

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ

## МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической конференции  
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦВЕТНЫХ,  
РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ



Алматы 2018 Almaty

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. САТПАЕВА  
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЯ**

**Металлургия ғылымы мен өнеркәсібінің мәселелеріне және белгілі  
ғалым металлург, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі,  
Қазақстан Республикасы Мемлекеттік сыйлығының иегері  
Болат Балтақайұлы Бейсембаевті еске алуға арналған  
«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»  
атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның**

**МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ**

**Международной научно-практической конференции  
«Эффективные технологии производства цветных, редких и  
благородных металлов», посвященной проблемам металлургической  
науки и промышленности и памяти известного ученого-металлурга,  
члена-корреспондента Академии наук РК,  
лауреата Государственной премии Республики Казахстан  
Булата Балтакаевича Бейсембаева**

**PROCEEDINGS**

**of International scientific and practical conference  
“The Effective Technologies of Non-Ferrous,  
Rare and Precious Metals Manufacturing” devoted to the metallurgy  
science and industry concerns and in memory of well-known scientist  
of metallurgy, Associate Member of the National Academy  
of Sciences of Kazakhstan, the honoree of the State Prize of the  
Republic of Kazakhstan Bulat Baltakayevich Beisembayev**

**Алматы 2018**

**УДК 669**  
**ББК 34.3**  
**Э94**

**Ответственный редактор:** д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К.

**Жауапты редактор:** т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К.

**Редакционный совет:** д.т.н., проф. Кенжалиев Б.К., д.т.н., проф. Загородняя А.Н., д.т.н. Квятковский С.А., к.т.н. Кульдеев Е.И., к.х.н. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

**Редакциялық алқа:** т.ғ.д., проф. Кенжалиев Б.К., т.ғ.д., проф. Загородняя А.Н., т.ғ.д. Квятковский С.А., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., х.ғ.к. Темирова С.С., PhD Касымова Г.К.

**«Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов»:** Материалы Межд. научно-практ. конф. / Сост.: к.х.н. Темирова С.С., к.т.н. Кульдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 с.

**«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары»:** Халықар. ғыл. практ. конф. материалдары / Құраст.: х.ғ.к. Темирова С.С., т.ғ.к. Көлдеев Е.И., Садыкова Т.С. – Алматы, 2018. – 440 б.

**ISBN 978-601-323-132-7**

В Материалах конференции «Эффективные технологии производства цветных, редких и благородных металлов» представлены результаты фундаментальных и прикладных исследований в области металлургии цветных, редких и благородных металлов, обогащения минерального и техногенного сырья, получения высокочистых металлов и перспективных материалов, а также разработки новых и усовершенствования существующих технологических схем, процессов и аппаратов.

Материалы конференции предназначены для ученых и специалистов, работающих в области переработки минерального сырья и материаловедения.

«Түсті, сирек және асыл металдарды өндірудің тиімді технологиялары» атты конференцияның материалдарында түсті, сирек және асыл металдар металлургиясы, минералдық және техногенді шикізаттарды байыту, тазалығы жоғары металдар мен келешегі зор материалдарды алу, сонымен қатар жаңа технологиялық схемаларды, үрдістерді және аппараттарды жасап шығару және олардың бұрыннан келе жатқан түрлерін жетілдіру салаларындағы іргелі және қолданбалы зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Конференция материалдары материалтану және минералды шикізаттарды өңдеу саласында жұмыс жасайтын ғалымдар мен мамандарға арналған.

**УДК 669**  
**ББК 34.3**

**ISBN 978-601-323-132-7**

© АО «ИМиО», 2018

## ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОБЖИГА ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА

<https://doi.org/10.31643/2018-7.46>

**\*Холикулов Д.Б., Самадов А.У., Болтаев О.Н., Масидиков Э.М., Муносибов Ш.М.**

Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета,  
г. Алмалык, Узбекистан, \*doniyor\_xb@mail.ru

**Аннотация.** *В докладе рассматривается вопрос разработки технологии нетрадиционного метода обжига (обжиг в присутствии водяного пара), обеспечивающий высокое окисление сульфидов металлов. Произведен полный химический и вещественный состав цинкового концентрата. Исследована зависимость окисления цинкового концентрата от различных параметров.*

В настоящее время проектная мощность горнодобывающего комплекса акционерного общества «Алмалыкский горно-металлургический комбинат» (АО «Алмалыкский ГМК»), являющегося одним из крупнейших предприятий в Узбекистане составляет по добыче медьсодержащей руды 31 млн тон и свинцово-цинковой руды 0,5 млн тон в год [1].

Одной из основных тенденций в производстве цинка является повышение комплексности использования сырья, определяемой наличием в сырье полезных компонентов и степенью извлечения их во все виды товарной продукции. При гидрометаллургической переработке цинковых концентратов образуется целый ряд продуктов, важнейшими из которых являются кеки от выщелачивания концентратов и очистки раствора сульфата цинка от примесей. Рациональная переработка промежуточных продуктов обеспечивает повышение как общего извлечения цинка из сырья, так и комплексного использования полиметаллических концентратов.

Проблема рационального и комплексного использования сырья занимает важное место в работе предприятий цветной металлургии. Одной из основных тенденций при производстве цинка на Алмалыкском ГМК является повышение комплексности использования сырья, определяемой наличием в сырье полезных компонентов и степенью извлечения их во все виды товарной продукции. Основным источником получения цинка являются цинковые концентраты селективного флотационного обогащения полиметаллических руд. Цинковые концентраты обжигают в печи «КС» для окисления сульфидов металлов и полученный огарок выщелачивают водным раствором серной кислоты с целью перевода цинка в раствор.

Первой металлургической операцией в производстве цинка любым методом является обжиг цинковых концентратов с целью перевода сульфидных соединений цинка в окисленные. Для понимания происходящих при обжиге цинковых концентратов процессов необходимо знать поведение всех компонентов концентрата при обжиге. При гидрометаллургическом способе получения цинка к обожженному концентрату предъявляют жесткие требования; обжиг концентратов преследует следующие цели: перевести в оксиды максимальное количества сульфидов металлов; обеспечить в обожженном продукте небольшое (заданное) количество сульфатной серы, обычно в пределах 3-4%, для компенсации потерь серной кислоты в процессе производства; свести до минимума образование нерастворимых в серной кислоте ферритов цинка; не допустить образования большого количества силикатов свинца и цинка, затрудняющих отстаивание и фильтрацию растворов; получить обожженный продукт в виде тонкого порошка с большой реакционной поверхностью [2].

При этом необходимо также обеспечить максимальную концентрацию диоксида серы в обжиговых газах и улавливание возгонов цветных и редких металлов. Протекание процесса обжига цинковых концентратов характеризуется первичными,

промежуточными и конечными продуктами превращений. В соответствии с этим, последовательные реакции делят на первичные и вторичные реакции. Термодинамика и кинетика окисления сульфидов имеют большое значение для выбора рационального режима обжига. Первичные реакции вызывают значительную убыль энергии Гиббса и имеют большие значения констант равновесия. Последнее обстоятельство свидетельствует о необратимом протекании этих реакций вправо во всём интервале температур [2, 3].

При обжиге цинковых концентратов большее значение имеют процессы сульфато-, феррито- и силикатообразования. Получаемый в процессе обжига оксид цинка взаимодействует с оксидом трехвалентного железа, образуя феррит цинка  $ZnO \cdot Fe_2O_3$ . Реакция протекает весьма интенсивно уже при температуре  $650^\circ C$ . Феррит цинка не растворяется в слабом растворе серной кислоты, что приводит при выщелачивании огарка к потерям цинка с кеком. Степень ферритообразования при обжиге цинковых концентратов зависит: от содержания железа в концентрате, полноты контакта соединения железа и цинка; продолжительности процесса и содержания сернистого ангидрида газовой фазе.

В процессе обжига цинковых концентратов в результате взаимодействия кремнезема с оксидами тяжелых металлов образуются силикаты, которые растворяются при выщелачивании огарка, переходят в раствор с образованием коллоидального кремнезема, что сильно затрудняет процессы отстаивания и фильтрации пульпы. Если ферритообразование непосредственно влияет на степень прямого извлечения цинка из обожженного концентрата в раствор, то образование силикатов косвенно, через процесс выщелачивания и очистки растворов также приводит в конечном счете к снижению общего извлечения металла в готовую продукцию. В процессе обжига могут образоваться следующие силикаты: ортосиликат цинка ( $ZnO \cdot SiO_2$ ); простые силикаты свинца ( $PbO \cdot SiO_2$ ); двойной силикат цинка и свинца ( $ZnO \cdot PbO \cdot 2SiO_2$ ); сложные силикаты цинка и свинца с компонентами нерудных минералов концентрата.

По существующей технологии АГМК для обжига цинкового концентрата применяется печь «КС» (кипящего слоя). Для уменьшения образования силикатов и ферритов предлагаем нетрадиционный метод обжига - термopарообработки (обжиг в присутствии водяного пара).

Цель исследования заключалась в разработке технологии нетрадиционного метода обжига (обжиг в присутствии водяного пара), обеспечивающего высокое окисления сульфидов металлов.

Задачи исследования: определение химического и вещественного состава цинкового концентрата; исследование зависимости окисления цинкового концентрата от различных параметров; обработка и анализ результатов исследований.

Результаты химического анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав цинкового кека, %

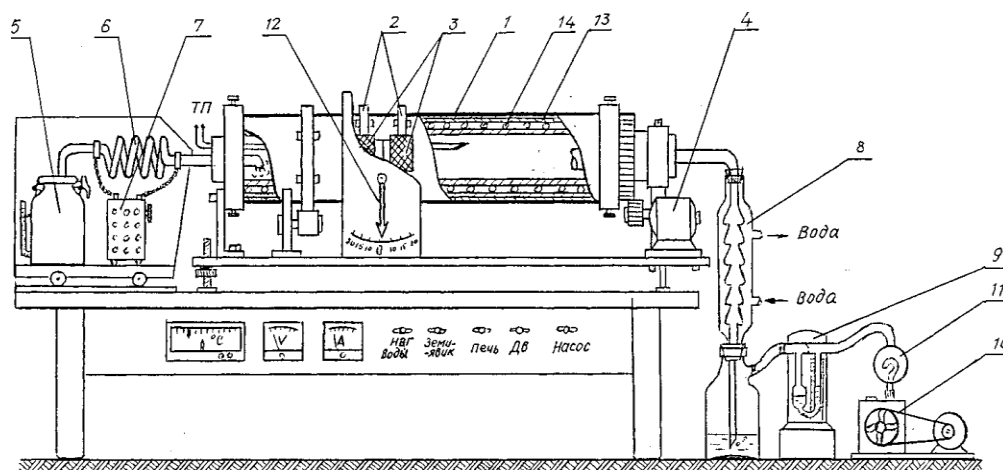
Zn	Pb	Cu	SiO <sub>2</sub>	Fe	Cd	F	O <sub>2</sub>	K	Ni	Cl	S
52,08	2,87	0,94	4,76	4,48	0,28	0,0063	2,2	158,6	0,002	0,05	29,27

Лабораторные опыты по обжигу (с навеской пробы 500 г) проводятся на установке (рис. 1), состоящей из парогенератора, охлаждающей и улавливающей возгоны системы, вакуум насоса и из трубчатой вращающейся электрической печи с внутренним диаметром 53 мм, длиной 517 мм. Внутренняя часть печи выполнена из кварцевой трубки – футеровка, кожух – металлический. Наружная поверхность кварцевой трубки покрыта слюдой и на нее намотана нихромовая проволока для нагрева печи. Пространство между кожухом и футеровкой заполнено теплоизоляционным материалом - асбестом.

Печь имеет жестко закрепляющиеся опоры и съемные крышки, с внутренними подшипниками, которые надеваются на обоих концах печи. В центрах крышек имеются

отверстия, которые служат для загрузки и выгрузки материалов, подачи пара, а также для отвода возгонов термообработки. Печь установлена на опорных роликах и приводится в движение со скоростью 8 об/мин электродвигателем через зубчатую передачу. Угол наклона печи от 0 до 12°.

Методика эксперимента заключается в следующем: продукт сушили при температуре 105<sup>0</sup>С до постоянного веса, после чего пробу переносили в трубчатую вращающуюся печь. Когда температура печи достигала 250<sup>0</sup>С, в печь подавали сухой пар от парогенератора. Отходящие газы последовательно проходили через два поглотительных сосуда, содержащих растворы сернистой меди и перекиси водорода, соответственно. Вовремя и после окончания эксперимента из поглотителей отбирали пробу для анализа на содержание H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub>. По содержанию серы в поглотительных растворах судили о степени разложения цинкового кека. После окончания эксперимента установку охлаждали, навеску извлекали и взвешивали, определяли разницу исходной и конечной массы, по которой судили о степени окисления. Обработанный таким образом продукт является исходным продуктом для агитационного выщелачивания.



1 - трубчатая вращающаяся печь, 2 - контактное кольцо, 3 - графитовый контакт, 4 - двигатель, 5 - парогенератор, 6 - трубчатая спираль, 7 - автотрансформатор АСОН, 8 - холодильник, 9 - манометр, 10 - воздушный насос, 11 -стеклянный шар для стабилизации подсоса воздуха, 12 - указатель наклона печи, 13 - кварцевая труба,14 - спираль нихромовый

Рисунок 1 - Схема установки для обжига цинкового концентрата:

Основой термодинамических методов исследования являются расчеты равновесия химических реакций, стабильных соотношений и определение предельных условий существования фаз. Точные расчеты весьма затруднительны, т.к. требуют отыскания целого ряда исходных данных в справочных изданиях, в которых эти данные описываются по-разному, и в конечном счете расчет равновесия только одной какой – либо реакции отнимает нередко многие часы.

Элементарная сера всегда присутствует в цинковом концентрате в свободной или связанной с органическими соединениями формах. Кроме того, она может образоваться при протекании различных реакций, в том числе, за счет разложения пирита, халькопирита, арсенопирита и полусернистой меди. В условиях термопарообработки она может находиться в твердом, жидком и парообразном состояниях. Поэтому химическое взаимодействие между элементарной серой и парами воды можно описать реакциями 1-6, приведенными в табл. 2.

Судя по расчетным данным изобарно-изотермического потенциала реакций, протекание всех этих реакций, кроме реакции 3, возможно при определенных температурах, несмотря на относительно низкую вероятность протекания реакции 6 в пределах температур выше 823 К (550<sup>0</sup>С). Смещению равновесия этих реакций

способствует поток водяного пара над твердой фазой. Однако с уверенностью можно сказать, что реакции 4 и 5 проходят достаточно интенсивно, начиная с температуры 573-623 К (300-350<sup>0</sup>С). Выброс в воздушный бассейн этих токсичных газов недопустим. Поэтому расчёт обратного направления реакций 1-6 становится необходимостью. При температуре 1023 К (750<sup>0</sup>С) интенсивно протекают реакции образования H<sub>2</sub>S и SO<sub>2</sub> (кроме 3-6).

Таблица 2 - Изменение энергии Гиббса реакций (кДж/моль) взаимодействия соединений серы с водяным паром при различных температурах.

Температура		Реакций взаимодействия соединений серы с водяным паром					
К	°С	$3S_{(тв)}+2H_2O_{(г)}=$ $=2H_2S+SO_2(1)$	$3S_{(св6)}+2H_2O_{(г)}=$ $=2H_2S+SO_2(2)$	$3S_{(неп)}+2H_2O_{(г)}=$ $=2H_2S+SO_2(3)$	$3S_{(тв)}+2H_2O_{(ж)}=$ $=2H_2S+SO_2(4)$	$3S_{(св6)}+2H_2O_{(ж)}=$ $=2H_2S+SO_2(5)$	$1,5S_2+2H_2O_{(г)}=$ $=2H_2S+SO_2(6)$
298	25	105,7920	71,2079	189,0980	143,3270	108,7440	-37,1320
323	50	86,6850	69,0315	196,4960	97,8464	80,1930	-28,3700
373	100	77,6421	62,6930	209,3660	77,5849	62,6359	-25,3210
423	150	69,3369	62,5027	228,2650	77,5324	70,6981	-19,8630
473	200	60,0342	50,4165	235,3270	39,0989	29,4812	-19,1590
523	250	51,4708	44,4421	248,5020	20,7723	13,7436	-16,0790
573	300	43,0423	38,5312	261,7390	2,9476	-1,5635	-13,0100
623	350	34,7568	32,6810	275,0370	-14,3870	-16,4630	-9,9611
673	400	26,5993	26,8752	288,3800	-31,2780	-31,0020	-6,9393
723	450	18,5853	21,1469	301,8000	-47,5970	-45,0550	-3,9342
773	500	10,6842	15,3443	315,1460	-63,8400	-59,1800	-1,0066
823	550	2,9027	9,5932	328,5440	-79,5810	-72,8900	1,8976
873	600	-4,7480	3,8557	341,9550	-94,9520	-86,3480	4,7497
923	650	-12,3000	-1,9058	355,3420	-110,0300	-99,6400	7,5502
973	700	-19,7410	-7,6778	368,7180	-124,8200	-112,7500	10,2940
1023	750	-27,0600	-13,4360	382,1090	-139,2000	-125,5700	12,9832

Из данных табл. 1 следует, что до 573 К (300<sup>0</sup>С) не идут все реакции (кроме 6). При более высокой температуре (свыше 573 К) возрастает возможность протекания реакций 4 и 5, а при температуре выше 873 К (600<sup>0</sup>С) резко возрастает вероятность протекания реакции 1 и 2. Интенсивное протекание этих реакций очень важно при термопарообработке сульфидных минералов, т.к. с одной стороны, дает возможность селективно извлекать элементарную серу из сульфидных минералов и, с другой стороны, обеспечивает соответствие процесса экологическим требованиям. В первом приближении можно допустить, что из-за заметного значения упругости паров серы при температуре выше 423 К (150<sup>0</sup>С) ее молекулы конденсируются на поверхности молекул воды, пары которой поступают в реакционную зону с температурой 373 К (100<sup>0</sup>С), и в условиях слабого вакуума вся эта масса уносится в зону охлаждения. При конденсации паров воды в теплообменнике сера выделяется в мелкодисперсную твёрдую фазу. Поступающие пары из парогенератора реагируют с серой, образуя сероводород и диоксид серы, которые абсорбируются на поверхности другой части паров воды и потоком уносятся в зону охлаждения. Таким образом, растворенные (в паровом состоянии) в воде газы взаимодействуют и вновь образуют элементарную серу в

субколлоидном состоянии. Иначе говоря, при термопарообработке водяной пар в конечном итоге, служит массоносителем.

В атмосфере водяного пара отгонка серы начинается с  $150^{\circ}\text{C}$ . При длительной обработке улетучивается вся свободная элементарная сера, а также начинается удаление серы из состава сульфидов молибдена, меди и других составляющих молибденового продукта. До температуры  $450^{\circ}\text{C}$  расход водяного пара мало влияет на степень превращения, а при температуре выше  $750^{\circ}\text{C}$  повышение расхода водяного пара увеличивает скорость диффузии и вызывает быстрое повышение степени превращения. Изучено влияние температуры, продолжительности, расхода водяного пара и найдены оптимальные условия для проведения процесса термопарообработки: температура –  $900^{\circ}\text{C}$ ; расход водяного пара – 15-17 мл/мин; продолжительность 50-60 мин (рис. 2).

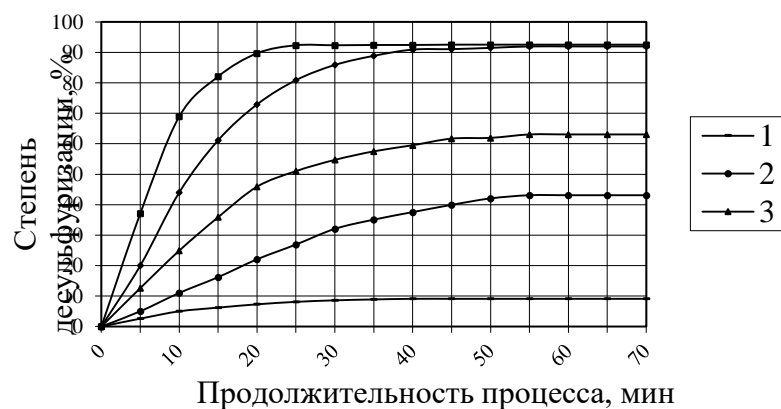


Рисунок 2 - Влияние продолжительности термопарообработки на степень десульфуризации цинкового концентрата,  $^{\circ}\text{C}$ : 1-600; 2-700; 3-800; 4-900; 5-1000

Сульфид цинка встречается в кеке в двух модификациях: распространения – сфалерит, а ZnS и более редкая – вюрцит  $\beta\text{-ZnS}$ . При нагреве переход  $\alpha \leftrightarrow \beta$  происходит при  $1020^{\circ}\text{C}$ , при более низких температурах ( $\beta\text{-ZnS}$  существует как метастабильный). Химизм окисления этих модификаций одинаков. Выше отмечалось, что ZnS при атмосферном давлении не плавится, а при термопарообработке сульфид цинка ZnS превращается в основном в  $\text{ZnSO}_4$ , феррит цинка  $\text{ZnO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  превращается в  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , медь в  $\text{CuO}$ . Окисление сульфидов в присутствии водяного пара происходит без кислорода и с участием его. Элементарная сера и сера, образующаяся при разложении сульфидов взаимодействуют с парами воды, образуя – диоксид серы, который взаимодействует с сульфидными минералами. Сульфид цинка ZnS превращается в основном в ZnO, феррит цинка  $\text{ZnO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  превращается в  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , медь в  $\text{CuO}$ , сульфиды железа превращаются в  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – магнетит.

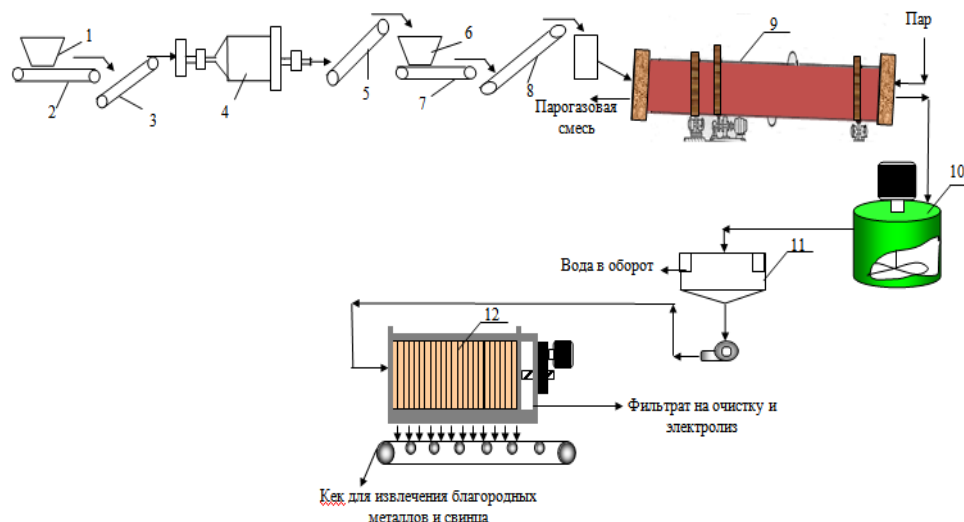
В результате проведенных исследований по переработке цинковых концентратов предлагается следующая схема цепи аппаратов который, приведена на рис. 2.

При выборе аппаратуры для переработки цинкового концентрата следует учитывать высокую коррозионную активность растворов, повышенное содержание кремниевая кислота, ухудшающих фильтруемость пульпы. В связи с этим, использование фильтровального оборудования ограничено отдельными операциями.

Исходный цинковый концентрат поступает в приемные бункера (1) и через пластинчатый питателем (2) и ленточным транспортером (3) подается в шаровую мельницу (4) на сухое измельчение где измельченный продукт с конечной крупностью - 0,1 мм с ленточном конвейером 5 поступает в бункер 6, пластинчатый питателем (7) и ленточным транспортером (8) подается на весоизмеритель и через течку загружается в трубчатый печь (9), где осуществляется процесс термопарообработки цинковых кеков, в процессе обработки образуется 2 вида продукции: огарок и парогазосмесь. Из печи огарок поступает в реактор выщелачивания. Выщелачивание проводится в мешалках



(10). После выщелачивания пульпа поступает на сгущение в сгустители (11). Сгущенная пульпа выщелачивания фильтруется пресс-фильтром (12). Слив сгустителя отправляется для извлечения цинка и меди. Кек выщелачивания отправляется для доизвлечения цинка и благородных металлов.



1,6 - приемный бункер, 2,3,5,7,8 - питатель, 4 - мельница, 9 - трубчатый печь для термopарообработки (в комплекте парогенератор, конденсатор), 10-реактор для выщелачивания, 11-сгуститель, 12-фильтр-пресс

Рисунок 3 - Схема цепи аппаратов

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Найдены оптимальные условия термopарообработки: температура – 900<sup>0</sup>С; расход водяного пара – 15-17 мл/мин; продолжительность 50-60 мин.
2. Термopарообработка обеспечивает получение огарков с низким содержанием общей серы (<1,12 %), что трудно достигнуть при обжиге традиционными методами. Кроме того, в огарке отсутствует ферриты и силикаты цинка, который всегда препятствовал полного растворения соединений цинка в последующем цикле.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. Издательство «Фан» АН РУз, 2009, -431 с.
2. Марченко Н. В., Вершинина Е. П., Гильдебрандт Э. М. Metallургия тяжелых цветных металлов. - Красноярск: ИПК СФУ, 2009. -394 с.
3. Снурников А. П. Гидрометаллургия цинка. - М., «Металлургия», 1981. -384 с.

## OPPORTUNITIES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE ZINC CONCENTRATE BURNING TECHNOLOGY

\*Xolikulov D.B., Samadov A.U., Boltaev O.N., Masidikov E.M., Munosibov Sh.M.

Almalyk branch of Tashkent State Technical University, Almalyk, Uzbekistan  
\*doniyor\_xb@mail.ru

**Abstract.** *The article is devoted to the development of the technology of non-traditional firing (firing in the presence of water vapor) which ensures high oxidation of metal sulphides. The complete chemical and material composition of the zinc concentrate is produced. The dependence of zinc concentrate oxidation on various parameters is studied.*