

feladó: Professor Dr Habil Petar Sabev Varbanov
Széchenyi István University

címzett: Mr Zhanserik Shoshay
NJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University»
D. Serikbayev STR., 19, 070004, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

Re: Evaluation of the foreign scientific adviser on the thesis work of doctoral student Shoshay Zhanserik «Research and development of a hydrometallurgical scheme of combined processing of technological sources and "e-waste». Submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the educational programme 8D07201(6D070900) –Metallurgy’

To Whom it May Concern

Currently, there is a stable demand for non-ferrous metals. As a raw material source for the extraction of copper, gold and silver, electronic scrap and technogenic waste deserve great attention. Spent electronic printed circuit boards and technogenic waste contain significant amounts of non-ferrous metals.

The purpose of the dissertation work is to study the form of non-ferrous metals in technogenic raw materials and ‘e-waste’ to increase the recovery of copper, gold and silver by intensification of hydrometallurgical processing using modern methods and hardware - technological design of processes

In his thesis, Mr Shoshay conducted all the experiments necessary for successful scientific work using a wide range of physical and chemical research methods on technogenic and e-waste raw materials. As a result of research, the author has received new data on the thermodynamics and kinetics of leaching processes with ultrasonic and without activation.

Based on the obtained kinetic data for the first time:

- The mechanism of the process of sulphuric acid leaching of copper from aged slags of the Balkhash copper smelter with the influence of ultra-high-frequency radiation was determined. The influence of super high-frequency radiation on the increase of copper extraction rate at temperatures from 25 °C to 85 °C due to a decrease of activation energy from 19,108 kJ/mol (without a microwave) to 15,517 kJ/mol that testifies to a decrease of the threshold of diffusion limitation of leaching process rate has been substantiated;
- The mechanism of reaction flow of gold leaching by aqueous solution of thiourea from tailings of flotation enrichment MZF-1 with pretreatment of raw materials with ultra-high frequency radiation was established. Increase in gold recovery by increasing pyrite stripping from 94.7 (without microwave) to 97.35 (microwave) containing gold inclusions by direct heating of metal inclusions with ultra-high frequency radiation, which leads to a decrease in the activation energy of the process due to a reduction in the layer of waste rock and a decrease in diffusion limitation, has been substantiated.
- The influence of intensifying ultrasonic radiation on the extraction of gold and silver from e-waste, in an aqueous solution of thiourea, at temperatures from 25 °C to 60°C has been substantiated, which is expressed in the reduction of the activation energy of the process of gold

and silver extraction from 31,087 kJ/mol (with ultrasound treatment) to 14,941 kJ/mol and from 26,618 kJ/mol (without ultrasound treatment) to 13,098 kJ/mol, respectively, which indicates a lowering of the threshold of diffusion limitation of the leaching process rate.

- A five-factor mathematical model of the process of gold extraction by leaching in aqueous thiourea solution with intensification of the process by ultrasound from mixed technogenic waste and 'e-waste' was obtained.

The thesis by Mr Shoshay is presented logically and is well-structured, with competent argumentation and consistent presentation of the material. The conclusions are properly substantiated. The main provisions of the work are presented in 6 papers, 5 of which are published in Scopus journals and 1 paper in a journal recommended by the Committee for Quality Assurance of Science and Higher Education of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, as well as obtained a patent for utility model RK № 8276 from 21.07.2023 'Method of gold extraction from refractory ores, secondary and technogenic raw materials'.

Overall, the presented thesis is delivered at a high scientific level, and its author is worthy of awarding the degree of Doctor of PhD in the Educational Programme 8D07201 (6D070900) - Metallurgy.



Petar Sabev Varbanov

Professor Dr Habil

feladó: Professor Dr Habil Петър Събев Върбанов
Széchenyi István University

címzett: Mr Zhanserik Shoshay
НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева»
Республика Казахстан, ВКО, 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19

Re: Отзыв

Зарубежного научного консультанта на диссертационную работу докторанта Шошай Жансерик «E – waste» және техногендік шикізатты бірлестіре өңдеудің гидрометаллургиялық схемасын зерттеу және әзірлеу («Исследование и разработка гидрометаллургической схемы совместной переработки техногенного сырья и «E-waste») представленную на соискание степени доктора философии PhD по специальности 8D07201 (6D070900)- «Металлургия»

В настоящее время имеется стабильный спрос на цветные металлы. В качестве сырьевого источника для извлечения меди, золота и серебра большого внимания заслуживают электронный лом и техногенные отходы. В отработанных электронных печатных платах и техногенных отходах содержится значительное количество цветных металлов.

Целью диссертационной работы является изучение формы нахождения цветных металлов в техногенном сырье и «e-waste» для повышения извлечение меди, золота и серебра путем интенсификации гидрометаллургической переработки с использованием современных методов и аппаратурно – технологического оформления процессов

В своей диссертационной работе Шошай Жансерик провел все необходимые для успешной научной работы эксперименты с применением большого спектра физико-химических методов исследования техногенного и e-Waste сырья. В результате исследований автором получены новые данные по термодинамике и кинетике процессов выщелачивания с активацией УЗВ и без.

На основе полученных кинетических данных впервые:

- определен механизм протекания процесса серноокислотного выщелачивания меди из лежалых шлаков Балхашского медеплавильного завода с воздействием сверхвысокочастотного излучения. Обосновано влияние сверхвысокочастотного излучения на повышение скорости извлечения меди при температурах от 25°C до 85°C за счет снижения энергии активации с 19,108 кДж/моль (без СВЧ) до 15,517 кДж/моль, что свидетельствует о понижении порога диффузионного лимитирования скорости процесса выщелачивания;
- установлен механизм протекания реакции выщелачивания золота водным раствором тиокарбамида из хвостов флотационного обогащения МЗФ-1 с предварительной обработкой сырья сверхвысоко частотным излучением. Обосновано увеличение извлечения золота за счет повышения вскрытия пирита с 94,7 (без СВЧ) до 97,35 (СВЧ) содержащего вкрапления золота непосредственным нагревом металлических включений сверхвысоко частотным излучением, которое приводит к снижению энергии активации процесса за счет уменьшения слоя пустой породы и снижения диффузионного ограничения

- обосновано влияние интенсифицирующего воздействия ультразвукового излучения на извлечение золота и серебра из e-waste, в водном растворе тиокарбамида, при температурах от 25°C до 60°C выраженное в снижении энергии активации процесса извлечения золота и серебра с 31,087 кДж/моль (без УЗВ) до 14,941 кДж/моль и с 26,618 кДж/моль (без УЗВ) до 13,098 кДж/моль соответственно, что свидетельствует о понижении порога диффузионного лимитирования скорости процесса выщелачивания.
- получена пяти факторная математическая модель процесса извлечения золота путем выщелачивания в водном растворе тиокарбамида с интенсификацией процесса ультразвуком из смешанных техногенных отходов и «e-waste».

Диссертация Шошай Жансерик представляется как логически выстроенная работа с грамотной аргументацией и последовательным изложением материала. Выводы обоснованы. Основные положения работы изложены в 6 работах, 5 из которых опубликованы в журналах Scopus и 1 работа в журнале рекомендованного Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, а также получен патент на полезную модель РК №8276 от 21.07.2023 «Способ извлечения золота из упорных руд, вторичного и техногенного сырья».

В целом, представленная диссертация выполнена на высоком научном уровне, а ее автор, достоин присуждения ученой степени доктора PhD по образовательной программе 8D07201 (6D070900) – Металлургия



Петър Събев Върбанов

Professor Dr Habil