Утверждено на заседании кафедры «Металлургия и обогащение полезных ископаемых»
протокол № 10 от «3» апреля 2023 г.

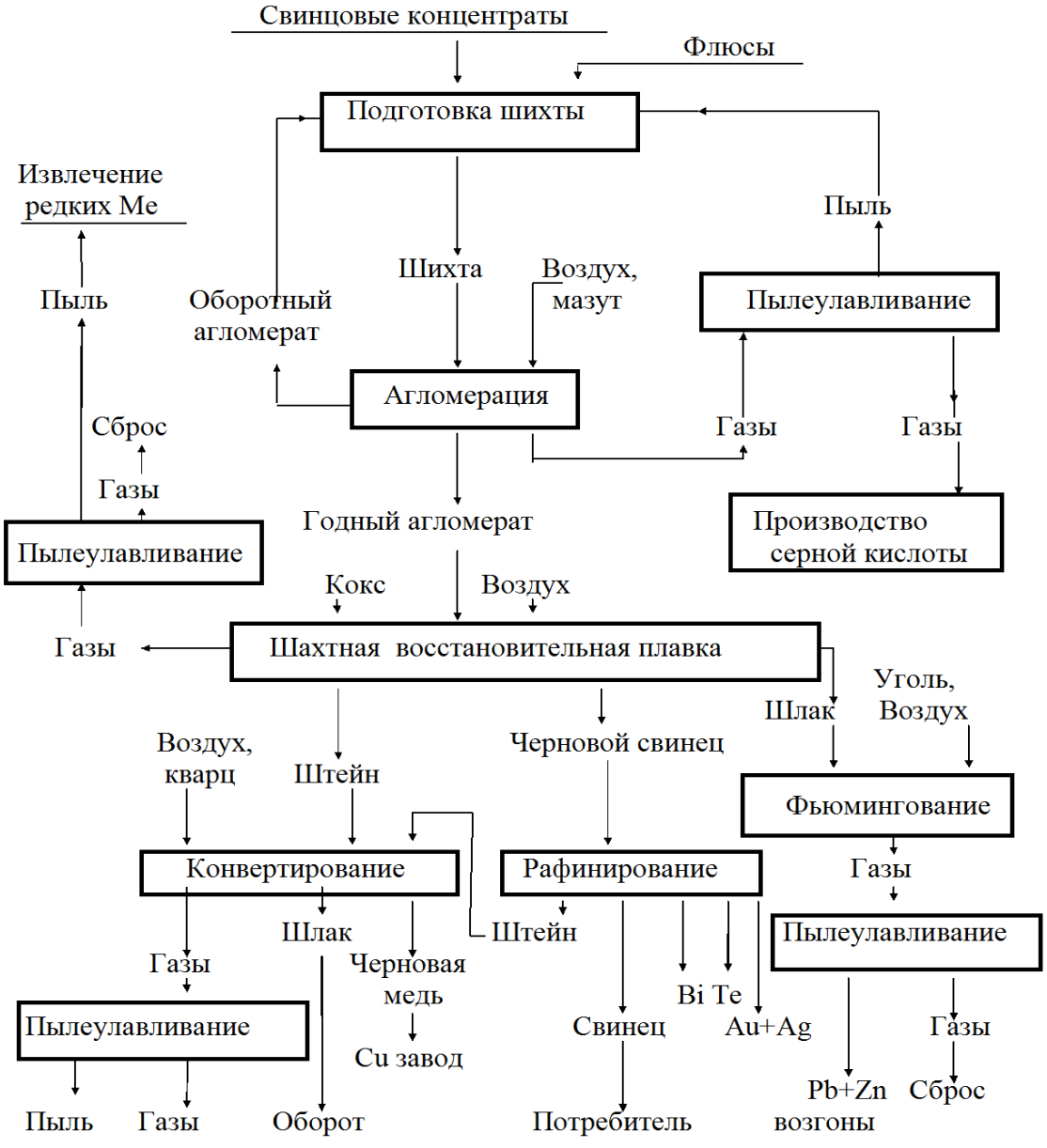
Дисциплина IDO2252 – Металлургия тяжелых цветных металлов
Код и название
Семестр весенний учебный год 2022-2023

Экзаменационный билет № 0

1. Максимальное количество баллов - 20, приблизительное время на выполнение – 40 мин.

Нарисуйте технологическую схему производства свинца способом шахтной восстановительной плавки агломерата.

Решение.



2. Максимальное количество баллов - 12, приблизительное время на выполнение – 30 мин.

Рассчитать степень десульфуризации при шахтной восстановительной плавке свинцового агломерата, которая обеспечила бы получение штейна, следующего состава, %: 32 Cu; 22 S, прочие до 100 %. Извлечение меди в штейн при плавке – 85 %. Остальная медь переходит в шлак и черновой свинец. Состав шихты, поступающей на агломерирующий обжиг, %: 45,0 Pb; 6,4 Zn; 3,2 Cu; 14,5 Fe; 11,0 SiO2; 5,0 CaO; 7,5 S; 6,4 – прочие. Степень десульфуризации при обжиге составляет 65 %.

Решение. Расчет ведем на 100 кг свинецсодержащей шихты.

В 100 кг шихты содержится 3,2 кг меди и 8,5 кг серы. Медь при агломерирующем обжиге полностью остается в агломерате, а при шахтной восстановительной плавке агломерата на 85 % переходит в штейн, т. е.

$$3{,}2 \cdot 0{,}85 = 2{,}72 \text{ кг.}$$

При содержании меди в штейне 32 %, масса получаемого штейна составит:

2,72 кг – 32 %,

х кг – 100 % ,

х = 8,5 кг.

Серы в штейне 22 %, тогда ее количество составит:

$$8{,}5 \cdot 0{,}22 = 1{,}87 \text{ кг.}$$

Степень десульфуризации при агломерирующем обжиге составляет 65 %, следовательно, при обжиге из шихты, в газовую фазу удаляется

$$7{,}5 \cdot 0{,}65 = 4{,}88 \text{ кг серы,}$$

тогда, на плавку с агломератом поступает серы в количестве, кг:

$$7{,}5 - 4{,}88 = = 2{,}62.$$

Если с агломератом на плавку поступает 2,62 кг серы, а в получаемом штейне ее содержится 1,87 кг, то степень десульфуризации при плавке составляет:

$$D_S = 100 \cdot (m_S^{агл} - m_S^{шт})/m_S^{агл} = 100 \cdot (2{,}62 - 1{,}87)/2{,}62 = 28{,}6\ \%.$$

Ответ. Степень десульфуризации при восстановительной плавке свинцового агломерата составляет 28,6 %.

3. Максимальное количество баллов - 8, приблизительное время на выполнение – 20 мин.

Напишите основные реакции обжига цинковых концентратов в печи КС для компонентов шихты: ZnS, PbS, $CuFeS_2$, CuS, CdS, FeS_2.

Решение. В ходе окислительного обжига происходит окисление сульфида цинка кислородом воздуха по реакциям:

$$ZnS + 1{,}5O_2 = ZnO + SO_2;$$

$$ZnS + 2O_2 = ZnSO_4;$$

Кроме этого, основной реакцией обжига является окисление железа по следующей реакции:

$$2FeS_2 + 5{,}5O_2 = Fe_2O_3 + SO_2.$$

Первая и третья реакции обеспечивают протекание обжига без затраты топлива.

При обжиге соединения меди окисляются главным образом до сульфатов меди и железа, легко растворимых в воде:

$$CuFeS_2 + 4O_2 = CuSO_4 + FeSO_4$$
$$CuS + 2O_2 = CuSO_4$$

Соединения свинца и кадмия окисляются следующим образом:

$$PbS + 1{,}5O_2 = PbO + SO_2$$
$$PbS + 2O_2 = PbSO_4$$
$$CdS + 1{,}5O_2 = CdO + SO_2.$$

Критерии оценивания:

1. Аккуратность расчета – 35 %
2. Полнота решения задачи – 35 %
3. Креативность и оригинальность в решении задачи – 30 %

Составил:  канд. техн. наук, ассоц. профессор Молдабаева Г.Ж.