

Винахід відносити до області кольорової металургії, зокрема до способів переробки побічної свинцевої сировини.

За теперішнім часом основним способом переробки побічної свинцевої сировини є відновлювальна плавка її в шахтній печі. Внаслідок такої переробки свинцевої сировини одержують чорновий свинець, шлак і мідно-свинцевий штейн. Загальне вилучення свинцю при шахтній плавці одержується 93-94%. До півтора відсотка свинцю із сировини переходить в мідно-свинцевий штейн, знижуючи при цьому на 1,0-1,5 відсотка загальне вилучення свинцю в товарний метал.

До теперішнього часу не розроблена раціональна технологія переробки цього напівпродукту з одержанням мідного і свинцевого товарних напівпродуктів, придатних на мідних і свинцевих заводах для подальшої переробки.

Метою переробки побічної свинцевої сировини є більш високе вилучення свинцю в товарний продукт. Це викликано тим, що технологія переробки свинцевої сировини шахтним методом не доскональна, не враховує специфічних властивостей і призначення застосованих флюсів і палива, зокрема вапняку, залізо складового флюсу і коксу. Наприклад, наявність в одержаному шлаку CaO , є одночасно терморегулятором температури в печі і виконує роль десульфуратора під час плавки. Доданий в процес кокс виконує одночасно роль теплоносія і реагенту, створюючого високу відновлювальну атмосферу в печі, як дуже важливі і необхідні умови роботи прийнятної технології.

Найбільш близьким, по сукупності ознак до заявленого є спосіб переробки побічної свинцевої сировини (а. с. СССР №1129259, 1983г.), який включає агломеруючий випал дрібної несортової свинцевої сировини з залізним і вапняковим флюсами, шахтну плавку кускової побічної сировини і агломерату з коксом при витратах повітря 700-900 $\text{нм}^3/\text{т}$ шихти. Шахтну плавку проводять з висотою стовпа шихти в печі 2,5-3,5м на шлак з наявністю 20-2 % оксиду кальцію і 22-26% закису заліза.

Відомий спосіб переробки свинець складових матеріалів має наступні недоліки:

а) внаслідок зменшення висоти насипу з 6,2м до 2,5-3,5м зменшується час перебування шихти в печі, отож не завершаються процеси відновлення свинець складових з'єднань, не стануть завершуватися процеси шлакоутворення, порушуються умови проходження процесів штейноутворення, погіршаються умови розподілу металів на продукти плавки і, як підсумок - знизиться ступінь вилучення свинцю в одержаний сплав;

б) нормальна робота шахтної печі при запропонованих витратах повітря і висоті насипу в печі 2,5-3,5м неможлива, тому що в печі, внаслідок надлишку повітря, буде утворюватися окислювальна атмосфера замість відновлювальної з відношенням $\text{CO}:\text{CO}_2=1:1$;

в) робота шахтної печі для шлаків з наявністю CaO до 20-22% обов'язково потребує збільшення вапнякового флюсу і збільшення витрат металургійного коксу на його розкладення і розплавлення. Такі шлаки потрібно не тільки перевести в рідкий стан, але й перегріти на 100-150°C. Збільшення вапнякового флюсу приведе до збільшення маси шлаку і, отож, до збільшення витрат свинцю з відвальними шлаками;

г) зменшення висоти насипу в печі приведе до різкого зниження відновлювальної здібності шахтної печі, отже, до зниження вилучення свинцю в товарний метал. Випадки роботи шахтних печей з насипом, зниженим на 3-4м проти звичайного його рівня, і проведення форсованої плавки приведуть до одержання шлаку з підвищеним вмістом розчиненого свинцю.

В основу винаходу поставлено завдання створення способу переробки побічної свинцевої сировини, в якому за рахунок зміни речовинного складу флюсуючих добавок і режимів переробки, забезпечується підвищення ступеню витягнення свинцю з сировини, спрощення і зниження вартості технології переробки свинецьвмісних видів сировини.

Для вирішення поставленого завдання в способі переробки побічної свинцевої сировини, який включає агломерацію дрібної побічної свинцевої сировини з залізним, вапняковим і силікатним флюсами, наступну шахтну плавку суміші кускової побічної сировини і свинцевого агломерату з коксом при витратах повітряного дуття 700-900 $\text{нм}^3/\text{м}$ на шихту відповідно винаходу шахтну плавку ведуть на висоті насипу шихти в печі 6,0-6,2м на шлак, який містить 18-20% оксиду кальцію і 17-20% закису заліза.

Запропонований спосіб плавки побічної свинцевої сировини для шлаків показаного вище складу при висоті насипу 6,0-6,2м не потребує додаткових конструктивних і технологічних змін процесу, але дозволяє підвищити рівень вилучення свинцю в чорновий метал, зменшити витрати тугоплавкої складової шихти, як CaO , здешевіти одержані шлаки, а також знизити і здешевіти процес за рахунок зниження витрат коксу, потрібного для розплавлення зайвого CaO в шихті.

Запропонований спосіб переробки побічної свинцевої сировини був випробуваний на промисловій шахтній печі.

Плавці в свинцевій шахтній печі з перерізом в області фурм 10м піддавали шихтоскладову із 40% свинцевого агломерату і 60% свинецьскладової великокускової сировини, хімічний склад яких приведено в табл.1, 2.

Переробку шихти такого складу проводили при таких технологічних параметрах:

1. Витрати коксу були постійними і складали 10-12% від рудної частини шихти.
2. Температура шлаку замірялась оптичним пірометром і коливалась в межах 1250-1300°C.
3. Витрати повітря в ході досліджень міняли від 600 нм^3 до 1000 нм^3 на переробку 1 т шихти.
4. Висоту свинцю в печі в залежності від витрат повітря міняли від 4,5-5,0 до 6,2-6,4м.
5. Плавку шихти проводили з метою отримати шлаки з наявністю в %: 29-35 - SiO_2 ; 19-25 - FeO ; 19-22 - CaO ; 13-16 - Al_2O_3 .

В ході досліджень контролювати кількість проплавленої шихти, вихід шлаку і вміст в ньому свинцю.

Результати досліджень представлено в табл.3.

Аналіз одержаних результатів від досліджень показав, що на результати переробки побічної свинцевої сировини впливає висота свинцю в печі. Отож, при зменшенні висоти свинцю з 5,0-5,6 до 4,5-5,0м при витратах повітря 600-700 $\text{нм}^3/\text{т}$ шихти спостерігається нерівномірний схід шихти в шахті печі, спостерігається підвищення шихти в перерізі печі, наявність продувів газів, що і зумовлює підвищення температури на колоснику печі до 500-550°C, що дуже небажано. Внаслідок такої роботи печі знижується її відновлювальна здібність і, як наслідок,

спостерігається зменшення проплаву печі до 4,5-4,7т/м² за добу і, відповідно, вихід шлаку зменшується до 22-25% замість оптимального його виходу в середньому 30%. Через не вистачання повітря, частина свинцю в шихті не відновлюється до металевого стану і через це шлаки одержують з вмістом свинцю 2,5-3,5% і більше при витратах повітря 600нм³ і 2,0-3,0% при витратах повітря 700нм³. Значно кращі результати по переробці свинцевої сировини одержують при висоті свинцю в печі 5,5-6,0м (третя серія досліджень) і 6,0-6,2м (4-а серія досліджень). В цьому випадку шахтна піч працює в оптимальному режимі - проплав досягає 55-59т/м² на добу (на практиці він складає 57т/м² на добу), вихід шлаку складає 28-30% від маси переробленої шихти. Шахтна піч працює в цих режимах спокійно, без провисання з рівномірним розподілом відхідних газів на усьому перерізі печі і вміст свинцю в одержаних шлаках коливається від 0,9-1,5%, що оптимально для даного виду плавки.

Збільшення проплаву печі до 60-61т/м² на добу з одночасним збільшенням свинцю в печі до 6,2-6,4м при витратах повітря 1000нм³ на переробку 1т шихти погіршує техніко-економічні показники процесу, хоч вихід шлаку не значно збільшився від 28-30% до 31-32%, але надмірний кисень дуття зменшує відновлюючи здібність печі і через це спостерігається збільшення кількості свинцю в шлаках з 0,9-1,5% при витратах повітря 800-900нм³ на 1т шихти до 1,2-1,7% при витратах повітря 1000нм³ і висоті свинцю 6,2-6,4м спостерігається тенденція подальшого збільшення кількості свинцю в одержаному шлаку.

З одержаних результатів досліджень дійшли до висновку, кращих результатів по переробці побічної свинцевої сировини досягають при умовах, якщо висота свинцю в печі 6,0-6,2м і витрати повітря 700-900нм³ на 1т шихти. Піч працює при цих параметрах спокійно з рівномірним сходом шихти в печі за часом і одержують задовільні результати по проплаву печі (50-59т/м² печі на добу), по виходу шлаку (27-30% і кількістю свинцю в ньому (0,9-1,5%)), що повністю відповідає плановим показникам.

Після визначення оптимальних умов шахтної свинцевої плавки (висота свинцю в печі при постійному складі шихти і витратах дуття), проводили дослідження способу переробки побічної свинцевої сировини з різним складом шлаків. Для цього плавлення проводили на шлаках змінного складу: збільшували наявність FeO в шлаках з 15% до 30%, при цьому збільшуючи наявність CaO в шлаках з 12 до 24%. Оскільки зміна наявності SiO₂ і Al₂O₃ в шлаці, як з'ясувалось, із завчасно проведеного кореляційного аналізу, не впливає на склад шлаку, тому і їх вплив на вміст свинцю в шлаці не вивчався.

В ході досліджень даного способу було відібрано 780 проб промислових шлаків, які піддали аналізу на вміст FeO, CaO і свинцю.

Дані вибірки розбили на інтервальні рядки: $y = f(x_i)$, де y - вміст свинцю у шлаці, x_i - відносно вміст CaO і FeO в шлаці. За допомогою регресивного аналізу виявили ступінь залежності наявного свинцю в шлаці від шлакоскладових, шляхом розрахунку коефіцієнтів кореляції для кожного інтервалу в відповідному інтервальному рядку (табл.4, 5) і побудови емпіричних ліній регресії (фіг.1, 2).

Внаслідок обробки одержаних проб шлаків було встановлено, що емпіричні лінії регресії мають яскраво виявлену нелінійність. На фіг. 1 видно, що із збільшенням кількості CaO в шлаці збитки свинцю зі шлаками зменшуються. Найбільш різко спостерігається їх зниження у випадку, коли кількість CaO в шлаках дорівнює 15-21% і залежність між ними близька до лінійної. Одержані дані по оптимальному вмісту CaO в шлаках показують, що кращі результати по вмісту свинцю в шлаках можуть бути одержані, коли буде менший вміст CaO в шлаках.

Емпірична лінія регресії збитків свинцю зі шлаками від наявності в них FeO характеризується мінімум, якщо кількість цього оксиду дорівнює 20%. При підвищенні кількості оксиду понад 24% в шлаках спостерігається тенденція до зросту збитків свинцю (фіг. 2).

Було визначено, що при переробці побічної свинцевої сировини на шлаки з наявністю CaO 18-20% і FeO 17-20% при витратах зниження збитків свинцю з відвальними шлаками на 27%.

Впровадження запропонованого способу переробки побічної свинцевої сировини в виробництво дозволяє:

1. Підвищити ступінь витягнення свинцю в товарний продукт на 27% (відносно).
2. Підвищити загальне вилучення свинцю при переробці побічної свинцевої сировини.
3. Здешевіти технологію переробки свинецьскладової сировини за рахунок зменшення витрат вапнякового і залізного флюсів.
4. Знизити витрати дорогого і дефіцитного коксу за рахунок зменшення витрат вапнякового і залізного флюсів.
5. Підвищити продуктивність дільниці шахтної печі по переробці побічної свинцевої сировини за рахунок виводу із процесу непотрібних вапнякового і залізного флюсів.
6. Покращити на дільниці шахтної печі в прилеглих регіонах екологічні умови.

Таблица 1.

Хімічний склад агломерату

Наявність компонентів, %									
Pb	Sb	Cu	Sn	S	FeO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Другі
25,8	0,61	0,95	0,81	1,21	23,9	10,0	13,3	8,3	15,12

Таблица 2.

Хімічний склад велико кускової сировини

Наявність компонентів, %									
Pb	Sb	FeO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Cu	Sn	S	Другі
75,23	3,99	1,63	3,4	3,81	0,77	1,6	0,13	4,51	4,9

Таблиця 3.

Результати промислових досліджень способу побічної свинцевої плавки

Параметри досліджень	Серії досліджень				
	1	2	3	4	5
Проплав шихти т/м ² на добу	45-47	48-51	52-55	56-59	60-61
Витрати дуття нм ³ /1 т шихти	600	700	800	900	1000
Висота свинцю в печі, м	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,2	6,2-6,4
Склад шлаку, %					
SiO ₂	29-35	29-35	29-35	29-35	29-35
FeO	19-25	19-25	19-25	19-25	19-25
CaO	19-22	19-22	19-22	19-22	19-22
Al ₂ O ₃	13-16	13-16	13-16	13-16	13-16
Витрати коксу від маси шихти, %	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
Температура шлаку, °C	1250-1300	1250-1300	1250-1300	1250-1300	1250-1300
Вихід шлаку від шихти, %	22-26	25-27	27-28	29-30	31-32
Наявність свинцю в шлаках, %	2,3-3,5	1,3-1,5	0,9-1,2	0,9-1,5	1,2-1,7

Таблиця 4.

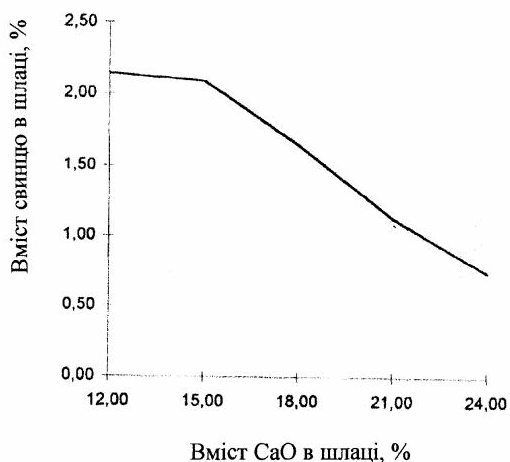
Визначення максимальних збитків свинцю в залежності від концентрації CaO в шлаках

X ₁	X ₂	K-сть	Max y	Min y	Середн. y	Дисперсія	Відхилення	Коеф. кореляції.	Коеф. для прямої	Середн. x
12	15	24	3	0,4	2,15	0,59391	0,77065	0,00404	0,0044	14,3
15	18	187	2,9	0,5	1,779	0,3644	0,6037	-0,17562	-0,12518	17,0
18	21	430	3	0,4	1,392	0,2770	0,52639	-0,30739	-0,1929	19,37
21	24	103	2,1	0,5	1,059	0,1445	0,38025	-0,3229	-0,1510	21,90
24	27	6	0,7	0,4	0,566	0,0106	0,10327	-0,1609	-0,1883	24,93

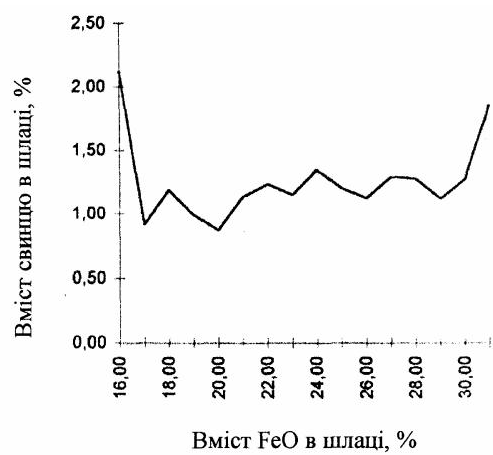
Таблиця 5.

Визначення мінімальних збитків свинцю в залежності від концентрації CaO в шлаках

X ₁	X ₂	K-сть	Max y	Min y	Середн. y	Дисперсія	Відхилення	Коеф. кореляції.	Коеф. для прямої	Середн. x
19	20	30	2,2	0,5	1,0933	0,1799264	0,423396	-0,32592	-0,470117	19,526
20	21	46	2,3	0,4	1,15	0,192333	0,438558	-0,02524	-0,03804	20,558
21	22	69	2,3	0,5	1,226	0,176662	0,420312	0,00282	0,00408	21,5202
22	23	75	2,7	0,4	1,2133	0,23036	0,479958	-0,07987	-0,12074	22,5306
23	24	78	2,7	0,5	1,2807	0,23741	0,487255	0,07880	0,12036	23,4487
24	25	60	2,5	0,5	1,2366	0,22309	0,47227	-0,0551	-0,0829	24,51
25	26	56	2,3	0,5	1,2267	0,21908	0,46806	-0,1363	-0,1883	25,43



Фіг.1 Спосіб переробки побічної свинцевої сировини.



Фіг.2 Спосіб переробки побічної свинцевої сировини.