

## РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ

на гл. ас. г-р Теодора Маврова Янкова

представени за участие в конкурс за доцент  
по Професионално направление 5.8. Проучване, добив и обработка на  
полезните изкопаеми, научна специалност "Обогатяване и рециклиране на  
суровини", за нуждите на катедра „Обогатяване и рециклиране на  
суровини“, МГУ „Св. Иван Рилски“

### Хабилитационен труд - монография (по група показатели В)



И.И. Янкова, Т. Възможности за преработка на първични сулфидни руди от меднопорфирни находища, Изг. къща „Св. Иван Рилски“, ISBN: 978-954-353-469-2, 2024, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, УДК: 622.7, COBISS.BG-ID: 64442376. Монография.

Yankova, T. Possibilities for primary sulphide ores processing from porphyry - copper deposits, Publishing House "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN: 978-954-353-469-2, 2024, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC: 622.7, COBISS.BG-ID: 64442376. Monograph.

## РЕЗЮМЕ.

Целта на монографията е да представи технологичните възможности за обогатяване на първични сулфидни руди от меднопорфирни находища. Съдържанието на монографията е оформено в три глави.

В Глава I са изучени и представени медните находища, минерали и руди. Извършен е подробен обзор и задълбочен анализ на технологичните възможности за преработката им, както и на възможностите на технологичните изследвания за обогатимост.

Във Втора глава са представени проведените технологични изследвания за обогатимост на сулфидна руда от меднопорфирно находище, с цел получаване на меден концентрат. Представени са разработените колективно-селективна схема и технологичен режим за обогатяване на първични сулфидни руди.

Трета глава задълбочено и последователно дава информация за реализираните технологични изследвания за обогатимост на сулфидна руда за получаване на молибденов концентрат. Прилагат се оригинални данни от извършените химични, зърнометрични и минераложки изследвания на сулфидната руда, като база за лабораторните експерименти, охарактеризиращи състава ѝ.

Монографията отразява много нови резултати с приносен характер в една колкото класическа, толкова и динамично развиваща се актуална област като флотацията - универсален процес за обогатяване на минерални суровини.

Основните научно-приложни приноси на монографията са свързани с разработването на иновативна научно-изследователска програма за изучаване обогатимостта на първична сулфидна руда от меднопорфирно находище и разработването на колективно-селективна схема и технологичен режим за обогатяване на първични сулфидни руди.

Монографията е базирана на задълбочените изследвания на авторката в областта на технологиите за преработка на първични сулфидни руди, повечето от които са докладвани на международни конференции и публикувани в специализирани рецензирани издания.

Монографията е предназначена за специалисти, занимаващи се с проблемите в областта на преработката на полезни изкопаеми. Книгата би била полезна за преподаватели, докторанти и студенти, от различни области, изследващи технологиите за преработка на минерални суровини.

## **ABSTRACT.**

The purpose of the monograph is to study and presented the technological possibilities for beneficiation of primary sulphide ores from porphyry - copper deposits. The monograph content is organized into three chapters.

In Chapter I, copper deposits, copper minerals and copper ores are studied and presented. A detailed review and in-depth analysis of the technological possibilities for copper ores processing, as well as the possibilities of beneficiation technological studies, was carried out.

The second chapter presents the technological studies carried out for beneficiation of sulphide ore from a porphyry - copper deposits in order to copper concentrate obtain. The developed selective-bulk flotation flowsheet and technological regime for primary sulphide ores beneficiation are presented.

The third chapter thoroughly and consistently provides information on the implemented technological studies for sulfide ore beneficiation to molybdenum concentrate obtain.

Original data from sulphide ore chemical, particle size and mineralogical studies are presented, as a basis for the laboratory experiments characterizing sulphide ore composition.

The monograph present many new results in a classic and dynamically developing field such as flotation - a universal process for mineral processing.

The main monograph scientific and applied contributions are related to an innovative research program development for studying the beneficiation of primary sulphide ore from a porphyry - copper deposits, development of selective-bulk flotation flowsheet and technological regime for primary sulphide ores beneficiation.

The monograph is based on the author's in-depth research in the field of primary sulfide ores processing technologies, most of which have been reported at international journals and conferences and published in specialized peer-reviewed publications.

The monograph is intended for specialists dealing with problems in mineral processing field. The book would be useful for lecturers, PhD students and students, from various fields, researching mineral processing technologies.

Публикувана книга на базата защитен дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“ (по група показатели Г)



II.2. Янкова, Т. Технологии за извличане на цветни и благородни метали от междинни металургични продукти, Изд. къща „Св. Иван Рилски“, ISBN 978-954-353-440-1, 2021, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, УДК: 669.2/.8.08, COBISS.BG-ID: 50321416. Публикувана книга написана на база защитен дисертационен труд, за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“.

Yankova, T. Technologies for non-ferrous and precious metals extracting from metallurgical intermediate products, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN 978-954-353-440-1, 2021, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC: 669.2/.8.08, COBISS.BG-ID: 50321416. Published book on the basis of defended dissertation work for awarding educational and scientific degree "Doctor".

## РЕЗЮМЕ.

Книгата „Технологии за извличане на цветни и благородни метали от междинни металургични продукти“ е посветена на изучаване на технологиите за извличане на цинк, сребро, олово и мед от цинков кек, получен при хидрометалургичното извличане на цинк от угарка, след окислителното пържене на цинкови концентрати, преди пирометалургичния Велц процес.

Съдържанието на книгата обхваща изучаване на металургическите процеси и технологии, металургията на цинка, минералите и рудите на цинка, неговите свойства и приложение на цинка и неговите сплави.

Представено е световното производство и потребление на цинк, както и методите за неговото получаване и хидрометалургичното му извличане.

Разгледани са теоретичните основи на извличането на цинк, поведението на компонентите на угарката, факторите влияещи върху хода на процеса и схемите на хидрометалургично извличане (непрекъснато неутрално извличане на цинка от угарката, непрекъснато кисело извличане на цинка от цинковия кек, неутрализация на цинковия кек). Изучено и представено е влиянието на желязото в технологичните схеми при преработката на цинкови концентрати.

Посочена е информация за тенденциите при преработката на цинкови концентрати. Извършен е задълбочен обзор и анализ на най-обещаващите алтернативи на цианидните технологии при извличане на благородни метали.

#### **ABSTRACT.**

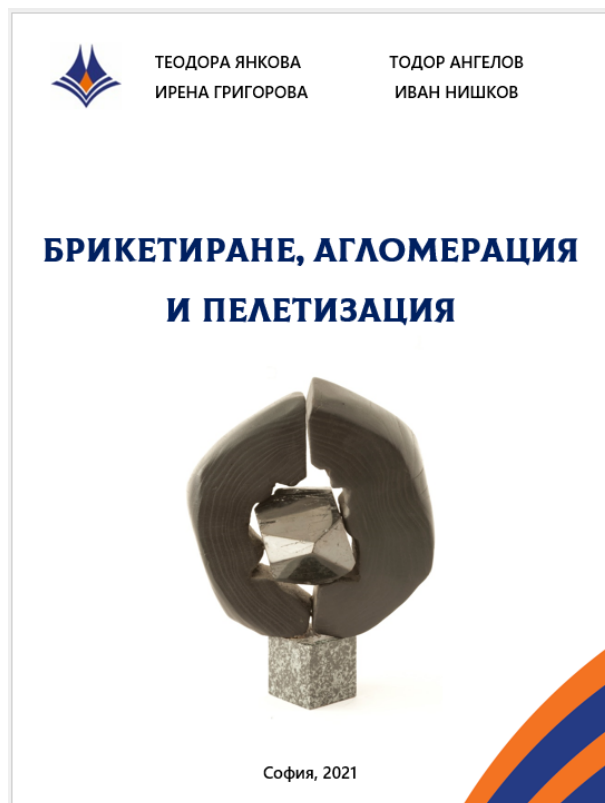
The book "Technologies for non-ferrous and precious metals extracting from metallurgical intermediate products" is devoted to study the technologies for zinc, silver, lead and copper extraction from zinc cake obtained during the hydrometallurgical extraction of zinc from slag, after the oxidative frying of zinc concentrates, prior to the pyrometallurgical Velz process.

The book content covers the study of metallurgical processes and technologies, zinc metallurgy, zinc minerals and ores, zinc properties and applications and zinc alloys. The zinc world production and consumption, as well as the methods for its production and hydrometallurgical extraction, are presented.

The zinc extraction theoretical basis, the behavior of the tailings components, the factors influencing the course of the process and the hydrometallurgical extraction flowsheets are discussed (continuous neutral extraction of zinc from slag, continuous acid extraction of zinc from zinc cake, zinc cake neutralization). The influence of iron in the technological flowsheets in the zinc concentrates processing has been studied and presented.

Information on trends in the zinc concentrates processing is provided. An in-depth review and analysis of the most promising alternatives to cyanide technologies in precious metals extraction has been carried out.

Публикувани университетски учебници или учебници, които се използват в училищната мрежа (по група показатели Е)



И.З. Янкова, Т., Т. Ангелов, И. Григорова, И., Нишков. Брикетиране, агломерация и пелетизация, Изд. къща „Св. Иван Рилски“, ISBN 978-954-353-439-5, 2021, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, УДК: 622.7(075.8) 662.8(075.8), COBISS.BG-ID 50283784. Учебник за ВУЗ.

Yankova, T., T. Angelov, I. Grigорова, I. Nishkov. Briquetting, sintering and pelletizing, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN 978-954-353-439-5, 2021, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC:

622.7(075.8) 662.8(075.8), COBISS.BG-ID 50283784. University textbook.

## РЕЗЮМЕ.

Учебникът „Брикетиране, агломерация и пелетизация“ е посветен на въпросите свързани с технологичните процеси за уедряване: брикетиране, агломерация и пелетизация. Г

лава първа включва изучаване и представяне на въглищата и техните свойства, видове твърди изкопаеми горива, състав, строеж, свойства и изгаряне на въглищата, стандарти и методика за определяне качествените показатели на въглища.

Втора глава е посветена на исторически сведения, същност, цели и задачи, съвременни представи и хипотези за процеса брикетиране на въглища без свързващи и със свързващи вещества. Представено е влиянието на технологичните параметри върху процеса брикетиране, разгледани са технологичните аспекти на процеса, видовете свързващи вещества, специфичните технологични особености при брикетиране на въглища със

свързващи вещества, както и методите за определяне качествените показатели на брикетите.

Трета глава представя брикетирането на твърди битови отпадъци. Четвърта глава обхваща основни сведения и същност на агломерационният процес. Пета глава включва пелетицията на полезни ископаеми, биогорива и производството на биопелети.

#### **ABSTRACT.**

The first chapter of the textbook "Briquetting, sintering and pelletizing" is dedicated to study and presentation of coal and its properties, solid fossil fuels types, coal composition, properties and combustion, standards and methods for determining the coal quality indicators.

The second chapter is devoted to historical information, essence, goals and tasks, modern ideas and hypotheses about the coal briquetting process without binders and with binders. The influence of the technological parameters on the briquetting process is presented, the process technological aspects, binders types, coal briquetting with binders specific technological features, as well as the methods for determining the quality indicators of the briquettes are discussed.

The third chapter presents the municipal solid waste briquetting.

The fourth chapter covers basic information and essence of the sintering process.

The fifth chapter covers minerals, biofuels pelletization and biopellets production.

**И.4. Ангелов, Т., Т. Янкова, И. Григорова, И. Нишков. Оползотворяване на техногенни суровини, Изд. къща „Св. Иван Рилски”, ISBN 978-954-353-444-9, 2021, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий”, УДК: 622.3.06(075.8), COBISS.BG-ID: 50281992. Учебник за ВУЗ.**

Angelov, T., T. Yankova, I. Grigorova, I. Nishkov. Technogenic raw materials utilization, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN 978-954-353-444-9, 2021, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC: 622.3.06(075.8), COBISS.BG-ID: 50281992. University textbook.

## РЕЗЮМЕ.



Учебникът „Оползотворяване на техногенни суровини“ е посветен на изучаване на техногенните находища и суровини, както и методите за тяхното управление и преработка.

Глава първа обхваща въпросите за образуването, експлоатацията и класификацията на техногенни находища, видовете технологични отпадъци, потенциала на техногенните суровини и насоки за комплексно оползотворяване на подземните богатства.

Втора глава е посветена на въпросите за управлението и преработката на твърдите техногенни суровини, представени са различни методи и технологии, представена е и рекултивацията, като дейност по рециклиране (възстановяване).

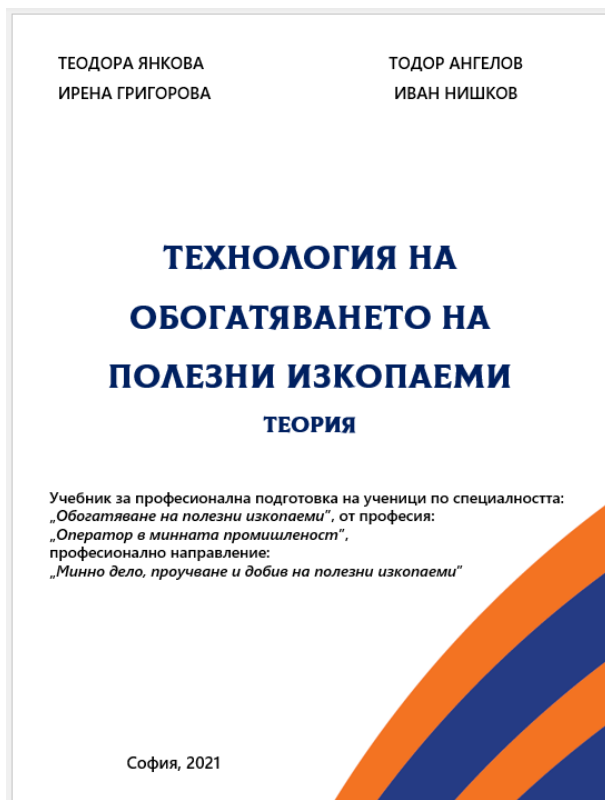
## ABSTRACT.

The textbook "*Technogenic raw materials utilization*" is devoted to study of technogenic deposits and raw materials, as well as the methods of their management and processing.

Chapter one covers the issues of formation, exploitation and classification of technogenic deposits, technological waste types, the potential of technogenic raw materials and guidelines for complex underground resources utilization.

The second chapter is devoted to the issues of solid technogenic raw materials management and processing, different methods and technologies are presented, and reclamation, as a recycling (restoration) activity, is presented.





II.5. Янкова, Т., Т. Ангелов, И. Григорова, И. Нишков. Технология на обогатяването на полезни изкопаеми – теория, Изд. къща „Св. Иван Рилски“, ISBN-978-954-353-431-9, 2021, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, София, УДК: 622.7(075.8), COBISS.BG-ID –46408200. Учебник за специфичната професионална подготовка на ученици, обучавани във всички форми на обучение по специалност „Обогатяване на полезни изкопаеми“ (код 5440203) от професия „Оператор в минната промишленост“ (код 544020), професионално направление „Минно дело, проучване и добив

на полезни изкопаеми“ (код 544). Учебник, който се използва в училищната мрежа.

Yankova, T., T. Angelov, I. Grigorova, I. Nishkov. Mineral processing technologies – theory, Publishing House "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN-978-954-353-431-9, 2021, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", 622.7(075.8), COBISS.BG-ID –46408200. Textbook for the specific professional training of students in all forms of education in the specialty "Mineral Processing" (code 5440203) in the profession "Operator in the mining industry" (code 544020), professional field "Mining, exploration and ore extraction" (code 544). A book used in the school network.

## РЕЗЮМЕ.

Целта на учебникът е учениците да усвоят знания за основните понятия и термини при обогатяване на полезни изкопаеми, технологичните процеси на трошене, смилане, обогатяване, съгъстяване и филтрация, методите и техниката за обогатяване на полезни изкопаеми и обезводняване на продуктите от обогатяване. Учебникът е разработен в съответствие със спецификите на утвърдената от МОН учебна програма за специфичната професионална подготовка по учебния предмет „Технология на обогатяването - теория“.

Учебникът обхваща осем глави, като излагането на материала следва естествения ход на полезните изкопаеми: от постъпването им в обогатителната фабрика до обезводняването на произведените концентрати. Разгледано е уедряването на минералните суровини, както и въпросите за опробване и контрол на технологичните процеси при преработката на минерални суровини. Представена е и практиката за обогатяване на рудни, нерудни полезни изкопаеми и възлища.

Изданието е посветено на 70 години от основаването на катедра „Обогатяване и рециклиране на суровини“ в Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ (1951 – 2021).

#### **ABSTRACT.**

The textbook is developed for high school students. The aim is to acquire specific professional training in the field of "Mineral Processing", to obtain knowledge for basic concepts and terms in ore and industrial minerals processing, technological processes of screening, crushing, grinding, beneficiation, thickening and filtration, concentration methods and techniques, dewatering. The textbook is developed in accordance with the specifics of the curriculum approved by the Ministry of Education and Science for the specific professional training in the field of "Mineral processing technologies – theory".

The textbook covers eight chapters, and the presentation of material follows the natural course of minerals: from their entry into the beneficiation plant to the dewatering of concentrates produced. The mineral raw materials briquetting, sintering and pelletizing, as well as the issues of technological processes sampling and control in the mineral raw materials processing, are considered. The practice of beneficiation of ore, non-ore minerals and coal is also presented.

The issue is dedicated to the 70<sup>th</sup> anniversary of the founding of the Department "Mineral Processing and Recycling" in the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski" (1951 – 2021).



II.6. Ангелов, Т., Т. Янкова, И. Григорова, И. Нишков. Спомагателни методи за обогатяване и рециклиране на суровини: въведение, Изд. къща „Св. Иван Рилски“, ISBN: 978-954-353-452-4, 2022, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, УДК: 622.7(075.8) 502.174.1(075.8) COBISS.BG-ID: 54083848. Учебник за ВУЗ.

Angelov, T., T. Yankova, I. Grigorova, I. Nishkov. Auxiliary methods for raw materials beneficiation and recycling: an introduction, Publishing House "St. Ivan Rilski" of

the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN 978-954-353-452-4, 2022, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC: 622.7(075.8) 502.174.1(075.8) COBISS.BG-ID: 54083848. University textbook.

## РЕЗЮМЕ.

Учебникът по „Спомагателни методи за обогатяване и рециклиране на суровини: въведение“ обхваща пет глави, в които са изучени и представени всички спомагателни дейности извършвани в обогатителните фабрики, във връзка с преработката на рудите.

Първа глава обхваща преглед на антропогенните въздействията върху вода, въздух и почви.

Втора глава е посветена на водоснабдяването и канализацията на обогатителните фабрики.

Трета глава обхваща въпросите за обезводняване на продуктите от обогатяване (грениране, сгъстяване, коагулация и флокулация, центрофугиране и филтрация, сушене).

Прахоулавянето е разгледано в четвърта глава.

Пета глава обхваща въпросите за отпадъчното стопанство при преработката на руди (хидравлично складиране на технологични отпадъци, методи за запълване на отпадъкохранилища, избор на площадка и изграждане на

отпадъкохранилище. Шеста глава включва въпросите за бункерното и складово стопанство.

#### **ABSTRACT.**

The textbook on "*Auxiliary methods for raw materials beneficiation and recycling: an introduction*" covers five chapters, in which all auxiliary activities carried out in beneficiation plants, in connection with ore processing are studied and presented.

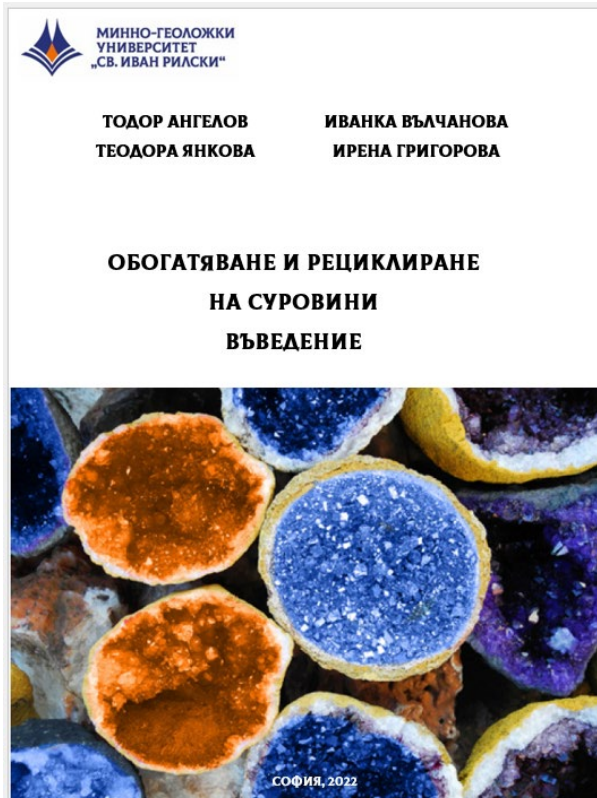
Chapter One covers an overview of anthropogenic impacts on water, air and soils.

The second chapter is devoted to the water supply and sanitation of the beneficiation plants.

Chapter three covers the issues of beneficiation products dewatering (drainage, thickening, coagulation and flocculation, centrifugation and filtration, drying). Dust collection is covered in Chapter Four.

The fifth chapter covers issues of ore processing waste management (process waste hydraulic storage, filling methods for waste storage facilities, waste storage facility site selection and construction). Chapter six includes issues of bunkering and storage management.

Публикувани университетски учебни пособия или учебни пособия, които се използват в училищната мрежа (по група показатели Е)



II.7. Ангелов, Т., Т. Янкова, И. Вълчанова, И. Григорова. Обогатяване и рециклиране на суровини. Въведение, Изд. къща „Св. Иван Рилски“, ISBN: 978-954-353-460-9, 2022, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, УДК: 622.7(075.8) 502.174.1(075.8), COBISS.BG-ID: 55808520. Учебно помагало за ВУЗ.

Angelov, T., T. Yankova, I. Valchanova, I. Grigorova. Mineral processing and recycling. Introduction, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN 978-954-353-460-9, 2022,

Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC: 622.7(075.8) 502.174.1(075.8), COBISS.BG-ID: 55808520. University textbook.

## РЕЗЮМЕ.

Учебното помагало „Обогатяване и рециклиране на суровини. Въведение“ обхваща седем глави. Цел, същност и задачи на процесите и методите за преработка на полезни изкопаеми, технологични показатели и продукти, операции, схеми и процеси за преработка на полезни изкопаеми са представени в глава първа.

Втора глава е посветена на подготвителните процеси при обогатяване на полезни изкопаеми (пресяване зърнометрична характеристика и ситов анализ, трошене, класификация и смилане).

В трета глава са представени сепарационните процеси за обогатяване на полезни изкопаеми, а в четвърта глава обезводняването на продуктите от преработката на полезни изкопаеми. Опробването и контрола на технологичните процеси при преработката на минерални суровини са изложени в глава пета. Глава шеста обхваща методите за обезвреждане и оползотворяване на

твърди битови отпадъци. Глава седма е посветена на въпроси за самостоятелна подготовка на студенти и лабораторни упражнения.

## ABSTRACT.

The textbook "*Mineral processing and recycling. Introduction*" covers seven chapters. Purpose, essence and tasks of mineral processing methods, technological indicators and products, operations, flowsheets and processes of mineral beneficiation are presented in chapter one.

The second chapter is devoted to the size reduction and control processes for beneficiation (screening, particle size analysis, sieve analysis, comminution, classification and grinding).

The third chapter presents the separation processes for beneficiation, and the fourth chapter presents the mineral processing products dewatering.

The sampling and control of the technological processes in mineral processing are presented in chapter five. chapter six covers the methods of disposal and recovery of solid household waste. chapter seven is devoted to questions for students independent preparation and laboratory exercises.



IV.8. Григорова, И., Т. Янкова. Обогатяване и рециклиране на суровини – теория и практика, Изд. Авангард Прима, ISBN 978-619-239-099-0, 2018, Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, София, УДК: 622.7(076)(075.8), COBISS.BG-ID: 1289828580. Университетско учебно пособие.

Grigorova, I., T. Yankova. 2018. Mineral Processing and Recycling - Theory and Practice, Avangard Prima Publ. House, Sofia, ISBN 978-619-239-099-0, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", UDC: 622.7 (076) (075.8), COBISS.BG-ID: 1289828580. University textbook.

## РЕЗЮМЕ.

„Обогатяване и рециклиране на суровини. Теория и практика“ е комплексно учебно помагало, разработено с цел да усъвършенства теоретичните познания и да задълбочи практическите умения на студентите, изучаващи дисциплината „Обогатяване и рециклиране на суровини“.

Включва осем части (глави), съдържащи теоретична част, формулирана така, че да допълва материалът от лекционния курс и да дообогатява теоретичните познания на студентите, и конкретни лабораторни задачи за изпълнение, с оглед постигане на по-добро усвояване на изучавания от студентите материал, по учебните програми на съответните специалности.

Тематично са представени въпроси изучаващи сепарационните и спомагателни методи и процеси, машини за обогатяване на полезни изкопаеми, принципите за опробване и контрол на технологичните процеси при преработката на минерални суровини, методите за обезвреждане и оползотворяване на твърди битови и промишлени отпадъци, както и съоръжения за третирането им. Изданието е обогатено с лабораторни упражнения, както и въпроси за самостоятелна работа на студентите.

## ABSTRACT.

“*Mineral Processing and Recycling - Theory and Practice*” is a comprehensive textbook designed to improve theoretical knowledge and deepen the practical skills for students studying the discipline "Mineral Processing and Recycling".

Includes eight parts (chapters) containing a theoretical part formulated to complement the lecture course material and to enrich the students' theoretical knowledge, specific laboratory tasks for implementation, to achieve better assimilation of the material studied by the students, according to the curricula of the respective specialties.

Thematically presented are separation and ancillary processes and machines, beneficiation equipment, the sampling and control technological processes principles in the mineral processing, the methods for disposal and utilization of solid household and industrial waste, as well as facilities for their treatment. The issue is enriched with laboratory exercises, as well as questions for self study.



IV.9. Григорова И., Т. Ангелов, Т. Янкова, С. Чепишев, Д. Георгиева. Учебно помагало по технология на обогатяването, Изд. къща «Св. Иван Рилски», 2022, ISBN: 978-954-353-458-6. Електронно издание. Фонд на Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методий“, София, УДК: 622.7(076)(075.3.034), COBISS.BG-ID: 64490760. Учебно пособие, което се използва в училищната мрежа.

Grigorova, I., T. Angelov, T. Yankova, S. Chepishev, D. Georgieva. Mineral processing textbook, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology

"St. Ivan Rilski", Sofia, ISBN 978-954-353-458-6, 2022, E-edition, Fund of the National Library "St. St. Cyril and Methodius", Sofia, UDC: 622.7(076)(075.3.034), COBISS.BG-ID: 64490760. A book used in the school network.

## РЕЗЮМЕ.

Учебното помагало по технология на обогатяването е разработено в рамките на проект BG05M2OP001-2.014-0001 «Подкрепа за дуалната система на обучение», финансиран от оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз, чрез Европейски структурни и инвестиционни фондове.

Разработено е за специфичната професионална подготовка на ученици, обучавани във всички форми на обучение по специалност „Обогатяване на полезни изкопаеми“ (код 5440203) от професия „Оператор в минната промишленост“ (код 544020), професионално направление „Минно дело, проучване и добив на полезни изкопаеми“ (код 544).

Учебното помагало включва система от учебни материали, които покриват 38,46% от учебната програма по учебния предмет от специфичната професионална подготовка „Технология на обогатяването - теория“.



Учебното помагало е разработено в съответствие със спецификите на утвърдената със Заповед № РД 09-685/26.03.2020 г. от МОН учебна програма за специфичната професионална подготовка по учебния предмет „Технология на обогатяването - теория”.

#### **ABSTRACT.**

The textbook on mineral processing was developed within the framework of project BG05M2OP001-2.014-0001 «Support for the dual education system», financed by the operational program "Science and education for intelligent growth", co-financed by the European Union, through the European Structural and Investment Funds .

The textbook is developed for the specific professional training of students in all forms of education in the specialty "Mineral Processing" (code 5440203) in the profession "Operator in the mining industry" (code 544020), professional field "Mining, exploration and ore extraction" (code 544).

The textbook includes a study materials system that cover 38.46% of the curriculum of the study subject of the specific vocational training "Mineral processing - theory".

The textbook was developed in accordance with the specifics of the curriculum approved by the Ministry of Education and Science for the specific professional training in the field of “Mineral processing – theory”, approved by Order No. RD 09-685/26.03.2020 of the Ministry of Education and Science.

Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (по група показатели Г)

II.10. Yankova, T., I. Grigorova. Automated Waste Collection Systems - possibilities, trends and application. In: Proceedings of the XX International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2020), 16 – 25 August 2020, Albena, Bulgaria, Vol. 20, Issue 4.1, pp. 219-226, ISBN: 978-619-7603-09-5, ISSN: 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2020/4.1/s18.028. (Scopus).

Янкова, Т., И. Григорова. 2020. Автоматизирана система за събиране на отпадъци – възможности, тенденции и приложение. Сборник с доклади от 20<sup>та</sup> Международна Мултидисциплинарна Научна Гео Конференция (SGEM 2020), Том 20, Издание 4.1, 16-25 август 2020, Албена, България, стр. 219-226,

## РЕЗЮМЕ.

Устойчивото управление на отпадъците насърчава по-малкото образуване, повторната употреба, рециклирането и оползотворяването. Това включва по-интелигентни методи и системи, използвани за управление и преработка на отпадъци.

Настоящата разработка представя литературен преглед и анализ за тенденциите и възможностите за приложение на автоматизирана система за събиране на отпадъци. Такава технология има силата да измести напълно конвенционалните методи за събиране и транспортиране на битови отпадъци. Необходимо е обаче по-подробно изучаване на предимствата и недостатъците на такива системи.

В тази статия се предлага не само техническо обяснение на работата на иновативната система, но и подробна интерпретация на нейните предимства и недостатъци по отношение на съществуващите системи за управление на градски отпадъци. Въпреки, че преходът към такива иновативни системи не е лесен (технически и финансово), не трябва да се забравя, че е необходима социална инициатива и сътрудничество на жителите, така че такива проекти да могат да бъдат реализирани, не само в нов квартал, но и във вече установени жилищни райони. На пръв поглед такъв преход изглежда труден и продължителен, но може да бъде значителна стъпка към устойчиво градско развитие.

В допълнение, тази статия разглежда аспектите на автоматизираните системи за събиране на отпадъци и тяхното въздействие върху околната среда и човешкото здраве. Изясняването на горепосоченото предполага улесняване на всички заинтересовани страни при вземането на решения, свързани с промени в градските системи, и по-добра информираност за характеристиките на автоматизираните системи за събиране на отпадъци.

## ABSTRACT.

Sustainable waste management promotes less waste generation, reuse and recycling as well as waste recovery. This includes more intelligent methods and systems using for waste managing and processing.

This paper presents a literature review regarding information about trends and possibilities for their application. Such technology has the power

to completely displace conventional methods for the collection and transportation of household waste. However, a more detailed study the advantages and disadvantages of such systems is needed.

In this paper is propose not only a technical explanation of the innovative system operation, but also a detailed interpretation of its advantages and disadvantages, with respect to existing urban waste management systems. Although the transition to such innovative systems is not technically and financially easy, should not be forgotten that a social initiative and cooperation of the inhabitants is needed, so that such projects can be implemented, not only in a new neighborhood, but also in already established residential areas. At first glance, such a transition seems difficult and lengthy, but it can be a significant step towards sustainable urban development, because it considers the environment and habitat of society.

In addition, this paper discusses aspects of the Automatic Waste Collection Systems and their effects on the environment and human health. Clarifying the above, supposes facilitating all stakeholders, when making decisions, related to urban changes, and better informed about the Automated Waste Collection Systems characteristics.

II.11. Yankova, T. Mining damaged landscape reclamation study. In: Proceedings of the XXI International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2021), 16 – 22 August 2021, Albena, Bulgaria, Vol. 2, Issue 1.1, pp. 383-390, ISSN: 13142704, DOI: 10.5593/sgem2021/1.1/s04.071 (Scopus).

Янкова, Т. Рекултивация на нарушени минни терени – изследване. Сборник с доклади от XXI Международна Мултидисциплинарна Научна Гео Конференция (SGEM 2021), 16-22 август 2021, Албена, България, Том 2, Издание 1.1, стр. 383-390, ISBN: 13142704, DOI: 10.5593/sgem2021/1.1/s04.071 (Scopus).

## РЕЗЮМЕ.

Минерално-суровинната индустрия, както и енергетиката и химическата промишленост причиняват замърсяване на околната среда. Ето защо, когато говорим за рекултивация на увредени терени и почви, разбираме преди всичко рекултивация (възстановяване) от въздействието на тези антропогенни дейности.

Рекултивацията поставя множество въпроси от икономическа, социална, техническа и научна гледна точка.

Рекултивацията е комплексен подход към устойчиво управление на деградирани в резултат на природни или антропогенни дейности терени.

Рекултивацията на разрушени от минното дело терени е комплексна дейност, насочена към възстановяване на земята за бъдещо рационално и екологосъобразно използване. Възстановяването на увредените територии създава по-продуктивни антропогенни ландшафти и местообитания на различни видове.

Рекултивацията на нарушени от минно-добивната дейност терени е актуален и сложен проблем, тъй като е необходим индивидуален подход към всеки отделен обект. През последните години се наблюдава тенденция към отрицателен баланс на хумуса. В резултат на това хиляди хектари деградирани земи са лишени от конвенционалните процеси на възстановяване, които изискват използване на хумусен пласт. Този факт поставя началото на нов технологичен подход за управление във връзка с възстановяване на околната среда - безхумусен метод на рекултивация.

Целта на настоящата разработка е задълбочено да изследва свойствата на антропогенните почви от района на Ветово, България, Каолин АД. Почвите се образуват в резултат на натрупване на земен материал (откривка), получен в резултат на минно-добивна дейност по открит метод на разработка.

Разработена и представена е комплексна научно-изследователска програма за установяване възможностите за безхумусна биологична рекултивация на антропогенни почви. Изучени и определени са агрофизичните свойства на техногенната почва.

Целта на комплексната научно-изследователска програма е възстановяване функциите на увредените земи и създаване на балансиран екологични системи. В края на статията са представени изводи и заключения.

## **ABSTRACT.**

The largest damages and environment contamination are caused by the mining and mineral processing industries, as well as the power and chemical industries. That is why when we are speaking of damaged terrains reclamation and soils, first of all we understand reclamation from the impact of these anthropogenic activities.

Reclamation places many questions from an economic, social, technical and scientific viewpoint.

Reclamation is a complex approach to sustainable management of land degraded as a result of natural or anthropogenic activities.

Reclamation of mining damaged landscape is a complex activity aimed to the land restoration for future rational and environmentally sound use.

Restoration of damaged areas creates more productive anthropogenic landscapes and habitats of different species.

Damaged mining terrains reclamation is a current and complex problem, as an individual approach to each specific object is needed. In recent years there has been a trend towards a humus negative balance. As a result, thousands of hectares of degraded land are deprived of conventional restoration processes that require humus use. This fact marks the beginning of a new technological approach to environmental management - "non-humus reclamation".

The aim of this paper is to broadly explore the properties of the anthropogenic soils from Vetovo region, Bulgaria, Kaolin AD. The soils are formed as a result of the accumulation earth material extracted with open pit mining. Scientific and research program has started to establish the opportunities for anthropogenic soils non-humus biological reclamation. The technogenic soil agrophysical properties were studied and determined. The aim of the program was restoring the function of damaged lands and balanced ecological systems creation. Lastly the conclusions are presented.

II.12. Yankova, T. Mineral processing waste utilization. In Proceedings of the XX International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2020), 16 – 25 August 2020, Albena, Bulgaria, Vol. 20/2020, Issue 1.1, pp. 821-828. DOI: 10.5593/sgem2020/1.1/s04.100 (Scopus).

Янкова, Т. Оползотворяване на отпадъци от обогатяване на полезни изкопаеми. Сборник с доклади от XX Международна Мултидисциплинарна Научна Гео Конференция (SGEM 2020), 16-25 август 2020, Албена, България, Том 20/2020, Издание 1.1, стр. 821-828, ISBN: 978-619-7603-04-0, DOI: 10.5593/sgem2020/1.1/s04.100 (Scopus).

## РЕЗЮМЕ.

Разработването на конкретни инженерни решения за екологосъобразно управление на отпадъците от преработката на полезни изкопаеми и тяхното практическо приложение е важна стъпка по пътя към ресурсната ефективност, устойчивото развитие и опазването на планетата.

Прилагането на специфични инженерни решения за управление на технологичните отпадъци намалява използването на природни ресурси и има пряк положителен ефект върху околната среда. Отпадъците от обогатяването на полезни изкопаеми трябва да се изследват в два аспекта - като проблем на устойчивото развитие и като алтернативни минерални суровини.

Две основни черти характеризират началото на 21 век, а именно: нарастването на населението, както и на индустриалното производство. Това определя и нарастващото търсене на ресурси, тяхната експлоатацията, разработването на нови находища и ускорено производство на обогатителните фабрики. Втората основна характеристика е появата и развитието на високите технологии, които създават обективни предпоставки за интеграция и глобализация на редица дейности. Благодарение на изключителните научни и технологични постижения, човечеството разполага с мощен концептуален инструментариум, позволяващ разработване и прилагане на нова парадигма, както за проучване и преработка на минерални ресурси, така и за опазване на околната среда и развитие на кръгова икономика.

Тази разработка по същество е преглед на различните подходи и технологии, прилагани за преработка на отпадъци от обогатяване на полезни изкопаеми. Различните технологични подходи и методи са систематизирани и представени чрез конкретни технологични решения, включващи: възможности за увеличаване оползотворяването на полезните компоненти, чрез намаляване на технологичните загуби, възможности за извличане на полезни компоненти от техногенни находища, двуфазно разделяне на технологични отпадъци и тяхното сухо обезвреждане, възможности за преработка на технологични отпадъци от обогатяване на полезни изкопаеми, чрез трансформацията им в нови вторични продукти.

## **ABSTRACT.**

Development of specific engineering solutions for environmentally friendly mineral processing waste management and their practical implementation is an important step on the way to resource efficiency, sustainable development and Earth preservation.

Specific engineering solutions application for technological waste management reduce the natural resources use and have a direct positive environmental effect. The technological mineral processing waste have to be study in two aspects - as sustainable development problem and as alternative mineral raw materials. Two fundamental features characterized the beginning of the 21<sup>st</sup> century. The first is population growth, as well as industrial production. This also determines the increase in resources prospecting, exploitation, mining of new deposits and mineral production.

The second fundamental feature is the emergence and high technology development which set the objective prerequisites for integration and globalization of many activities. Due to the outstanding

science and technology achievements, humanity has a powerful conceptual toolkit, allowing new paradigm development and implementation, both for exploration and mineral resources processing, as well as for the environment protection and circular economy development. This paper describes an overview of the various approaches and technology applied for processing of mineral beneficiation waste.

The different technological approaches and methods are systematized and presented by specific technological solutions including the opportunities for increasing useful component recovery by technological losses reducing, the possibilities of useful components extraction from technogenic deposits, biphasic separation of process waste and their dry disposal, mineral processing waste transformation into new secondary products, with new quality characteristics.

**II.13. Dimitrov, L., I. Grigorova, T. Yankova. Possibilities to Construct Combined Mine Waste Dump Facility with Better Operational Sequence. In: The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM), 2022, Vol. 23, pp. 42-49, ICRETS 2023: International Conference on Research in Engineering, Technology and Science, Budapest, 6-9 July 2023, Code 30306. DOI: 10.55549/epstem.1357604 (Scopus).**

Димитров, Л., И. Григорова, Т. Янкова. Възможности за изграждане на комбинирано съоръжение за депониране на минни отпадъци с по-добра операционна последователност. Сборник доклади Евразия – наука, технологии, инженерство и математика, 2022, Том 23, стр. 42-49, ICRETS 2023: Международна конференция за изследвания в областта на инженерството, технологиите и науката, Будапеща, 6-9 юли 2023 г., код на статията: 30306. DOI: 10.55549/epstem.1357604 (Scopus).

#### **РЕЗЮМЕ.**

За находище "Хан Крум" в България е проектирано интегрирано съоръжение за съхранение на минни отпадъци (Eldridge, Wickland, Goldstone, & Kissiova, 2011). Чрез проектирането на такова съоръжение е постигната значителна полза за околната среда, тъй като изграждането на конвенционално съоръжение (отпадъкохранилище) за съхранение на технологични отпадъци би изисквало много повече площ. Въпреки това, в научната публикация от (Eldridge, Wickland, Goldstone, & Kissiova, 2011) се споменава, че постигането на добра оперативна последователност за изграждане на съоръжението за съхранение на минни отпадъци би било предизвикателство.

Настоящата разработка оценява как изборът на правилната форма за комбинираното съоръжение за депониране на минни отпадъци може да помогне за по-добър контрол върху оперативната последователност.

За сравнение са проектирани два дизайна на комбинирано съоръжение за депониране на минни отпадъци. Всеки от тях може да съхранява предвидения обем технологични отпадъци, които обогатителната фабрика ще произведе.

Първият дизайн на съоръжението е с по-широка конструкция, а втория е с по-тясна конструкция. Предвидено е такова решение тъй като по-широкото тяло осигурява повече клетки, което означава, че може да се постигне по-добра оперативна последователност.

Проектирано е и конвенционално отпадъкоохранилище за да се сравни площта и обема на минните отпадъци, необходими за строителството. Всички проектирани хранилища за депониране на технологични отпадъци изискват различни площи и количества минни отпадъци за изграждането им.

## **ABSTRACT.**

An integrated mine waste facility is designed for the Khan Krum deposit in Bulgaria (Eldridge, Wickland, Goldstone, & Kissiova, 2011). A substantial environmental benefit was achieved by designing such a facility because constructing a conventional tailings storage facility (TSF) would've needed much more surface area. However, the paper from (Eldridge, Wickland, Goldstone, & Kissiova, 2011), is mentioned that achieving a good operational sequence for constructing the facility would be a challenge.

This paper evaluates how choosing the proper form for the combined mine waste dump facility (CMWDF) can help in having better control over the operational sequence. For comparison, two designs of CMWDF were designed. Each can accumulate the predicted amount of tailings the processing plant will produce. The first design has a broader construction body, and the other is narrower. It was decided like so because the broader body ensures more cells which means a better operational sequence can be achieved. Also, a conventional tailings facility was designed to compare the surface area and volume of waste rock needed for construction. All the designed Tailings Storage Facilities (TFS) require different surface areas and waste rock to be built.



II.14. Petrov, M., T. Yankova, L. Dimitrov & I. Grigorova. Pressure Filtration for Zinc Concentrate Dewatering in Erma Reka Concentrator. In: The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics, Vol. 29/2024, 6<sup>th</sup> International Conference on Research in Engineering, Technology and Science (ICRETS), August 22 - 25, 2024, Tashkent, Uzbekistan. Accepted for publication and indexing. (Scopus).

Петров, М., Т. Янкова, Л. Димитров, И. Григорова. Обезводняване на цинков концентрат от ОФ "Ерма река" чрез филтрация под налягане. Сборник доклади Евразия – наука, технологии, инженерство и математика, Том 29/2024, VI Международна конференция за изследвания в областта на инженерството, технологиите и науката, 22-25 август, 2024 г., гр. Ташкент, Узбекистан. Прием за публикуване и индексирване (Scopus).

## РЕЗЮМЕ.

Обезводняването на цинковия концентрат е от решаващо значение при производството на цинк, тъй като позволява ефективно отстраняване на водното съдържание от концентрата преди металургичната обработка. За всяка минна компания е важно да адаптира процесите на обезводняване към специфичните изисквания на добиваните и преработвани рудите и производствените съоръжения. В Обогатителна фабрика "Ерма Река" се преработват оловно-цинкови руди чрез флотация и се произвеждат оловно-цинкови концентрати. След съгъстяване и филтриране влажността на цинковия концентрат е 10,5%. Това проучване има за цел да отговори на следния изследователски въпрос: как да се намали съдържанието на влага в цинковия концентрат до 7%?

Експерименти за обезводняване, с лабораторната VPA филтър преса с една вертикална филтрационна камера бяха проведени в тестовия център на METSO в гр. Сала, Швеция, с проба от цинков концентрат от Обогатителна фабрика „Ерма река“, (Горубсо Златоград), България.

Целта на лабораторните експерименти е да се оценят възможностите за обезводняване на цинковия концентрат, както и да се събере необходимата информация за оразмеряването на подходяща VPA филтър преса, преработваща 6.0 t/h цинков концентрат със съдържание на влага 7.0 %.

Установено е, че цинковият концентрат се обезводнява добре и е подходящ за преработка във филтър преси VPA. Това изследване предлага задълбочена информация за възможностите за

обезводняване на цинков концентрат, чрез филтриране под налягане. Накрая са представени изводи и заключения.

#### **ABSTRACT.**

Zinc concentrate dewatering is crucial in zinc production, as it allows for the efficient removal of water content from the concentrate before metallurgical processing. It's important for each mining companies to tailor their dewatering processes to the specific requirements of their ore and production facilities. Erma Reka Concentrator processes lead-zinc ores by flotation and produces lead and zinc concentrates. After thickening and filtration the zinc concentrate moisture is 10.5%. This study aims to answer the following research question: how to reduce the moisture content of zinc concentrate to 7%? Dewatering experiments with a laboratory vertical plate airblow (VPA filter) have been conducted in the Process Equipment Test Center of Metso Sweden in Sala, with zinc concentrate sample from Erma Reka Concentrator, (Gorubso Zlatograd), Bulgaria. The aim of the laboratory test work was to evaluate the possibility of zinc concentrate dewatering and to collect data for equipment sizing of VPA filter for 6 metric tph dry solids achieving 7 % w/w filter cake rest moisture. It was found that the zinc concentrate dewatered well and is suitable for VPA filtration. This research offers significant insight to possibilities for zinc concentrate dewatering by pressure filtration. Finally, conclusions and summaries are presented.

II.15. Yankova, T., L. Dimitrov, I. Grigorova. Investigation of copper ores processing products. In: The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics, Vol. 29/2024, 6<sup>th</sup> International Conference on Research in Engineering, Technology and Science (ICRETS), August 22 - 25, 2024, Tashkent, Uzbekistan. Accepted for publication and indexing. (Scopus).

Янкова, Т., Л. Димитров, И. Григорова. Изучаване на продукти от преработката на медни руди. Сборник доклади Евразия – наука, технологии, инженерство и математика, Том 29/2024, VI Международна конференция за изследвания в областта на инженерството, технологиите и науката, 22-25 август, 2024 г., гр. Ташкент, Узбекистан. Приет за публикуване и индексирание (Scopus).

#### **РЕЗЮМЕ.**

През последните години, развитието на световната техника и технологии в обогатяването на полезни изкопаеми показва значителни постижения в областта на основните явления и закономерности при

разделянето на минерали. Това предоставя възможност за създаването на високоефективни процеси и технологии за преработка на първични руди със сложен състав, като по този начин осигурява на металургичната промишленост необходимите висококачествени концентрати.

Както е известно, концентратите, произведени от обогатителните фабрики, са обект на определени изисквания относно съдържание на полезни компоненти и вредни примеси. За да бъдат концентратите стоков продукт, те трябва да съдържат ценни компоненти над минимално допустимото съдържание, а вредните примеси трябва да са с по-ниско съдържание от максимално допустимото.

Презентацията, която е обобщена в тази статия, се фокусира върху резултатите от лабораторни експериментални изследвания, проведени за характеризиране на медни, пиритни и молибденови концентрати, получени в резултат на преработката на сулфидни медни руди.

Това проучване също изследва медни и пиритни концентрати, получени в резултат на преработката на сулфидно-оксидни медни руди, както и продуктивни разтвори на оксидни руди. Представени са данни от химичен и зърнометричен анализ на концентратите. Освен това е представено и кратко описание на проведените технологични изследвания, техните цели, получените концентрати и продуктивни разтвори.

Всички медни концентрати съдържат злато и сребро, като съпътстващи ценни компоненти. В молибденовия концентрат не са открити други вредни примеси освен въглерод. В края на разработката е обобщено, че всички получени медни продукти са подходящи за пазара на медни концентрати.

## **ABSTRACT.**

In recent years, the world technics and technologies development in mineral beneficiation has shown significant achievements in the field of mineral separation basic phenomena and regularities. This allows for creation of highly efficient processes and technologies for processing of primary ore with a complex composition, thus providing the metallurgical industry with necessary high-quality concentrates.

As well known, the concentrates produced by beneficiation plants are subject to certain requirements for content of valuable components and harmful impurities. In order concentrates to be a commodity product, they must contain valuable components more than minimum permissible content, and harmful impurities must be a lower content than the

maximum permissible. The presentation that is summarized in this article focuses on the results of laboratory experimental studies conducted to characterize copper, pyrite and molybdenum concentrates obtained from sulphide copper ores processing.

This study also explored copper and pyrite concentrates from sulphide-oxide copper ores and oxide ores productive solutions. Data from concentrates chemical and particle size analysis are presented. Moreover, a brief description of technological studies conducted, their aims, concentrates and productive solutions obtained are presented.

All copper concentrates contain gold and silver, as accompanying valuable components. Harmful impurities other than carbon in the molybdenum concentrate have not been detected. We summarize that all copper products are suitable for copper concentrates market.

Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни токове (по група показатели Г)

II.16. Grigорова, I., M. Ranchev, T. Yankova. Waste management - current trends, Journal of Mining and Geological Sciences, Vol. 60/2017, Part II, Mining and Mineral processing, Sofia, Bulgaria, pp. 83-88, ISSN: 2535-1184, UDC: 622, COBISS.BG-ID: 1285682148.

Григорова, И., М. Ранчев, Т. Янкова. 2017. Съвременни тенденции в управлението на отпадъци. Списание за Минно-геоложките науки, Том 60, Част II Добив и преработка на минерални суровини, София, стр. 83-88, ISSN: 2535-1184, УДК: 622, COBISS.BG-ID: 1285682148.

#### РЕЗЮМЕ.

Твърдите промишлени и битови отпадъци, освен екологичен проблем, могат да бъдат и източник на редица ценни съставки, във връзка с което те трябва да се анализират в два аспекта: като проблем на устойчивото развитие и като алтернативни суровини.

Решението на проблемите при преработката на твърдите промишлени и битови отпадъци придобива особена значимост, поради постепенното изтощаване на природните минерални суровини и необходимостта от пълноценното използване на всички видове отпадъци, като полезни продукти.

В редица държави, като САЩ, Япония, Германия, Великобритания, Швеция и др., успешно са решени повечето задачи, свързани с преработката на твърдите промишлени и битови отпадъци.

Настоящата разработка представя и анализира най-обещаващите технологии за оползотворяване на отпадъци или тяхната повторна употреба. В световен мащаб са известни множество добри практики за тяхното прилагане.

## **ABSTRACT.**

Solid industrial and municipal waste, besides an environmental problem, can also be a source of several valuable ingredients, in relation to which they have to be analyzed in two aspects: as a sustainable development problem and as alternative raw materials.

The solution of problems in solid industrial and municipal waste processing is of particular importance due to the gradual natural mineral resources depletion and the need of the full use of all waste types as useful products.

In several countries, such as the USA, Japan, Germany, UK, Sweden, etc., most of the tasks related to the solid industrial and household waste processing have been successfully solved.

This paper presents and analyzes the most promising technologies for waste recovery or re-use. Numerous good practices for their implementation are known worldwide.

II.17. Grigорова, I., M. Ranchev, T. Yankova, I. Nishkov. 2018. Industrial grinding estimation of blended ore from porphyry copper deposit. In: International Journal of Mining Science (IJMS), Vol. 4, Issue 2/2018, pp. 16-22, ISSN 2454-9460 (Online), DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-9460.0402002>.

Григорова, И., М. Ранчев, Т. Янкова, И. Нишков. 2018. Оценка на смилането в индустриални условия на смесена руда от медно порфирно находище. Международно списание за минни науки, Кн. 4, брой 2/2018, стр. 16-22, ISSN 2454-9460 (онлайн) DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-9460.0402002>.

## **РЕЗЮМЕ.**

С цел осигуряване еднаквото хранване на обогатителна фабрика, добитата порфирна руда медна руда се смесва в следните пропорции: пропицити 31–35%, аргилизити 30–33% и вторични кварцити 30–36% (приблизително 1: 1: 1). Тези три вида руда се различават, както по зърнометричен състав, така и по минерален състав. Вариациите в

минералния състав на рудата се дължат на различното съдържание на първични и вторични медни сулфиди, както и на оксидни минерали. В рудата има и значителни количества глинести минерали. Наскоро проведена изследователска програма показва, че количеството на пропицитите в хранващата руда ще се увеличи значително. Приблизително 68-70% от рудната смес, която ще постъпва в обогатителната фабрика, ще бъде съставена от пропицити, 28% - аргилизити и 4% вторични кварцити.

За целите на анализа и оценката на работата на оборудването за смилане е проведен промишлен експеримент за няколко работни смени със споменатото по-горе процентно съдържание на изходна руда. Една от наличните автогенни мелници беше трансформирана в полуавтогенна мелница посредством добавяне на 8% смилателна среда, подходящи повдигачи и профили на облицовките, както и разтоварващи решетки с отвори 15 и 30 mm.

Целта на индустриалния експеримент беше да се оцени ползата от смилането в полуавтогенна мелница, както и да се оцени ефективността на смилане и класификация на свързаните топкови мелници, работещи в затворен цикъл с хидроциклони. Кривите на ситовия анализ показват, че няма значителна разлика между рудна смес, която в настоящия момент хранва фабриката (1: 1: 1) и експерименталната смес (68-70% пропицити). Беше извършено опробване, за да се определи разпределението на материалните потоци (количествена оценка) към следващите раздробяващи секции, като вторично и третично трошене, смилане в топкова мелница и класификация. Резултатите показаха, че комбинацията от полуавтогенно и смилане в топкови мелници е подходящ начин за оптимизиране веригата на смилане.

## **ABSTRACT.**

To provide a uniform feed to the processing plant, the mined from a porphyry copper deposit ore is blended in the following proportions: Propylites 31-35%; Argilizites 30-33%; Secondary quartzites 30-36 % (roughly 1:1:1). Those three types of ore differ in particle size, as well as in mineral composition. The variations in the mineral composition of the treated ore are due to the varying content of primary and secondary copper sulphides as well as of oxide minerals. There are also significant amounts of clay minerals in the ore. A recent research program shows that the propylite compound in the feed ore will increase significantly. Approximately 68 -70 % of the ore blend, entering the processing plant will be composed of propylites, 28% - argilizites and 4% secondary quartzites. Therefore, for the purpose of analyze and evaluate the performance of comminution equipment in the processing

plant, an industrial experiment for several work shifts with the above-mentioned percentage content of the run of mine have been conducted. Furthermore, one of the autogenous mills (AG) was converted in semi-autogenous mill (SAG) with adding 8% grinding media, appropriate lifters and liners profile, and discharge grates with 15 and 30 mm openings.

The aim of the industrial experiment was to assess the benefits of SAG mill grinding, and to evaluate the grinding and classification efficiency of the associated ball mills closed with hydrocyclones. The particle size distribution curves showed that there is no significant difference between the current ore blend (1:1:1) and the experimental mixture (68-70% Propylites). Sampling was carried out to determine the distribution of the material flows (quantitative assessment) to the subsequent comminution sections, such as secondary and tertiary crushing, ball mill grinding and classification. The results showed that a combination of semi-autogenous and ball mill grinding is an appropriate way of comminution circuit optimization.

II.18. Янкова, Т., Т. Ангелов, И. Нишков. Изследвания върху веществения състав и физико-механичните свойства на меднопорфирна руда, Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, Том 64/2021, стр. 103-108, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 49189384.

Yankova, T., T. Angelov, I. Nishkov. Composition and the physico-mechanical properties of porphyry - copper ore investigations. Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Vol. 64/2021, pp. 103-108, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 49189384.

## РЕЗЮМЕ.

За определяне веществения състав на първична сулфидна руда от меднопорфирно находище са извършени следните анализи: пълен химичен анализ и рентгеноструктурен дифрактометричен анализ на материал от техноложка проба, микроскопски наблюдения в отразена светлина на препарати от меднопорфирната руда и фазов анализ, за определяне формите на присъствие на медта в рудата.

Извършен е зърнометричен анализ при различна продължителност на смилане на изходната руда, за изучаване на нейната смиланост и е определена степента на разкриване на рудните минерали в различните класи на смятаната руда.

Определено е разпределението на полезните компоненти (Cu и Mo) по класи на рудата, смляна до 65% класа - 0.080 mm. Изчислен е индекса на работа на Бонд ( $W_i$ ).

#### **ABSTRACT.**

To determination the composition of the primary sulfide ore from porphyry - copper deposit the following analyses were performed: full chemical analysis and X-ray diffraction analysis of material from a technological sample, study through a polarizing microscope in reflected light of polished sections from the porphyry copper ore, phase analysis to determination the forms of copper presence in the ore.

An analysis of the particle size at different grinding time was performed to study its grindability and the liberation degree of the valuable minerals in the different fractions of milled ore was determined.

The distribution of the useful components (Cu and Mo) by fractions of ore, ground to 65% of the class - 0.080 mm, has been determined. The Bond Work Index ( $W_i$ ) is calculated.

**II.19. Янкова, Т. И. Григорова. Разработване на технология за обогатяване на първични сулфидни руди. Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, 65/2022, стр. 55 – 60, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.**

Yankova, T., I. Grigorova. Development of technology for processing of primary sulphide copper ore. Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Vol. 65/2022, pp. 55-60, ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.

#### **РЕЗЮМЕ.**

Проведени са технологични изследвания за обогатяване на първична сулфидна медна руда от меднопорфирно находище. При предишни изследвания са изучени химичният, минерален и зърнометричен състав и смислаемостта на същата сулфидна медна руда, от предоставена технологичка рудна проба. С фазов анализ са определени формите на присъствие на медта в рудата.

Разработена е схема на колективно-селективна флотация на рудата, включваща три цикъла – колективна флотация, медно-пиритна селекция и пиритна флотация, като експериментално са определени оптималните технологични показатели за всеки отделен флотационен цикъл.



Резултатите от проведените технологички изследвания показват, че разработената колективно-селективна схема на флотация, с получаване на меден и пиритен концентрат е ефективна за рудата от анализираната технологичка проба.

Получени са следните продукти и показатели: меден концентрат със съдържание на 21.3% Cu, 25% S, 0.33% Mo, при извличане съответно на Cu – 88.17%, на S – 26.8% и на Mo – 73.4%; пиритен концентрат със съдържание на 50.2% S и извличане на обща S – 66.5%.

## **ABSTRACT.**

Technological investigations have been conducted for the processing of primary sulphide copper ore from a porphyry-copper deposit. In previous studies the chemical, mineral and particle size composition and grindability of the same sulphide copper ore from a technological ore sample provided were studied. Phase analysis for determining the forms of copper presence in the ore has been performed.

A collective-selective flotation flowsheet has been developed, including three cycles - collective flotation, copper-pyrite selection and pyrite flotation, and the optimal technological parameters for each individual flotation cycle have been experimentally determined.

The results of the conducted technological investigations show that the developed collective-selective scheme of flotation, with obtaining copper and pyrite concentrate is effective for the ore from the analyzed technological sample. The following products and parameters were obtained: copper concentrate with content 21.3% Cu, 25% S, 0.33% Mo, with recovery of Cu - 88.17%, S - 26.8% and Mo - 73.4%; pyrite concentrate with content - 50.2% S and recovery of total S - 66.5%.

**II.20. Янкова, Т. Веществен състав на смесен тип сулфидно-оксидни руди от меднопорфирно находище. Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, 66/2023, стр. 78-82, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.**

Yankova, T. Material composition of mixed type sulfide-oxide ores from a porphyry-copper deposit. Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Vol. 66/2023, pp. 78-82, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.

## **РЕЗЮМЕ.**

Проведени са изследвания за изучаване на минералния и химичен състав на смесен тип сулфидно-оксидна руда от меднопорфирно

находище, с оглед определяне на нейната обогатимост и получаването на висококачествени концентрати.

Извършените изследвания включват пълен химичен анализ, фазов анализ за определяне формите на присъствие на медта в рудата, дифрактометричен рентгеноструктурен анализ, минераложки изследвания в отразена светлина на микроскопски препарати от късови образци и препарати-брикети от класа 2.00 – 0 mm на рудата.

Минералният и химичен състав на изследваната сулфидно-оксидна руда обуславя прилагането на колективно-селективна флотация за обогатяване на рудата, с цел получаването на висококачествени медни и пиритни концентрати.

#### **ABSTRACT.**

The aim of the laboratory test work was to evaluate the enrichment of sample of mixed sulfide-oxide ore and obtaining high-quality concentrates. The research carried out includes full chemical analysis, phase analysis for determining the forms of the presence of Cu in the ore, X-ray diffraction analysis, mineralogical studies of polished sections from ores samples and polished briquettes, prepared from class 2.00-0 mm of the ore, studied through a polarizing microscope in reflected light.

The mineral and chemical composition of the studied sulfide-oxide ore determines the application of collective-selective flotation for the enrichment of the ore, intending to obtain high-quality copper and pyrite concentrates.

**II.21. Янкова, Т. Технологични изследвания по обогатимост на сулфидна руда за получаване на молибденов концентрат. Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, 66/2023, стр. 83-86, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.**

**Yankova, T. Sulfide ore beneficiation to obtain molybdenum concentrate – technological investigations. Annual of the University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, Vol. 66/2023, pp. 83-86, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.**

#### **РЕЗЮМЕ.**

Настоящата разработка представя и анализира проведените технологички изследвания за обогатяване на първична сулфидна руда от меднопорфирно находище с цел получаване на молибденов концентрат.

При предишни изследвания са изучени и установени химичният, минерален и зърнометричен състав, както и смислаемостта на сулфидната медна руда.

Определени са формите на присъствие на медта в рудата чрез фазов анализ.

Разработена е схема на колективно-селективна флотация на рудата, включваща три цикъла: колективна флотация, медно-пиритна селекция и пиритна флотация, като експериментално са определени оптималните технологични показатели за всеки отделен флотационен цикъл. Установено беше, че молибденът е представен от молибденит, асоцииращ предимно с халкопирит и по-рядко с пирит.

Проведени бяха лабораторни експерименти с медно-молибденовия концентрат от техноложката проба, за да бъдат определени оптималните стойности на основните фактори, които оказват съществено влияние върху молибденовата флотация.

В заключение получените резултати са обобщени и анализирани.

## **ABSTRACT.**

This paper presents and analyzes the technological investigations carried out for beneficiation of primary sulphide ore from a porphyry-copper deposit to obtain molybdenum concentrate.

In previous works the chemical, mineral and particle size composition as well as sulphide copper ore grindability were studied. Phase analysis for copper presence forms determining has been performed.

Selective-bulk flotation flowsheet was developed, including three cycles: bulk flotation, copper-pyrite selection and pyrite flotation, and the optimal technological parameters for each flotation cycle have been experimentally determined. It was found that molybdenum is represented by molybdenite, mostly associated with chalcopyrite and less frequently with pyrite.

With the copper-molybdenum concentrate from the technological sample laboratory experiments were conducted, to determine the optimum values of the main factors, which have a significant effect on molybdenum flotation. In conclusion, the results obtained are summarized and analyzed.

**II.22. Янкова, Т. И. Григорова. Физико-механични свойства на смесен тип сулфидно-оксидна руда от меднопорфирно находище. Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, 66/2023, стр. 87-90, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.**

Yankova, T., I. Grigorova. Physico-mechanical properties of a mixed-type sulfide-oxide ore from a porphyry-copper deposit. Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Vol. 66/2023, pp. 87-90, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.

#### **РЕЗЮМЕ.**

Меднопорфирните находища имат важно икономическо значение като основен източник на метала мед.

Проведени са лабораторни изследвания за изучаване смилаемостта на смесен тип сулфидно-оксидна руда от меднопорфирно находище, като е извършен зърнометричен анализ при различна продължителност на смилане (5, 7, 10, 13, 17, 22 min) на изходната руда.

Степента на разкриване на рудните минерали в различните класи на смяната руда е определена с помощта на микроскопски изследвания. Определено е разпределението на Си по класи на рудата, смяна до 65% класа 0.080 mm.

Проведен е лабораторен тест на Бонг и е изчислен индекса на работата на Бонг. Резултатите от извършените изследвания показват, че изучаваната смесена сулфидно-оксидна руда се характеризира с относително лесна смилаемост.

#### **ABSTRACT.**

Porphyry-copper deposits have significant economic importance as the primary source of copper.

Laboratory studies to determine the grindability of a mixed type of sulfide-oxide ore from a porphyry-copper deposit by a particle size analysis was performed at different grinding time (5, 7, 10, 13, 17, 22 min) of the ore feed. The liberation degree of the ore minerals in the different fractions of the milled ore has been determined by microscopic studies. The distribution of component Cu by fractions of the ore, ground to 65% of the class 0.080 mm has been determined.

A laboratory Bond test was performed, and the Bond Work Index was determined. The results of the conducted research show that the studied mixed sulfide-oxide ore is characterized by relatively easy grindability.

II.23. Yankova, T., L. Dimitrov, I. Grigorova. Beneficiation of sulfide-oxide ore from a porphyry – copper deposit – technological investigations, In: Proceedings of XIX Balkan Mineral Processing Congress, Prishtine, Kosovo, 2023, pp. 265-270, ISBN 978-9951-9138-0-5.

Янкова, Т., Л. Димитров, И. Григорова. Технологични изследвания за обогатяване на сулфидно-оксидна руда от меднопорфирно находище. Сборник с доклади от XIX Балкански конгрес по обогатяване на полезни изкопаеми, Прищина, Косово, 2023, стр. 265-270, ISBN 978-9951-9138-0-5.

#### РЕЗЮМЕ.

В тази статия са представени резултатите от технологични изследвания за обогатяване на сулфидно-оксидна смесена рудна проба от меднопорфирно находище. Основният ценен руден компонент е медта със съдържание 0,554%.

Представени са проведените технологични флотационни изследвания. Те доказват, че с колективно-селективна флотационна схема за обогатяване на смесена сулфидно-оксидна руда от меднопорфирно находище се постигат високи технологични резултати. В края са представени заключенията.

#### ABSTRACT.

In this paper the results of beneficiation technological studies of sulfide-oxide mixed ore sample from a porphyry – copper deposit is presented. The main valuable ore component is copper with 0.554% grade.

The technological flotation studies carried out are presented. They prove that with a selective-bulk flotation flowsheet for beneficiation of mixed sulfide-oxide ore from a porphyry – copper deposit high technological results are achieved. Lastly the conclusions are presented.

II.24. Янкова, Т., И. Григорова. Поглед върху изкуствения интелект при преработката на руди, Сп. Геология и минерални ресурси, бр. 9-10/2023, стр. 28-33, ISSN: 1310-2265, УДК: 55 553.04, COBISS.BG-ID 1120048868.

Yankova, T., I. Grigorova. Artificial intelligence in ore processing - an overview, Geology and Mineral Resources Journal, 9-10/2023, pp. 28-33, ISSN: 1310-2265, UDC: 55 553.04, COBISS.BG-ID 1120048868.

#### РЕЗЮМЕ.

Целта на настоящата разработка е да гискутира възможностите на изкуственият интелект (AI) в сферата на преработката на руди. Разбира се, нито една малка разработка, като настоящата, не би могла да обхване цялостното приложение и възможности на AI за обогатителната индустрия, тъй като

иновационните проекти за приложението на изкуствения интелект при преработката на руди са много. Към настоящият момент няма универсален алгоритъм, който може да реши всички проблеми. Един алгоритъм може да бъде добър при решаването на определена задача, но няма да се представи толкова добре при други.

Усъвършенстваните техники за анализ на данни, включително, но не само, изкуствения интелект и машинното обучение (ML) могат да се използват за подобряване, оптимизиране и автоматизиране на по-голяма част от дейностите, процесите и операциите в обогатителните фабрики. Може да се прилагат за проектиране, конструиране, поддръжка, контрол, мониторинг на производителността и оптимизиране на процесите в цикъла на раздробяване (трошене, смилане, класиране, класификация), гравитационна сепарация, флотация, магнитно и електростатично обогатяване, както и за обезводняване.

Минерално-суровинната индустрия винаги е приветствала технологичните предизвикателства. Именно иновативните производствени решения ще доведат до следващото цифрово поколение в областта на преработката на суровини.

## **ABSTRACT.**

The purpose of this paper is to discuss the possibilities of artificial intelligence (AI) in the field of ore processing. Of course, no small presentation such as this one could cover the full AI application and possibilities for mineral processing industry, because innovative projects for artificial intelligence application in ore processing are many. Now, there is no universal algorithm that can solve all problems. An algorithm may be good at solving one task, but it won't perform as well at others.

Advanced data analytics techniques, including but not limited to artificial intelligence and machine learning (ML), can be used to improve, optimize and automate more of the activities, processes and operations in mineral processing plants. They can be applied to the design, construction, maintenance, control, performance monitoring and processes optimization in comminution (crushing, grinding, sorting, classification), gravity separation, flotation, magnetic and electrostatic beneficiation, as well as dewatering.

The mineral raw materials industry has always welcomed technological challenges. It is innovative manufacturing solutions that will lead to the next digital generation in raw material processing.

II.25. Yankova, T., I. Grigorova. Beneficiation of sulfide ore from a porphyry-copper deposit, Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies, Vol. 18/2024, ISSN 1314-7269, Published at: <https://www.scientific-publications.net/en/open-access-journals/materials-methods-and-technologies/>, УДК: 001, COBISS.BG-ID: 1124956644.

Янкова, Т., И. Григорова. Обогащаване на сулфидни руди от меднопорфирно находище, Списание за международни научни публикации: Материали, методи и технологии, бр. 18/2024, ISSN 1314-7269, Публикацията е налична на следния електронен адрес: <https://www.scientific-publications.net/en/open-access-journals/materials-methods-and-technologies/>, UDC: 001, COBISS.BG-ID: 1124956644.

#### **РЕЗЮМЕ.**

Презентацията, която е обобщена в тази статия, се фокусира върху резултатите, получени от лабораторни изследвания, проведени за обогащаване на първични сулфидни руди от меднопорфирно находище. За да се определи физичния състав на първичната сулфидна руда, бяха извършени пълен химичен анализ и рентгеноструктурен дифрактометричен анализ, фазов анализ, изследване чрез поляризационен микроскоп в отразена светлина на рудни проби от полирани препарати-брикети.

Изследвани са зърнометричният състав на сулфидната медна руда и нейната смилаемостта. Резултатите от проведените технологични изследвания показва, че разработената схема за колективно-селективна флотация с производство на меден и пиритен концентрат е ефективна за сулфидните медни руди. В края са представени изводи и заключения.

#### **ABSTRACT.**

The presentation that is summarized in this article focused on the results obtained from laboratory studies carried out for beneficiation of primary sulfide ores from porphyry - copper deposit. To determine the primary sulphide ore physical composition, full chemical analysis and X-ray diffraction analysis, phase analysis, study through polarizing microscope in reflected light of polished ore samples were carried out.

The sulfide copper ore particle size composition and grindability were studied. The technological studies result shown that selective-bulk flotation flowsheet developed, with copper and pyrite concentrate production is effective for the sulfide copper ore. Finally, conclusions and summaries are presented.

II.26. Yankova, T., Precious Metals Ore Characterization, ISBN 978-954-353-475-3, 2024, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia.

Янкова, Т., Охарактеризиране на руди съдържащи благородни метали, ISBN 978-954-353-475-3, 2024, Издателска къща „Св. Иван Рилски“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, София.

## РЕЗЮМЕ.

Настоящата студия на тема “*Охарактеризиране на руди съдържащи благородни метали*” представя резултатите от научноизследователска програма, проведена с цел изследване обогатимостта на руди съдържащи благородни метали, добивани от нискосулфиден тип епитермални находища.

Изучен е веществения (минерален и химичен) състав на рудата. Определени са зърнометричния, химичният и фазовият състав на изследваната проба. Анализирани и представени са химичният анализ по фракции, както и силикатен анализ на техноложката проба. Най-подробно е изучен и представен минералният състав на рудната проба, разкритието и взаимоотношението на минералите, както в изходната така и в смляната до различни едрини руда.

Изучен и анализиран е минералния състав и текстурно-структурните особености на орудяването в композитната проба с помощта на бинокулярен стереомикроскоп. Реализирани и представени са минераграфски изследвания на рудните образци, като е определено и съдържанието и разпределението на ценните компоненти - съдържащите минерални фази и съпътстващите ги рудни минерали в различни фракции от изходна и смляна руда, с помощта на оптична микроскопия в отразена светлина. Извършени са сканираща електронна микроскопия (SEM) и количествени рентгеноспектрални микроанализи (EDS анализ) на рудната проба. Настоящата студия обхваща още резултати от определяне физикомеханичните свойства на рудната проба, както и изследвания за определяне на индекса на работата на Бонг. Определен е зърнометричния състав на изследваната руда при различно време на смилане (смилаемост на рудата). Оптимизиран е зърнометричния състав на продукта за технологични гравитационни изследвания, чрез калибриране (P80, 0.500 mm) на процеса смилане, както и оптимизиране на зърнометричния състав



на продукта за флотационни изследвания, чрез калибриране (P80, 0.075 mm) на процеса смилане. Определена е степенята на разкриване (либерализация) на ценните компоненти, в зависимост от степенята на смилане. Получените резултати са анализирани. В заключение са представени обобщени изводи.

#### **ABSTRACT.**

The results from research and development programme, conducted for precious metals ore sample characterization are presented in this work. The study focuses on precious metals ore characterization: particle size and chemical analysis, ore sample particle size distribution determination, ore size fractions chemical analysis. The study of the sample chemical composition includes: ore sample chemical analysis, ore sample full chemical analysis, ore sample silicate analysis and chemical phase analysis for precious metals distribution in the ore sample.

The study of the mineralogical characteristics is described which includes: ore sample mineral composition and texture-structure peculiarities study by binocular stereomicroscope, ore samples optical microscope studies in reflected light, grade and distribution of precious metals mineral phases, and accompanying ore minerals in different size fractions of feed and ground ore, using optical microscopy in reflected light, ore sample mineralogical characteristic of different size fractions, ore sample mineralogical characteristic of different grind size fractions and scanning electron microscopy (SEM) and quantitative electron microprobe analyses. Precious metals ore physico-mechanical properties determination have been carried out. Bond Ball Mill Work Index Test was performed. The particle size distribution of the ore based on grinding time (grind calibration) was determined and feed ore grind calibration for laboratory gravity studies, as well as feed ore grind calibration for laboratory flotation studies. Research has been performed to study and determine the degree of liberation of precious metals. Finally, conclusions and summaries are presented.

**II.27. Yankova, T., Precious Metals Recovery by Gravity and Flotation Methods, ISBN 978-954-353-476-0, 2024, Publishing House "St. Ivan Rilski" of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, 2024.**

**Янкова, Т. Обогащаване на руди съдържащи благородни метали чрез гравитационни и флотационни методи, ISBN 978-954-353-476-0, 2024, Издателска къща „Св. Иван Рилски“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, София.**

## **РЕЗЮМЕ.**

Настоящата студия обсъжда резултатите, получени от проведени лабораторни експерименти за изучаване гравитационната и флотационна обогатимост на руди, съдържащи благородни метали. Експериментирани са два гравитационни метода на обогатяване - центробежен и в тръскащ слой - на концентрационна маса. Определено е влиянието и са оптимизирани параметрите на технологичния процес при прилагане на всеки един от изследваните методи. Извършено е сравнение и анализ на получените показатели и по двата метода, по отношение на извличането и съдържанието на ценните компоненти в гравитационните концентрати. Представени са резултати, постигнати при проведените експерименти за изучаване на флотационната обогатимост на рудата. Определени са оптималните параметри на флотационния процес и технологичните показатели, посредством експерименти в отворен и затворен цикъл. Настоящата разработка представя и резултатите от получените в резултат на проведени лабораторни експерименти технологични показатели, при прилагане на комбиниран гравитационно-флотационен метод за обогатяване на изследваната руда. Установено е, че получените технологични резултати по комбиниран гравитационно-флотационен метод за обогатяване на рудата са по-високи от постигнатото при самостоятелното ѝ обогатяване само чрез гравитационен или флотационен метод за обогатяване. Получените резултати са анализирани. В заключение са представени обобщени изводи.

## **ABSTRACT.**

The results from research and development programme, conducted for precious metals recovery by gravity and flotation methods are presented in this work. Two gravity beneficiation methods have been experimented - centrifugal and in a moving bed - on a shaking table. The impact was determined and technological process parameters were optimized when each of the investigated methods applying. A comparison and analysis of the indicators obtained by both methods, regarding the recovery and the valuable components grade in the gravity concentrates, was carried out. Results achieved during the conducted experiments to study the flotation beneficiation are presented. The optimal parameters of the flotation process and technological indicators were determined by open and closed cycle experiments. The present study also discussing the results of the technological indicators obtained, as a laboratory experiments result, when

applying a combined gravity-flotation beneficiation method for studied ore. It has been established that the technological results obtained by the combined gravity-flotation beneficiation method are higher than those achieved by its independent beneficiation only by gravity or flotation method. The obtained results are analyzed and conclusions are presented.

II.28. Yankova, T., *Precious Metals Ore Processing Technology*, ISBN: 978-954-353-477-7, 2024, Publishing House "St. Ivan Rilski", University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, 2024.

Янкова, Т. *Технология за обогатяване на руди съдържащи благородни метали*, ISBN: 978-954-353-477-7, 2024, Издателска къща „Св. Иван Рилски“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, София.

## РЕЗЮМЕ.

Обект на изследване в настоящата студия са благородните метали добивани от нискосулфиден тип епитермални находища.

Предметът на изследване в разработката е създаването на технология за обогатяване на руди съдържащи благородни метали.

Основната цел на студията е насочена към разработването на конкретна технология за обогатяване на руди съдържащи благородни метали.

Реализираната научноизследователска работа включва изучаването на две технологични възможности за преработка на рудите: по гравитационно-флотационна и по флотационно-гравитационна схема.

Първата изучена и представена в настоящата студия технологична възможност включва реализираните лабораторни изследвания за разработване на технология за обогатяване на руди на благородни метали по гравитационно-флотационна схема, обхващащи: определяне на технологичните показатели на гравитационното извличане на благородни метали и определяне на технологичните показатели на флотационния процес. Изучен е веществения състав на крайните продукти, получени от гравитационния, както и от флотационния цикъл за обогатяване на рудата по гравитационно-флотационната схема. Изучен и представен е минералния състав на зърнометрични фракции от гравитационен концентрат, флотационен концентрат и отпадък от гравитационно-флотационната схема, посредством извършената минераложка характеристика.

Втората изследвана и представена технологична възможност включва проведените лабораторни изследвания за разработване на технология за обогатяване на руди на благородни метали по флотационно-гравитационна схема обхващащи: определяне на технологичните показатели на флотационния процес, както и определяне технологичните показатели на гравитационното извличане на благородни метали от флотационния отпадък. Изучен е веществения състав на продуктите от флотационно-гравитационната схема за обогатяване. Извършена е минераложка характеристика на зърнометрични фракции + 0.100 mm, -0.100 + 0.075 mm и - 0.075 + 0.045 mm от флотационен концентрат и краен отпадък от флотационно-гравитационната схема. Получените резултати са анализирани.

В заключение са представени обобщени изводи.

#### **ABSTRACT.**

The object of research in the present study is the precious metals mined from low sulphide type epithermal deposits.

The subject of research is a beneficiation technology for precious metals development.

The aim of this studio is to present the technology for precious metals ore processing.

The scientific research work carried out includes of two ore processing technological possibilities: by gravity-flotation and by flotation-gravity processing flowsheet.

The first technological possibility studied and presented in this study includes the laboratory studies for precious metals ore processing technology development, according to the gravity-flotation processing flowsheet, covering: determination of the technological parameters of precious metals gravity recovery and flotation process technological parameters determination. The material composition of the final products obtained from gravity and flotation beneficiation cycles according to gravity-flotation flowsheet was studied. The mineralogical characterization of the particle size of gravity concentrate, flotation concentrate and waste from gravity-flotation flowsheet was studied and presented.

The second scientific researched and presented technological possibility includes the conducted laboratory studies for precious metals beneficiation technology development according to flotation-gravity flowsheet covering: determining of the flotation process technological indicators, as well as determining the technological indicators of the precious metals' gravity recovery from the flotation waste. The material

composition of the products from flotation-gravity beneficiation flowsheet was studied. Mineralogical characterization of particle size fractions + 0.100 mm, -0.100 + 0.075 mm and - 0.075 + 0.045 mm from flotation concentrate and final waste from the flotation-gravity flowsheet was carried out.

The obtained results are analyzed and conclusions are presented.

**II.29. Янкова, Т. Разработване на технология за обогатяване на смесена руда от меднопорфирно находище, Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, 67/2024, приета за публикуване, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.**

Yankova, T. Beneficiation technology for mixed ore from a porphyry-copper deposits development, Annual of the University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, Vol. 67/2024, accepted for publication, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), UDC: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.

#### **РЕЗЮМЕ.**

Настоящата разработка представя резултатите от проведените технологични изследвания за обогатимост на смесена (сулфидно-оксидна) руда от меднопорфирно находище. Разработена и представена е колективно-селективна схема на флотация на смесените сулфидно-оксидни руди от меднопорфирното находище, която позволява комплексното оползотворяване на полезните компоненти, получавайки меден и пиритен концентрати.

#### **ABSTRACT.**

The presentation that is summarized in this article focused on the results obtained from laboratory technological studies carried out for beneficiation of sulfide-oxide ores from porphyry - copper deposit.

The technological studies result shown that selective-bulk flotation flowsheet developed, with copper and pyrite concentrate production is effective for the sulfide-oxide copper ore.

Finally, conclusions and summaries are presented.

**II.30. Янкова, Т. Поглед върху технологичните приложения на изкуствения интелект в кръговата икономика, бр. 1, 2024, стр. 6-11 Сп. Геология и минерални ресурси, ISSN: 1310-2265, УДК: 55 553.04, COBISS.BG-ID 1120048868.**

Yankova, T. Technological applications of artificial intelligence in circular economy - an overview, *Geology and Mineral Resources Journal*, 1/2024, pp. 6-11, ISSN: 1310-2265, UDC: 55 553.04, COBISS.BG-ID 1120048868.

## РЕЗЮМЕ

Непрекъснато нарастващата употреба на суровини, особено в условията на неустойчиво управление и липса на рециклиране, довежда до огромни количества отпадъци, вредни за човешкото здраве и екосистемата и в крайна сметка до изчерпване на природните ресурси. За справяне с тези предизвикателства се насърчава преминаването към модели на устойчиво производство и консумация, включително прилагането на принципите на кръговата икономика, рециклиране и разработването на иновативни технологии, които намаляват зависимостта от невъзобновяеми природни ресурси.

Според доклад на Световната банка [8] нарастването на отпадъците се очаква да достигне около 3,40 милиарда тона до 2050 г. На този етап от развитието на човешката цивилизация е ясно, че традиционните линейни производства не биха могли да се справят с широкообхватните проблеми, свързани с увеличеното производство на отпадъци и по-краткия жизнен цикъл на продуктите. В този смисъл, концепцията "кръгова икономика" показва обещаващи перспективи.

Иновативни технологии, като изкуствен интелект (AI) и машинно обучение (ML) могат да предоставят жизненоважна помощ за ефективното внедряване на кръговата икономика в технологичната практиката. Настоящата разработка гискутира пресечната точка между технологията за изкуствен интелект и кръговата икономика.

## ABSTRACT.

Constantly growing raw materials use, especially in the context of unsustainable management and recycling absence, leads to huge amounts of waste, harmful to human health and ecosystem, and ultimately to natural resources depletion. To overcoming these challenges, the transition to sustainable production and consumption models is encouraged, including circular economy principles application, recycling and innovative technologies development that reduce dependence on non-renewable natural resources.

According to a World Bank report [8], waste increase is expected to reach about 3.40 billion tons by 2050. At this stage in the human civilization

development, it is clear that traditional linear manufacturing can't handle with the wide-ranging problems associated with increased waste production and shorter products life cycles. In this sense, the "circular economy" concept shows promising prospects.

Innovative technologies such as artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) can provide vital assistance for effective implementation of the circular economy in technological practice. This paper discusses the intersection between artificial intelligence technology and the circular economy.

**II.31. Петров, М., Т. Янкова, И. Григорова. Обогащаване на оловно-цинкови руди в Република България и Република Северна Македония, Сп. Геология и минерални ресурси, бр. 2-3, 2024, приета за публикуване, ISSN: 1310-2265, УДК: 55 553.04, COBISS.BG-ID 1120048868.**

Petrov, M., T. Yankova, I. Grigorova. Lead-zinc ores mineral processing in the Republic of Bulgaria and the Republic of North Macedonia, *Geology and Mineral Resources Journal*, 2-3/2024, accepted for publication, ISSN: 1310-2265, UDC: 55 553.04, COBISS.BG-ID 1120048868.

## **РЕЗЮМЕ.**

България е богата на оловно-цинкови сулфидни руди, които са източник освен на металите олово и цинк и на редица ценни съпътстващи компоненти. В металургичния комбинат КЦМ АД, Пловдив се преработват оловно-цинкови сулфидни руди от находищата, разположени в Централните Родопи в България, както и оловно-цинкови сулфидни руди от съседна Република Северна Македония, от които освен Pb и Zn се добиват също Ag, Au, Cd, Se, Te и др.

Основният фокус в настоящата разработка е насочен върху изучаването на технологичните процеси (трошене, флотация и обезводняване на получените концентрати), в обогатителните фабрики „Ерма река“, гр. Златоград и „Тораница“, гр. Крива Паланка и извеждането на препоръки за подобряване на тяхната ефективността. Представена е и кратка геоложка характеристика на Pb-Zn находища в Р. България и Р. Северна Македония. В допълнение е разгледана и световната суровинна база и цени на металите олово и цинк.

## **ABSTRACT.**

Bulgaria is wealthy in lead-zinc sulphide ores, which are a source, in addition to the metals lead and zinc, and several valuable accompanying components. In the Non-ferrous Metals Smelter (KCM SA), Plovdiv, lead-zinc

sulfide ores from the deposits located in the Central Rhodopes in Bulgaria are processed, as well as lead-zinc sulfide ores from neighboring Republic of North Macedonia from which, in addition to lead and zinc, Ag, Au, Cd, Se, Te, etc. are also recovery.

The focus of the current presentation is directed at technological processes study (crushing, flotation and dewatering of the obtained concentrates) in the beneficiation plant "Erma Reka", Zlatograd and "Toranitsa", Kriva Palanka and derivation of recommendations for their effectiveness improvement. A brief Pb-Zn deposits geological description in the Republic of Bulgaria and the Republic of North Macedonia is also presented. In addition, the metals lead and zinc global raw material base and prices are examined.

II.32. Петров, М., Т. Янкова, И. Григорова. Повишаване ефективността на рудоподготовка, чрез оптимизиране на процеса трошене на Pb-Zn руди, Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, 67/2024, приета за публикуване, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), УДК: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.

Petrov, M., T. Yankova, I. Grigorova. Increasing the efficiency of Pb-Zn ores comminution by optimizing the crushing process, Annual of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia, Vol. 67/2024, accepted for publication, ISSN 2738-8808 (print), ISSN 2738-8816 (online), UDC: 378.6(497.2), COBISS.BG-ID: 55587848.

## РЕЗЮМЕ.

Зърнометричната подготовка на рудите има важно значение за производството на висококачествени концентрати и оказва съществено влияние върху производствените разходи на обогатителните фабрики, поради високото потребление на електроенергия при процесите трошене и смилане.

В настоящата статия се разглеждат резултатите от внедряването на нова, двустадиална схема на трошене и пресяване на рудите, заместваща тристадиалната схема на трошене с остаряло оборудване в обогатителна фабрика.

Новата двустадиална схема на трошене включва съвременно, високопроизводително оборудване с ниска енергоемкост – челюстна трошачка Nordberg С116 – за едро трошене, конусна трошачка Nordberg GP 220 – за ситно трошене и пресевна машина Nordberg TS 4.2.

Оптимизирането на технологичния режим на трошене в обогатителната фабрика води до повишена производителност и



ефективност и на следващите процеси по веригата - смилане и флотация и по-ниска себестойност на произведените концентрати.

#### **ABSTRACT.**

The ores comminution is important for high-grade concentrates production and has a significant impact on beneficiation plants production costs, due to the high electricity consumption in the crushing and grinding processes.

This paper examines the implementation results of a new two stage ores crushing and screening circuit replacing the three-stage crushing circuit with outdated equipment in a concentrator.

The new two stage crushing circuit includes modern high-performance equipment with low energy consumption – a Nordberg C116 jaw crusher – for coarse crushing, a Nordberg GP 220 cone crusher – for fine crushing and a Nordberg TS 4.2 screening machine.

Mineral processing plant crushing technological mode optimization leads to increased production capacity and efficiency of the downstream processes in the chain – grinding and flotation and produced concentrates lower cost.

15.04.2024 г.

Подпис:

(гл. ас. д-р Теодора Янкова)