

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ СВИНЦОВОГО И МЕДНОГО ПРОИЗВОДСТВ С ВЫВОДОМ МЫШЬЯКА В ВИДЕ МАЛООПАСНОГО ОТХОДА»

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по
специальности 6D070900 – «Металлургия»

ТЫМБАЕВОЙ АЙГЕРИМ АЛИБЕКОВНЫ

Целью диссертационной работы является разработка технологии переработки медных съёмов свинцового производства с применением серощелочного реагента, которая бы обеспечивала селективный вывод мышьяка.

Задачи исследования:

- исследование термодинамических закономерностей процесса серощелочного выщелачивания медных съёмов свинцового производства;
- выбор и обоснование параметров выщелачивания медных съёмов, осаждения мышьяка;
- изучение возможности регенерации серощелочного реагента;
- разработка технологической схемы гидрометаллургической переработки медных съёмов свинцового производства.

Методы исследования:

К основным методам исследований и анализов, применяемых при выполнении диссертационной работы, относятся:

- комплекс современных физико-химических методов анализа сырья и продуктов его гидрометаллургической переработки: атомно-абсорбционный анализ (спектрометр PinAAcle, фирмы PerkinElmer), оптический эмиссионный анализ (спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 710 ES), термогравиметрический анализ (анализатор фирмы Mettler Toledo), рентгенофазовый анализ (рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO производства компании PANalytical), микроанализ (растровый электронный микроскоп JSM-6390LV производства компании «JEOL Ltd.»), ИК-спектроскопический анализ (ИК спектрометр FT-801 фирмы Simex).
- вероятностно-детерминированный метод планирования эксперимента;
- исследование термодинамики гидрометаллургических процессов, протекающих при серощелочном выщелачивании медных съёмов и осаждении мышьяка производили с использованием программы HSC Chemistry версии 5.1;
- статистический анализ данных и их визуализацию осуществляли с использованием программы Statistica версии 7.0.

Основные положения (доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями), выносимые на защиту:

- результаты физико-химических исследований термодинамики гидрометаллургических процессов, протекающих при серощелочном выщелачивании медных съёмов;
- результаты лабораторных исследований процессов выщелачивания, осаждения мышьяка и регенерации серощелочного реагента;
- технология гидрометаллургической переработки медных съёмов свинцового производства с использованием серощелочного реагента, обеспечивающая селективность вывода мышьяка относительно пяти ценных металлов: свинца, цинка, меди, золота и серебра.

Описание основных результатов исследования:

- Впервые экспериментально определены закономерности процесса серощелочного выщелачивания мышьяка из медных съёмов. При этом:

1) Предложен трехступенчатый механизм растворения арсенида меди в серощелочном растворе. На первой стадии растворение арсенида меди в полисульфидном растворе происходит с образованием осадка – сульфида меди (I) и растворимого соединения - NaAsS_2 по реакции:



На второй стадии происходит взаимодействие - NaAsS_2 с сульфидом натрия с образованием - Na_3AsS_3 :



На третьей стадии окисление Na_3AsS_3 полисульфидом натрия протекает с образованием Na_3AsS_4 :



2) Показано, что в условиях серощелочного выщелачивания мышьяка из медных съёмов, полученное значение величины кажущейся энергии активации - 37,5 кДж/моль указывает на возможность протекания процесса как в переходном, так и в кинетическом режимах, то есть скорость реакций в значительной мере зависит от состава раствора.

3) Установлено, что при снижении доли гидроксида натрия в серощелочном растворе с 100 г/дм³ до 50 г/дм³ лимитирующей стадией процесса является взаимодействие метатиоарсенида натрия (NaAsS_2) с сульфидом натрия с получением тиоарсенида натрия (Na_3AsS_3). При снижении доли серы в серощелочном растворе с 100 г/дм³ до 25 г/дм³ процесс лимитируется окислением тиоарсенида натрия (Na_3AsS_3) до тиоарсената натрия (Na_3AsS_4).

- Впервые установлено, что наиболее высокая степень осаждения мышьяка (>98% As) достигается в интервале температур 25-85⁰С при одинаковом значении рН среды – 1,5-2.

- Впервые на основании экспериментальных данных доказана возможность регенерации серощелочного реагента из раствора, получаемого при осаждении мышьяка, с использованием известково-серного реагента и тем самым создание замкнутого цикла процесса.

Обоснование новизны и важности полученных результатов:

Исследования проведенные в ходе выполнения диссертационной работы позволили детально изучить и получить новые сведения о вещественном и фазовом составе медных съёмов свинцового производства; теоретически обосновать и экспериментально подтвердить возможность переработки медных съёмов серощелочным выщелачиванием и осаждением мышьяка в отвальный сульфидный кек. Принципиальным отличием предлагаемой технологической схемы от существующих современных способов переработки медных съёмов является возможность селективного, относительно свинца, меди, цинка, золота и серебра, вывода мышьяка и возможность регенерации серощелочного реагента.

Предлагаемый способ регенерации серощелочного реагента из раствора сульфата натрия, получаемого в процессе осаждения мышьяка, позволит исключить накопление раствора сульфата натрия в замкнутой системе водооборота металлургических предприятий, и снизит расход дорогостоящего реагента – каустической соды.

В целом, научная новизна исследований, подтверждается патентом РК на «Способ гидрометаллургической переработки мышьяксодержащих промпродуктов цветной металлургии» № 34440 РК, опубликованном 03.07.2020.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.

На сегодняшний день металлургическая промышленность все чаще сталкивается с проблемой истощения сырьевой базы руд цветных металлов с низким содержанием примесей, в частности мышьяка. На предприятия поступает все больше материалов сложного состава, одним из основных вредных примесей в которых является мышьяк. Известно множество способов удаления мышьяка из сырья и промпродуктов производств свинца и меди, однако активная работа над усовершенствованием схем получения цветных металлов, приводит к изменению движения примесных компонентов и необходимости разработки новых схем по утилизации мышьяка.

В данной работе произведен анализ технологии переработки полиметаллического сырья на примере УКМК ТОО «Казцинк». По существовавшей на предприятии до 2012 года схеме вывод мышьяка со свинцового завода в составе арсенит-арсенатных кеков составлял 43,65%. Однако, модернизация технологической схемы производства свинца и запуск медного завода на УКМК ТОО «Казцинк» в 2011-2012 гг. привели к изменению распределения мышьяка и сокращению количества мышьяка, выводимого из

технологической схемы с арсенатным кеком до 7,25%. На фоне этого произошло увеличение распределения мышьяка в медные съемы свинцового производства. Если ранее по классической схеме «агломерирующий обжиг – шахтная плавка – рафинация» в медные съемы переходило 27,65% мышьяка от общей загрузки на свинцовый завод, то по новой схеме - 83,72%.

При повышенном содержании мышьяка в свинцовом сырье увеличивается циркуляционная нагрузка примеси между свинцовым и медным заводами за счет переработки медных съемов, что приводит к риску получения некачественной товарной продукции, износу футеровки пирометаллургических агрегатов при взаимодействии с агрессивным арсенидом меди, загрязнению окружающей среды летучими соединениями мышьяка. На сегодняшний день, на УКМК ТОО «Казцинк» медные съемы направляются на стадию электроплавки, где разделяются на свинец- и медьсодержащие фазы. Мышьяк при этом распределяется между продуктами плавки.

Несмотря на наличие существенной базы разработок, посвященных изучению проблемы переработки мышьяксодержащих материалов, способов, посвященных проблеме (задаче) селективного вывода мышьяка из медных съемов свинцового производства, относительно свинца, меди, цинка, золота и серебра, в отвальный продукт на сегодняшний день не предложено.

В данной работе предлагается усовершенствовать метод вскрытия медных съемов свинцового производства за счет применения серощелочного реагента обеспечивающего селективность извлечения мышьяка.

Исследовательская работа соответствует приоритетному направлению развития науки «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции». Разработанная технологическая схема переработки медных съемов гидromеталлургическим способом позволит улучшить экологическую безопасность производства, и создаст условия для вовлечения в переработку руд и концентратов с повышенным содержанием примесных компонентов.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.

1. Tymbayeva A.A., Mamyachenkov S.V., Bannikova S.A., Anisimova O.S. Studying the impact of alkaline sulfide leaching parameters upon the efficiency of arsenic recovery from copper skimmings of lead production // Non-ferrous metals. – 2020. – № 2. – P. 19-24: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

2. Тымбаева А.А., Куленова Н.А., Мамяченков С.В. Управление отходами процесса осаждения мышьяка в виде сульфидного кека из серощелочных мышьяксодержащих растворов // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2020. – №2. – С. 193-199: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

3. Тымбаева А.А., Куленова Н.А., Мамяченков С.В. Вопрос накопления сульфата натрия при гидрометаллургической переработке мышьяковых промпродуктов // Вестник ВКТУ. – 2020. – №2. – С. 55-57: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

4. Набиева А.А., Куленова Н.А., Мамяченков С.В. Термодинамическое моделирование процесса грубого обезмеживания с использованием программного продукта FactSage // Вестник ВКГТУ. – 2019. – № 2. – С. 41-44: моделирование процесса в программе FactSage, непосредственное участие в анализе и обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

5. Пат. 34440 РК. Способ гидрометаллургической переработки мышьяксодержащих промпродуктов цветной металлургии / Набиева А.А., Азекенов Т.А., Банникова С.А., Колтунова Л.Е., патентобладатель ТОО «Казцинк»; опубл. 03.07.2020, Бюл. №26. – 5 с: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе, при обобщении полученных результатов, и написании текста патента;

6. Nabiyeva A.A., Kulenova N.A., Mamyachenkov S.V. Studying Kinetics of Arsenic Recovery from Copper Dross by Alkaline Sulfide Leaching // Materials Science Forum, Trans Tech Publications, Switzerland. – 2019. V. 946. – P. 547-551: научно-теоретическое обоснование, подготовка и непосредственное участие в проведении исследований, анализе и при обобщении полученных результатов, написание текста статьи;

7. Набиева А.А., Куленова Н.А. Анализ состояния проблемы переработки мышьяксодержащего сырья цветной промышленности // Материалы V международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых инновационному развитию Казахстана» посвященный году молодежи в Казахстане. – Усть-Каменогорск, 2019. – С. 75-79: научно-теоретическое обоснование, непосредственное участие в поиске, анализе и систематизации данных, написание текста статьи;

8. Набиева А.А., Куленова Н.А. Отечественная база цветной промышленности: проблемы комплексной переработки полиметаллического сырья с высоким содержанием примесей // Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Казахстанской национальной академии естественных наук и 25-летию Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан. РГП «НЦ КПМС РК». – Алматы, 2019. – С. 393 – 396: научно-теоретическое обоснование, непосредственное участие в поиске, анализе и систематизации данных, написание текста статьи.