

## Список использованных источников

1. Горанский Г. Г. [и др.]. Оценка строения и свойств алюминиевых покрытий, полученных холодным газодинамическим напылением // Материалы научно-практической конференции «25 лет дипломатических отношений Беларусь – КНР: итоги и перспективы научно-технического сотрудничества». – Минск, БНТУ, 2017. – С. 38–45.
2. Goransky G. [and etc.]. The influence of alumina content in Cu-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> powder on the properties of cold spraying coatings // Advances in engineering research. – Volume 113. – Atlantis Press, 2017. – P. 782–789.

## ДИСПЕРСНЫЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Руленков А. Д., Рафальский И. В., Долгий Л. П.  
Белорусский национальный технический университет

**Annotation.** The paper discusses the features of recycling aluminum slags and technologies for their processing to obtain materials reused for various purposes. The applied aspects of aluminum slag recycling to obtain powder materials with a high content of aluminum oxide phases after metallurgical processing of aluminum matrix quartz-containing compositions are considered.

Продукция литейного производства находит широкое применение в различных отраслях промышленности. В ходе технологического процесса плавки алюминиевых сплавов образуется шлак – побочный продукт, который необходимо утилизировать, а в лучшем случае переработать «без остатка». Количество образовавшихся отходов зависит от вида и качества исходной переплавляемой шихты, условий плавки, особенностей технологии, используемого плавильного оборудования. Как правило, литейные отходы плавки в основном представлены шлаковыми конгломератами различной дисперсности, в состав которых входят частицы алюминиевого сплава, различных алюмосодержащих соединений (оксидов, карбидов, нитридов алюминия и др.), количество которых варьируется в зависимости от особенностей технологического процесса и используемых шихтовых материалов для выплавки сплава, в значительной степени могут присутствовать соединения различных солей (солевой остаток после рафинирующей обработки сплава).

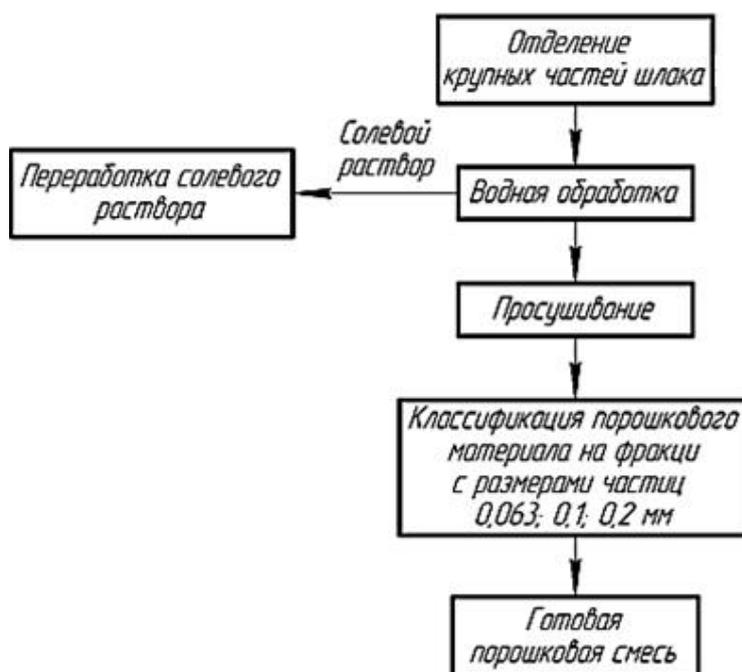
Проблема утилизации алюминиевых шлаков объясняется высокой степенью экологической опасности для окружающей среды при их захоронении в отвалах, поэтому в настоящее время переработка отходов производства алюминиевых сплавов является общепринятой практикой. Технологии переработки, кроме улучшения экологической ситуации и возвращения земли народному хозяйству,

позволяют получать дополнительную прибыль с реализации полезных компонентов шлака.

В настоящее время активно проводятся исследования структуры, химического и фазового составов, методов физико-химической обработки алюминиевых шлаковых отходов с целью разработки технологий безотходной их переработки и получения вторичных материалов для применения в различных областях. Например, существуют и широко применяются способы безотходной утилизации литейных отходов алюминиевых сплавов с целью получения рафинирующих смесей для сталеплавильного производства, изготовления формовочных и стержневых смесей, кокильных красок, антипригарных покрытий литейных форм и стержней для стального и чугунового литья, изготовления цемента и огнеупорных бетонов.

В настоящей работе исследовали процессы переработки алюминиевых шлаков для получения порошковых материалов с высоким содержанием алюмооксидных фаз в зависимости от особенностей технологии металлургической переработки алюмоматричных кварцосодержащих композиций. Установлены технологические режимы процесса переработки, обеспечивающие получение дисперсных металлокерамических материалов на основе системы  $Al_2O_3-Al$ .

Обобщенная схема переработки алюминиевых шлаков с последующей переработкой в дисперсный материал на основе системы  $Al_2O_3-Al$  представлена на рис. 1.



Рисуно 1 – Обобщенная схема переработки литейного алюминиевого шлака для получения порошкового материала на основе системы  $Al_2O_3-Al$  при металлургической переработке алюмоматричных кварцосодержащих композиций

Установлено, что полученный после переработки порошковый материал характеризуется высокой сыпучестью и низкой слеживаемостью (на уровне фор-

мовочных кварцевых песков), что обеспечивает его технологические преимущества в процессах газотермического напыления при получении защитных металлокерамических покрытий.

Следует отметить, что нанесение защитных покрытий на различные металлические изделия и металлоконструкции является одним из эффективных способов улучшения эксплуатационных свойств рабочих поверхностей изделий, работающих в тяжелых условиях. В ряде случаев применение многих конструкционных материалов, в том числе высоколегированных сплавов высокого качества, ограничено из-за их высокой стоимости. Применение защитных покрытий из металлокерамических материалов на основе системы  $Al_2O_3-Al$  позволяет продлить срок службы или восстановить изношенные поверхности изделий.

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ МЕТОДОМ НАПЛАВКИ

Калиниченко В. А., Калиниченко М. Л.

Белорусский национальный технический университет

kvlad@bntu.by

**Annotation.** The article present some information about production of metal composite materials using technologies based on laser and induction cladding. The features of obtaining the structural components of materials of this type and the expected properties are considered.

Аддитивные технологии (АТ) уже нашли большее применение в механообработке и машиностроении, прежде всего, для создания деталей сложной конфигурации. Композиционные материалы (КМ) применяются в различных отраслях промышленного производства. Широкое распространение получило изготовление деталей ответственного назначения из КМ различными методами литья, но они требуют специальной формообразующей оснастки. Стоимость такой оснастки, изготавливаемой с использованием традиционных технологий, в несколько раз превышает стоимость создаваемых изделий, а ее изготовление трудоемко. В связи с этим представляется актуальным и возможным применение аддитивных технологий для синтеза изделий конкретного назначения из композиционных материалов, в частности, на основе меди взамен энергозатратных технологий литья.

Объектом исследований являлся макрогетерогенный КМ на основе бронзы БрКМц3-1, армированный гранулами карбида кремния фракции 100–300 мкм. Аналогом являлся литой композиционный материал, того же состава с шагом расположения гранул 1,5–3,0 мм, полученный литьем в кокиль.

В качестве метода получения композиционных материалов предложено использование предварительной лазерной наплавки никелевых валиков порошком ПГ-12-01 на стальную подложку, с последующим нанесением покрытий на основе цветных сплавов, армированных микрочастицами и макрочастицами карбидов. Наплавка