

## Металлургическая переработка оловянной изгари

Магистрант Ковко О.Н., студенты гр.10405120 Форнель А.Д., Гулецкий Н.А.,  
10405221 Татарлы Д.Д.

Научные руководители – Слуцкий А.Г. Шейнерт В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

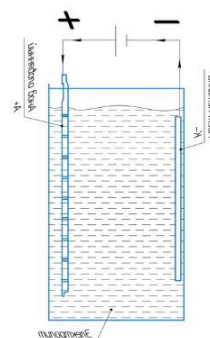
В работе представлены результаты исследований технологических особенностей металлургической переработки оловянной изгари. Данный отход образуется на предприятиях Белцветмета при изготовлении оловянных анодов переплавом чушкового олова (рисунок 1а,б), которые используются на Миорском заводе для гальванического покрытия пищевой жести (рисунок 1в).



а)



б)



в)

Рисунок 1– Оловянные аноды (а), чушковое олово (б), схема нанесения покрытия на стальной лист (в)

Кроме того, отработанные аноды также возвращаются для дальнейшего переплава, в результате которого также образуется изгарь. В лабораторию НИИЛ Литейных технологий был представлен образец изгари от плавки чистого олова весом 1245 г для проведения исследований (рисунок 2).



Рисунок 2– Образцы изгари от плавки олова при изготовлении анодов

На первом этапе произвели отсев мелкой фракции через сито с ячейкой 0,16 и получили 1198 г материала, который проплавили в индукционной печи в графитовом тигле и получили слиток олова весом 720 г. и шлак весом 475 г (рисунок 3).

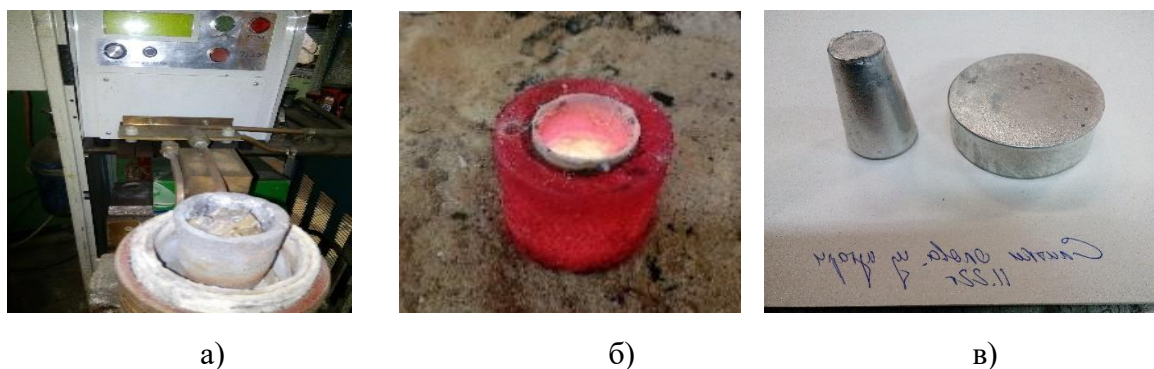


Рисунок 3– Методика (а,б) и результаты (в)первичной плавки оловянной изгари

Образовавшийся шлак от первичной плавки рассеяли и получили следующие результаты: фракция более 0,4 мм-155 г.,0,16-04 мм-120 г., менее 016 мм-200 г.(рисунок 3)

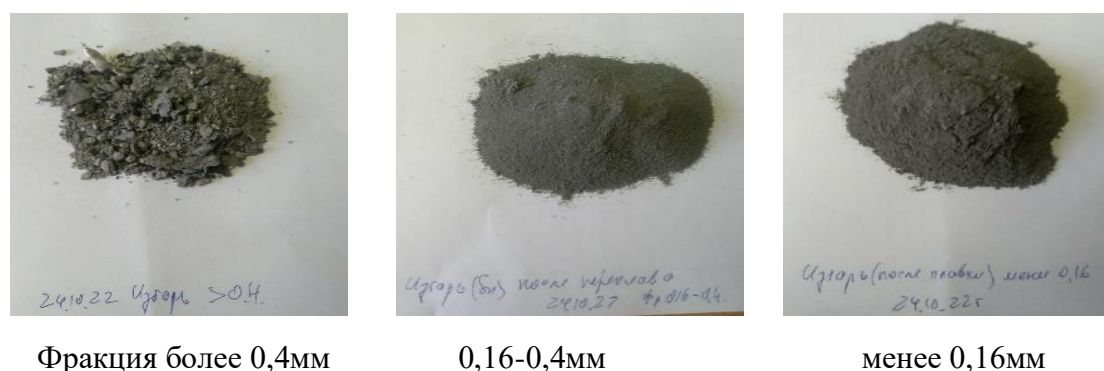


Рисунок 4– Образцы шлака от первичной плавки изгари после отсева

Затем крупную фракцию (более 0,4 мм) проплавили по методике [1,2] и получили дополнительный слиток олова весом 78 г. и шлак весом 73 г.

В таблице 1 представлены результаты химического анализа слитка олова, полученного из изгари.

Таблица 1–Результаты химического анализа опытных образцов слитков олова

Наименование	Химический состав, %									
	Sn	Pb	Fe	Cu	Sb	Bi	Zn	Al	As	S
Образец олова №1	95.21	0.303	0.014	4.42	0.008	0.0036	0.0072	0.0001	0.0019	0.00062
Образец олова №2	99,43	0,006	0,003	0,52	0,006	0,009	0,003	0,0001	0,001	0,0005
Согласно ГОСТ 860–75 01пч	99.915	0.025	0.009	0.01	0.015	0.01	0.002	0.002	0.01	0.007

Видно, что по таким элементам как олово, свинец (образец №1), железо (образец №1), медь и цинк опытные образцы не соответствуют марке 01пч по ГОСТ 860-75.

С целью более глубокой переработки изгари провели эксперименты с дисперсной фракцией шлака от плавки изгари. Был апробирован вариант плавки смеси оловосодержащего шлака с оксидом бора, позволяющим активизировать процесс выделения жидкой металлической фазы. Расчетное количество компонентов (6 г. оксида бора и 9,2 г дисперсного шлака) смешивалось и засыпалось в алундовый тигель, который потом устанавливался в графитовый тигель. Плавку осуществляли на инверторе и вели наблюдение. При температуре 300 °С появилась жидкая фаза вместе с каплями олова. После перегрева смеси до 800 °С алундовый тигель извлекли и охладили на воздухе. Получен слиток олова весом 2,6 г., что соответствует металлургическому выходу 17,1 %. На рисунке 4 приведены результаты плавки оловосодержащего шлака.



Рисунок 5– Результаты плавки шлаковой части изгари с оксидом бора.  
а-тигель с продуктами плавки; б-слиток олова и шлак;

С целью активизации процесса в смесь на основе шлака и оксида бора добавили небольшое количество порошка магния. При температуре нагрева данной смеси в пределах 700 °С наблюдали бурную реакцию. Из полученных продуктов реакции выделить металлическое олово не представилось возможным. В связи с этим осуществили их переплав, с добавками оксида бора как в первом опыте, что позволило получить слиток олова весом 4,75 г. ( рисунок 6).



Рисунок 6– Результаты переплава продуктов плавки шлака с магнием.

На следующем этапе исследований повторили восстановительную плавку шлака, но вместо магния взяли расчетное количество алюминия. Смесь состояла из 45г. шлака, 11 г алюминия и 10 г оксида бора. При температуре 300 °С наблюдали активную восстановительную реакцию. Количество составило полученных продуктов составил примерно 27 г., при этом визуально просматривались корольков металлического олова (рисунок 7а, б)



а)

б)

в)

Рисунок 7– Продукты восстановительной плавки шлака изгари с алюминием (а, б) и повторного передела с борным ангидридом.

Повторный передел с борным ангидридом позволил увеличить количество металлического олова, но при этом компактный слиток не был получен (рисунок 7в). На завершающем этапе исследований провели апробирование процесса легирования чугуна дисперсной частью изгари после предварительного отсева.

Плавка чугуна осуществлялась на инверторе по отработанной методике [3]. В плавильный тигель загружали 600 г. предварительно выплавленного чугуна и 1,2 г дисперсной изгари. На втором опыте аналогичное количество порошка изгари добавили на зеркало жидкого чугуна. Были отлиты клиновые пробы на отбел и образцы для химического анализа. Установлено, что в чугун перешло от 0,15 % до 0,14 % олова в зависимости от способа ввода отходов, что позволяет обеспечить более глубокую металлургическую переработку изгари.

Таким образом выполненные экспериментальные исследования показали эффективность металлургической переработки оловянной изгари в слитки олова и легирующие присадки. Это позволит не только утилизировать образующиеся отходы, но и обеспечить потребность промышленности в чушковом олове и расширить производство легированных чугунов для ответственных отливок, а также сократить себестоимость изготавливаемой продукции.

### Заключение

1. Экспериментально подтверждена возможность получения слитков олова металлургической переработки изгари. получить чистое олово проблематично вследствие наличия в исходном материале примесей.
2. Предлагается следующий вариант технологии переработки, который включает следующие операции: сушка для удаления влаги; предварительный рассев на крупную-мелкие фракции; без флюсовая плавка крупной фракции и получение слитков олова; высокотемпературная флюсовая восстановительная плавка дисперсной части изгари и получение слитков олова; дальнейшее использование шлака от металлургической переработки изгари в качестве легирующей присадки для высокоуглеродистых сплавов железа.
3. Области применения продуктов металлургической переработки оловянной изгари: – экономное легирование оловоносных бронз и специальных чугунов.

### Список использованных источников

1. Немененок Б.М. Переработка оловянно-свинцовой изгари в припой и лигатуры / Б.М. Немененок и др. // *Литье и металлургия-2020.* - №1. – С.93-98
2. Повышение качества продукции из отходов оловянных сплавов / Г.В. Довнар [и др.] // *Литейное производство. Металлургия 2021: материалы XVII междунар. науч.-практ. конф., Запорожье, 18-20 мая 2021 г. / Запорож. торг.-пром. палата; редкол.: О.И. Пономаренко [и др.] - Запорожье: А.А. Тандем, 2021. - С. 56-58.*

3. Слуцкий, А.Г. Способы получения износостойких материалов для защитных покрытий с использованием литейно-металлургических методов / А.Г. Слуцкий, Н.В. Зык, В.А. Шейнерт, И.А. Касперович, Е.А. Малышко // *Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов* в 2 ч. – Минск: БНТУ, 2021. – Вып. 42 с.216-225.