

**Письменный отзыв официального рецензента  
на диссертационную работу  
Даруеш I аламаг Султанбекұлы  
«Разработка комплексной технологии переработки золы с извлечением ценных металлов»  
на соискание степени доктора философии (PhD)  
по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия»**

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	
1.	<p>Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам</p>	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемой(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Обоснование позиции официального рецензента</p> <p>Диссертационная работа выполнена в рамках грантового проекта: № AP09259637 «Разработка высокоэффективной безотходной технологии для утилизации золы от сжигания угля с получением товарных продуктов» на 2021-2023 г.</p>
2.	<p>Важность для науки</p>	<p>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</p>	<p>Работа вносит значительную лепту в науку и раскрыта в полную меру. В работе получены новые результаты по вещественному составу золы, полученной от сжигания Экибастузских углей на ТЭЦ-2 г. Алматы, и показана принципиальная возможность их утилизации с селективным извлечением ценных металлов в товарные продукты. Установлен механизм процесса выщелачивания, который описывается реакцией взаимодействия анодита и геленита с HCl с образованием <math>AlCl_3</math> с дальнейшим переходом его в маточный раствор. Установлены оптимальные параметры и режимы процессов всех используемых</p>



		<p>процессов, таких как магнитная сепарация, обжиг, выщелачивание, кристаллизация, термическое разложение, осаждение. Разработана технологическая схема утилизации золы с получением товарных продуктов.</p>
<p>3. Принцип самостоятельности</p>	<p>Уровень самостоятельности:  1) Высокий;  2) Средний;  3) Низкий;  4) Самостоятельности нет</p>	<p>Уровень самостоятельной работы диссертанта определяется личным вкладом его в получении результатов при написании диссертации, написании научных статей и участием в международных конференциях. Уровень оценивался косвенно.</p>
<p>4. Принцип внутреннего единства</p>	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:  1) Обоснована;  2) Частично обоснована;  3) Не обоснована.</p>	<p>Зола в основном состоит из оксидов кремния, алюминия, железа и извлеченные этих ценных компонентов должны рассматриваться при создании высокоэффективной технологии. При извлечении максимального количества компонентов, увеличивается прибыль, тем самым уменьшая сроки окупаемости.</p> <p>Утилизация золы обладает не только экономической выгодой, но и решает ряд экологических проблем, в частности пригодна для золоотвалов, которые находятся в непосредственной близости к населенным пунктам и разрушает экосистему.</p> <p>Н: данный момент, ввиду отсутствия комплексной технологии переработки, золу почти не утилизируют в качестве источника металлов. Вышеизложенные факторы показывают актуальность данной темы.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:  1) Отражает;  2) Частично отражает;  3) Не отражает</p> <p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:  1) соответствуют:</p>	<p>Содержание диссертационной работы отражает тему диссертации</p> <p>Цель и задачи работы, представленные в диссертационной работе, полностью соответствуют</p>



	<p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют</p> <p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) критический анализ есть;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Тем.</p> <p>Все разделы диссертационной работы логически взаимосвязаны между собой. Диссертантом изучены механизмы всех основных процессов, использованных в данной работе. Результаты работы имеет обоснованную основу, которые подкреплены результатами теоретических и экспериментальных исследований.</p> <p>В ходе научно-исследовательской работы проведен аналитический обзор литературы и патентных исследований. На основании анализа сформулировано направление данной работы. Выявлю того что зола обладает огромными запасами и занимает колоссальные земли вблизи городов, особый интерес применение технологии представляет для утилизации зол, получаемых в котельных вблизи города.</p>
<p>5. Принципы научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>К новым результатам и положениям диссертационной работы можно отнести:</p> <p>- впервые получены новые данные по термодинамике реакции взаимодействия компонентов золы с <math>CaCl_2</math> в окислительной атмосфере в интервале температур 900-1100 °С. Показана возможность разложения муллита до легкорастворимых соединений алюминия – анортита и геленита.</p> <p>- получены новые данные по термодинамике и кинетике процесса выщелачивания отарка соляной кислотой. Установлено, что выщелачивание отарка сопровождается выделением кремнезема в товарный продукт и максимальным более 99 % извлечением алюминия в раствор при <math>T:Ж=1:3</math>, <math>t=60</math> °С.</p> <p>- впервые определен механизм термического</p>



		<p>разложения ГХА и установлены оптимальные параметры процесса термического разложения ГХА: <math>T = 900\text{ }^{\circ}\text{C}</math> и продолжительность, <math>t = 2</math> часа. Показано, что получаемый оксид алюминия относится к «песчаному» типу и соответствует марке Г-00 согласно ГОСТ 30558-98 «Глинозем металлургический», и может использоваться в качестве сырья для получения металлического алюминия. Установлено, что при <math>900\text{ }^{\circ}\text{C}</math> образуется многофазный порошок, состоящий из смеси различных модификаций глинозема: <math>\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3</math> / <math>\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 = 90</math> масс. % / 10 масс. %.</p> <p>- установлены оптимальные параметры и режимы процессов – магнитной сепарации золы с получением железосодержащего продукта: крупность исходной золы 150 мкм; – обжиг немаягнитной фракции золы: <math>T = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; расход <math>\text{CaCl}_2</math> – в 2 раза превышающий его расход от СНК для полного разрушения муллита; <math>t = 60</math> мин; расход воздуха – 100 мл/мин; – выщелачивания: <math>T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; <math>T:Ж = 1:3</math>; концентрация <math>\text{HCl} - 30\%</math>; <math>t = 60</math> мин.</p> <p>- разработана технологическая схема комплексной переработки золы.</p> <p>Однако, хотелось бы узнать, проводились ли исследования по влиянию других кислот на процесс выщелачивания?</p> <p>Выводы, приведенные в работе, являются полностью новыми. Полученные результаты лабораторных работ по термическому разложению ЗШО Эквобасуэских углей с представляемыми термодинамическими расчётами и кристаллизацией хлористого алюминия из сернистой кислоты с термическим разложением ГХА с получением глинозема марки Г-00, прежде не публиковались.</p>
	<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	



	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Исходо из проведенных теоретических и экспериментальных работ разработана новая технология переработки золы от сжигания угля Алматинской ТЭЦ №2. Экономическая эффективность была рассчитана в обобщенной форме и в целом не отражает экономическую эффективность технологии, так как цены на получаемые продукты нестабильны.</p>
<p>6. Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualificationengesach и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Выводы, приведенные в работе, составлены в результате экспериментальных и физико-химических исследований. Это не противоречит основным теоретическим и практическим закономерностям в металлургии.</p>
<p>7. Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p>	<p>В работе рассмотрены 5 положений, выносимые на защиту, которые в полной мере экспериментально доказаны результатами проведенных лабораторных исследований по переработке золы.</p>
	<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>В диссертационной работе тривиальные элементы отсутствуют. Показанные в работе закономерности процессов анализируются современным теоретическим и технологическим подходом.</p>
	<p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Положения, изложенные в работс, новые. Результаты по теме работы ранее (кроме соискателем и в соавторстве) в литературе не описаны.</p>
	<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) <u>средний</u>;</p> <p>3) <u>широкий</u></p>	<p>Одно из положений непосредственно связан с переработкой накопленной и текущих отходов золы АО «Алматинские электрические станции» (ТЭЦ-2). Остальные четыре положения, пригодны для применения не только в Казахстане, но и за рубежом.</p>



	<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Результаты работы опубликованы в 3 публикациях в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК, в 1 статье в международном журнале, входящем в базу данных Web of Science, в 2 статьях в международных журналах, входящих в базу данных Scopus и 1 статье в журнале, входящем в базу данных РИНЦ. Результаты работы апробированы личным участием диссертанта на 4 международных конференциях.</p>
<p>8. Принципы достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Методика и методология, в данной работе, рассматривает свойства взаимодействия компонентов золы с хлоридом кальция, в процессе обжигта и выщелачивания огарка соляной кислотой. Результаты аргументированы использованием современных методов исследований и приборов. Выбор методологии в полной мере обоснована и хорошо согласуется с подходами, применяемыми в мировой практике.</p>
	<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>В работе применён целый спектр современных методов исследований: атомно-абсорбционный анализ, оптический эмиссионный анализ, термогравиметрический анализ, рентгенофазовый анализ, структурный анализ, ИК-спектроскопический анализ.</p>
	<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>-Получены новые данные по термодинамике реакций взаимодействия компонентов золы с <math>\text{CaCl}_2</math>. Показана вероятность разложения муллита хлоридом кальция до геленита (<math>\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7</math>) и анортита (<math>\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8</math>).</p> <p>-Доказана возможность высокого извлечения железа (до 80%) из золы с использованием магнитной сепарации в товарный продукт.</p> <p>-Получены новые данные по термодинамике и кинетике процесса выщелачивания огарка соляной</p>



		<p>кислотой. Показан механизм процесса выщелачивания. Определены оптимальные параметры процесса выщелачивания: <math>t=60\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, <math>T:Ж=1:3</math>, Концентрация <math>\text{HCl}=30\%</math>.</p> <p>-Определены оптимальные параметры всех процессов, использованных в данной работе.</p> <p>-Впервые определен механизм термического разложения ГХА. Получен оксид алюминия марки Г-00, ГОСТ 30558-98 «Глинозем металлургический».</p> <p>Однако, не показана скорость фильтрации пульпы, которая имеет значительную роль в гидрометаллургическом процессе.</p> <p>Важные утверждения, приведенные в диссертации, подтверждены ссылками на достоверную научную литературу.</p>
	<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично</u> подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p> <p>8.5 Исползованные источники литературы <u>достаточно</u>/не достаточно для литературного обзора</p>	<p>В работе приведен список литературы из 61 наименования.</p> <p>В целом, приведенные источники достаточно для формирования литературного обзора диссертационной работы.</p> <p>В диссертационной работе проведены комплексные исследования, направленные на извлечение основных металлов, из которой состоит зола. Тем самым, данная работа имеет большую теоретическую значимость.</p>
<p>9 Принцип практической ценности</p>	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет</p>	<p>При использовании разработанной технологической схемы были получены: железосодержащего продукта с высоким до 50 % содержанием железа; чистого кремнезема с содержанием более 95,0 % <math>\text{SiO}_2</math>; металлургического глинозема марки Г-00, пригодного для производства алюминия. Тем самым, приведенные</p>



	9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%); 4) не новые	в диссертационной работе результаты имеют высокую практическую значимость. Полученные товарные продукты доказывают об использовании всего потенциала золотшлаковых отходов как источник сырья. Тем самым, доказывают новшество для практики.
10. Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое. Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к таким работам, и отличается внутренним единством. Разделы диссертационной работы логически объединены и направлены на решение поставленных задач.

Диссертационная работа Даруеш Г.С. на тему: «Разработка комплексной технологии переработки золы с извлечением ценных металлов», выполнена в полном объеме и соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам Ph.D, имеет новизну и актуальность, и заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

Старший научный сотрудник  
РГП «Национальный центр по комплексной переработке  
минерального сырья Республики Казахстан»

Мадлыбаев Г.К.

