



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE
LOS MATERIALES

ASIGNATURA	MT-5424 Reducción Directa
TIPO DE ASIGNATURA	Obligatoria; Profundización
HORAS	Tres (4) teóricas semanales; 48 horas totales
UNIDADES CRÉDITOS	Cuatro (4)
MODALIDAD	Presencial
ELABORACIÓN	Noviembre 2001
VIGENCIA	
PROGRAMA QUE AFECTA	Especialización en Siderurgia

JUSTIFICACIÓN

En Venezuela, se dispone de dos fuentes naturales de materia prima para la industria siderúrgica: hematita, y gas natural. Estas dos apuntalan a la reducción del óxido de hierro a hierro metálico mediante el uso de la tecnología de reducción directa. De hecho, Venezuela es uno de los países que más utiliza esta tecnología en el mundo. Entender la termodinámica y cinética que controlan el proceso de reducción es importante pues va a determinar el grado de metalización, el cual afecta directamente el proceso de aceración.

OBJETIVOS

- Los participantes estarán en capacidad de evaluar las características críticas y los principales aspectos a controlar en la reducción del óxido de hierro.
- El estudiante estará en capacidad de seleccionar un proceso de reducción directa basado en la disponibilidad de materia prima, costos, y características del mineral de hierro.
- El estudiante habrá adquirido técnicas en la búsqueda de información actualizada vía Internet y en biblioteca.

CONTENIDO

Tema 1 *Tecnologías de reducción directa:* Reducción directa e indirecta de los minerales de hierro. Tecnologías convencionales: el alto horno y el horno de arco eléctrico de reducción. Características fundamentales de los procesos. Materias primas. Equipos principales. Operación y productos finales obtenidos. Detalles de los procesos: Midrex, H y L, FIOR, FINMET. Comparación entre los procesos. Tecnologías emergentes: los procesos de reducción – fusión. Principios fundamentales, materias primas, equipos principales y productos finales. Proceso COREX.

Tema 2 *Termodinámica de la reducción directa:* El sistema Fe–O. Termodinámica de la reducción de los óxidos de hierro. Reducción por CO. La reacción de Boudouard. La importancia de la relación CO/CO₂. Reducción por H₂. La importancia de la relación H₂/H₂O. Reducción con mezcla de gases CO – H₂. Reformación del gas natural. Reformación con CO₂. Reformación con H₂O. Importancia de los catalizadores en la

reformación. Fundamentos de la autoreformación – autoreducción. Ensayos de reducción.

Tema 3 *Reducción Principios cinéticos de la reducción directa:* Cinética de las reacciones. Reducibilidad de los minerales de hierro. Cambios estructurales durante la reducción. Principales factores que controlan la velocidad de reducción. Estados finales de la reducción. La importancia de las impurezas y de los aditivos en la reducción. Efecto del SiO₂, del CaO y del MgO. Efecto de la composición del gas y de la presión. Reducción por carbono sólido.

Tema 4 *Calidad de los productos obtenidos de la reducción directa:* Composición química. Porcentaje de metalización. Contenidos de: hierro metálico, hierro total, carbono, azufre, fósforo, ganga. Mejoramiento del contenido de carbono del mineral reducido de hierro. Aspectos físicos y dimensionales de los productos de reducción directa.

Tema 5 *Uso de los productos de reducción directa en la fabricación de aceros:* Uso de las pellas de mineral reducido en la alimentación continua de hornos de arco eléctrico. Uso de las briquetas en batch y en la alimentación continua de hornos de arco eléctrico. Uso de las briquetas en convertidores de oxígeno. Análisis comparativo de usar briquetas contra la chatarra para la fabricación de acero. Comparación entre pellas y las briquetas de mineral reducido de hierro.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

La asignatura se dictará como clase magistral. Se complementarán con la realización de algunos ensayos demostrativos de reducción directa a nivel de laboratorio.

RECURSOS HUMANOS

Para el dictado del curso se requerirá de un profesional con amplio conocimiento práctico en la selección de refractarios. Se requiere de un ayudante académico para la preparación de un ensayo demostrativo.

RECURSOS MATERIALES Y/O INSTRUCCIONALES

Para el dictado del curso se usa un “video beam” con computadora con el fin de proyectar simulaciones, diagramas complejos, diseños y figuras en general, además de otros medios audiovisuales como retroproyectores, pizarrones, etc.

ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación se realizará mediante la presentación de tres exámenes parciales (25% cada uno), asignaciones semanales (25%).

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Direct Reduction Iron: Technology and Economics of Production and Use, Iron and Steel Society, 1980.
- J. Szekeley, J.W. Evans, H.Y. Sohn, Gas-Solid Reactions, Academic Press, 1976.
- R.G. Ward, An Introduction to the Physical Chemistry of Iron and Steelmaking, Ed. Arnold, 1962.
- H.A. Fine, G.H. Geiger, Handbook on Material and Energy Balance Calculations in Metallurgical Processes, TMS, Warrendale, PA, 1993.
- Apuntes personales del Prof. Jesús López.
- Guía de Reducción Directa, UNEXPO.