



Universidade Federal de Ouro Preto

Resolução CEPE

N.º 510/93

Aprova ementa e carga horária de disciplina.

O CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO, no uso de suas atribuições legais,

R E S O L V E:

Aprovar as ementas e as cargas horárias das disciplinas "Metalurgia dos Não-Ferrosos I" e "Metalurgia dos Não-Ferrosos II", conforme proposta do Colegiado do Curso de Engenharia Metalúrgica, constante do Of. CEMET R. 016-93, que fica fazendo parte integrante desta Resolução.

Ouro Preto, 16 de junho de 1993.

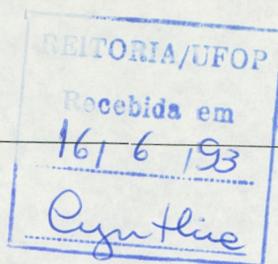
Prof. Renato Godinho Navarro
Presidente



ESCOLA DE MINAS

Praça Tiradentes, 20

35400 - Ouro Preto - Minas Gerais



OF.CEMET E. 016-93.

Ouro Preto, 12 de maio de 1993.

Ilmo. Sr.

Prof. Roberto Elias

DD. Diretor de Ensino da UFOP

N E S T A

Senhor Diretor:

Em reunião de 11.05.93, o Colegiado do Curso de Engenharia Metalúrgica decidiu modificar as ementas, os programas e as cargas horárias das disciplinas MET 251 - Metalurgia dos Não Ferrosos I e MET 252 - Metalurgia dos Não Ferrosos II, ccnforme anexo.

Solicitamos a V.Sa. o encaminhamento deste assunto ao CEPE para deliberação final.

Atenciosamente.

Leonardo Godefroid
Presidente do CEMET
Escola de Minas - UFOP

NOME: Metalurgia dos não-ferrosos I
CÓDIGO: MET 251 PERÍODO: 8º
PRÉ-REQUISITOS: MET 202; MET 212
CARGA HORÁRIA SEMANAL: 04 horas.
CARGA HORÁRIA: 60 horas. - 3 teóricas e 1 prática

EMENTA

OPERAÇÕES UNITÁRIAS EM HIDROMETALURGIA. TERMODINÂMICA DOS SISTEMAS HIDROMETALÚRGICOS. DIAGRAMAS DE ESTABILIDADE. TERMODINÂMICA E CINÉTICA DE LIXIVIAÇÃO. SEPARAÇÃO, PURIFICAÇÃO E ENRIQUECIMENTO DE LICORES. SEPARAÇÃO DO PRODUTO A PARTIR DOS LICORES. APLICAÇÃO A METALURGIA DE METAIS NÃO-FERROSOS, TRATAMENTO DE REJEITOS E EFLUENTES.

PROGRAMA

INTRODUÇÃO:

Escopo. Operações unitárias em hidrometalurgia. Matérias-primas, reagentes, produtos. Vantagens e importância dos processos hidrometalúrgicos.

LIXIVIAÇÃO:

Estrutura e propriedades das soluções aquosas. Termodinâmica de sistemas hidrometalúrgicos: estado de referência de Henry; atividade iônica média; teoria de Debye-Huckel; método do sal intermediário; ábaco de Meissner; complexação.

Equilíbrio iônico.

Diagrama de distribuição de espécies.

Diagramas de Pourbaix: reações químicas e eletroquímicas; balanceamento de reações eletroquímicas; potencial de equilíbrio de eletrodo e potencial de equilíbrio de reação; estabelecimento de diagramas E_n x pH; aplicações e limitações.

Diagramas de estabilidade P_{O_2} x pH.

Mecanismo de dissolução: modelo físico; dissolução por reação química, eletroquímica e eletrolítica. Cinética dos processos eletroquímicos: equação de Butler-Volmer e derivadas; potenciais mistos.

Lixiviação bacteriana.

Prática de lixiviação: tanque com agitação; percolação; pilhas; in situ. Aplicações.

BENEFICIAMENTO DOS LICORES:

Espessamento. Filtração.

Resina de troca iônica: constituição; equilíbrio; índices de performance; prática.

Extração por solvente: caracterização; equilíbrio de partição; índices, prática.

Extração por carvão ativado: mecanismo de adsorção; CIP, CIC e outros; estripagem; regeneração.

SEPARAÇÃO DO PRODUTO:

Precipitação de sulfetos, sulfatos, hidroxidos e carbonatos e outros. Cementação. Redução por hidrogênio.

ELETROLISE E ELETROREFINO:

Escopo. Termodinâmica dos processos.

Aspectos cinéticos: polarização devido a energia de ativação das reações eletroquímicas; polarização de resistência; polarização devido a gradientes de concentração; polarização de cristalização e outras. Sobre-potencial de hidrogênio. Lei de Faraday. Eficiência de corrente. Consumo de energia. Exemplos.

APLICAÇÕES:

Metalurgia de Metais não-ferrosos. Comparações com processos pirometalúrgicos de produção dos referidos metais. Tratamento de rejeitos e efluentes.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Handbook of aqueous electrolyte thermodynamics ;
J.F. Zemaitis et al; AIChE; 1986.
- 2 Unit process in extractive Metallurgy- Hydrometallurgy ;
L.G. Twidwell; Montana College of Mineral Science and
Technology
- 3 Hydrometallurgical extraction and reclamation;
E. Jackson; Ellis Horwood Limited, 1986.
- 4 Hydrometallurgy in extraction processes; vol I and II
C.K. Gupta; CRC Press; 1990.
- 5 Principles of aquatic chemistry;
F.M.M. Morel; John Wiley & sons; 1983.
- 6 Ionic equilibrium;
J.M. Butler; Addison-Wesley; 1964.
- 7 Rate process of extractive metallurgy;
H.Y. Sohn et al; Plenum press; 1979;
- 8 Principles of extractive metallurgy;
T. Rosenqvist; McGraw Hill; 1983;
- 9 Solutions, minerals and equilibria;
R.M. Garrels; Jones and Bartlet; 1990;
- 10 Atlas d'équilibre électrochimiques;
M. Pourbaix; Gauthier-Villars; 1963;
- 11 Common sources of confusion - Electrode Sign Convention;
F.C. Ansen; Journal of Chemical Education, vol 36, number 8,
August 1959, pp 394-395.
- 12 Hidrometalurgia;
R.C. Villas Boas; ABM; 1982.
- 13 Modern electrochemistry; vol II
J. Bocris et al; Plenum Press; 1977;
- 14 Introduction to evaluation, design and operation of precious
metal heap leaching processes;
Van Zyl et al; AIME ; 1988;
- 15 Mineral processing technology;

- B.A. Wills; Pergamon Press; 1988;
- 16 Lectures notes on: Hydrometallurgy, theory and practice;
E. Peters et al; Golden, Colorado, May 19 and 20, 1972;
- 17 The extractive metallurgy of gold;
J.C. Yannopoulos; Van Nostrand Reinhold; 1991;
- 18 Extractive metallurgy of nickel;
A.R. Burkin; John Wiley; 1987;
- 19 Extractive metallurgy of copper;
Biswas et al; Pergamon Press; 1976;
- 20 Aluminum electrolysis;
C. Krohn et al; Aluminum-Verlag; 1977;
- 21 Chemical Metallurgy
J.J. Moore et al; Butterworths; 1990;
- 22 Aluminum Smelter technology, 2nd Edition;
B.J. Welch et al; Aluminum Verlag; Dusseldorf; 1988.
- 23 Theoretical electrochemistry;
L. Antropov; Mir Publishers; Moscow; 1977
- 24 Introdução à engenharia eletroquímica. Processos
eletrometalúrgicos;
H.C. Chagas (coordenador) ; ABM; 1982
- 25 Solution mining;
W. Bartlett; Gordon & Breach; 1992.

NOME: Metalurgia dos não-ferrosos II
CÓDIGO: MET 252 PERÍODO: 9º
PRÉ-REQUISITOS: MET 251
CARGA HORÁRIA SEMANAL: 04 horas.
CARGA HORÁRIA: 60 horas. -> 3 teóricas e 4 práticas

EMENTA

OPERAÇÕES UNITÁRIAS EM PIROMETALURGIA. PROCESSOS DE SECAGEM, DESIDRATAÇÃO E CALCINAÇÃO. FUSÃO ALCALINA. USTULAÇÃO. CLORAÇÃO. REDUÇÃO DE OXIDOS, OXIDOS COMPLEXOS E HALETOS. REAÇÕES METALOTÉRMICAS. REFINO EM FASE LÍQUIDA. PROCESSOS DE DESTILAÇÃO. OPERAÇÕES DE DESGASEIFICAÇÃO. APLICAÇÕES A METALURGIA DOS NÃO FERROSOS, FERRO-LIGAS E TRATAMENTO DE EFLUENTES.

PROGRAMA

INTRODUÇÃO:

Operações unitárias em pirometalurgia.

TRATAMENTOS PRELIMINARES:

Processos de secagem. Desidratação. Calcinação. Fusão alcalina. Ustulação: Aspectos termodinâmicos; tipos de ustulação; agentes ustulantes; mecanismo de ustulação; processos de ustulação de concentrados.

Cloração: Aspectos termodinâmicos; métodos de cloração; agentes cloretantes; propriedades dos cloretos e oxi-cloretos; cloração de oxidos, silicatos e sulfetos; cloração seletiva; aplicação aos não ferrosos.

EXTRAÇÃO DO METAL:

Redução: Aspectos gerais; agentes redutores; química da redução de oxidos, haletos, sulfetos, sulfatos, fosfatos e cianetos.

Redução de oxidos não ferrosos: introdução; redução pelo carbono; redução pelo hidrogênio; redução por metais; aplicações.

Redução dos haletos através do hidrogênio e por metais.

Reações metalotérmicas: reações sólido-sólido; preparação da mistura; ignição e aquecimento; separação dos produtos da reação; aplicações.

REFINO DO METAL:

Refino em fase líquida: desoxidação; oxidação; precipitação; aspectos térmicos e cinéticos.

Processos de destilação: Equação de Clausius-Clapeyron; volatilidade relativa; equilíbrio e destilação molecular.

Operações de desgaseificação: fundamentos de reações metal-gás; desgaseificação por gas inerte; desgaseificação a vácuo; outros.

APLICAÇÕES:

Metalurgia dos não ferrosos. Metalurgia das ferro-ligas. Tratamento de efluentes.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Principles of Extractive Metallurgy, vol3, Pyrometallurgy;
F. Habashi; Gordon and Breach; 1986
- 2 Principles of Pyrometallurgy;
C.B. Alcock; Academic Press; 1976
- 3 Non-ferrous Extractive Metallurgy;
C.B. Gill; Robert e. Krueger Publis. Co; 1988
- 4 Unit Process in Extractive Metallurgy - Pyrometallurgy;
L.G. Twidwell; Montana College of Mineral Science and
Technology;
- 5 Chemical Metallurgy;
J.J. Moore et al; Butterworths; 1990
- 6 Extractive Metallurgy of Nickel;
A.R. Burkin; John Wiley; 1987
- 7 Extractive Metallurgy of Copper;
A.K. Biswas et al; Pergamon Press; 1976
- 8 Principles of Extractive Metallurgy;
T. Rosenqvist; McGraw Hill; 1983
- 9 Extraction Metallurgy;
J.D. Gilchrist; Pergamon Press; 1989
- 10 Metallurgical Processes and Production Technology;
D.J. Davies; Pitman Publishing Limited; 1985
- 11 Process Selection in Extractive Metallurgy;
P.C. Hayes; Hayes Publishing Co; 1985
- 12 Unit Processes of Extractive Metallurgy;
R.D. Pehlke; American E. Publishing Company In.; 1973
- 13 Rate process of extractive metallurgy;
H.Y. Sohn et al; Plenum press; 1979;
- 14 Flash smelting;
W.G. Davenport et al; Pergamon Press; 1987
- 15 Electrometallurgy of steel and ferro-alloys, vol II;
F.P. Edneral; Mir Publishers; 1979
- 16 Production of ferro-alloys;
V.P. Elyutin; NSF; 1961
- 17 Metalurgia dos ferro-ligas;
A. Lúcio et al; UFMG; 1980