

УДК 621.74.043.1:669.[018.256+15-196.5]

**П. Ю. ДУВАЛОВ**

**В. М. АНДРИЕНКО**

**А. И. КАЛЕНТИОНОК**

**Т. М. РУБАНОВА**

**А. К. МЕЛЬДЗЮК**

Институт технологии металлов НАН Беларуси (Могилев, Беларусь)

## **ИСПЫТАНИЕ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ХРОМИСТОГО ЧУГУНА С ВНЕДРЕННЫМИ ТВЕРДЫМИ ЧАСТИЦАМИ**

### **Аннотация**

Создание отливки из износостойких хромистых чугунов с внедренными твердыми частицами на рабочей поверхности деталей центробежно-измельчительного оборудования для увеличения ресурса их работы.

### **Ключевые слова:**

твердые частицы, износостойкость, ВК, ИЧХ, ХТС.

В условиях необходимости экономии сырьевых ресурсов все более востребованными становятся технологии, улучшающие механические свойства отливок из износостойких хромистых чугунов (ИЧХ). Разработка способов улучшения рабочих характеристик обусловлена различными методами подготовки расплавов, их легированием, процессом затвердевания и последующей термической обработкой отливок. Также увеличение ресурса работы сменных деталей центробежно-измельчительного оборудования возможно путем введения твердых частиц (типа ВК) на их рабочую поверхность.

Для проведения испытаний на износостойкость в лабораторных условиях, а также для оценки надежности внедрения твердых частиц в отливку из ИЧХ, был выбран ранее использованный тип образца (рис. 1).

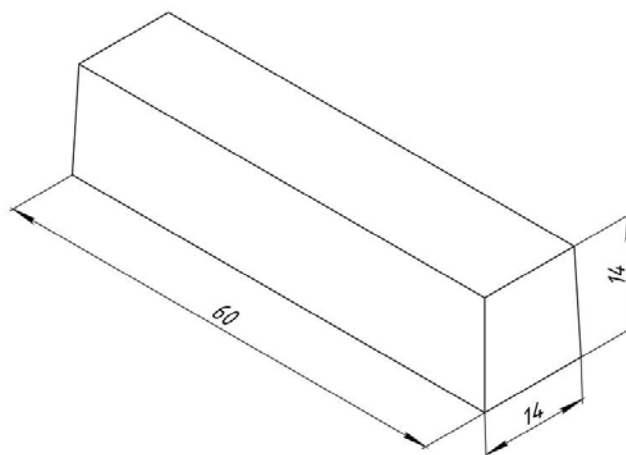


Рис. 1. Размеры и форма образца для изучения микроструктуры и испытаний на износостойкость

Введение твердых частиц в струю расплава по аналогии с дробью [1] не представляется возможным из-за небольших размеров образцов, питателей и формы. Поэтому они фиксировались на нижней части литейной формы (рис. 2).

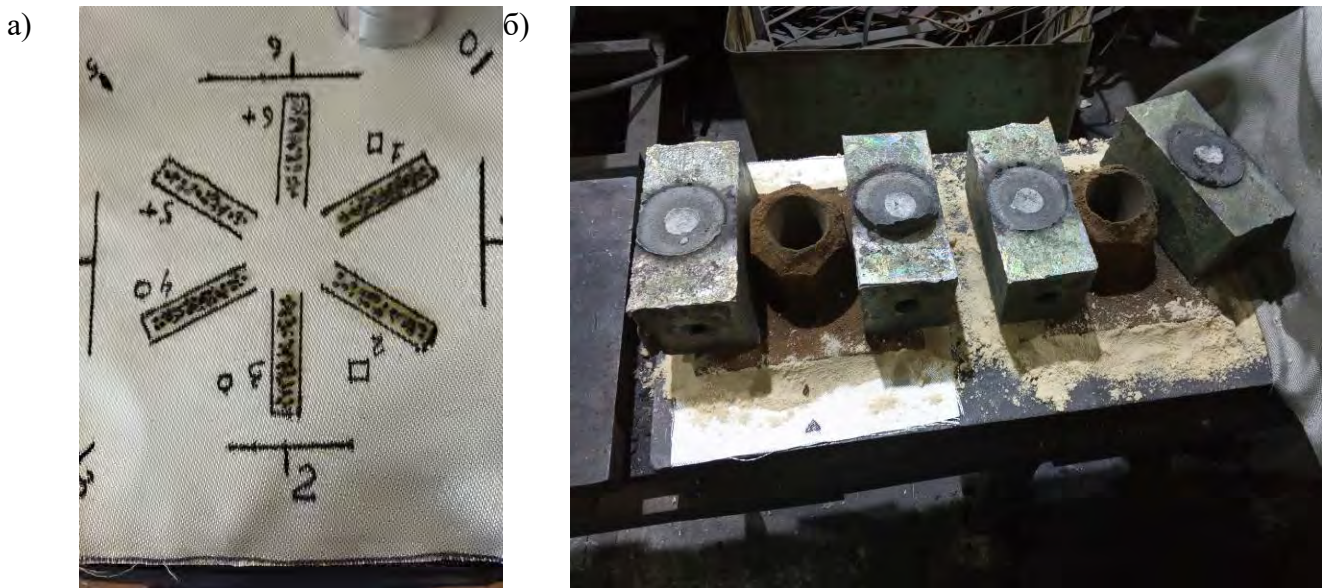


Рис. 2. Схема распределения твердых частиц и форма для литья экспериментальных образцов: *а* – кремнеземная ткань с закрепленными на ней твердыми частицами перед установкой в шестиместную форму для образцов; *б* – форма для образцов с введенными в нее твердыми частицами

Твердые частицы мелкой фракции от 1 до 4 мм в сечении крепились к кремнеземной ткани силикатным клеем согласно схеме, представленной на рис. 2, *а*. При попадании расплава на приклеенные твердые частицы клей выгорает без побочного эффекта, а частицы остаются на месте за счет высокой плотности ВК, превышающей таковую у хромистого чугуна в 2 раза. Сама литейная форма для получения образцов (рис. 2, *б*) является комбинированной, где верхняя часть из холодно-твердеющей смеси (ХТС) устанавливается на металлическую плиту поверх кремнеземной ткани. Металлическую плиту перед установкой формы предварительно нагревали до 120 °С...150 °С.

Расплав ИЧХ18ВМ готовили в индукционной печи ИСТ-0,25/032И1 в количестве 181,5 кг из шихты следующего состава: феррохром марки ФХ850 – 39,2 кг; науглероживатель «Carbomax 98С» – 4,8 кг; лом быстрорежущей стали – 7,2 кг.; легированный лом – 60 кг; лом нержавеющей стали – 8,1 кг; лом стальной марки А1 или А2 – 62 кг; ферромарганец – 0,2 кг. После расплавления шихты расплав перегревали до температуры 1550 °С и выдерживали при этой температуре 30 мин. Затем расплав сливали в разливочный ковш. При достижении температуры 1350 °С расплав разливали в формы.

Полученные образцы (рис. 3) имеют следующий химический состав: 3,9 % С; 17,5 % Cr, 0,45 % Ni; 0,57 % Mn; 0,76 % Si; 0,22 % W; 0,12 % V; 0,18 % Мо.

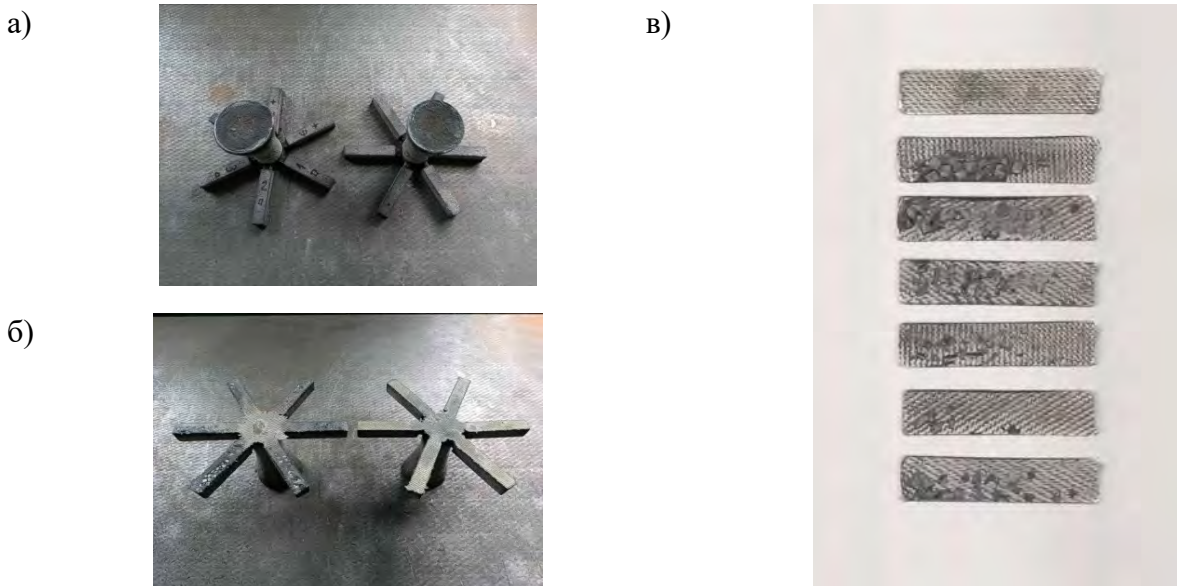


Рис. 3 Образцы с введенными твердыми частицами: *а, б* – отливки образцов с введенными твердыми частицами и эталонных образцов; *в* – образцы с введенными твердыми частицами, подготовленные для исследований

Испытания проходили на лабораторном испытательном стенде по ранее разработанной методике [2]. Для испытаний на износ был выбран образец с относительно равномерным распределением твердых частиц на поверхности. В процессе притирки данного образца уже на начальной стадии возникли определенные сложности. Так, абразивный камень, взаимодействуя с поверхностью образца из ИЧХ, изнашивал исследуемый образец на небольшом участке и при достижении твердых частиц существенно снизил свою эффективность. Более того, в результате данного процесса сам абразивный камень подвергся износу. Процесс износа приведен на рис. 4 и 5.

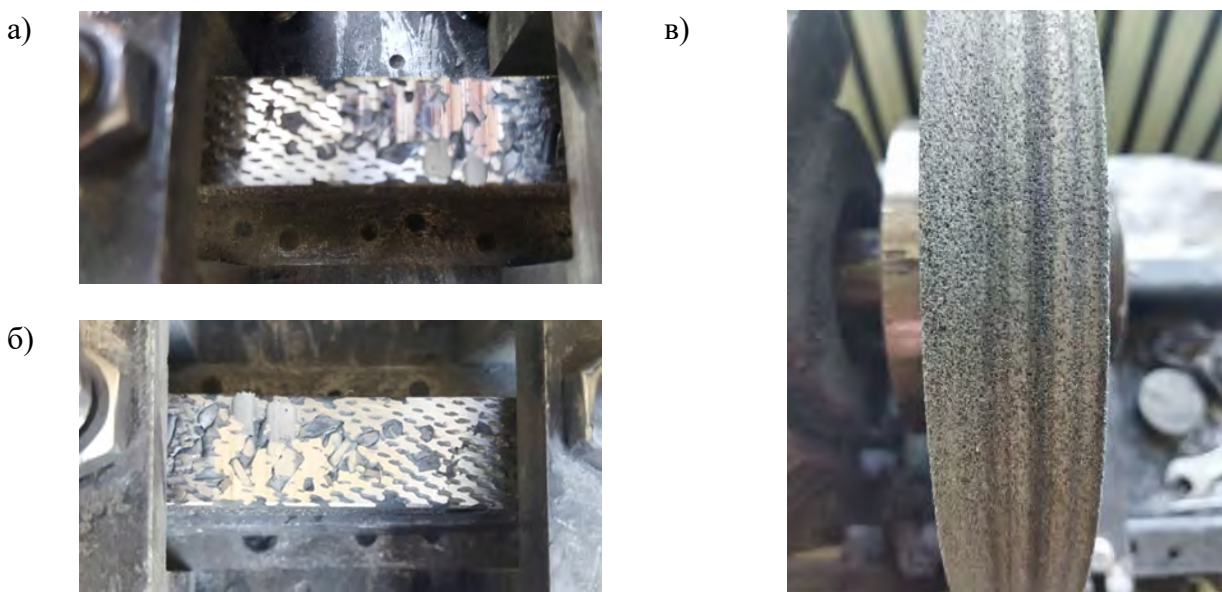


Рис. 4. Почасовой процесс износа экспериментального образца при 3 кгс нагрузки: *а)* 2 часа износа; *б)* 6 часов износа; *в)* абразивный диск после шести часового износа

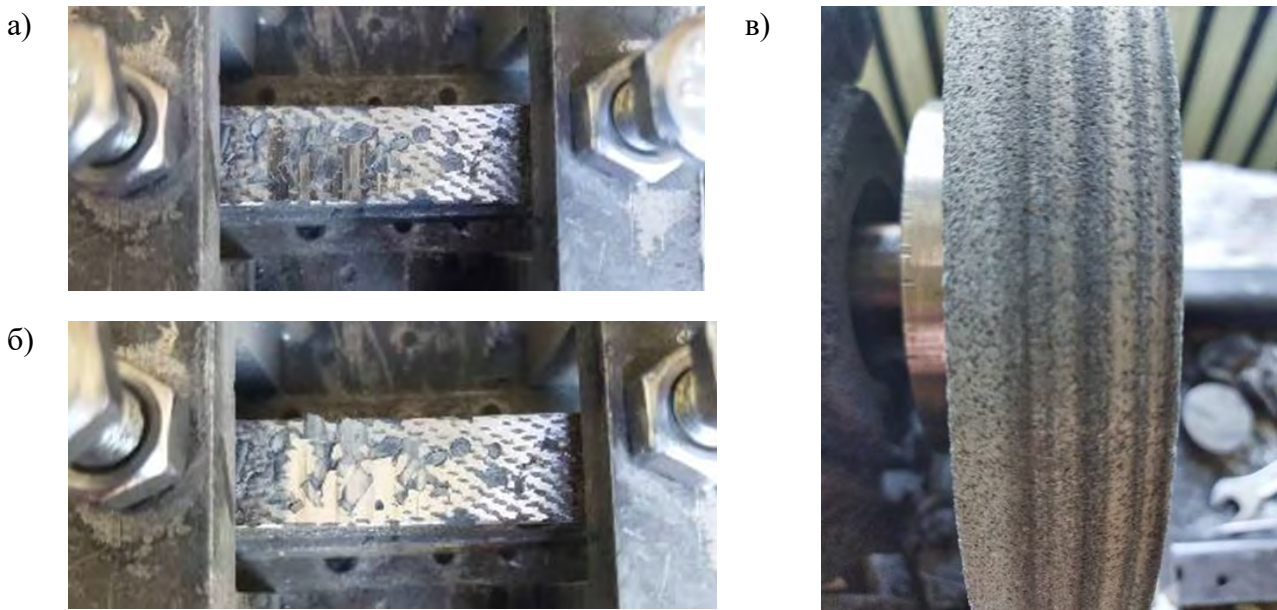


Рис. 5. Почасовой процесс износа экспериментального образца при 5 кгс нагрузки: а) 2 часа износа; б) 6 часов износа; в) абразивный диск после шести часового износа

Проведенные исследования продемонстрировали, что выполнение испытаний на износ образцов с внедренными твердыми частицами на лабораторном стенде невозможно.

После проведения испытаний на износ образец был разрезан на низкооборотном станке «Struers Minitom» для изучения микроструктуры (рис. 6).

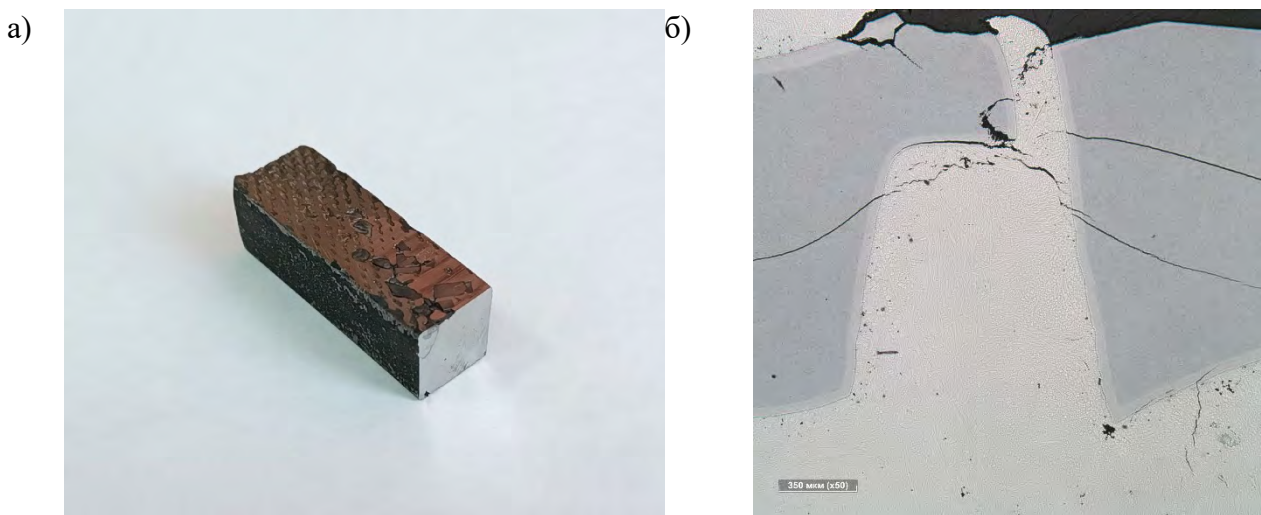


Рис. 6. Исследование микроструктуры образца с введенными твердыми частицами: а – шлиф образца для изучения микроструктуры; б – микроструктура образца

Изучение микроструктуры образца (рис. 6), также, как и испытание на износ, показало надежное внедрение и удержание твердых частиц в теле отливки из ИЧХ. Поэтому, несмотря на отсутствие результата испытаний на износ в лабораторных условиях, данный способ улучшения рабочей поверхности детали выглядит перспективным. В дальнейшем целесообразно испытание на износо-

стойкость детали с введенными твердыми частицами в реальных условиях эксплуатации центробежно-измельчительного оборудования.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О применении внутренних источников теплоотвода при получении отливок из износостойких хромистых чугунов / В. А. Пумпур [и др.] // Наука и техника. – 2022. – Т. 21. – № 6. – С. 464–472.
2. Изучение износостойкости деталей из хромистых чугунов, полученных литьем в кокиль / Е. И. Марукович [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. матер. X Междунар. науч.-техн. конф.: в 3 кн. Кн. 3: Обработка металлов давлением, Минск, 16–18 сент. 2015 / редкол: С. А. Астапчик (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2015. – С. 52–57.

Контакты:

lcti@yandex.by (Дувалов Павел Юрьевич);

slavanski.new@gmail.com (Андриенко Вячеслав Михайлович);

vmil48@mail.ru (Калентионок Александр Иванович, Рубанова Татьяна Михайловна, Мельдзюк Артур Казимирович).