



MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, RESEARCH,
AND TECHNOLOGY
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, ENGINEERING FACULTY
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING EDUCATION

Address : Karangmalang Campus, Yogyakarta, 55281, Indonesia
Phone: (0274) 586168 No. 281; Direct call : 520327 ; Fax : 520327
E-mail : ptmesin@uny.ac.id

REVIEW

of Overseas Research Supervisor on the dissertation work of Maral Dyussebekova
"Development of Slag Depletion Technology for Autogenous Smelting of Copper Sulfide
Concentrates" presented for application of scientific degree of Doctor of Philosophy (Ph.D.) in
specialty no. 8D07204 - "Metallurgical Engineering"

In the context of diminishing concentrations of primary metals in mined ores, the creation of highly efficient technologies for reducing metal content in copper slags becomes a pivotal aspect for the non-ferrous metallurgy industry. Slags enriched with non-ferrous and precious metals not only represent economic losses due to the waste of valuable raw materials but also pose ecological risks. Conventional metallurgical processing methods fail to achieve optimal technological outcomes, particularly regarding copper extraction. Therefore, the technology of slag depletion is an important task that contributes to the reduction of metal losses and the minimization of environmental impact.

The doctoral dissertation of Maral Dyussebekova titled "Development of Slag Depletion Technology for Autogenous Smelting of Copper Sulfide Concentrates" is dedicated to the problem of efficient processing of copper slags. The dissertation systematically addresses the tasks defined by the author. Each chapter presents scientifically substantiated conclusions with logical justification. The key research findings can be summarized as follows:

- The use of X-ray phase analysis and Scanning Electron Microscopy (SEM) methods to study flux ores is an innovative approach that has identified for the first time the high content of Al_2O_3 and its binding with silica into various aluminosilicates, affecting the fluxing ability of the ores. The calculations of the fluxing ability of ores from different deposits provide valuable data for selecting optimal smelting conditions and can influence the choice of raw materials.

- New data on the behavior of coal as an additional heat source during smelting expand the understanding of thermal processes in metallurgy.

- New findings on slag reduction under deep reduction conditions at extremely low P_{O_2} values ($<10^{-10}$ atm) open up prospects for improving metal extraction technological processes.

- The proposed improved design of the Vanyukov furnace, with two zones and a reducer supply system through tuyeres, is a significant innovation that can enhance the process of copper extraction from slag.

Maral A. Dyussebekova has a solid theoretical foundation in the field of copper pyrometallurgy and possesses a sufficient level of English proficiency for studying international literature and presenting at international conferences. Together with the doctoral candidate, an article has been written, and a presentation has been prepared for a conference.

Maral A. Dyussebekova – deserves the award of a Doctor of Philosophy (Ph.D.) degree in the specialty 8D07204 - "Metallurgical Engineering".

Prof. Dr. Eng. Didik Nurhadiyanto

Overseas Research Supervisor

Prof. Dr. Mutiara Nugraheni

Dean of Engineering Faculty
Universitas Negeri Yogyakarta



MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, RESEARCH,
AND TECHNOLOGY
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, ENGINEERING FACULTY
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING EDUCATION

Address : Karangmalang Campus, Yogyakarta, 55281, Indonesia
Phone: (0274) 586168 No. 281; Direct call : 520327 ; Fax : 520327
E-mail : ptmesin@uny.ac.id

ОТЗЫВ

зарубежного научного консультанта на диссертационную работу Дюсебековой Марал Адельбековны «Разработка технологии обеднения шлаков автогенной плавки медных сульфидных концентратов», представленную на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия»

В контексте снижения содержания основных металлов в добываемых полезных ископаемых, создание высокоэффективных технологий для снижения содержания металлов в медных шлаках становится ключевым аспектом для цветной металлургии. Шлаки, обогащенные цветными и драгоценными металлами, несут в себе не только экономические потери из-за утраты ценного сырья, но и создают экологические риски. Стандартные методы металлургической переработки не позволяют достичь оптимальных технологических результатов, особенно в отношении извлечения меди. Поэтому, технология обеднения шлаков представляет собой важную задачу, которая способствует сокращению металлических потерь и уменьшению влияния на окружающую среду.

Диссертационная работа докторанта Дюсебековой Марал Адельбековны на тему «Разработка технологии обеднения шлаков автогенной плавки медных сульфидных концентратов», посвящена проблеме эффективной переработки медных шлаков. В диссертационной работе последовательно решены задачи, определенные автором. В каждой главе приведены научно обоснованные выводы с логическим обоснованием. Ключевые результаты исследования можно суммировать следующим образом:

-Использование методов рентгенофазового анализа и сканирующей электронной микроскопии (SEM) для изучения флюсовых руд является новаторским подходом, который позволил впервые идентифицировать высокое содержание Al_2O_3 и его связывание с кремнеземом в различные алюмосиликаты, что влияет на флюсующую способность руд. Расчеты флюсующей способности руд из различных месторождений представляют ценные данные для выбора оптимальных условий плавки и могут влиять на выбор сырьевой базы.

-Получение новых данных о поведении угля как дополнительного источника тепла в процессе плавки расширяет понимание тепловых процессов в металлургии.

-Новые данные о восстановлении шлака в условиях глубокого восстановления при экстремально низких значениях PO_2 ($<10^{-10}$ атм) открывают перспективы для улучшения технологических процессов извлечения металлов.

-Предложенная усовершенствованная конструкция печи Ванюкова, с двумя зонами и системой подачи восстановителя через фурмы, является значительным нововведением, которое может улучшить процесс извлечения меди из шлака.

Дюсебекова М.А. имеет хорошую теоритическую подготовку в области пирометаллургии меди и имеет уровень знаний английского языка, достаточный для изучения иностранной литературы и выступления с докладом на международных конференциях. Совместно с докторантом была написана одна статья, а также подготовлен доклад на конференцию.

Диссертационная работа докторанта Дюсебековой Марал Адельбековны на тему «Разработка технологии обеднения шлаков автогенной плавки медных сульфидных концентратов», выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07204 – «Металлургическая инженерия».

Профессор, Доктор PhD Дидик Нурхадианто

зарубежный научный консультант



Профессор, Доктор PhD Мутиара Нуграхени

Декан факультета инженерии
Университета Негери Йогьякарта