

Рис. 2. Зависимость влияния соотношения цинка на плотность образцов разложенного твердосплавного лома, полученного при температуре 800 °С и времени выдержки 3 часа

Анализ результатов проведенных исследований показал, что с увеличением соотношения цинка к твердосплавному лому уменьшалась плотность образцов, т. е. разложение твердосплавного лома происходило более интенсивно. Анализируя график (рис. 2), можно сделать вывод о том, что оптимальным соотношением цинка к твердосплавному лому составляет 1,2 : 1 для исследуемых образцов и выбранных режимных параметров. Это объясняется тем, что при увеличении соотношения цинка на 9,09 % (от 1,1 : 1 до 1,2 : 1) плотность образцов уменьшалась на 8,12 %, в то время как при увеличении соотношения на 8,33 % (от 1,2 : 1 до 1,3 : 1) плотность уменьшалась всего лишь на 1,25 %.

Литература

1. Жолобов, Д. А. Определение эффективного способа разложения твердосплавного лома в условиях ИТМ НАН Беларуси / Д. А. Жолобов, М. В. Башаримов, А. Н. Жигалов // Металлургия сплавов : сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. (Могилев, 5–6 июня 2025 г.) / Гос. науч. учреждение «Институт технологии металлов Национальной академии наук Беларуси» ; под ред. А. Н. Жигалова. – Минск : Коллоград, 2025. – С. 131–133.
2. Patent 20120028490 KR. Recycling method of tungsten carbide from waste cemented carbide using pressured zinc melt / Pee Jae Hwan, Yun Jin Soon, Cho Woo Seok, Kim Kyung Ja, Seong Nam Eui. Publication data 23.03.2012.
3. Совершенствование технологии переработки отходов твердых сплавов. Ч. 2. Определение оптимальных условий реализации технологии / И. Г. Троценко, Т. Е. Герасименко, В. М. Алкацев, С. И. Евдокимов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета имени Г. И. Носова. – 2020. – Т. 18, № 1. – С. 31–39. – URL: <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2020-18-1-31-39>.

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ТВЕРДОСПЛАВНОГО ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ РАЗЛОЖЕННОГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО ЛОМА

В. Г. Харкевич, В. И. Тарасенко, А. Н. Жигалов,
Ю. Д. Черняков, П. А. Тропынин

ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», г. Могилев

Проведено исследование порошка марки ВУТС после рециклинга и измельчения на шаровой мельнице сухого помола.

Ключевые слова: переработка отходов, цинк, твердосплавный лом, рециклинг, гранулометрический анализ.

STUDY OF THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF HARD-ALLOY POWDER OBTAINED FROM DECOMPOSED HARD-ALLOY SCRAP

V. G. Kharkevich, V. I. Tarasenko, A. N. Zhigalov,
Yu. D. Chernyakov, P. A. Tropynin

*State Scientific Institution "Institute of Metal Technology of the National Academy
of Sciences of Belarus", Republic of Belarus*

A study of BYTC grade powder after recycling and grinding in a dry ball mill was conducted.

Keywords: waste recycling, zinc, hard-alloy scrap, recycling, grain size analysis.

В институте технологии металлов НАН Беларуси произведена апробация технологии по переработке отходов твердосплавного лома в твердосплавные порошки методом цинкотермии, которая включает следующие основные этапы: подготовка отходов, реакция с цинком с целью разложения кобальтовых связей, отгонка цинка, сухой помол разложенного твердосплавного лома.

Проведено исследование полученного порошка марки BYTC после рециклинга и измельчения на шаровой мельнице сухого помола. Разложению подвергался заранее отобранный лом твердосплавных пластин без износостойкого покрытия, химический состав пластин до начала процесса цинкотермии не исследовался. Процесс разложения отходов твердосплавного лома проходил в вакуумной печи ZNF 500. Далее разложенный твердосплавный лом измельчали в шаровой мельнице сухого помола ХНР-600 в течение 16 часов. На выходе получили твердосплавный порошок, который подвергли химическому и гранулометрическому анализу.

Химический состав данного разложенного порошка определялся с помощью рентген-флуоресцентного анализатора Skyray Instrument Sky GTX (регистрационный номер утвержденного типа средства измерений в ГРСИ и СО РБ 03 09 9512 23). Результаты исследований представлены в таблице.

Химический состав исследуемого порошка

Наименование химического элемента	Содержание массовой доли элемента, %
W	74,4
Co	15,6
Ti	5,4
Примеси (Fe, Mn, V, Cr)	3,2
Zn	Отсутствует

Общий вид исследуемого порошка при увеличении 4х и 150х, полученный при использовании металлографического инвертированного микроскопа Leica DMi8-A, представлен на рис. 1. Визуальный анализ показал, что порошок имеет однородную сыпучую структуру, наличие агломерата не наблюдалось.



Рис. 1. Общий вид исследуемого порошка при увеличении 4х (а) и 150х (б)

Насыпная плотность полученного в процессе размольной операции порошка определялась с помощью аналитических весов CAS XE-600 и составила 3,4–3,7 г/см³.

Количественная и качественная оценка размеров частиц полученного порошка проводилась с помощью интегрированного в микроскоп Leica DMi8-A программного обеспечения Axalut. По результатам гранулометрического анализа массива данных были построены гистограмма распределения размеров частиц исследуемого порошка (рис. 2) и интегральная кривая распределения частиц по размерам (рис. 3).

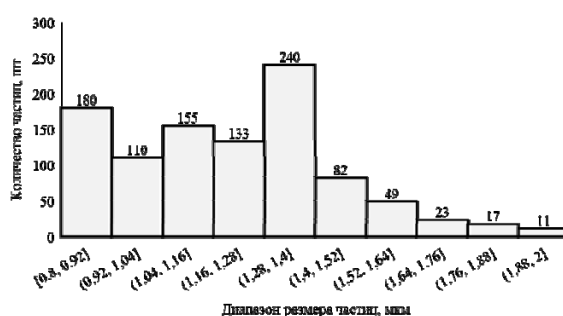


Рис. 2. Гистограмма распределения размеров частиц исследуемого порошка

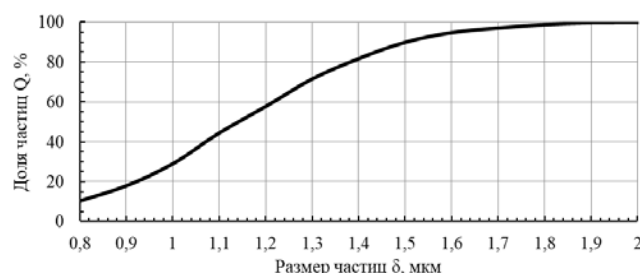


Рис. 3. Интегральная кривая распределения частиц по размерам

Анализ данных (рис. 2 и 3) показал, что средний размер фракции порошка составляет 1,14 мкм, а максимальный размер его частиц не превышает размер 2 мкм.

Результаты исследований гранулометрического состава твердосплавного порошка, полученного методом цинкотермии, показал, что порошок в полной мере удовлетворяет требованиям ГОСТ 4872-75 «Изделия для режущего инструмента из твердых спеченных сплавов. Технические условия».