

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета Д 047.003.03 на базе ГНУ «Институт химии имени В.И.Никитина» Национальной академии наук Таджикистана по диссертации на соискание учёной степени доктора наук

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 30.11.2020 г., №19

о присуждении Гайбуллаевой Зумрат Хабибовне, гражданке Республики Таджикистан, учёной степени доктора технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия (технические науки)

Диссертация «Кинетические и технологические основы получения соединений металлов электротехнического назначения (Cu, Al, Zn, Fe, Pb, Cd, Sn)» по специальности 02.00.04 - физическая химия, работа принята к защите 29 июля 2020 г., протокол №6 диссертационным советом Д 047.003.03 на базе ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» Национальной академии наук Таджикистана, 734063, г. Душанбе, ул. Айни, 299/2, приказ Минобрнауки РФ №1238/нк от 10 декабря 2017 г.

Соискатель Гайбуллаева Зумрат Хабибовна, 1964 года рождения, в 1986 году с отличием окончила механико-технологический факультет Таджикского политехнического института по специальности «Машины и аппараты лёгкой промышленности», получив квалификацию – инженер механик-технолог. Диссертацию на соискание учёной степени кандидата химических наук на тему: «Изучение плазмохимических реакций атомов водорода с соединениями металлов (Zn, Cd, Sn, Al, Ca) и получение тонких плёнок на их основе» защитила в 1993 году на диссертационном совете К 013.02.02, созданном на базе ГНУ «Институт химии им. В.И. Никитина» Академии наук Республики Таджикистан. В настоящее время работает доцентом кафедры «Технология химического производства» Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими.

Диссертация выполнена на кафедре «Технология химического производства» Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими.

**Научный консультант** - Мирсаидов Улмас Мирсаидович, академик Национальной академии наук Таджикистана, д.х.н., профессор, главный научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана.

### **Официальные оппоненты:**

Соложенкин Петр Михайлович - почётный академик Национальной академии наук Таджикистана, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук; Рахимова Мубаширхон - д.х.н., профессор кафедры «Физическая и коллоидная химия» Таджикского национального университета; Назаров Холмурод

Марипович - д.т.н., профессор, директор филиала Агентства по ядерной и радиационной безопасности Национальной академии наук Таджикистана в Согдийской области.

**Ведущая организация:** Горно-металлургический институт Таджикистана, металлургический факультет, кафедра «Металлургия» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан (г. Бустон, ул. Московская 6, Республика Таджикистан) в своём положительном заключении (протокол №4 от 28 октября 2020 г.), подписанном заведующим кафедрой «Металлургия», к.х.н., доцентом Саидовым Б.И.; профессором кафедры «Геология и нефтегазовые дела», доктором технических наук Разыковым З.А.; профессором кафедры «Экология», доктором химических наук Юнусовым М.М.; доцентом кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых», кандидатом технических наук Самадовой Г.М., указали, что результаты работы могут быть использованы в горнорудной и энергетической отраслях промышленности получения металлов электротехнического назначения с использованием углей. Диссертационная работа Гайбуллаевой З.Х. представляет собой завершённое научное исследование, выполненное на высоком уровне, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, которое можно квалифицировать, как новое крупное научное достижение, имеющее значение для развития физической химии и соединений металлов электротехнического назначения.

Полученные автором результаты достоверны и имеют практическое и теоретическое значение. По своему содержанию и объёму работа отвечает критериям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 28.08. 2017г.), предъявляемым к докторским диссертациям. Автор работы Гайбуллаева З.Х. заслуживает присуждения ей учёной степени доктора технических наук по специальности 02.00.04 - физическая химия.

Соискатель имеет более 90 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 65 работ, из которых 16 статей опубликованы в рецензируемых изданиях. Авторский вклад составляет 83%. Общий объем научных изданий: 25.06 п.л., в том числе по теме диссертации: 19.56 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Gaibullaeva, Z.H. Chemical, morphological, and kinetic study of lead extraction from the Koni Mansur polymetallic deposit / Z. Gaibullaeva, G. Nasimov H., Ay, F. Smirnova // Hydrometallurgy. -2019. -V.183. -P.159-165.
2. Гайбуллаева З.Х. Результаты полнофакториального дизайна гидрометаллургического процесса извлечения свинца из галенитсодержащих концентратов Кони Мансур (Таджикистан) / З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов // Доклады АН РТ. -2019. Т. 62. - №5-6. -С. 325-332.

3. Гайбуллаева, З.Х. Кинетика и технология переработки галенитсодержащего концентрата Кони Мансур / З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов, А. Шарифов // Известия вузов. Цветная металлургия. –2020. -№5. –С. 59-71.
4. Гайбуллаева, З.Х. Воздействие температуры на кинетику выщелачивания полиметаллических сульфидных концентратов месторождения Кони Мансур / З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов // Вестник Таджикского технического университета. Серия Инженерные исследования. -2016. -№2(34). -С.50-57.
5. Гайбуллаева, З.Х. Изучение физико-химических свойств малоэнергоёмкого способа выщелачивания сульфидов свинца и цинка / З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов // Вестник Таджикского национального университета. -2014. - №1/1(126). -С.130-137.
6. Евразийский патент по заявке №201900081/31. Способ газификации угля для производства тепла и химических веществ / З.Х. Гайбуллаева, А. Шарифов, Ф. Хамроев [и др.]. -14.08.2019.
7. Положительное решение Евразийского патента №202000109/26. Способ получения гидридов металлов / З.Х. Гайбуллаева, Г.Т. Насимов, А. Шарифов. - 17.07.2020.

На автореферат диссертации поступило 9 положительных отзывов:

1. От Кузина Рудольфа Евгеньевича – д.т.н., профессора, гл. науч. сотрудника испытательной лаборатории радиационного контроля АО «ВНИИХТ» (предприятие Государственной корпорации «Росатом»). Отзыв положительный, имеются замечания: недостаточно подробно описан алгоритм моделирования кинетики выщелачивания; не совсем понятно, почему автор использует модель сужающего ядра для сферических частиц (рис.2.) и после выщелачивания (рис. 15), хотя из рисунков видно, что частицы имеют не сферическую, а кубическую морфологию? Правомочно ли в таких условиях применение такой модели? Проводилось ли сравнение результатов моделирования с экспериментом?
2. От Богатыревой Елены Владимировны - д.т.н., профессора кафедры цветных металлов и золота НИТУ МИСиС, г. Москва, Российской Федерации. Отзыв положительный, имеются замечания: автореферат не отражает глубину проработки вопросов, в частности: механизма влияния атомарного водорода на образование гидридов металлов электротехнического назначения; рекомендации к внедрению, полученных диссертантом результатов отсутствуют; пункты 2, 3, 7 научной новизны работы относятся к практической значимости работы, а п.4 не содержит конкретных результатов исследований; в разделе практической значимости работы отсутствуют сведения об экономической эффективности разработанных технологических решений; из автореферата не ясно, для каких температур указаны тепловые эффекты реакций (1)-(14), (17); стр.30 - для однозначного утверждения, что «...сульфид свинца был исчерпан полностью» при кислотном выщелачивании приведенных результатов РФА недостаточно; стр.37 - относительная ошибка расчётов при моделировании процесса выщелачивания на уровне 0,3-0,5% с учётом точности анализа продуктов выщелачивания вызывает сомнения; стр.43 - табл.7 - при утилизации газов образуется 735,5 кг NO<sub>2</sub>. Как планируется их перерабатывать;

стр.45 - как предполагается синтезировать хлориды металлов для плазмохимической технологии? Каково качество получаемого водорода по предлагаемой автором технологии. Какова система очистки водорода? Выполнена ли экономическая оценка эффективности плазмохимической технологии.

3. От Пантелеенко Федра Ивановича – д.т.н., профессора, зав. кафедрой «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» Белорусского национального технического университета, члена-корреспондент НАН Беларуси, заслуженного деятеля науки Республики Беларусь. Отзыв положительный, имеются замечания: неясно каким образом проводилась математико-статистическая обработка экспериментальных результатов.

4. От Гортышева Юрия Федоровича – академика АН Республики Татарстан Российской Федерации, д.т.н., профессора, зав. кафедрой теплотехники и энергомашиностроения Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ», Президента КНИТУ-КАИ, Российская Федерация, г. Казань. Отзыв положительный, имеются замечания: В разделе «Технология пирометаллургической переработки свинцово-цинкового концентрата Кони Мансур восстановительным водяным газом» на стр. 21 приведено: «В реакторе (12) на поверхности металлического катализатора осуществляется окисление  $SO_2$  до  $SO_3$  при температурах до  $550^\circ C$  ...», однако нет конкретизаций - какой вид катализатора использован для окисления образующего газа  $SO_2$ ; в разделе «Закономерности протекания пирометаллургической переработки свинцово-цинковых концентратов газами» на стр.22 указано: «Анализом значения модуля Тиле можно определить стадию, лимитирующую скорость реакции переработки свинцово-цинкового концентрата газами». Нет объяснений причины выбора модуля Тиле для определения скорости лимитирующей стадии протекания химической реакции.

5. От Калиакпарова А.Г. - д.т.н., профессора кафедры «Металлургия» Торайгырова Университета Павлодарской области Республики Казахстан. Отзыв положительный. Замечаний нет.

6. От Мухамадиева Н.К - д.х.н., профессора, зав. кафедрой «Физическая и коллоидная химия» Самаркандского государственного университета, Республика Узбекистан, г. Самарканд. Отзыв положительный, имеются пожелания: в работе исследованы гидрометаллургический и пирометаллургический способы переработки свинцово-цинкового концентрата Кони Мансур, получены результаты, характеризующие эти процессы в отдельности. Следовало бы провести сравнительные анализы сопоставления результатов исследований по обоим способам с точки зрения их трудо- и энергоёмкости, чистоты производства, времени достижения высокой степени переработки и других факторов технологического процесса для оценки эффективности осуществления этих способов в промышленности; при графических изображениях зависимости степени извлечения свинца от времени и концентрации (рис.9 и рис.11) не указано – какая кислота; на стр.41 показаны реакции восстановления катионов металлов (урав. 49-55). Считаю

целесообразно проводить уравнения 56 и 57, либо внести уточнения об участии в процессе воды; в названии диссертации заявлено получение соединений металлов электротехнического назначения, в том числе олова. Однако в автореферате данные о получении соединений олова не приводятся.

7. От Хакдодова Махмадшарифа Махмудовича – д.т.н., профессора, чл.-корр. НАНТ, Чрезвычайного и полномочного посла Республики Таджикистан в Республике Беларусь. Отзыв положительный, имеются замечания: в автореферате не обсуждается разновидность мембран для выделения газообразных веществ, состоящих из смесей газов  $H_2S$ ,  $NO_2$  и  $NO$  при гидрометаллургической технологии переработки свинцово-цинкового концентрата месторождения Кони Мансур; не в полной мере указаны результаты исследования процесса диффузионного переноса веществ при изучении кинетики процесса азотнокислотного выщелачивания свинца из полиметаллического концентрата месторождения Кони Мансур; изучение газификации угля и получение газа состава  $CO_2:H_2=1:1$  для получения молекулярного водорода полностью не раскрывает механизм его образования.

8. От Умаровой Татьяны Мухсиновны – д.т.н., доцента, гл. специалиста отдела науки, инноваций и международных связей Филиала МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе. Отзыв положительный, имеются замечания: желательно сформулировать более четко названия таблиц 3 и 4 в автореферате; заголовок таблицы 8 «Параметры процесса образования плёнки металлов и толщины плёнки» также хотелось бы видеть в более корректном виде, поскольку в самой таблице речь идет не о металле в чистом виде, а о соединениях – гидридах цинка, олова и кадмия.

9. От Азизова Рустама Очильдиевича – д.т.н., профессора, зам. Президента Национальной академии наук Таджикистана. Отзыв положительный, имеются замечания: обычно в качестве восстановительных газов в металлургии используют водород  $H_2$ , окись углерода  $CO$  и метан  $CH_4$ , которые получают газификацией углей, конверсией или пиролизом природного газа, а также из других ископаемых видов топлива. Однако получение таких газов является сложным процессом, так как увеличиваются потоки газов, участвующих в химических превращениях. Непонятно, какой состав газа применён при газификации углей месторождения Фан-Ягноб с целью получения восстановительного газа; известны способы переработки свинцово-цинковых концентратов обжигом концентрата в атмосфере кислорода с подачей флюсов и углеродсодержащего восстановителя. Процессы массо- и теплообмена зависят от состояния слоя, распределения частиц сырья и топлива, как по размеру, так и по количественному соотношению, теплопроводности частиц и многих других физических факторов. В чём отличие применённого автором восстановительного газа ( $CO+H_2$ ) для пирометаллургического способа переработки; моделирование процесса азотнокислотного выщелачивания свинцово-цинкового концентрата проведено на основе полученных результатов по кинетическим данным. Отсюда возникает вопрос: какие уровни измерений (допуски) приняты для моделирования.

**Диссертационный совет отмечает, что в диссертационной работе:**

**Исследованы** состав и свойства свинцово-цинковых концентратов Кони Мансур и Бале и угля месторождения Фан-Ягноб. Установлено, что концентраты Кони Мансур и Бале отличаются, как по размерам частиц, так и частному и суммарному содержанию Pb, Zn, Fe, S.

**Разработана** безотходная пирометаллургическая технология переработки концентрата Кони Мансур восстановительным газом от газификации угля Фан-Ягнобского месторождения. Установлено, что эффективным является первоначальное использование тепла восстановительных газов для нагрева окислительного процесса переработки концентрата, затем их непосредственное использование для восстановления оксида свинца до металла, причём тепло газовых потоков и продуктов окисления концентрата полностью используется для обеспечения потребностей внутренних стадий технологического процесса, а сами газы перерабатываются с получением CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O и чистых N<sub>2</sub> и Ar.

Показано, что эффективность процесса переработки свинцово-цинкового концентрата газами, прежде всего, зависит от таких гидродинамических параметров, как объёмной скорости потока газа в межзёрновом пространстве твёрдых частиц и размера частиц концентрата; и кинетических параметров - температуры и концентрации активных реагентов-газов в зоне реакции.

**Проведены** кинетические исследования процесса азотнокислотного выщелачивания свинцово-цинковых концентратов Кони Мансур и Бале при широком варьировании значений температуры, концентрации кислоты и времени выщелачивания. Установлено, что на скорость выщелачивания свинцово-цинкового концентрата положительно влияют все указанные параметры реакции и оптимальными значениями данных параметров являются: а) для концентрата Кони Мансур - температура реакционной зоны 55-65°C, концентрация кислоты 1,5-3,0М и время выщелачивания 70-90 мин; б) для концентрата Бале - температура реакционной зоны 65°C, концентрация кислоты в пределах 1,5-3,0М и время выщелачивания 60 минут. Установлено, что частное влияние параметров реакции на возрастание степени извлечения свинца составляет: для концентрата Кони Мансур - температуры 42,8%, концентрации кислоты 31,9% и времени выщелачивания 15,5%; для концентрата Бале - 39,4, 27,9 и 25,7%, соответственно, их взаимное влияние несущественное и составляет в пределах 9,3 и 6,7%, соответственно.

**Установлено**, что на зёрнах со средним размером 53 мкм обоих исследованных концентратов реакция азотнокислотного выщелачивания при температурах 45-65°C протекает по механизму сокращающегося ядра частиц во внешне кинетической области с энергией активации 46,8 кДж/моль для концентрата Кони Мансур и 36,2 кДж/моль для концентрата Бале, причём выщелачивание концентрата Бале протекает при сравнительно низком энергетическом уровне. При температурах 25-

45°C реакция выщелачивания концентратов лимитируется диффузионным переносом веществ с энергиями активации 12,4 и 12,7 кДж/моль, соответственно.

**Разработана** комплексная безотходная гидрометаллургическая технология переработки свинцово-цинкового концентрата Кони Мансур, отличающаяся тем, что выщелачивание концентрата осуществляется при оптимальных кинетических параметрах процесса в двухступенчатом реакторе, разделённом мембранным фильтром для выделения продуктов выщелачивания от не растворившихся частиц концентрата, образующийся сероводород утилизируется для получения сульфатных соединений, оксид азота окисляется перекисью водорода до двуоксида азота, который используется для получения азотной кислоты, используемой для выщелачивания минералов концентрата, оставшийся раствор нитратных солей металлов подвергается электролизу для получения чистых металлов согласно порядка уменьшения их электродного потенциала, образующийся кислород на анодах электролизёров используется по прямому назначению, а маточный раствор азотной кислоты из электролизёров после очистки направляется в реактор выщелачивания концентрата.

**Исследованы** плазмохимические реакции получения соединений электротехнических металлов Zn, Cd, Sn, Al, Ca в потоке атомарного водорода с использованием водорода, полученного газификацией угля Фан-Ягнобского месторождения. Установлено, что формирование тонких плёнок Zn, Cd, Sn осуществляется гетерогенной химической реакцией атомов  $H_2$  с хлоридами металлов путём улетучивания и осаждения их моногидридов. Степень плазмохимического образования гидроксида алюминия возрастает в присутствии палладиевого катализатора.

**Теоретическая значимость работы обусловлена тем, что:**

**Исследован** состав и свойства полиметаллических свинцово-цинковых концентратов Кони Мансур и Бале и угля месторождения Фан-Ягноб;

**Разработана** безотходная технология газификации угля Фан-Ягнобского месторождения для комплексного использования его компонентного состава и продуктов газификации и их теплотворной способности;

**Исследованы** кинетические параметры процесса азотнокислотного выщелачивания свинцово-цинковых концентратов Кони Мансур и Бале при широком варьировании значений температуры, концентрации кислоты и времени выщелачивания. Найдены кинетические уравнения процесса азотнокислотного выщелачивания минералов концентратов Кони Мансур и Бале. Установлено, что оптимальными значениями технологических параметров являются: а) для концентрата Кони Мансур - температура реакционной зоны 55-65°C, концентрация кислоты 1,5-3,0М и время выщелачивания 70-90 мин; б) для концентрата Бале - температура реакционной зоны 65°C, концентрация кислоты в пределах 1,5-3,0М и время выщелачивания 60 минут.

**Установлено**, что процесс выщелачивания твёрдых частиц концентрата азотной кислотой протекает по механизму сокращающегося ядра частиц при

температурах 45-65°C во внешне кинетической области с энергией активации 46,8 кДж/моль для концентрата Кони Мансур и 36,2 кДж/моль - для концентрата Бале, а при температурах 25-45°C - в диффузионной области с энергиями активации 12,4 и 12,7 кДж/моль, соответственно. При этом, процесс выщелачивания концентрата Бале протекает при сравнительно низком энергетическом уровне.

**Моделированием** процесса азотнокислотного выщелачивания концентрата с использованием экспериментальных значений степеней извлечения свинца из концентрата найдены уравнения регрессии, адекватно описывающие скорость выщелачивания концентрата в исследуемых пределах изменения параметров технологического процесса переработки концентрата. Найдено, что частное влияние параметров процесса на степень извлечения свинца составляет: а) для концентрата Кони Мансур - температуры 42,8%, концентрации кислоты 31,9% и времени выщелачивания 15,5%; для концентрата Бале - 39,4; 27,9 и 25,7%, соответственно, их взаимное влияние незначительное и составляет в пределах 9,3 и 6,7%, соответственно;

**Определены** оптимальные кинетические параметры процесса выщелачивания концентрата в двухступенчатом реакторе, разделённом мембранным фильтром для выделения продуктов выщелачивания от не растворившихся частиц концентрата, где газообразные вещества, состоящие из смеси  $H_2S$ ,  $NO_2$  и  $NO$ , подвергаются мембранному разделению;  $H_2S$  используется в производствах серосодержащих веществ; а  $NO_2$  и  $NO$  нейтрализуются перекисью водорода  $H_2O_2$  с образованием  $HNO_3$ ; сульфат-ионы серосодержащих продуктов выщелачивания концентрата нейтрализуются  $Ba(NO_3)_2$  с образованием  $BaSO_4$ , выделяемого в твёрдом осадке; раствор нитратных солей подвергается электроосаждению металлов на одноименных металлических катодах электролизёров согласно принципу уменьшения величины их электродного потенциала в следующей последовательности:  $Cu$ ,  $Pb$ ,  $Fe$ ,  $Zn$ ,  $Al$ ; образующаяся при переработке нитрозных газов и электроосаждении металлов  $HNO_3$  возвращается в реактор выщелачивания концентрата, а выделившийся на анодах кислород  $O_2$  используется по его назначению.

Исследованием плазмохимических реакций получения соединений электротехнических металлов  $Zn$ ,  $Cd$ ,  $Sn$ ,  $Al$ ,  $Ca$  в потоке атомарного водорода с использованием водорода, полученного газификацией угля Фан-Ягнобского месторождения, получены высококачественные тонкие плёнки гидридов металлов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

Результаты работы могут быть внедрены в горнорудной и топливно-энергетической отраслях промышленности с целью обеспечения всевозрастающих потребностей экономики сырьём, химическими веществами и энергией с малыми затратами и без загрязнения окружающей природы выбросами и отходами.



Предложенные технологии газификации угля Фан-Ягнобского месторождения, эффективного использования тепла образующихся газов, разделения компонентов технологического газа и получения материалов из них могут стать основой организации нового комплексного производства по безотходному использованию угля в качестве энергоносителя и сырья для получения качественных материалов.

Предложенные технологии пирометаллургической переработки свинцово-цинкового концентрата Кони Мансур восстановительными газами от газификации угля Фан-Ягнобского месторождения и гидрометаллургического азотнокислотного выщелачивания указанного концентрата позволяют организовать на их основе высокоэффективное комплексное производство по получению электротехнических металлов Pb, Zn, Fe, Cu, Al, серной и азотной кислот, строительного камня, соды, карбамида, двуокси углерода, сульфата бария, инертных газов ( $N_2$  и Ar) и других веществ из компонентов составов угля и концентрата.

Предложенные в работе способы получения тонких плёнок металлов, гидридов металлов и других веществ плазмохимическими реакциями могут найти широкое применение в промышленном производстве указанных материалов.

Полученные результаты научных исследований по способам газификации угля, переработки свинцово-цинковых концентратов и плазмохимическим реакциям образования высококачественных материалов расширяют научные знания в областях энергопользования и производства материалов из минерального сырья по безотходным экологически чистым технологиям, они будут полезными учёным, инженерно-техническим работникам, студентам и соискателям по соответствующим специальностям.

#### **Внедрение результатов исследования**

Результаты работы приняты для внедрения в промышленное производство на ОАО «ГОК Адрасман» (Акт об использовании результатов исследования от 07.12.2016 г.), ОАО «Тамохуш» (Протокол заседания Научно-технического совета от 12.05.2020 г.), ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности» Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан (Экспертное заключение №26 от 23.06.2020 г.).

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

для экспериментальных работ достоверность исследований обеспечивается применением современного оборудования с использованием аттестованных методик исследования, подтверждены результатами испытаний, которые характеризуются воспроизводимостью и опираются на последние достижения физической химии переработки минерального сырья;

**теория** построена на известных проверяемых данных, фактах из областей физической химии, материаловедения и металлургии цветных металлов и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по диссертации;

**идея базируется** на обобщении передового опыта отечественных и зарубежных исследований в области физической химии;

**использованы** сравнения полученных автором теоретических и экспериментальных результатов и научных выводов с результатами отечественных и зарубежных учёных; современные методики сбора и обработки результатов; полученные научные результаты обладают новизной;

**установлено, что** авторские результаты по исследованию кинетических параметров извлечения металлов состава свинцово-цинковых концентратов и разработка технологических основ получения соединений металлов электротехнического назначения (Cu, Al, Zn, Fe, Pb, Cd, Sn) не противоречат результатам, представленным другими авторами по данной тематике.

**Личный вклад автора** заключается в анализе литературных данных, нахождения эффективных способов достижения цели исследования и решения поставленных задач; подготовке и проведении исследований в лабораторных условиях; математической обработке экспериментальных результатов, теоретическом объяснении механизмов протекания технологических процессов, формулировке основных положений и выводов диссертации.

**Результаты диссертационного исследования** рекомендуются для использования научно-исследовательским и проектным организациям, промышленным предприятиям, занимающимся исследованием, разработкой и производством по переработке минерального сырья и его продуктов, высшим учебным заведениям.

По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов, представленная работа соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации за №482 от 24.09.2013 года (обн. от 28.08.2017 года, №1024), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор достоин присуждения ей учёной степени доктора технических наук по специальности 02.00.04 - физическая химия.

Диссертация соответствует критериям Положения о присуждении учёных степеней, согласно следующим пунктам паспорта специальности 02.00.04 - физическая химия.

На заседании №1 от 30 ноября 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Гайбуллаевой Зумрат Хабибовне учёную степень доктора технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия: п.1 - экспериментальное определение и расчёт параметров строения и пространственной структуры веществ; п.3 – определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границах раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях; п.5 – изучение физико - химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений; п. 7 – макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация; п.10 – связь реакционной

способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции; п. 11 – физико-химические основы процессов химической технологии, и представляет собой научно-квалифицированную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные результаты исследования, кинетики выщелачивания свинцово цинковых концентратов, механизмов протекания реакций выщелачивания свинцово-цинковых концентратов и образования соединения гидридов металлов в потоке атомарного водорода, моделирования на основе полного факториального планирования, газификации угля с целью получения тепла и химических веществ его состава, которые позволяют разработать комплексные технологии получения соединений металлов (Cu, Al, Zn, Fe, Pb, Cd, Sn), управлять процессами с использованием оптимальных параметров химических реакций, соблюдать экологическую чистоту окружающей среды.


На заседании № 1 от 30 ноября 2020 г. диссертационный совет Д 047.003.03 принял решение присудить Гайбуллаевой Зумрат Хабибовне ученую степень доктора технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационного совета в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, из 22 участвовавших в заседании членов диссертационного совета проголосовали: «за» - 16, «против» - нет, «недействительных бюллетеней» нет.

Председатель диссертационного совета  
Д 047.003.03  
д.х.н., профессор, академик НАНТ

 Мирsaidов У.М.

Ученый секретарь диссертационного совета  
Д 047.003.03  
д.х.н., профессор

 Исобаев М.Дж.

30 ноября 2020 г.

