

### Переработка оловянно-свинцовой изгари в припой

Студенты гр. 10405527 Козлов С.В., 10405118 Величко В.В.,  
гр. 10405319 Руленков А.Д.

Научные руководители – Немененок Б.М., Слуцкий А.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В качестве объекта исследований была выбрана оловянно-свинцовая изгарь состоящая из металлической и оксидной составляющих.

В таблице 1 представлен усредненный химический состав оловянно-свинцовой изгари от нескольких партий.

Таблица 1 – Усредненный химический состав изгари, %

Наименование отходов	Содержание элементов, %					
	Sn	Pb	Cu	оксиды		Прочие (Ni, Ca, Bi, Si)
				олова	свинца	
Оловянно-свинцовая изгарь	42,0	24,0	1,5	8,0	11,0	остальное

Видно, что данный материал содержит в своем составе олово и свинец, как в чистом виде, так и в виде оксидов, а также 1,5 % меди. При этом на оксид олова приходится около 18 %. Ситовый анализ показал, что основная часть изгари имеет размер частиц свыше 3 мм (около 90 %). В таблице 2 приведены составы некоторых припоев на основе олова и свинца, регламентируемые согласно ГОСТ 21930-76.

Таблица 2. Химический состав оловянно-свинцовых припоев по ГОСТ 21930-76

Марка припоя	Массовая доля, %							
	Основные компоненты, %			Примеси, не более, %				
	Sn	Cu	Pb	Sb	Cu	Fe	Ni	Bi
ПОС 61	59–61	–	ост.	0,05	0,05	0,02	0,02	0,1
ПОС61М	59–61	1,2–2	ост.	0,20	–	0,02	0,02	0,1

Анализ данных показывает, что содержание меди в припое ПОС61 не должно превышать 0,05 % в то время как в припое ПОС 61М допускается до 2,0 % меди, что не позволяет его использовать для пайки «волной».

Была проведена серия экспериментов в лабораторной плавильной печи и получены сплавы, извлеченные из оловянно-свинцовой изгари, которые подвергались в дальнейшем термическому анализу при охлаждении от жидкого состояния до затвердевания с помощью метода компьютерного термического анализа по кривой охлаждения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема установки для термического анализа сплава олово-свинец

В качестве термодатчика использовали хромель-алюмелевую термопару в защитном кварцевом колпачке. Сигнал от термопары (термо-ЭДС) преобразовывался в цифровой вид и передавался для обработки в компьютер.

На рисунке 2 показана термограмма охлаждения сплава олово-свинец (партия № 3), полученного из изгари [1].

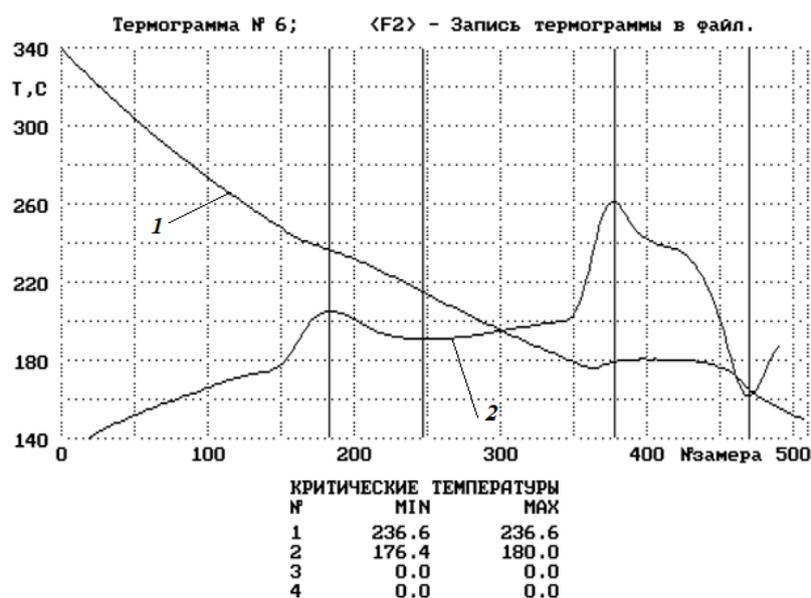


Рисунок 2 – Термограмма охлаждения сплава из партии изгари № 3 (ПОС 40):

1 – кривая изменения температуры; 2 – кривая изменения первой производной  $dT/dt$

Видно, что температура начала кристаллизации сплава (кривая 1) составляет  $\sim 236^{\circ}\text{C}$ , а  $t_{\text{сол}} - 180^{\circ}\text{C}$ . По указанным параметрам его состав соответствует сплаву ПОС 40.

В лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования технологического процесса получения пруткового припоя из изгари.

На первом этапе из изгари металлургической восстановительной плавкой получали слитки припоя ПОС61М. Последовательность операций данного процесса наглядно продемонстрировано на рисунке 3. В тигель графито-шамотный загружали навеску изгари рисунок

3 (а, б) и в печи сопротивления получали сплав олово-свинец. Затем его разливали по металлическим формам одинакового размера рисунок 3 (в, г). После полного охлаждения сплава слитки извлекали из формы рисунок 3 (д, е).

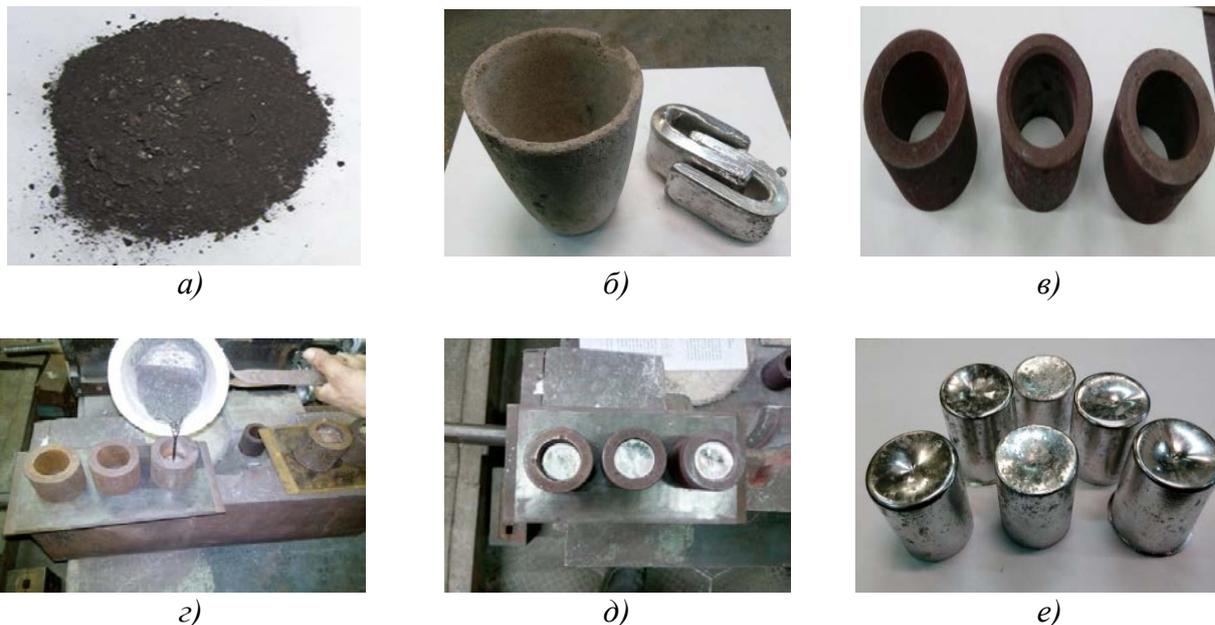


Рисунок 3 – Последовательность технологических операций получения слитков припоя ПОС 61М для последующее экструзии:

*а* – оловянно-свинцовая изгарь; *б* – черновой слиток припоя после переплава изгари;  
*в* – кокиля для получения слитков припоя; *г* – процесс разливки припоя в кокиля;  
*д* – процесс охлаждения припоя; *е* – готовые слитки припоя.

Из полученных слитков методом экструзии получали прутковой припой. На рисунке 4 представлена последовательность технологических операций получения пруткового припоя ПОС61М диаметром 8 мм.

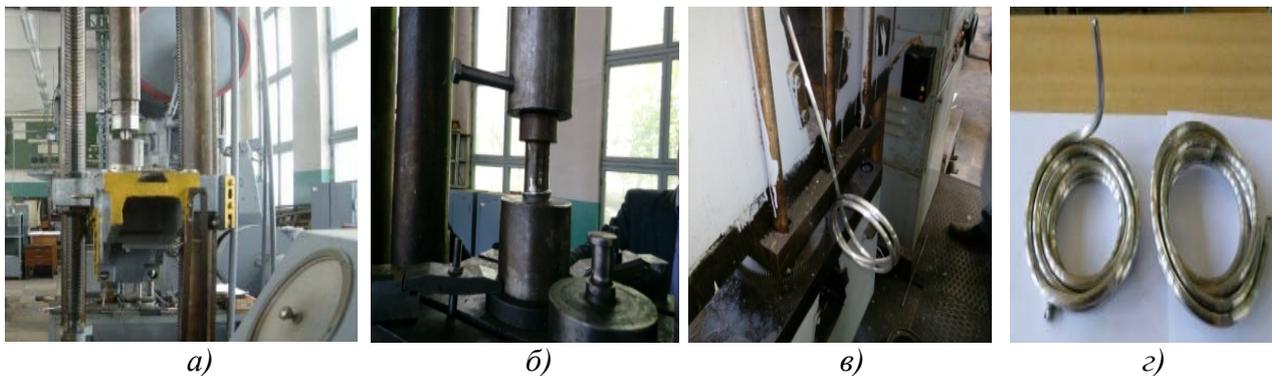


Рисунок 4 – Последовательность технологических операций получения пруткового припоя:

*а* – пресс (усилием 50 тон); *б* – оснастка для экструзии; *в* – процесс экструзии припоя;  
*г* – готовая продукция (припой ПОС 61М в виде прутка диаметр 8 мм)

После первичной восстановительной плавки изгари извлекается порядка 50% олова и свинца, при этом образуется значительное количество шлака, содержащего эти металлы.

## **Заключение**

1. В ходе выполнения работы проведен анализ отходов смежных производств, и выявлен перспективный вторичный материал в виде оловянно-свинцовой изгари.

2. Разработан эффективный вариант металлургической переработки данных отходов позволяющий максимально извлекать олово и свинец и получать на их основе различные припои и лигатуры.

3. В лабораторных условиях отработаны технологические режимы металлургической переработки изгари и получены опытные образцы припоя ПОС61М в виде прутка диаметром 8 мм.

### **Список использованных источников**

1. Комплексная переработка оловянно-свинцовой изгари в припои и лигатуры / Б. М. Неменёнок [и др.] // Литье и металлургия. – 2020. – № 1.