



No. 09-137867- -00006-0000

Fecha: 2013-01-25 16:33:07 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 523 RESPUESTA Folios: 18

As. 111.985

Señor

**DIRECTOR DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

E.

S.

D.

REF: Expediente No. **09 137867**– solicitud de patente de invención a favor de **DRINKARD METALOX, INC.** Título **MÉTODO PARA RECUPERAR NÍQUEL Y COBALTO DE MINERAL LATERÍTICO.**

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

JUAN PABLO CADENA SARMIENTO, portador de la tarjeta profesional No. 57.492 del C.S.J., obrando como apoderado de la sociedad solicitante me permito dar respuesta al oficio número 19196 relacionado con la patentabilidad de la presente invención y notificado por fijación en lista el 30 de octubre de 2012.

Con el ánimo de subsanar las objeciones planteadas por el señor Examinador, me permito presentar un nuevo pliego reivindicatorio de 1-19 reivindicaciones, en donde no se amplía en ningún momento la materia inicialmente divulgada y encuentra entero sustento en la descripción.

1. Claridad

De acuerdo a las sugerencias del señor Examinador hemos reemplazado el término '*aproximadamente*' por rangos y expresiones concretas. Sin embargo, consideramos que la expresión '*al menos*' en las nuevas reivindicaciones 11, 12 y 16 es completamente clara para cualquier técnico versado en la materia. En la reivindicación 11 queda completamente claro que la expresión se refiere a *una o más veces*, mientras que en las reivindicaciones 12 y 16 se refiere a que la temperatura es superior a 450°C, en donde el límite superior solo está dado por las condiciones prácticas del proceso. En otras

palabras, los límites no se pueden definir específicamente porque dependen de las condiciones particulares de operación al momento de implementar la invención. De cualquier manera, vale la pena resaltar que el técnico versado en la materia es capaz de entender y reproducir la invención definida en la reivindicación 1 sin necesidad de realizar ninguna experimentación adicional y escogiendo el número de etapas o la temperatura máxima dependiendo de sus necesidades particulares.

Por otra parte, notamos que las frases '*para formar una solución de lixiviación*', '*para formar una solución de contenidos de metal*', '*el desplazamiento del pH de la solución de lixiviación se logra*', '*para aumentar la concentración de metales de valor en solución metalífera*', '*para formar $\text{Ni(OH)}_2/\text{NiO}$, sales de $\text{Co(OH)}_2/\text{CoO}$, sales de Ni/Co y nitrato de magnesio*', y '*para formar MgO y óxidos nítricos gaseosos y ácido*' no son en ningún caso resultados a alcanzar sino que son características funcionales del proceso. Al respecto el Instructivo de Examen de Solicitudes de Patente y Modelo de Utilidad de su Oficina establece lo siguiente:

"Las características técnicas funcionales son los elementos que conforman las invenciones, descritos en términos de su uso o su función. No definen la invención, pero explican la relación que hay entre sus diversas características estructurales. Por ejemplo: aparato que tiene, además un 'elemento para medir la presión'".

"Las reivindicaciones deben incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia no sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos".

(...)

"Por otro lado, las reivindicaciones pueden incluir características estructurales y funcionales cuando para la persona del oficio normalmente versada en la materia sea obvio el funcionamiento de los elementos característicos y la relación entre estos".

A partir de la lectura de las frases objetadas se puede observar que se pretende explicar la función de las etapas ("*para...*"), en contraposición a los resultados a alcanzar en donde se hablaría de los efectos del proceso como por ejemplo, reclamar una recuperación del 95%. La inclusión de estas características es necesaria, además, para definir la secuencia lógica de etapas y para establecer una base para la materia de reivindicaciones

posteriores. Solicitamos entonces retirar la objeción relacionada, en cuanto las frases objetadas son permisibles según el Instructivo y la Decisión 486.

2. Novedad

Ahora en cuanto a las objeciones a la novedad de la presente solicitud en vista del documento US2006024224 (D1) es preciso mencionar que no existe ninguna enseñanza en dicho documento que anticipe el contenido del proceso reclamado en la nueva reivindicación 1.

Como primera observación referimos al señor Examinador a la nueva reivindicación 1 en donde se ha modificado el preámbulo de la misma hacia una **reivindicación tipo cerrada** ('consistente de') con el objetivo de hacer una clara distinción del estado de la técnica.

También referimos al señor Examinador a la Declaración anexa del inventor de la presente solicitud, William F. Drinkard, Jr., en donde se demuestran serias inconsistencias en las enseñanzas de D1 que afectan directamente las enseñanzas que se pueden deducir del proceso allí revelado. Resumimos a continuación las conclusiones de la Declaración, empezando por una breve descripción del proceso revelado en el documento más cercano del estado de la técnica.

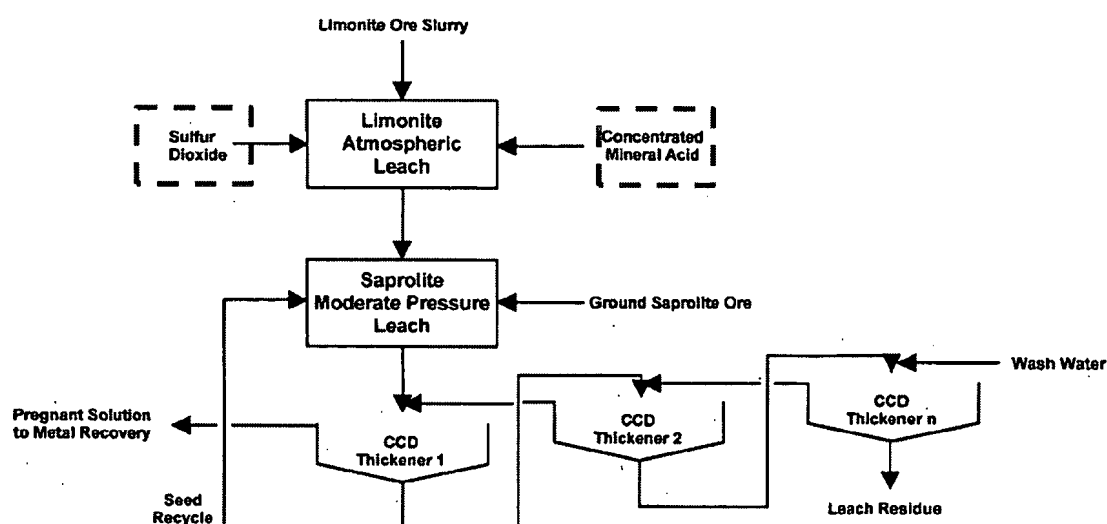


Figura 2 de la anterioridad D1. La primera etapa requiere la inclusión de un agente reductor (dióxido de azufre) y ácido mineral concentrado

La publicación D1 establece que todos los ácidos minerales pueden ser empleados en su proceso, poniendo como ejemplos los ácidos sulfúrico, clorhídrico y nítrico (párrafo 38). Sin embargo, el ácido nítrico no puede ser incluido en el proceso de D1 porque dicho

que esta disuelve cualquier metal conocido, incluyendo platino y oro, emitiendo gas tóxico de cloro durante el proceso, una etapa no deseada en la recuperación de metales. Notamos además, que D1 simplemente menciona que el hierro se precipita pero no enseña cómo hacerlo por lo que el técnico versado en la materia carece de información que le permita llevar a cabo tal etapa.

En conclusión, la anterioridad D1 no anticipa la materia reivindicada en la presente solicitud ya que las enseñanzas de dicho documento sobre la lixiviación de los minerales con ácido nítrico es imposible de llevar a cabo sin considerar las enseñanzas de esta invención. En otras palabras, no se puede realizar exitosamente el proceso de D1 con ácido nítrico.

3. Nivel Inventivo

Respecto a las objeciones al nivel inventivo del proceso reivindicado a la luz de las enseñanzas combinadas de D1, US3772422 (D2) y US3193381 (D3) advertimos que ninguna de las combinaciones propuestas por el señor Examinador permitiría al técnico versado en la materia obtener la presente invención de manera obvia.

Partiendo del documento del estado de la técnica más cercano a la invención -D1- ha quedado establecido que su proceso no funciona con ácido nítrico y consecuentemente el proceso de la presente solicitud es fundamentalmente diferente del de D1. Además ninguna de las otras publicaciones ofrece alguna enseñanza que permita suplir las diferencias con D1.

Por otro lado, el documento D2 revela un proceso para recuperar cromo, e incidentalmente puede recuperar pequeñas cantidades de níquel y cobalto. Dicho proceso comprende una lixiviación con amoníaco (col. 4, líneas 54-56) en un autoclave a alta presión. La Declaración adjunta también se refiere a este proceso (párrafo 8), señalando que es sabido que los óxidos de níquel y cobalto son insolubles en amoníaco. Para poder solubilizar los óxidos de cobalto y níquel en amoníaco deben ser reducidos a metales, por ejemplo a través del proceso CARON (ver anexo A de la Declaración: *The Past and the Future of Nickel Laterites*). Incluso si los óxidos se reducen a metales se tienen pérdidas de 20 a 25% de los valores metálicos del níquel y del cobalto con la extracción por amoníaco (remitimos al señor Examinador al anexo B de la declaración para ratificar los bajos valores de recuperación).

Para resumir, el proceso de D2 requiere un autoclave y altas presiones para operar, condiciones que no son requeridas en el proceso de la presente solicitud. Además, D2 requiere concentrar y cristalizar los nitratos metálicos de la solución de lixiviación, seguido de una evaporación y descomposición del cromo y nitratos metálicos a temperaturas muy elevadas (300-500°C) para producir los óxidos metálicos que finalmente serán lixiviados con amoníaco. Apreciará el señor Examinador que estas etapas adicionales y sus condiciones considerables implican un aumento significativo de los equipos requeridos y un requerimiento energético alto, condiciones que no se requieren con el proceso de la presente solicitud. Finalmente, el proceso de D2 también requiere una alta presión para precipitar el hierro. En conclusión, las enseñanzas de la anterioridad D2 se alejan considerablemente de la presente invención en cuanto requieren etapas y condiciones adicionales que se encuentran por fuera del alcance de la presente invención, especialmente considerando que la nueva reivindicación 1 es de tipo cerrado y excluye las etapas de alta presión y molido fino del estado de la técnica.

Ahora bien, la publicación D3 está dirigida a un proceso para concentrar níquel y cobalto en forma de sales en soluciones acuosas, basado principalmente en dioctil-fosfatos para la extracción de los metales. De particular relevancia para el presente caso, D3 enseña lo siguiente:

"Por tanto, los ácidos sulfúrico, nítrico y perclórico pueden ser usados con la formación de soluciones concentradas de sulfato, nitrato y perclorato de níquel y cobalto, respectivamente. El uso de ácido clorhídrico es ventajoso, sin embargo, en que la separación subsecuente de níquel y cobalto se logra más fácilmente con los cloruros" (D3, columna 6, líneas 51-56).

(...)

"El hierro también puede ser extraído del complejo con DOP usando ácido. Se ha encontrado que es necesario usar ácido concentrado para obtener una extracción efectiva de hierro. La extracción con ácido debe ser llevado a cabo con una técnica multi-etapas. Se ha encontrado que el ácido clorhídrico concentrado es efectivo, siendo el clorhídrico 7N el óptimo, esta normalidad siendo más efectiva que las concentraciones más bajas y más altas. Una extracción de tres etapas con ácido clorhídrico 7N reduce la concentración de hierro en una fase orgánica DOP que contiene 8 gramos por litro de hierro a 0.2 gramos por litro. Se ha encontrado que el ácido sulfúrico solo o el ácido nítrico solo son inefectivos en la extracción a pesar de que se ha encontrado que la adición de cloruro de sodio mejora la

eficiencia del ácido sulfurico para propósitos de extracción" (D3, columna 9, líneas 7-21. Subrayado fuera de texto).

En este orden de ideas, a pesar de que la anterioridad D3 mencione el ácido nítrico, dicho documento hace un claro énfasis en que es inefectivo para el proceso. Consecuentemente esta anterioridad aleja explícitamente al técnico versado en la materia de la presente invención, en donde el ácido nítrico es un componente fundamental del proceso reivindicado.

En conclusión, ninguna de las anterioridades sugiere o motiva al técnico versado en la materia como combinar sus enseñanzas para llegar de manera obvia al proceso acá reivindicado y de hecho se ha demostrado que sus enseñanzas explícitamente alejan a dicho técnico de la solución propuesta. Dado que el proceso de D1 no funciona con ácido nítrico, el uso de otra referencia para proporcionar parámetros de la presente invención (análisis de las antiguas reivindicaciones 6, 7, 11 y 13) no es adecuado ya que incluso si se combinaran las publicaciones el proceso de D1 seguiría siendo inoperable con ácido nítrico.

Por último, vale la pena señalar que la presente invención cumple con los criterios de dos indicios de nivel inventivo establecidos en el numeral 2.13.5.3.1 del Instructivo, a saber:

- Simplicidad: remplazo de máquinas o procedimientos complicados por versiones más simples
- En un proceso: eliminación de una etapa considerada necesaria, sin que ello produzca un efecto perjudicial

Claramente la reivindicación cerrada 1 revela un proceso efectivo en la recuperación de metales de valor que es mucho más simple que los procesos del estado de la técnica, prescindiendo de autoclaves y presiones elevadas, y además eliminando etapas necesarias como la lixiviación con amoníaco de D1, y aun así logrando recuperar satisfactoriamente los metales de valor. En términos prácticos, el proceso de la presente invención representa una contribución significativa al campo de la invención al reducir los requerimientos energéticos de la recuperación y con ventajas económicas sobre los equivalentes del estado de la técnica.

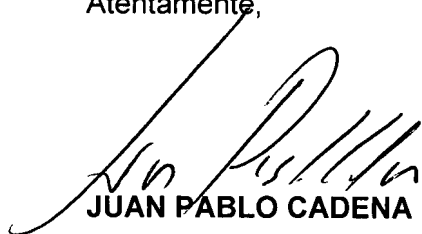
En vista de lo anteriormente expuesto, respetuosamente solicitamos el retiro de las objeciones de la presente solicitud y la concesión del privilegio solicitado, ya que en opinión del solicitante cumple con todos los requisitos establecidos en la decisión 486.

Anexos

- Nuevo pliego reivindicatorio.
- Declaración del inventor Eilliam F. Drinkard, Jr., presentada en el equivalente estadounidense de la presente solicitud de patente.

Del Señor Director

Atentamente,



JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

T.P. No. 57.492 del C.SJ.

C.C. 80.410.337 de Usaquén

Calle 70 A No. 4 - 41

REIVINDICACIONES

1. Un método de recuperación de metales de valor a partir de minerales niquelíferos, desechos metalúrgicos, y materiales con metalíferos, consistente de las siguientes etapas:
 - lixiviar los minerales, desechos u otros materiales con metalíferos con una solución de 10 a 90% en peso de ácido nítrico para formar una solución de lixiviación;
 - calentar la solución de lixiviación a una temperatura en el rango de entre 125 a 200°C para formar un residuo líquido/sólido;
 - separar los residuos sólidos de la lixiviación para formar una solución de contenidos de metal; y
 - recuperar los metales de valor de la solución metalífera.
2. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, que además comprende precipitar hierro de la solución por hidrólisis térmica, o por un cambio del pH de la solución.
3. Un método de acuerdo a la reivindicación 2, en donde el cambio del pH de la solución de lixiviación se logra al agregar materiales alcalinos a la solución.
4. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde la etapa de lixiviación se realiza por un período de 30 a 240 minutos.
5. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde los minerales niquelíferos son lateritas.
6. Un método de acuerdo a la reivindicación 3, en donde los materiales alcalinos son seleccionados del grupo conformado por óxidos, hidróxidos o carbonatos de calcio, magnesio, estroncio, ó bario, ó amoníaco (NH_3) hidróxido de amonio (NH_4OH) carbonato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) o bicarbonato de amonio (NH_4HCO_3).
7. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde el paso de lixiviación se realiza por un período de 100 a 200 minutos.
8. Un método de acuerdo a la reivindicación 1 en donde el ácido nítrico en el paso de lixiviación es una solución de ácido nítrico de 30 a 67% en peso.
9. Un método de acuerdo a la reivindicación 1 en donde el paso de lixiviación es realizado a una temperatura de 70 a 130°C.
10. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, en donde la etapa de calentamiento comprende elevar de la temperatura de la solución de lixiviación a 165°C para formar un residuo líquido/sólido.
11. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, que comprende además la devolución de todo o parte de la solución metalífera para el paso de lixiviación al menos una vez para aumentar la concentración de metales de valor en solución metalífera.

12. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, que además incluye:

recuperar níquel/cobalto de una solución metalífera por hidrólisis térmica, cambio de pH, precipitación de sulfito, o extracción por solventes para formar $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{NiO}$, sales de $\text{Co}(\text{OH})_2/\text{CoO}$, sales de Ni/Co y nitrato de magnesio; y

descomponer térmicamente el nitrato de magnesio al elevar la temperatura de la solución a por lo menos 450°C para formar MgO y óxidos nítricos gaseosos y ácido.

13. Un método de acuerdo a la reivindicación 12, que comprende además separar los valores nítricos del MgO , y reciclar el ácido nítrico al paso de lixiviación.

14. Un método de recuperación de metales de valor a partir de minerales niquelíferos, desechos metalúrgicos, y materiales con metalíferos comprendiendo las etapas de:

lixiviar los minerales, desechos u otros materiales con metalíferos con una solución de 10 a 90% en peso de ácido nítrico para formar una solución de lixiviado;

calentar la solución de lixiviado a una temperatura en el rango de 125 a 200°C para formar un residuo líquido/sólido;

separar los residuos sólidos del lixiviado para formar una solución de contenidos de metal;

recuperar el níquel/cobalto de la solución metalífera por hidrólisis térmica, cambio de pH, precipitación del sulfito, o extracción por solventes para formar $\text{Ni}(\text{OH})_2/\text{NiO}$, $\text{Co}(\text{OH})_2/\text{CoO}$, sales de Ni/Co, y solución de nitrato de magnesio; y

agregar cal a la solución del nitrato de magnesio para precipitar desde allí el $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (hidróxido de magnesio) y formar nitrato de calcio.

15. Un método de acuerdo a la reivindicación 14, que además comprende:

precipitar carbonato de calcio (CaCO_3) para uso en papel o fabricación de pinturas al agregar carbonato de amonio a la solución de nitrato de calcio, resultando en CaCO_3 precipitado y una solución concentrada de nitrato de amonio.

16. Un método de recuperación de los metales de valor de minerales, comprendiendo las etapas de:

lixiviar los minerales con extracto de ácido nítrico para extraer los metales de valor deseados;

separar residuos sólidos del lixiviado para formar una solución metalífera;

precipitar hierro de la solución por hidrólisis térmica, extracción por solventes, o cambio de pH:

recuperar níquel/cobalto de la solución por cambio de pH, o hidrólisis, o precipitación de sulfito, o extracción por solventes; y

eleva la temperatura de la solución hasta al menos 450°C para descomponer el nitrato de magnesio y formar MgO, óxidos nítricos gaseosos y ácido nítrico.

17. Un método de acuerdo a la reivindicación 16 en donde el desplazamiento del pH se logra por adición de alcalinos o alcalinotérreos a la solución.
18. Un método de acuerdo a la reivindicación 17 donde la adición de alcalinotérreos es seleccionada del grupo que comprende MgO, Mg(OH)₂, y MgCO₃.
19. Un método de acuerdo a la reivindicación 16 en donde los minerales son lateritas de níquel.

12

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
PATENT OPERATIONS

Art Unit: 1733 (Examiner McGUTHRY-BANKS, Tima Michelle)

Applicant: William F. Drinkard, Jr.

Serial No: 12/451,229

Filed: October 30, 2009

Title: NICKEL LATERITE PROCESS

Charlotte, North Carolina
May 12, 2011

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

DECLARATION UNDER 37 CFR 1.132

I, the undersigned WILLIAM F. DRINKARD, JR., hereby declare that:

1. I am a citizen of the United States of America, residing at 804 East Worthington Avenue, Charlotte, North Carolina 28203 USA.

2. I am familiar with the invention set forth in the subject patent application No. 12/451,229, of which I am the inventor, and which has priority from US provisional patent application No. 60/927,195, filed May 2, 2007.

13

Serial No:12/451,229
Attorney's Docket 4900

3. I am a graduate of North Carolina State University, where I received the degree of Bachelor of Science in Chemical Engineering.

4. I have worked in the chemical engineering field for more than fifty (50) years, and am extremely familiar with recovery of metallics with various mineral acids.

5. I am familiar with Neudorf et al US Published Patent Application No. 2006/002422.

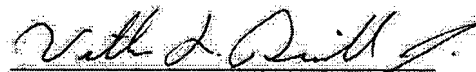
6. Neudorf states in paragraph 0038 of US Published Patent Application No. 2006/002422 that all mineral acids (sulfuric, hydrochloric, and nitric) are suitable for use in his process. However, nitric acid cannot be included with hydrochloric and sulfuric in the group of mineral acids, for the reason that nitric acid cannot be used with a reductant added to the leach slurry (0042), because sulfur dioxide reacts instantaneously with nitric acid, which can be violent, or even explosive, to form sulfuric acid which causes the solution to lose all reducing ability, while nitric acid is in turn reduced to volatile toxic nitric oxides which will escape from the process, causing environmental distress, and which can be toxic to workers, as well as causing great economic loss to the process operator. It is noted that nitric acid is included in the Neudorf reference erroneously, because the Examples omit any reference to nitric acid. All of the Examples show that all testing was done with sulfuric acid. Example 1 was with sulfuric acid and an autoclave, Example 2 was with sulfuric acid and magnesium sulfate, Examples 3 and 4 were with sulfuric and hydrochloric acids, and Example 5 was with sulfuric acid and sulfur dioxide reducing agent. Nitric acid is not tested nor mentioned. If a test had been made with nitric acid, it would have been necessary for the Neudorf application to state that the process as taught by Neudorf does not work with nitric acid. It is obvious to one of ordinary skill in the art that no reductant can be used in the leaching step if nitric acid is used in the Neudorf process, and since the reductant is

18
Serial No: 12/451,229
Attorney's Docket 4900

506 of the article appearing in the Transactions of the International Laterite Symposium of the AIMME in 1979, which shows the low recovery amounts. Taylor not only requires leaching in an autoclave, but also requires the iron precipitation step at high pressure. Thus, it is necessary to disregard the teachings of Taylor to achieve the present invention.

9. I further declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code.

Signed at Charlotte, North Carolina, on this, the 12th day of May, 2011.


WILLIAM F. DRINKARD, JR.
Declarant

Attorney's
Docket 4900

ATTACHMENT A

PDAC 2004 International Convention,
Trade Show & Investors Exchange
March 7-10, 2004

The Past and the Future of Nickel Laterites

Dr. Ashok D. Dalvi; Dr. W. Gordon Bacon; Mr. Robert C. Osborne

Inco Limited, 2060 Flavelle Boulevard, Sheridan Park, Mississauga,
Ontario, L5K 1Z9 Canada

Abstract

Production of nickel from laterite ores has occurred for over 100 years beginning with processing of garnieritic ores from New Caledonia. However, until now the world nickel supply has been predominantly from sulfide sources. Going forward, the authors project that the production of nickel from sulfide ores will remain more or less constant. Most of the expansion in nickel production capacity over the next ten years will come from processing of laterite ores. Thus the capital and operating costs of new laterite projects will have significant impact on the nickel supply and therefore price.

The authors have reviewed the history and capital and operating costs of various recent laterite projects and of those "on the drawing board". The authors have also evaluated the risk associated with such projects. The paper will discuss the impacts of this and the recent history on the future development of laterite nickel projects.

Introduction

Laterite ores were the major source of early nickel. Rich laterite deposits of New Caledonia were exploited starting the end of the nineteenth century to produce white metal ("alliage blanc"). The discovery of sulfide deposits of Sudbury during the early part of the 20th century shifted the focus to sulfides [Ref 1]. This dominance of the sulfide ores as the major source of nickel has not been challenged until now. Thus, while about 70 % of world land based nickel resources are contained in laterites, they currently account for only about 40 % of the world nickel production (Figure 1). Nickel production and demand has continued to increase since 1950. The total increase in production from 1950 to 2003 has been about 8 fold from about 140 kt/yr in 1950 to 1200 kt/yr (forecast) in 2003 [Ref 2,3]. In 1950 laterite source nickel formed only a small fraction of the production (<10%). In 2003, nickel from laterite sourced accounted for 42 % or about 510 kt Ni. By 2012 the share of laterite source nickel is expected to rise to 51 %. The growth in nickel supply has followed economic cycles and other world events. However on the whole nickel production has risen at a rate of about 4% p.a. (Figure 2). This is higher than the average increase in the World GDP.

Matte Smelting –

- Relatively high Fe/Ni ratio (>6)
- Lower melting point slag (<1600 deg C); SiO₂/MgO ratio between 1.8 and 2.2

Example: P.T. Inco

Hydrometallurgical Processes

A review of hydrometallurgical processes for laterites has been done by Reid and Barnett [20]. A general description is provided by Simons [15]. Other reviews include those by Taylor [16], Berezowsky et. al. [21-23], Urbain et. al [24] and O'Kane [25].

Caron Process

The Caron process could be used for limonitic ores or a mixture of limonite and saprolite. The ore is dried and nickel is selectively reduced (together with cobalt and some iron) to metallic nickel at ~ 700°C. The metallics are extracted by leaching in an ammoniacal solution. Recovery of nickel and cobalt decreases with increasing amount of saprolite since nickel and cobalt are locked in a silicate matrix and are difficult to reduce at this temperature.

However, the process can tolerate higher amount of Mg than the PAL processes.

Examples: Nicaro, Punta-Gorda, Yabulu, Nonoc (now-closed)

The Caron process suffers from several disadvantages. The front-end of the Caron process is pyrometallurgical involving drying, calcining and reduction. These steps are energy intensive. The back-end is hydrometallurgical requiring various reagents. The nickel and cobalt recoveries are lower than for the smelting processes or the HPAL process.

HPAL Process

HPAL processes require ores that are predominantly limonitic; in the case of the dry laterites they contain nontronite and/or smectite. In general the ores:

- contain some saprolite
- have lower Mg- usually limited to <4 % (At higher Mg acid consumption is higher)
- require lower Al content (clays are high acid consumers; therefore the Al content should not be too high)

The pressure leaching is carried out either in pachuka tanks (Moa Bay) or titanium lined autoclaves (all modern plants). Leach temperatures vary in the range 245 to 270°C. Solid-liquid separation is carried out by Counter-Current Decantation (CCD). There are various ways of purifying the nickel-containing solution and separating nickel and cobalt. In modern plants such separation is carried out by solvent extraction (SX). Final products produced are electro-nickel, nickel oxide or nickel briquettes. Some plants produce intermediate materials (mixed sulfides or mixed hydroxides) that are refined elsewhere.

ATTACHMENT B

506

INTERNATIONAL LATERITE SYMPOSIUM

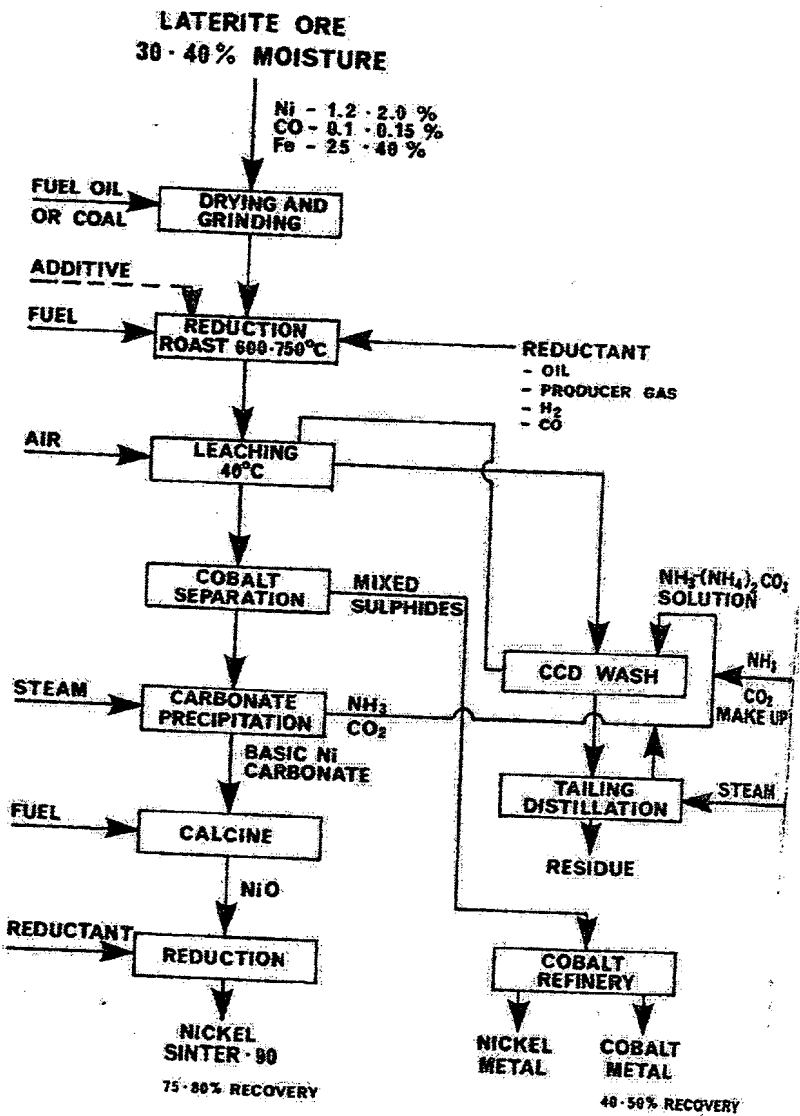


FIGURE 3. - CARON PROCESS