

V – участок, ограниченный точками F и G , соответствует охлаждению пористой структуры до температуры окружающей среды.

С целью оптимизации технологических режимов разложения твердосплавного лома при цинкотермии необходимо определить численные величины технологических параметров процесса, при которых будут эффективно проходить два наиболее важных его этапа. Одним из данных этапов будет являться процесс экстрагирования кобальта в расплаве цинка (II участок на рис. 1), а вторым – процесс дистилляции цинка (IV участок на рис. 1).

Рассмотренная условная температурная модель позволила создать методику проведения исследований по варьированию параметров процесса цинкотермии, которая была адаптирована к имеющимся технологиям в ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси».

Литература

1. Hirose, K. Recycling Cemented carbides without Pollution – Sorting Charging Material for Zinc Process / K. Hirose, I. Aoki // Int. Conf. Process. Mater. Prop., 1st 1993, 845–848 (English). Edited by Henein, Hani ; Oki, Takeo. Miner. Met. Mater. Soc : Warrendale, P. A.
2. Cutting-tool recycling process with the zinc-melt method for obtaining thermal-spray feedstock powder (WC-Co) / E. Altuncu, F. Ustel, A. Turk [et al.] // Materials and technology. – 2013. – Vol. 47, N 1. – P. 115–118.
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 им. Г. И. Носова. – 2020. – Т. 18, № 1. – С. 31–39.

УДК 621.762

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ЛОМА

В. Г. Харкевич, А. Н. Жигалов, Д. А. Жолобов, В. А. Черный, И. В. Кубраков
ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси», г. Могилев

Исследовано влияние содержания цинка на эффективность разложения твердосплавного лома.

Ключевые слова: твердосплавные отходы, разложение, цинк, структура образцов.

STUDYING THE INFLUENCE OF ZINC CONTENT ON THE DECOMPOSITION EFFICIENCY OF HARD-ALLOY SCRAP

V. G. Kharkevich, A. N. Zhigalov, D. A. Zholobov, V. A. Cherny, I. V. Kubrakov
State Scientific Institution “Institute of Metal Technology of the National Academy of Sciences of Belarus”, Mogilev

The influence of zinc content on the decomposition efficiency of hard-alloy scrap was studied.

Keywords: hard-alloy waste, decomposition, zinc, sample structure.

Проведенный ранее анализ существующих методов переработки твердосплавных отходов показал, что в условиях ГНУ «Институт технологии металлов НАН Бе-

ларуси» наиболее технологически и экономически обоснованным является метод цинкотермии, суть которого заключается в разрушении кобальтовой связки жидким цинком [1].

Одним из немаловажных этапов проводимой работы является установление влияния содержания цинка на эффективность разложения твердосплавного лома. Необходимо отметить, что четко рекомендуемых значений соотношения цинка к твердосплавным отходам нет. Как правило, эти данные в литературных источниках умалчиваются либо представлены в диапазоне, который имеет достаточно широкий разброс значений. Например, в [2] указано соотношение цинка к отходам твердых сплавов от 0,5 : 1 до 6 : 1, в [3] – от 1 : 1 до 2 : 1. Величины данных значений в первую очередь зависят от содержания кобальта в отходах твердосплавного лома. Поэтому была поставлена задача проведения исследований по установлению оптимального соотношения цинка к твердосплавному лому.

Для этой цели был отсортирован и отобран твердосплавный лом с 10%-ным содержанием кобальта. Предварительно проведенные теоретические исследования позволили установить рекомендуемые, в первом приближении, соотношения цинка к твердосплавному лому, которые ориентировочно составили (1,15–1,2) : 1. Понимая, что эффективность разложения твердосплавного лома зависит от полноты взаимодействия цинка с кобальтом, для проведения экспериментальных исследований предварительно были приняты соотношения 1,1 : 1, 1,2 : 1 и 1,3 : 1 и установлен температурный режим взаимодействия цинка с отходами твердосплавного лома 800 °С при времени выдержки 3 часа.

Для оценки качества деструктурированного продукта в виде разложенного пористого твердосплавного лома, полученного при каждом эксперименте, проводилось подробное изучение структуры всех образцов разложенного лома цифровым микроскопом AD5M301 (рис. 1).

С целью оцифровки результатов и построения зависимостей были проведены экспериментальные исследования по определению плотности представленных образцов по методике, разработанной в ГНУ «Институт технологии металлов НАН Беларуси». Полученные данные заносили в протокол испытаний, на основании которых строили зависимости и делали выводы.

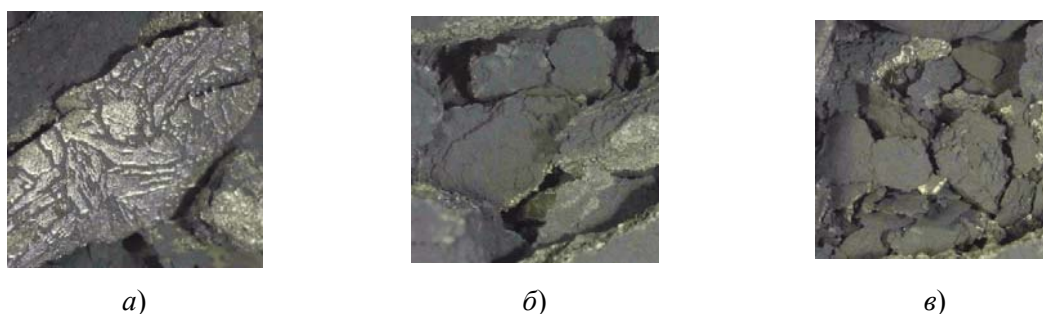


Рис. 1. Вид разложенного пористого твердосплавного лома с различным соотношением цинка: а – соотношение цинка к твердосплавному лому 1,1 : 1; б – соотношение цинка к твердосплавному лому 1,2 : 1; в – соотношение цинка к твердосплавному лому 1,3 : 1

На рис. 2 представлена экспериментальная зависимость плотности образцов разложенного твердосплавного лома, полученного при температуре 800 °С и времени выдержки 3 часа, от величины соотношения цинка к отходам твердосплавного лома.

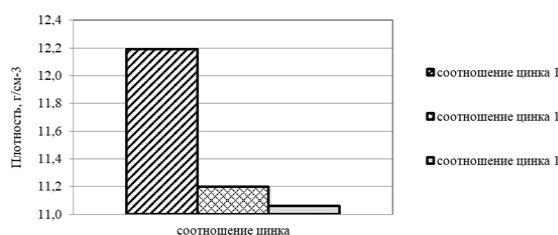


Рис. 2. Зависимость влияния соотношения цинка на плотность образцов разложенного твердосплавного лома, полученного при температуре 800 °С и времени выдержки 3 часа

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.