

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук КОЗЕНКО Алёны Эдуардовны по теме: «Переработка фторсодержащего техногенного сырья алюминиевого производства с целью получения криолита», специальность: 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов

Представленный автореферат диссертации указывает на то, что работа выполнена на высоком научном и техническом уровне с использованием современного специализированного оборудования и программного обеспечения. Работа посвящена актуальной теме эффективного использования вторичных ресурсов при производстве алюминия и снижения экологической нагрузки на территории крупного промышленного предприятия. Работа содержит научную новизну и практическую значимость. Следует особо отметить, что автор использовал современный и весьма перспективный способ интенсификации процесса выщелачивания, который заключается в воздействии на систему ультразвуком. Данный подход в разных отраслях показал значительный эффект от его использования по сравнению с другими способами интенсификации гетерогенных процессов в системе жидкость-твердое тело. И в данном конкретном случае применение ультразвука позволило получить качественно иной, более высокий результат. От практического отсутствия процесса выщелачивания до весьма интенсивного его протекания при использовании всех рассмотренных источников сырья.

На основе теоретических исследований предложен способ получения криолита из техногенного сырья – отходов алюминиевого производства (пыль, улавливаемая в электрофильтрах, шламы «мокрой» газоочистки, хвосты флотации угольной пены и отходы футеровки электролизёров - ОФЭ), что подтверждается наличием соответствующего патента РФ на изобретение (№ 2791681). Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена применением современных отработанных методик исследований и аттестованных измерительных приборов такими как рентгенофлуоресцентный (РФА), химический, рентгенофазовый (рентгено-структурный), рентгеноспектральный (РС), титриметрический анализы, а также сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), математическое планирование эксперимента и моделирование процессов на основе полученных результатов.

Личный вклад автора в проведении работ по диссертации находится на высоком уровне как в части теоретических исследований, так и практических экспериментов, обработки полученных данных и оформлении результатов, что говорит о готовности соискателя к дальнейшей самостоятельной научной работе. Состоялось обстоятельное обсуждение материалов диссертации на конференциях международного уровня и основные результаты исследований опубликованы в достаточно авторитетных научных периодических изданиях соответствующего профиля.

*Зобнин*



Вместе с тем следует отметить пожелания и рекомендации касательно данной диссертации, которые, никоим образом не умаляют научной и практической значимости проведённой работы. В частности:

1. На странице 8, таблица 1 суммирование данных касательно химического состава материалов, включая содержание прочих компонентов «Шлам газоочистки» и «Пыль электрофильтров» не даёт 100%, а даёт 92,75% и 91,54% соответственно. При этом сумма по материалу «Хвосты флотации» даёт 100%. Возможно необходимо какое-то уточнение в этой связи;
2. На странице 11 указывается, что «пробы ОФЭ характеризуются неоднородностью распределения элементов, содержание фтора находится в диапазоне 15,6–18,96 % масс.». В то же время, здесь же в таблице 2 указано, что содержание фтора в ОФЭ составляет 9,25; 50,02; 5,81 для спектров 2,3,4 соответственно. В спектре 1 фтор не обнаружен. Правда, в таблице 2 не указана размерность измерения содержания компонентов ОФЭ. В этой связи, вероятно, нужно уточнить данные. По крайней мере указать размерность данных в таблице 2;
3. На странице 12 указано, что «Основными ионами в щелочном растворе являются  $\text{Na}^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{F}^{2-}$ ,  $\text{NaF}^0$ ,  $\text{AlF}_4^-$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ,  $\text{AlO}_2^-$ .» Однако  $\text{NaF}^0$  судя по формуле, не несёт заряда и поэтому его нельзя отнести к ионам. Либо здесь просто опечатка. Необходимо уточнить;
4. На страницах 13 и 18 представлена математическая модель процесса выщелачивания « $y = 7,79 + 2,38x_1 - 1,86x_2 - 1,03x_3 - 1,04x_1x_2 - 0,78x_1x_3$ ». По тексту при этом не указано, какой параметр является целевой функцией в данной модели. Из рисунка 6 на странице 14, который, вероятно, является графическим отображением модели можно догадаться, что  $y$  – это концентрация иона фтора в продуктивном растворе выщелачивания. Наверное, необходимо более детально уточнить по тексту автореферата, чем является параметр  $y$ , и что рисунок 6 является графическим отображением модели « $y = 7,79 + 2,38x_1 - 1,86x_2 - 1,03x_3 - 1,04x_1x_2 - 0,78x_1x_3$ ».

В порядке предложения для соискателя по дальнейшим исследованиям, на будущее (не связано с какими-либо поправками в структуру диссертации) в этом направлении предлагается:

1. Было бы любопытно выяснить чем вызван самопроизвольный разогрев пульпы при выщелачивании. Характерен он только для выщелачивания ОФЭ или наблюдается в других случаях;
2. Желательно изучить влияние на процесс выщелачивания весьма важных параметров – частота и мощность ультразвукового излучения. Диапазон ультразвуковых волн очень велик. В работе затронут только лишь самый нижний его край в районе 20 кГц. Увеличение частоты и мощности волн может весьма позитивно сказаться на параметрах процесса выщелачивания. Неспроста применение сходящейся на конус насадки дало положительный эффект. Возможно, такая форма сконцентрировала (сфокусировала) поток волн и обеспечила более высокую плотность мощности излучения на сечение луча ультразвука. Более высокая частота

Зобнин



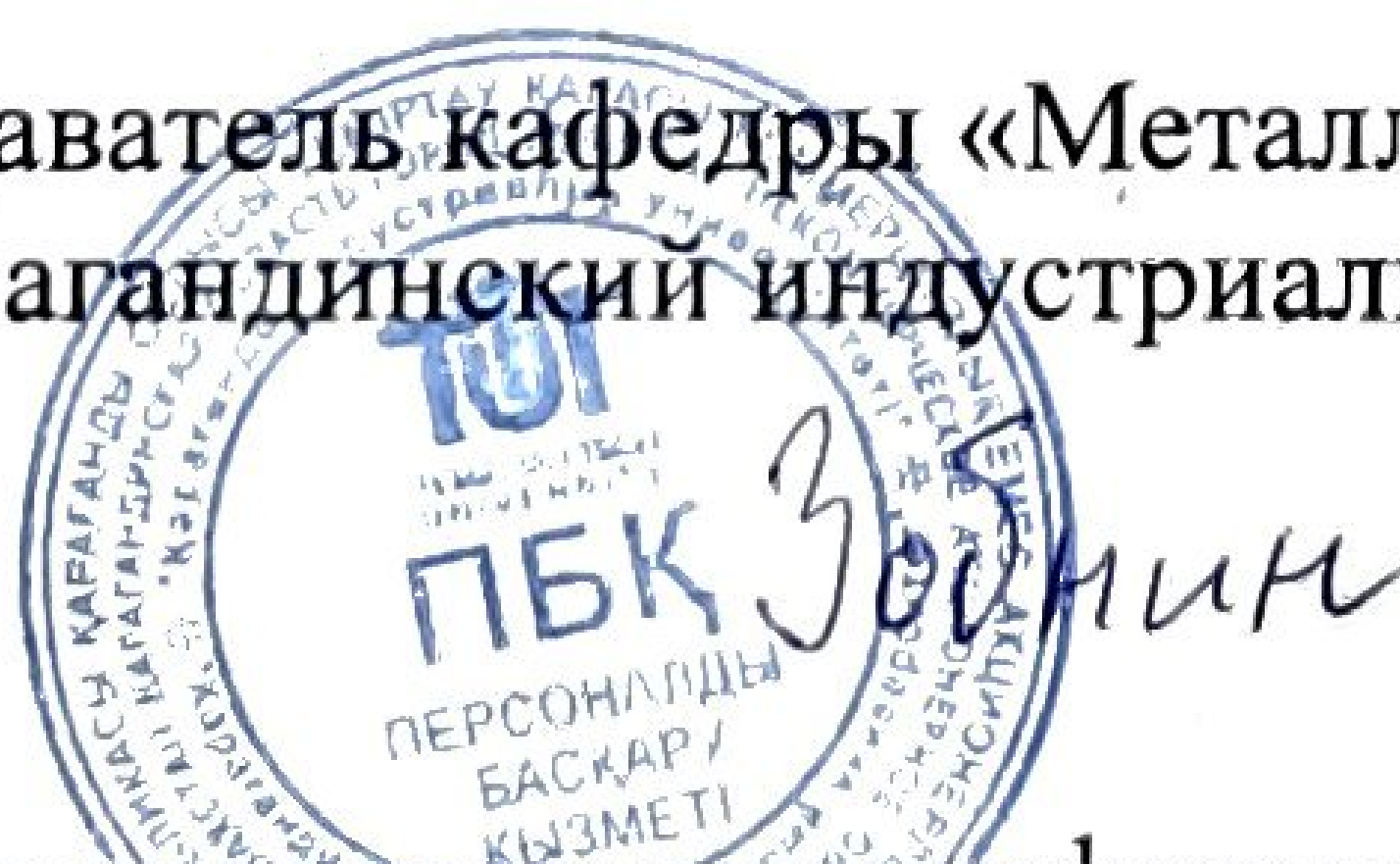
ультразвука поможет интенсивнее раскачивать частицы сырья в потоке, увеличит их распад на более мелкие частицы, повысит активную поверхность и ускорит процесс выщелачивания. Может быть, что при этом отпадёт необходимость в перемешивании и нагреве пульпы;

3. Необходимо продолжить данную работу с целью определения основных критериев гидродинамического подобия процесса перемешивания пульпы с целью обеспечения возможности переноса полученных результатов в промышленный масштаб и проектирования соответствующего промышленного оборудования процесса выщелачивания;

4. Если рассчитать себестоимость производства криолита из отходов производства и себестоимость первичного криолита, то можно определить экономический эффект от снижения расходов на закупку сырья для производства первичного криолита.

В заключении следует отметить, что рассмотренная диссертация соответствует специальности «2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов» и отрасли наук «технические», по которым она представлена к защите. Кроме того, данная диссертационная работа соответствует требованиям п.9 Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней.

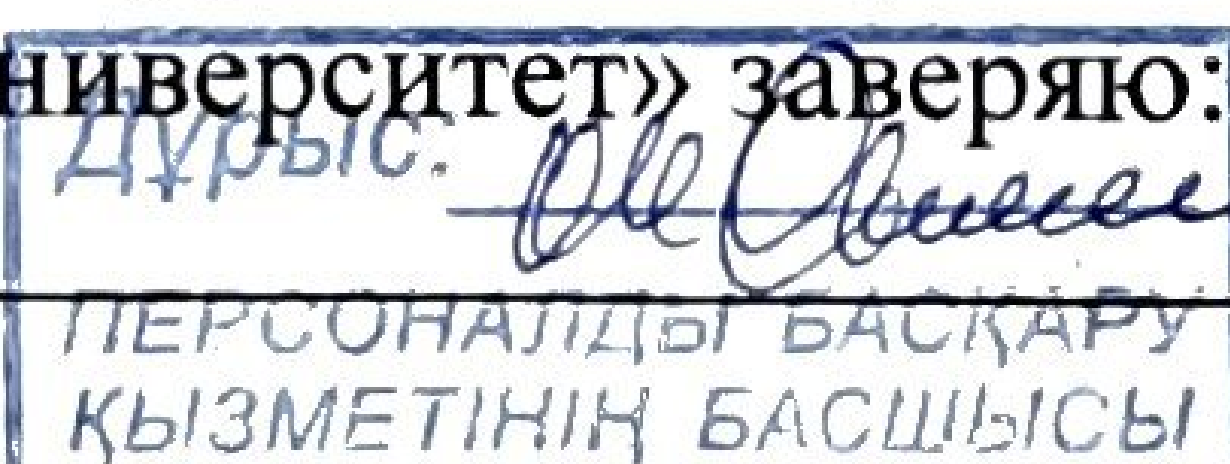
Ст.преподаватель кафедры «Metallургия и материаловедение»,  
НАО «Карагандинский индустриальный университет», к.т.н.



Зобнин Н.Н.

Подпись ст.преподавателя кафедры «Metallургия и материаловедение»,  
НАО «Карагандинский индустриальный университет» заверяю:

*Селезнева Р.О.*



101400, Республика Казахстан, Карагандинская область, г. Темиртау, пр. Республики 30.

Телефон: 8 (7213) 91-56-26; 91-16-59; 91-42-66.

Тел/факс: 8 (7213) 91-56-26

E-mail: [info@tttu.edu.kz](mailto:info@tttu.edu.kz)

Сайт: [www.tttu.edu.kz](http://www.tttu.edu.kz)

Зобнин Николай Николаевич

[n.zobnin@tttu.edu.kz](mailto:n.zobnin@tttu.edu.kz)

[zobninn@mail.ru](mailto:zobninn@mail.ru)

+7 701 396 5445

25.10.2023 г.