

Задание заключительного этапа (полуфинал)
Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал»
по направлению «Металлургия»

Категория участия «Магистратура/специалитет»

Концепция формирования нового индустриального технологического уклада определяет вектор развития горнодобывающей, металлургической, химической и смежных отраслей в направлении технологических и технических нововведений, обеспечивающих сохранность планетарного экологического равновесия, замкнутость технологических циклов использования средообразующих и энергетических ресурсов, законченность технологических циклов переработки сырья до готовых продуктов. В качестве перспективных направлений предлагается рассматривать технологии, базирующиеся на приоритете экологических принципов, внедрении искусственного интеллекта, роботизации и цифровизации, разработке и применении природоподобных технологий, внедрении положений «зелёной химии», «зелёной энергетики» и жизнеобеспечивающих аспектов при формировании технологии, переходе на экономику полного цикла производства и потребления.

В технологиях металлургического производства наряду с основными целевыми продуктами образуется значительное количество промежуточных, часть из которых является условно отвальными (хвосты сорбционного цианирования золотосодержащих продуктов, шлаки рудных плавок, красные шламы глиноземных комбинатов и др). Традиционно переработка таких материалов, даже если и ведется, то лишь с целью доизвлечения основного компонента. Однако, как следует из химического состава, данные продукты следует рассматривать как потенциальный источник сырья для разных отраслей, например, при комплексном подходе к извлечению ценных компонентов.

В связи с этим предлагается осуществить поиск комплексного технологического подхода для рентабельной переработки промпродуктов различных металлургических производств. В решении поставленной технологической задачи рекомендуется учитывать экологическую направленность вектора развития будущих индустрий и технологий.

Задание

Предложить технологию переработки промпродукта металлургического производства (на выбор из таблицы 1)

Ожидаемый результат: изменение металлургической технологии с целью повышения комплексности использования рудного сырья, снижения нагрузки на окружающую среду и получения экономической выгоды.

Этапы:

- 1) проанализировать химический/минералогический состав выбранного продукта и оценить перспективы его переработки.
- 2) выполнить анализ литературных источников. Оценить возможность доизвлечения ценных компонентов, использования в качестве сырья для смежных производств, возможность применения безотходных технологий и др.
- 3) на основании выполненного анализа предложить технологию комплексной переработки промпродукта с целью рентабельного извлечения всех ценных составляющих и утилизацией образующихся по технологии отходов.
- 4) представить расчет технологических показателей, подтверждающий целесообразность предлагаемого решения
- 5) презентация предлагаемых решений.

Таблица 1. Промпродукты металлургического производства

Шлаки печей взвешенной плавки медно-никелевого производства								
Массовая доля %								
никеля	меди	кобальта	железа	серы	SiO ₂			
0,6 – 0,8	0,24 – 0,34	0,165 – 0,205	37,5 – 41,0	0,55 – 1,15	32,0 – 35,0			
Шлак плавильных печей - многокомпонентный сплав оксидов, таких как SiO ₂ , FeO, Fe ₃ O ₄ , CaO, MgO, Al ₂ O ₃ , на их долю приходится около 95% (в том числе 16-22% Fe ₃ O ₄). Кроме этих оксидов, в шлаках присутствует некоторое количество растворенных оксидов цветных металлов, а также механически запутавшиеся капли штейна.								
Шлаки плавки на штейн медных концентратов в печи Ванюкова								
Массовая доля %								
меди	цинка	свинца	железа	серы	SiO ₂			
0,5-0,7	4,3 -5,2	1,9-2,2	37-40	0,15-0,25	34-36			
Шлак плавильных печей - многокомпонентный сплав оксидов, таких, как SiO ₂ , FeO, Fe ₃ O ₄ , CaO, MgO, Al ₂ O ₃ , на их долю приходится около 90% (в том числе 5-6% Fe ₃ O ₄). Кроме этих оксидов, в шлаках присутствует некоторое количество растворенных оксидов цветных металлов (свинца и цинка), а также механически запутавшиеся капли штейна.								
Пыли электрофильтров плавки на штейн медных концентратов в печи Ванюкова								
Массовая доля %								
цинка	свинца	меди	кадмия	железа	сурьма	мышьяк а	германия	серы
10-12	4,5-5,0	5,0-5,5	0,6-0,8	10-12	0,8-1,0	1,3-1,5	0,1-0,2	5-6
При окислительной плавке медного сырья – свинец, цинк и кадмий переходят в газовую фазу в виде летучих оксидов сульфатов, олово возгоняется в виде SnO, мышьяк и сурьма удаляются с газами в виде летучих As ₂ O ₃ и Sb ₂ O ₃ , тонкая пыль значительно обогащена редкими и рассеянными элементами, например германием (GeO ₂) и др.								

Тонкие пыли конвертирования медных штейнов											
Массовая доля %											
меди	свинца	цинка	олова	мышьяка	селена, г/т	теллура, г/т	серебра, г/т				
1,5-2,0	15-20	37-50	5-8	0,1-0,2	0,6-0,8	0,6-0,8	80-100				
При конвертировании медных штейнов – свинец, цинк и кадмий переходят в газовую фазу в виде летучих оксидов, олово возгоняется в виде SnO и содержится в пыли в виде оксида и диоксида олова, мышьяк при конвертировании удаляется с газами в виде летучих As ₂ O ₃ и переходит в пыль в виде As ₂ O ₅ , тонкая пыль значительно обогащена редкими и рассеянными элементами, такими, как селен, теллур, индий, германий и др.											
Красные шламы глиноземного производства											
Массовая доля %											
алюминий	железо	титан	натрий	галлий	CaO	SiO ₂					
6,5-9,5	28,0-33,5	2,4-3,0	1,5-4,5	0,001-0,002	6,0-10,0	10,0-15,0					
В составе красного шлама содержатся оксиды алюминия, железа, титана, натрия, кальция, кремнезема и галлия, прочие. Влажность кека (рН 8-10) - 20-25%											
Кек выщелачивания цинкового огарка											
Массовая доля %											
цинка	свинца	меди	кадмия	железа	Ss	SiO ₂	Al ₂ O ₃				
14-16	4-6	0,8-1,2	0,3-0,4	18-20	0,6-0,8	9-12	3,5-4,5				
В составе цинкового кека содержатся нерастворенные соединения: сульфиды цинка, свинца, кадмия, ферриты цинка, меди и кадмия, гидроксид меди, оксид и гидроксид железа (III), сульфаты кальция и свинца; кремнезем; глинозем и пр.											
Хвосты сорбционного цианирования золотосодержащих концентратов											
Массовая доля %											
Ас, г/т	S	As	Sb	Fe	Ca	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Bi	Cu	Ni	Zn
2,5-5,5	2,0-5,5	1,6-3,0	0,5-1,0	43-52	8,6-12,0	10-12	2,0-3,9	до 0,003	до 0,067	до 0,005	до 0,012
CaO (в форме скородита, оксида, гипса, карбонатов), железо (в форме оксида, остаточных сульфидов, сульфосолей, ярозита), сера (в виде остаточных сульфидов, сульфатов кальция и железа); мышьяк (в виде скородита, двойных оксидов с железом, с кальцием, с натрием; остатков арсенопирита); сурьма (в виде оксида, остатков антимонита, двойных оксидов с железом, кальцием, натрием); 0,2 – 0,4 % Al ₂ O ₃ (в виде гидратированных алюмосиликатов в комплексе с кальцием и щелочными металлами); цветные металлы в виде оксидов											
Литейные алюминиевые шлаки от переплавки вторичного алюминия											
Массовая доля %											
алюминий	железо	кальций	хлор	медь	цинк	магний	натрий	калий	SiO ₂		
44-46	1,5-1,7	0,6-0,8	7,8-7,9	0,4-0,5	0,2-0,3	2,5-2,8	2,5-3,5	3-5	5-6		
Алюминий в шлаке на 60% содержится в виде корольков металла (-20 мм), на 30% - в виде оксида и на 10 % в виде алюмосиликата; кальций, цинк, медь - в виде соответствующих оксидов, железо - в виде оксида (Fe ₂ O ₃), натрий, калий и магний в виде оксида и хлорида примерно 1:1											

Требования к содержанию и оформлению заданий

В соответствии с регламентом заключительный этап проводится в два тура – полуфинал и финал, для которых предусмотрено единое задание, изложенное выше.

Полуфинал

Содержанием творческого задания полуфинального тура является описание и обоснование технологии переработки промпродукта металлургического производства в соответствии с заданными параметрами.

В качестве ответа принимается оформленный согласно требованиям электронный документ, содержащий развернутое письменное решение описания и обоснования технологии переработки промпродукта. Приветствуется оригинальный и нетривиальный подход к анализу проблемы.

Требования к содержанию письменного решения творческого задания и примерный объем его составляющих

1. Оценка возможности использования выбранного продукта для дополнительного извлечения основного компонента и использования его в смежных областях металлургического производства (~20 %).
2. Краткая характеристика комплексного технологического подхода для рентабельной переработки промпродуктов различных металлургических производств (~20 %).
3. Предлагаемые решения с кратким обоснованием (~60 %)

Требования к оформлению письменного решения творческого задания

Технические требования к файлу: формат *.docx, *.doc, *.pdf.

Объем - не более 6 страниц, включая графический материал.

Задание оформляется на листе А4 шрифтом Times New Roman, 14 пт. Для таблиц, рисунков, графиков и пр. допускается размер шрифта 10 или 12 пт.

Поля страницы: верхнее и нижнее – по 2 см; левое – 3 см; правое – 1 см.

Межстрочный интервал - 1,5.

Абзацный отступ – 1,25 см.

Выравнивание текста - по ширине.

Нумерация страниц – снизу справа.

Файл загружается на электронный ресурс организатора Олимпиады на платформе СибРЦКОО по адресу <https://online.sfu-kras.ru> (далее – платформа «е-Сибирь») в установленный срок.