

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Пягай Игоря Николаевича **«Извлечение скандия и других металлов из красного шлама глинозёмного производства с поглощением токсичных газов печей спекания»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Красные шламы (КШ) – это токсичные, нерастворимые отходы глинозёмного производства и являются огромной проблемой как для производителя, так и для сопредельных территорий, представляя угрозу населению и окружающей среде. В первую очередь это связано с тем, что отсутствует эффективная технология их утилизации. При этом в мире накопилось уже свыше 2,0 миллиардов тонн КШ.

Существующие в настоящее время предложения по переработке КШ нашли лишь незначительное применение, либо вообще не используются по причине того, что во всех случаях необходимы процедуры предварительной обработки КШ. Вероятно, положительным результатом следует считать понимание того, что экономически оправданное использование КШ возможно лишь при комплексной переработке с извлечением наиболее ценных полезных компонентов. При этом отдельный интерес представляет извлечение скандия - металла, имеющего не только высокую стоимость в денежном выражении, но и чрезвычайно важного в плане технического применения.

Интерес к скандию связан с тем, что его использование позволяет создать ряд конструкционных материалов с уникальным сочетанием свойств. Небольшой вес, высокая прочность и термостойкость, отличающие металлический скандий, делают его ценным конструкционным материалом, который, несмотря на высокую стоимость, используется в ответственных узлах аэрокосмической техники. Однако более перспективным является применение скандия в алюминиевых сплавах, где его небольшие добавки значительно повышают прочностные и пластические характеристики и т.д. Но потребности развития современ-

ной техники приходят в противоречие с малыми масштабами производства скандия и его высокой стоимостью.

При извлечении скандия из КШ может быть реализован принципиально новый подход, в основе которого лежит способность скандия к комплексообразованию в щелочных средах. Совершенно очевидно, что в настоящее время назрела необходимость разработки такой технологии, применение которой позволит извлечь максимальное количество полезных компонентов из КШ, а саму основу направить для использования в смежные отрасли промышленности.

Таким образом, представленная диссертационная работа, посвященная установлению фундаментальных физико-химических свойств и особенностей поведения компонентов КШ в области высоких концентраций карбонизирующих и щелочных агентов, и созданию основ новой технологии извлечения скандия и других компонентов из отходов глинозёмного производства, несомненно **является актуальной.**

К **научной новизне** диссертационной работы следует отнести следующее:

1. Впервые обоснована возможность извлечения скандия и других полезных компонентов карбонизационным выщелачиванием КШ и сформулирована последовательность переработки продуктов фракционного гидролиза.
2. Установлены условия взаимодействия фазовых составляющих КШ по минимизации безвозвратных потерь глинозёма и каустической щелочи в составе отвального КШ.
3. Установлена взаимосвязь поведения циркония при карбонизационном выщелачивании КШ, его переход в скандиевый концентрат, а затем в продуктивный раствор в процессе кислотной переработки с получением товарного оксида скандия, позволившая разработать ранее неизвестный способ попутного извлечения циркония в виде фторцирконата калия (натрия) из продуктивного раствора после извлечения скандия.

4. Выявлены условия активации КШ на сорбционные характеристики токсичных элементов в сточных и подотвальных (шахтных) водах предприятий цветной металлургии.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

1. Разработана безопасная технология производства скандия и других компонентов непосредственной переработкой отвального КШ.

2. Впервые на основе разработанной технологии карбонизационного выщелачивания КШ организовано не имеющее мировых аналогов опытно-промышленное производство скандиевого концентрата с получением из него товарного оксида скандия и других редких металлов.

3. Установлены основные параметры, проведена оптимизация технологического регламента и составлены технологические карты процесса, позволяющие обеспечить рациональную комплексную переработку КШ в целевые продукты.

4. Усовершенствована гидрохимическая технология автоклавного выщелачивания КШ, позволяющая минимизировать потери глинозёма и каустической щелочи, направляемые в отвалы.

5. Установлены условия активации КШ диоксидом углерода в топочных газах, как сорбента к тяжелым металлам сточных и подотвальных (шахтных) вод цветной металлургии.

6. Разработанные технологии по переработке КШ позволят осуществить масштабную утилизацию вредных отходов и эффективное решение экологических проблем территорий за счет резкого снижения пылевых и газовых выбросов, а также будет способствовать уменьшению потребления первичных ресурсов.

Результаты работы достаточно полно обсуждены на региональных, всероссийских и международных конференциях и семинарах. Основные результаты работы отражены в 63 публикациях, в т.ч. в 15 изданиях, входящих в список изданий, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ и 2 патентах.

В целом следует отметить хороший уровень и разнообразие экспериментальных и расчетных методов исследования, представленных и использованных автором, квалифицированное обсуждение результатов.

Наряду с несомненными достоинствами, по работе следует сделать следующие замечания:

1. Соискатель неоднократно (разд.3.3.1 стр.104 и разд.4.1 стр. 117) указывает на тот момент, что пиromеталлургическая переработка КШ с получением сырьевых материалов для черной металлургии и строительной индустрии нерентабельна. На самом деле, последними разработками показано, что в этом направлении сделано много в плане улучшения рентабельности (патент РФ 2525394 «Способ переработки оксидных железосодержащих материалов» от 10.08.2014 г.). Желательно более подробно осветить данный вопрос, хотя он и не является целью представленной диссертации.

2. Отдельно по разделу 7:

- разд. 7.6 начинается с литературного обзора, но в нем не обсуждены ни методы легирования скандием, ни способы получения скандийсодержащих лигатур; непонятно на каком основании для лабораторных и полупромышленных исследований по получению скандийсодержащих лигатур (разд. 7.6.2 и 7.6.3) выбран метод инъекции порошка в расплав алюминия;

- в разд. 7.7. для выяснения влияния добавок КШ на свойства цементных изделий были проведены измерения времени схватывания, размерности и механической прочности тестовых образцов, но не проведена оценка радиоактивного излучения полученных образцов, а это известный факт;

- направленность автора на использование гидрохимических методов переработки видимо не позволила ему сравнить в разд. 7.8 эти методы с пирометаллургическими, которые в данном случае, вероятно, более пригодны для переработки титано-железистого концентрата;

- предложенный в разд. 7.9 способ подготовки отвального КШ к применению в черной металлургии, будет иметь низкую рентабельность, в первую очередь, вследствие малого объема получаемого продукта; более приемлем пи-

рометаллургический способ (патент РФ 2525394 «Способ переработки оксидных железосодержащих материалов» от 10.08.2014 г.).

3. По заключению следует отметить, утверждение автора о том, что «Систематическое использование разработанных в настоящей работе подходов, в принципе, позволяет значительно уменьшить объемы отвального красного шлама, улучшить экологию глиноземного производства и высвободить территории шламохранилищ для рекультивации и хозяйственного использования» не совсем соответствует истине, т.к. содержание компонентов, которые могут быть утилизированы с помощью предлагаемых подходов в КШ невелико; при этом в разд. 4.1. (стр. 117) автор сам отмечает, что при лучшем стечении обстоятельств из 1 млн.т КШ может быть переработано примерно 320 тыс.т.

Сделанные замечания носят частный характер и не меняют общего положительного мнения о рецензируемой работе.

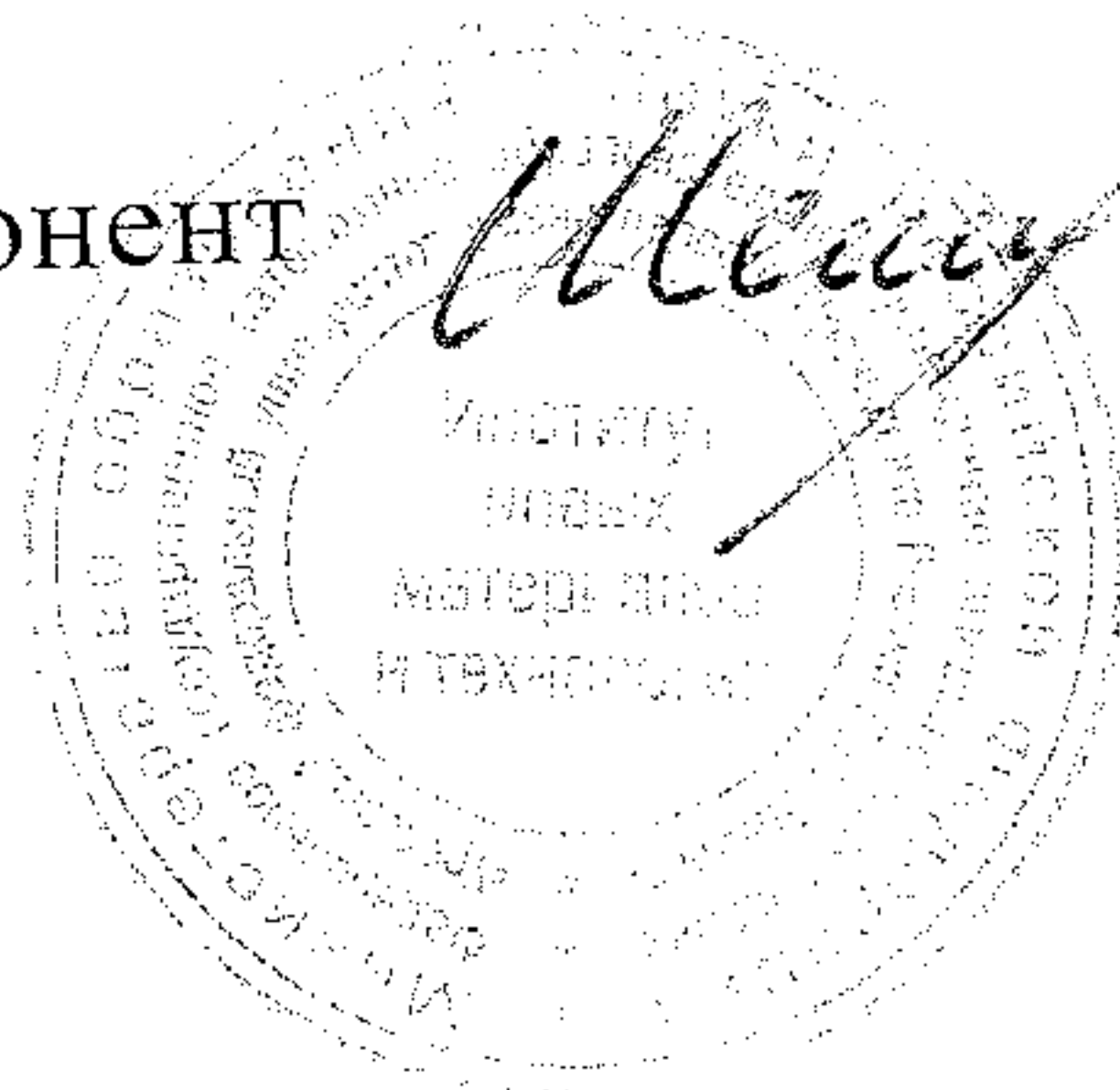
ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация И.Н. Пягая является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенного автором комплекса исследований решена актуальная научно-техническая проблема по установлению фундаментальных физико-химических свойств и особенностей поведения компонентов красных шламов в области высоких концентраций карбонизирующих и щелочных агентов, и созданию основ новой технологии извлечения скандия и других компонентов из отходов глиноземного производства, заключающаяся в применении разработанной карбонизационной технологии, позволяющей извлечь из КШ значительное количество глинозема, щелочи, титана, циркония и скандия. Использование разработанных автором работы подходов, позволяет улучшить экологию глиноземного производства. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Автореферат диссертации отражает её содержание.

Все сказанное выше дает основание считать, что диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335, а ее автор **Пягай Игорь Николаевич** заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент



Шешуков

Шешуков Олег Юрьевич, доктор технических наук, директор Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

620002, г. Екатеринбург,
ул. Мира, 28.
Тел.: (343) 3754439
E-mail: o.j.sheshukov@urfu.ru

Я, Шешуков Олег Юрьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе

Шешуков

02.03.2017.

