ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР ENERGY AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY AND TOOLS FOR TILLAGE OF MELON CROPS

Исмаилов И.И., кандидат технических наук, заведующий кафедры «Общетехнические дисциплины» Каршинского инженерно-экономического института, г.Карши, Республика Узбекистан, ismailov.ibrat.85@mail.ru
Ismailov Ibrat Ilkhomovich, PhD, associate professor, Head of General Technical Disciplines Department, Karshi Engineering and Economics Institute, Karshi, Republic of Uzbekistan, ismailov.ibrat.85@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ подготовки почвы под посев бахчевых культур. Основному подготовку почву к посеву бахчевых культур выполняется традиционной технологии и техникой. Значительные затраты времени на подготовку почвы приводят к потерям влаги и времени. Для устранения этих недостатков предлагается новая технология и орудия для подготовке почву к посеву бахчевых культур.

Ключевые слова: поливная борозда, плужные корпуса, основная обработка, бахчевые культуры.

Введение. В Узбекистане ежегодно производится более 19 млн т плодоовощной продукции, из них около 700 тыс. т экспортируются. В настоящее время в Республике работают свыше 160 тысяч фермерских хозяйств, которые обеспечивают внутренний и внешний рынки качественными плодами, овощами и бахчевыми культурами [1–3].

Одним из условий эффективного ведения бахчеводства является качественная подготовка почвы под посев. Для ее качественного выполнения необходимо учитывать особенности применяемых технологий и природно-производственные условия региона.