OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as "developed", "industrialized" and "developing" are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION
Vienna International Centre, P.O. Box 300, 1400 Vienna, Austria
Tel: (+43-1) 26026-0 · www.unido.org · unido@unido.org

Distr.
LIMITED

ID/WG.470/8
6 August 1987
ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH

16525-A

منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية

المشاورة الأولى حول صناعة الفلزات
غير الحديدية
بودابست ، هنغاريا
٣٠ تشرين الثاني/نوفمبر - ٤ كانون الأول/
ديسمبر ١٩٨٧

ورقة المناقشة الثانية

البدائل التكنولوجية في صناعة الفلزات غير الحديدية*

اعداد
أمانة اليونيدو

ID/WG.470/8
Issue paper II. Technological
alternatives in the non-ferrous
metals industry.

1/..

* هذه الوثيقة صادرة دون تنقيح رسمي .

V.87-88301

المحتويات

الصفحة

١ - مقدمة ٣

٢ - التكنولوجيات القائمة والتكنولوجيات الحديدة الناشئة في صناعات الفلزات غير الحديدية ٤

٢ - ١ - انتاج الفلزات غير الحديدية حتى وصولها الى معامل التنقية ٤

٢ - ٢ - انتاج منتجات الألومنيوم والنحاس شبه المصنّعة والتامة الصنع ٥

٣ - الاتجاهات الرئيسية لأنشطة البحث والتطوير ٧

٤ - الاعتبارات النهائية ٩

المرفقات

الأول - خصائص العمليات التكنولوجية الرئيسية المستخدمة في صناعات الفلزات غير الحديدية ١٠

الثاني - البحث والتطوير في البلدان النامية ، الجداول ١ - ٣ ..... ١٩

١ - مقدمة

من الواضح أن الأحوال الاجتماعية - الاقتصادية ، ونوعية الخامات المعدنية ، وتوافر مدخلات الانتاج (مثل الطاقة والهياكل الأساسية والأيدي العاملة الماهرة ورؤوس الأموال) تختلف جدا في البلدان النامية عن الأحوال المتصلة بهذه الأمور في البلدان المتقدمة النمو . لذا ، فان الخيارات التكنولوجية التي تعتبر أكثر ملائمة من غيرها بالنسبة للبلدان المتقدمة النمو قد لا تكون هي الأكثر نفعا بالنسبة للبلدان النامية . وقد يتجلى هذا الأمر بصفة خاصة عند تحليل الخيارات المتعلقة بحجم المصنع .

والمزايا الواضحة في تشييد مصنع ذي حجم أمثل لا تتحقق غالبا في البلدان النامية . ومن بين الصعوبات المحددة التي تنشأ في كثير من الأحيان في المشاريع الكبيرة ما يلي :

(أ) الوقت الذي يستغرقه تشييد المصانع الكبيرة يكون عادة أطول مما يستغرقه تشييد المصانع الصغيرة ، وتكاليفه أعلى ، والصعوبات التي تواجه في ترتيب المرافق والمرافق الاضافية التابعة لها والهياكل الأساسية أكبر ؛

(ب) المصانع الكبيرة تصادف عادة مشاكل تقنية في تشغيلها أكثر مما تصادفه المصانع الصغيرة ، وقد تكون مشاكل صيانتها أصعب ، واحتمالات حدوث تعقيدات تكنولوجية فيها أكثر ؛

(ج) معدلات التشغيل تميل لأن تكون في المصانع الكبيرة أدنى مما هي في الوحدات الصغيرة ، مما يزيد متوسط التكاليف الثابتة ؛

(د) يكون هناك اعتماد أكبر ، عموما ، على الصادرات الى الأسواق العالمية في وقت انخفاض نمو الطلب العالمي أو تباطئه ، ويتميز كذلك بتدهور الأسعار ؛

(هـ) تبدى المصانع الكبيرة مرونة أقل في عملية ادماج قطاع الفلزات غير الحديدية مع سائر قطاعات الاقتصاد الأخرى على الصعدين الوطني والاقليمي ؛

(و) تستلزم المصانع الكبيرة استثمارات وموارد مالية كبيرة ، في وقت يعاني فيه العديد من البلدان النامية من مشاكل الديون .

كما أن التغير التكنولوجي السريع الذي يحدث في بعض صناعات تجهيز المعادن ترتب عليه آثار بالنسبة لقدرة البلدان النامية على انشاء مرافق التجهيز . وبعض التطورات ، مثل انتاج ألواح وشرائح الألومنيوم في عمليات صب متواصلة ، تسمح بتشييد مصانع على نطاق أصغر بكثير مما كان يظن من قبل أنها اقتصادية ، وتفسح في المجال لتجهيز المعادن للاستهلاك الداخلي في كثير من البلدان النامية .

ومن ناحية أخرى ، هناك تطورات جديدة ، مثل الصب المستمر للنحاس المتواصل ، من آثارها أنها تجعل من الصعوبة بمكان على المستجدين الموجودين في أماكن بعيدة جدا عن الأسواق الرئيسية أن ينافسوا غيرهم بشكل فعال .

بد أن هناك جوانب أخرى يجب أن تراعى في انتقاء التكنولوجيا ، منها مثلا نوعية الخامات المعدنية ، وسعر الطاقة ، وتكاليف النقل ، وامكانيات زيادة الفائض من النقد الأجنبي لتنمية قطاعات الاقتصاد الرئيسية .

٢ - التكنولوجيات القائمة والتكنولوجيات الجديدة الناشئة في صناعات الفلزات غير الحديدية (١)

يتعين على البلدان النامية أن تستغل تماما ، وفقا لأحوالها الاجتماعية والاقتصادية ، التحسينات التكنولوجية لكي تستفيد أكثر من مواردها وتحاول تحقيق تنمية تتميز بقدر أكبر من التكامل على الصعيدين الوطني والاقليمي . وفي هذا السياق، لا بد من التأكيد بنوع خاص على تحليل البدائل التكنولوجية لصنع المنتجات شبه المصنعة والسلع التامة الصنع .

٢ - ١ انتاج الفلزات غير الحديدية حتى وصولها الى معامل التنقية

توجد بدائل لعملية الانتاج وانتهاء بعملية التنقية ، تطورات تكنولوجية ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار من أجل تحسين انتاجية المنشآت الحالية أو انتاجية المشاريع الجديدة .

فقد خضع الرسم الذي يبين الخطوات المتتابعة في عملية انتاج كبريتيد النحاس التقليدية لتغييرات هامة منذ السبعينات ، الهدف منها تخفيض تكاليف الانتاج ، ولا سيما تكاليف الطاقة : اذ ازداد حجم معدات التعدين والتغريز لتحقيق وفورات الانتاج الكبير، واستحدث التعويم العمودي في محال تركيز الخام المعدني لفرز المعادن المختلفة ، وبصفة أساسية في صناعة النحاس ولاسترجاع ما ينتج جانبا من مادة المولبيدنوم ؛ وتم تكثيف العمليات الكيميائية المتالورجية الحرارية عن طريق الحقن بالأوكسجين الذي يؤدي الى تسريع التفاعلات الكيميائية ، والى زيادة طاقة الأفران وخفض تكلفة المنتجات.

وتم تطوير تكنولوجيا مناسبة بنوع خاص لمعالجة خامات الكبريتيد والأكسيد عن طريق وسائل هيدرو - ميتالورجية ، وهذا يجنب العملية اتباع الخطوات التقليدية المكلفة ، القائمة على التركيز والصهر بكل ما يترتب عليها من تأثير على البيئة . وهناك عدة بلدان مهتمة بتحسين تكنولوجيا معالجة الخامات المتعددة المعادن والتي تحتوي على النحاس .

ومن التكنولوجيات الراسخة استخلاص البوكسيت وتنقيته للحصول على الألومينا (اكسيد الألومنيوم) وكذلك انتاج الفلز بواسطة التحليل الكهربائي . ورغم أن هناك تحسنا مطردا في هذه العمليات ، فمن غير المتوقع حدوث تغييرات أساسية قبل نهاية هذا القرن . والغاية من التطورات التكنولوجية الجديدة هي تخفيض كلفة الطاقة وكذلك استغلال السلع الانتاجية بشكل أفضل نظرا لازدياد تكاليفها .

---

(١) يعرض المرفق الأول مختلف البدائل التكنولوجية للفلزات غير الحديدية .

أما في صناعتي الرصاص والزنك اللتين تعالجان خامات معدنية أعلى رتبة وأشد تعقيدا مما هو الحال مع النحاس ، ولكن على نطاق أصغر ، فانه يمكن مشاهدة تحسينات كبيرة في التكنولوجيا ولكن ليس بقدر كبير في مرحلة تركيز الخامات ، حيث يتم تكييف التكنولوجيات التقليدية وعمليات تركيز الخام بالتعويم بما يتناسب مع كل خام بالذات ومع مشاكله الميتالورجية ، وانما نشاهد هذه التحسينات في المرحلة الميتالورجية الحرارية . ففي هذا المجال ، بصرف النظر عن عمليات معينة لمعالجة كل فلز على حدة ، توجد بدائل تقوم على المعالجة الجماعية لكتل المركزات ويمكنها أن تحسّن كثيرا مجمل التكاليف وعمليات استعادة الفلزات . ويحدث فقدان كبير للفلزات ينجم عموما عن تعقيدات هذه الخامات المعدنية وعن الصعوبات الكبيرة في فصل الفلزات بعضها عن بعض بالتعويم التفارقي . ولذا ، فان عمليات مثل "العملية الضخمة القائمة على تنقية المعدن بالصهر وتحميض الكبريتات" تستحق المزيد من الاهتمام .

وتشمل التكنولوجيات الميتالورجية الحرارية الجديدة كذلك عملية غسل المعدن بطريقة شارب القائمة على الضغط واستخدام حمض الكبريتيك (PSA) ، وعملية kivcet الجديدة المستمدة من اتحاد الجمهوريات الاشتراكية السوفياتية ، وعملية أوتوكومبو Outokumpu (OKP) المستمدة من فنلندا ، وعملية QSL المستمدة من المانيا ،الخ.

وينبغي ايلاء جميع هذه العمليات ما تستحقه من اهتمام على أساس انه حتى ولو لم تكن كل من البلدان النامية في وضع يسمح لها بانشاء مصانعها الخاصة بكل منها ، فان بامكانها أن تتفق فيما بينها ، اذا كان ذلك يناسبها ، على انشاء بعض المصانع الاقليمية التي تتولى القيام بانتاج موحد بقدر كبير من الكفاية .

ويمر القصدير الآن بظروف صعبة نظرا لانهيار المجلس الدولي للقصدير والهبوط الشديد في أسعاره . وأحد السبل للتغلب على هذه المشاكل هو في التركيز على طرق أنجع من الناحية الاقتصادية . وفي هذا الشأن ، لفت الانتباه الى طريقة فعالة ورخيصة نسبيا تقوم على تعويم دقائق القصدير . وهناك أيضا طريقة التبخر ، وقد لقيت اهتماما متزايدا نظرا لما فيها من امكانيات أنجع لازالة الشوائب وزيادة ما يستعاد منها في الناتج النهائي .

أما بالنسبة للنيكل فان التحسينات التكنولوجية موجهة نحو زيادة التوفير في الطاقة وزيادة نسبة ما يستعاد من هذا الفلز . وينبغي في هذا الشأن أن تولي البلدان النامية اهتماما خاصا للتطورات الجديدة في العمليات الميتالورجية القائمة على معالجة الخامات بالسوائل لاستخلاص الفلزات ، وبصفة خاصة معالجة الخامات اللاتيريتية من نوع اللاتيريت (أكسيد الحديد المائي) بحمض الكبريتيك .

٢ - ٢ انتاج منتجات الألومنيوم والنحاس شبه المصنعة والتامة الصنع

يبدو أن انتاج المنتجات شبه المصنعة والتامة الصنع سمة رئيسية للبلدان النامية ، نظرا للمرونة الموفرة في أحجام المصانع والامكانات العديدة لزيادة التكامل الأفقي على الصعيدين الوطني والاقليمي .

ان اعطاء أحجام معينة لخطوط الانتاج نصف النهائي يعتبر مسألة معقدة . فهناك بعض المنتجات نصف المصنعة التي لا يكون نقلها ملائما من الناحية الاقتصادية الا ضمن مساحة محدودة جدا . ومن حسن الحظ أن كثيرا من المنتجات نصف المصنعة يمكن انتاجها في مصانع أحجامها صغيرة نسبيا . ويعتبر هذا فيما يختص بالألومنيوم ، شيئا نموذجيا بالنسبة للمنتجات المسبوقة . أما منتجات الألومنيوم المدلفنة فيمكن نقلها حتى الى مسافات طويلة ، ولكن حجم انتاجها الاقتصادي أكبر بكثير . فحجم انتاج معامل الدلفنة الاقتصادية - بما في ذلك الدلفنة على الساخن - يبلغ على الأقل ٤٠ ألف طن في السنة . وبامكان معامل الدلفنة على البارد أن تكون أحجامها أقل من أحكام معامل الدلفنة على الساخن . أما وحدات الدلفنة في الصب فيمكن أن تكون أصغر ، وحتى الوحدات التي تنتج عشرة آلاف طن في السنة يمكن أن تظل قادرة على الاستمرار في الانتاج . بيد أن خطوط انتاج كهذه يمكن تشغيلها بشكل مفيد اذا صاحبتها معدات للصهر ، ونطاق صنع المنتجات نصف النهائية بهذا النوع من المعدات أضيق مما هو مع معامل الدلفنة العادية ، ولا يمكن صنع بعض منتجات الألومنيوم اذا كان مخلوطا بشوائب كثيرة . والحل الأمثل هو أن تقام في ذات المكان معامل للدلفنة على الساخن والبارد ، والا فلا بد من شحن منتج وسيط نصف جاهز الى المعمل البارد ، وان كان من المألوف أيضا تركيب ملفات المعالجة المستخدمة في المعامل الباردة .

وفي كثير من البلدان النامية امكانيات عظيمة لصنع منتجات الفلزات غير الحديدية ، التامة الصنع . ويمكن أن نذكر على سبيل المثال صنع الأسلاك والكابلات ، والمشآت التي تنتج أدوات المطبخ وغيرها من الأواني ، والأوعية وبعض المنتجات غير الحديدية المستخدمة في صناعة البناء .

وفيما يختص باختيار النظم التكنولوجية الرئيسية لصنع المنتجات النحاسية شبه النهائية ، يؤمل أن توضع النقاط التالية في الاعتبار :

(أ) اجراء عمليات الصب المستمر ، نظرا لما تمتاز به من انخفاض استهلاك الطاقة وقلة رؤوس الأموال المستخدمة في الاستثمار وقلة تلوث البيئة ، ومرونة الطاقة الانتاجية ، وارتفاع الانتاجية وجودة نوعية المنتجات ؛

(ب) يجب للتكنولوجيا الخاصة بصنع القضبان السلكية أن تواكب الطلب المحلي أو الاقليمي ؛

(ج) اختيار معامل الدلفنة على البارد المجهزة بلولب هيدروكيلي لتصغير القطع وتنظيم آلي لتحديد سمك المنتجات . أما المعامل الساخنة فلا ينبغي اختيارها الا اذا كان الطلب مرتفعا جدا أو بالنسبة لبعض الحالات الخاصة ؛

(د) للمكابس غير المباشرة عدة مزايا ، ولكن المكابس المباشرة الأفقية تمتاز حاليا بقدر أكبر من المرونة بالنسبة لتشكيلة المنتجات . ووجود مكبس مناسب للشكل سالف يمكن تغطية الطلب المنخفض على القضبان السلكية مؤقتا بالاتفاق على حجم الملفات ؛

(هـ) ينبغي أن يكون اختيار السبيل التكنولوجي لصنع الأنابيب النحاسية قائما على عدة عوامل . ففي المصنع الذي تتوفر عنده في معمل الدلفنة على البارد طاقة انتاجية زائدة عن الحاجة قد يكون لحام الأنابيب من الشرائط وسحبها على مجموعات الآت الكشط حلا لا بأس به . أما بالنسبة لمصنع تتوفر به في مكبس التشكيل بالبثق طاقة انتاجية زائدة عن الحاجة فان الدرفلة فوق منافذ لسحب القضبان قد تكون حلا أمثل يتيح تشكيلة كبيرة من المنتجات . ومن أفضل الطرق لصنع الأنابيب ذات الأحجام الصغيرة والمتوسطة السحب التشكيلي الدائر مع الصب المستمر - الدلفنة ؛

(و) عندما تتقرر صناعة منتجات شبه تامة الصنع من النحاس والسبائك النحاسية أو من الألومنيوم وسبائك الألومنيوم ، يجب التأكيد بصفة خاصة على اعادة استخدام النفايات الفلزية المتخلفة من عمليات الانتاج والمجمعة . وبقدر ما يتم فصل النفايات على نحو أفضل بقدر ما تكون قيمتها أعلى . ويمكن تحقيق قدر كبير من التوفير اذا استعملت كل نفاية في الغرض المطلوب منها .

٣ - الاتجاهات الرئيسية لأنشطة البحث والتطوير

في سياق المجالات التي تبشر بالنجاح بالنسبة للتطوير التكنولوجي في البلدان النامية ، يبدو أن الخطوط الرئيسية للبحوث هي البحوث المتعلقة بالأمور التالية :

(أ) الاستخدام الأمثل للموارد المتعددة المعادن كلما بدا ذلك ملائما مع امكان استخلاص كافة العناصر المفيدة منها ؛

(ب) الاقتصاد في استهلاك الطاقة وفي استخدام المواد في عمليات التعدين ؛

(ج) زيادة كفاءة عمليات الطحن ، بما في ذلك الطحن شبه الذاتي والتصنيف المخروطي ؛

(د) ادخال تحسينات كبيرة على تكنولوجيا التعويم باستخدام أحجام أكبر من خلايا التعويم ، وادخال أنواع جديدة من خلايا التعويم ، كالخلايا العمودية مثلا ، واستخدام صيغ محسنة للمفاعلات ؛

(هـ) زيادة استخدام التكنولوجيا الميتالورجية المائية وتكنولوجيات التوفير في استعمال الطاقة ورؤوس الأموال كما يظهر في التكنولوجيات المستخدمة في التنقية الكتيرية للخامات واستخلاص الفلزات بالمذيبات وبالطرق الالكتروليتية ؛

(و) استخدام عمليات تحويل محتوى المعادن من الفلزات ، سواء الفلزات الكبريتيدية وغير الكبريتيدية ، الى الحالة المعدنية بأقل قدر من استهلاك الطاقة ، كما هو الحال مثلا في عمليات SX/EW وعمليات الفصل ؛

(ز) تحسين فعالية تكنولوجيا "ساير" (Bayer) لانتاج الألومينا عن طريق تحسين ضبط الهضم الكيميائي والترسيب حسب الاقتضاء ، وزيادة غسل الطفلة الحمراء لتخفيف استهلاك المادة الكاوية وانتاج طفلة أقل ضررا للبيئة ؛

(ح) زيادة التشديد على استعادة المنتجات الجانبية في جميع مراحل انتاج الفلزات القاعدية ، بما في ذلك الفصل بالتعويم ، والفصل في عمليات استخلاص الفلزات بالسوائل ، وبالوسائل الحرارية والكهربائية . وهناك عدد من المعادن الهامة مثل الذهب والفضة والموليبدنوم والكوبالت والبزموث والسلنيوم والرينيوم والغاليوم والفاناديوم ، يمكن أن تشكل قيمة كبيرة كمنتجات جانبية بخفض من تكاليف انتاج المعادن القاعدية . ويمكن أيضا الاستفادة من استعادة عناصر غير معدنية مثل الكبريت والزرنيخ ؛

(ط) تنظيم المعالجة وتحديد أسعار المواد الوسيطة وتثبيتها على نحو أفضل والقيام اذا لزم الأمر ، بصنع المنتجات التالية : البوكسيت الأبيض الاصطناعي ، مثلا ؛ والألومنيات الخاصة ؛ والمواد الحاكة والحرارية التي يكون أساسها الألومنيات ؛ وشتى أنواع المركبات المعدنية من الكبريتات والأوكسيدات ، الخ ؛ والألومنيوم ٩٩ - ٩٩ . وتنظيم عمليات تجميع وتحضير واستعمال الفلزات التي يعاد استخدامها ؛

(ى) ادخال تكنولوجيا الأوكسجين الحديثة في عمليات الصهر القاعدي للمعادن ، في جميع أشكالها الممكنة ، على أن يكون الهدف الواضح من ذلك هو تحقيق النتائج المثلى سواء على الصعيد الاقتصادي أو على صعيد القدرة الانتاجية ؛

(ك) تحقيق خفض منظم للتكاليف في مصاهر الألومنيوم القائمة عن طريق تحسين ضبط تركيب الالكتروليت ، وضبط الحرارة وتشغيل الخلايا ؛

(ل) يمكن انتاج مجموعة أكبر من المنتجات شبه تامة الصنع من سبائك الألومنيوم والنحاس بواسطة الصب المستمر ؛

(م) اعادة بناء معامل الدلفنة القائمة وتجهيزها بنظام البرم الهيدروليكي وبدوائر تنظيم التشغيل الالكتروني ، وبأجهزة ضبط وتنظيم السماكة والأشكال بصورة آلية ؛

(ن) اعداد دراسات تستهدف الوصول بنظام العمليات الى المستوى الأمثل بالنسبة لعمليات أو تكنولوجيات محددة ، وهو ما يمكن أن يتأتى من وفورات الحجم الكبير أو عن تصغير حجم المصانع بما يتوافق أكثر مع الضرورات والامكانيات الوطنية . وتصميم المعدات الملائمة ، ولا سيما بالنسبة لتجهيز المنتجات شبة تامة الصنع ؛

(س) القيام بدراسة منهجية للمزايا المحتملة لتوسيع المرافق القائمة عن طريق تحسين وتكثيف استخدام التكنولوجيات مقابل المزايا الناجمة عن تشييد مصانع جديدة .

ان التنفيذ العملي للتكنولوجيات الجديدة في مجال الفلزات القاعدية غير الحديدية في البلدان النامية سوف يتطلب توحيد الأعمال الجارية في مرافق البحوث القائمة والجامعات ومراكز البحوث الوطنية ، الى جانب الأعمال التي تقوم بها منظمات البحوث ذات الطابع الصناعي والشركات والمؤسسات الهندسية ، وهي عملية معقدة وتحتاج الى خيال واسع .

وهناك عدة مؤسسات معنية بالبحث والتطوير ، ذات مستوى رفيع ، تعمل في البلدان النامية في صناعات الفلزات غير الحديدية .[٢] ولعل اسهامها في هذا المضمار يكون له صلة بادخال التكنولوجيات الجديدة في الممارسات الصناعية ؛ وقد يكون تقييم جدوى العمليات والتكنولوجيا الجديدة شيئا مهما بوجه خاص .

٤ - الاعتبارات النهائية

ان استراتيجيات التنمية وكذلك القيود المالية تحدد بشكل ما الخطوط الرئيسية لعملية اختيار التكنولوجيات .

وفي اطار ما ورد ذكره آنفا وما تم عرضه في هذه المسألة ، قد يكون من المهم بوجه خاص بالنسبة للمشتركين في هذا الاجتماع أن يبحثوا ، في جملة أمور النقاط التالية :

(أ) التحسينات التكنولوجية لزيادة انتاجية المرافق القائمة لصنع المنتجات الفلزية غير الحديدية ،وفي هذا السياق ، ينبغي التشديد بنوع خاص على تحليل امكانيات التوفير في استهلاك الطاقة ، والتوسع في استعمال الميتالورجيا الهدرولبكية ومعالجة الخامات المتعددة المعادن ؛

(ب) البدائل التكنولوجية لانتاج المنتجات التامة الصنع ونصف المصنعة في المصانع الصغيرة والمتوسطة ، مما يحتاج الى مبالغ معقولة من الاستثمار ؛

(ج) الخطوط الرئيسية للبحث والتطوير التي يجب تنفيذها لاتقان تكنولوجيات الفلزات غير الحديدية بواسطة المنتجين في البلدان النامية للفلزية غير الحديدية ؛

(د) برامج التعاون الممكنة بين البلدان النامية والبلدان المتقدمة النمو وفيما بين البلدان النامية التي يمكن أن تسهم في : رفع انتاجية المرافق القائمة في البلدان النامية ؛ وانشاء قدرات جديدة لتجهيز منتجات تامة الصنع ونصف مصنعة ؛ واتقان البلدان النامية لتكنولوجيات الفلزات غير الحديدية .

---

(٢) أنظر المرفق ٢ ، وفيه عرض لأنشطة البحث والتطوير في ميدان الفلزات غير الحديدة ، في أمريكا اللاتينية وأفريقيا وآسيا .

المرفـق الأول

خصائص العمليات التكنولوجية الرئيسية المستخدمة في صناعات الفلزات غير الحديدية

١ - الألومنيـوم

يعتبر استخراج البوكسيت وتحويله بالتنقية الى ألومينا ، فضلا عن انتاج هذا المعدن بالتحليل الكهربائي ، من التكنولوجيات المستقرة الى حد كبير . وعلى الرغم من التحسين الذي يطرأ باستمرار على هذه العمليات ، لا يتوقع حدوث تغييرات جوهرية قبل نهاية القرن . ولن تؤدي موارد البوكسيت المعروفة حاليا الى الحد من زيادة نمو صناعة الألومنيوم . وقد يساعد استخدام الأساليب الحديثة للاستشعار عن بعد على اكتشاف رواسب جديدة من الركاز ، لا سيما في البلدان النامية . ومع ذلك ، قد تكون معالجة المواد البوكسيتية وغير البوكسيتية الخسيسة لتحويلها الى ألومنيوم ذات أهمية محلية ، اذ قد ترغب بعض البلدان في معالجة ما لديها من مواد خام بنفسها .

ويسيطر عامل الطاقة اللازمة لانتاج الألومنيوم واستهلاكه ، على حد سواء ، فيقرر الاتجاه الانمائي بهذا الصدد . وكان هذا ، الى جانب الرغبة في تحقيق الاستغلال الأمثل للسلع الرأسمالية - نظرا لازدياد تكلفتها - حافزا على استحداث طريقتي بايـر (Bayer) و هول - هيرولت (Hall Herault) . وباستثناء عامل المناخ ، لا يوجد أي عائق تقني يحول دون استخدام هاتين الطريقتين في أي مكان سواء بشكلهما الحالي أو المتطور ، ما دام بالامكان تشغيل وصيانة المرافق القائمة في بلد ما بفضل الاختيار المعقول للتشغيل الآلي والميكنة عند تصميم المصنع وحصول الموظفين على التدريب الملائم .

ومع ازدياد الاهتمام باضطراد بحماية البيئة أصبحت مصاهر الألومنيوم الجديدة من نوع الأنود المعالج مسبقا ، الذي يستخدم الألومينا الرملية . وهذا هو السبب في اقامة المصانع الجديدة على أساس انتاج هذا النوع من الألومينا وتحوّل بعض المصانع القديمة - ما لم تكن تنتج النوع الرملي - الى انتاج هذا النوع من الألومينا . ومعظم البوكسيت الموجود في البلدان النامية من النوع ثلاثي الهيدرات الذي لا تترتب عليه أية مشاكل اذا استخدم كمادة خام لانتاج الألومينا الرملية .

ويلعب حجم الوحدات دورا هاما في وفورات الانتاج . لذا ، زاد حجم مصنع الألومينا من طاقة انتاجية تتراوح ما بين ٠٠٠ ١٢٠ و ٠٠٠ ١٥٠ طن في السنة الى ما بين ٠٠٠ ٣٠٠ و ٠٠٠ ٥٠٠ طن في السنة . وبالتالي ، كثيرا ما تصل طاقات المصانع الى مليون طن في السنة أو أكثر . ومن ناحية أخرى تبنى المصاهر في الوقت الحاضر بطاقة انتاجية تتراوح ما بين ٠٠٠ ١٠٠ و ٠٠٠ ٣٠٠ طن في السنة تقريبا ، وتتوقف الطاقة الفعلية على الطاقة الانتاجية .

المرفق الأول (تابع)

وعادة ما يكون التطور في المنتجات شبه المصنعة أكثر دينامية . ولئن كانت طرائق الانتاج الأساسية معروفة تماما منذ عشرات السنين ، فان فعالية هذه الطرائق ، وكذلك انتاج مستحات تتميز بمعالم متزايدة من الجودة ، تحتل دائما مكان الصدارة في التطورات الحديثة . وتتسم مسألة تحجيم خطوط الانتاج الجزئي بالتعقيد ، ولكنها تستطيع بوجه عام أن تعمل بطريقة تحقق الوفر على مستوى المصانع صغيرة الحجم نسبيا .

ويتناول الجدول ١ الطاقات المثلى تقريبا لصناعة بعض المواد المختارة تامة الصنع ، على نطاق واسع .

ويمكن مقارنة الانفاق الرأسمالي مع اقامة مصهر ، اذ يلاحظ بمقارنة الأرقام المناظرة أن التكاليف الاستثمارية المحددة لانتاج طن واحد من منتجات تامة الصنع قد تتفاوت الى حد كبير مع نوع المنتجات قيد الاستعراض ، فقد تصل الى ٥ و ٦ أمثال ما تصل اليه في قوالب صب المعادن (في حالة أدوات المطبخ) أو الى مجرد جزء من ذلك (في حالة هياكل الأثاث والسلالم والسقالات) . وعلى أن هناك نقطة بالغة الأهمية وهي أن حجم الطاقات الانتاجية المعقولة لهذه الأنواع من المنتجات يمكن أن يتراوح ما بين ٥٠٠ و ٠٠٠ ٥ طن في السنة .

الجدول ١ - الحجم الأدنى الممكن اقتصاديا للمرافق ، وتكاليف انشائها

(المصهر = ١٠٠)

المصنع	المعدن المجهّز بالنسبة المئوية	التكاليف الاستثمارية بالنسبة المئوية
مصهر ألومنيوم	١٠٠	١٠٠
منتجات تامة الصنع		
أدوات مطبخ	١ر٠	٦ر٠
علب	٢ر٢٥	٧ر٢
زجاجات غاز سائل	٢ر٠	٣ر٦
براميل لحفظ السوائل	٤ر٠	١
راديياتير (جهاز تبريد محرك السيارة)	٧٥ر٠	١ر١
أعمدة المصابيح	١ر٢٢	١ر٨
أسلاك محدولة ، موصّلات غير معزولة	٤ر٤	٩ر٠

(يتبع)

المرفق الأول (تابع)

الجدول ١ (تابع)

المصنع	المعدن المحضّر بالنسبة المئوية	التكاليف الاستثمارية بالنسبة المئوية
كابلات	١٠	٦
حاويات وصهاريج	١ر٢	٢
أسلاك قابلة للطيّ وزجاجات ايروسول	٥	٦ر٥
ألواح معدنيّة لصناعة البناء	٠ر٧	٠ر٦
أبواب، مبان صغيرة، هياكل أثاث، سلالم	١ر٠	٠ر٤
سقّالات	٠ر٨	٠ر٢

٢ - النحاس

يحضّر معظم النحاس اليوم عن طريق عمليات التعدين وغسل النفاية وترسيب النحاس ثم التركيز والصهر وأخيرا التنقية. والتعدين السطحي أكثر انتشارا من التعدين الداخلي. ويحتوي الغطاء الترابي أو النفاية على بعض النحاس. وكثيرا ما تغسل النفاية لاستخراج النحاس الذي يمكن استخلاصه بتمرير النفاية المغسولة من خلال شبكة من حديد الخردة وترسيب النحاس المعدني، وإذابة الحديد؛ والعملية الأخيرة تعرف باسم الترسيب.

وينقل ركاز النحاس، الذي كثيرا ما تقل نسبة النحاس فيه عن ١ في المائة، من المنجم الى وحدة التركيز حيث يسحق هذا الركاز أولا ثم يطحن بالماء. ويتم ادخال ملاط الركاز المطحون في خلايا التعويم حيث تجمع مركزات النحاس وهي في شكل رغوة. وبعد تخليص المركزات من المادة يتم ادخالها في مصهر حيث تتفاعل معادن الكبريتيد مع الأوكسجين ومواد الصهر لتخرج كمعدن نحاسي غير نقي، SO_2، وخبث. ويتم الصهر على مرحلتين.

ويذاب المركّز النحاسي في الفرن العاكس ليخرج بخليط كبريتيدي من النحاس والحديد، ثم ينفخ الهواء في هذا الخليط داخل المحولات فيخرج منه نحاس غير نقي يحوي حتى الحديد. ثم يصب النحاس غير النقي على شكل قضبان في صهريج الكتروليتي حيث يتم سقيته وتحويله الى صفائح من النحاس النقي.

المرفق الأول (تابع)

وهناك طرق هيدروميتالورجية أخرى منها غسل الركاز مباشرة ويعقب ذلك استخلاص النحاس بالترسيب أو بالطرق الالكتروليتية . ولكن بدأ مؤخرا استخدام المعالجة الهيدروميتالورجية بدلا من الصهر بغية تفادي التكلفة المرتفعة لمرافق المراقبة البيئية التي تتطلبها المصاهر الجديدة .

وللحد من تكاليف الانتاج ، ولا سيما تكاليف الطاقة ، أدخلت على عمليات كبريتيد النحاس التقليدية المتتالية والمكوّنة من السحق فالطحن فالتعويم فالتخليص من المياه ثم الصهر فالتنقية ، تعديلات هامة جدا منذ منتصف السبعينات ، وفقا للاتجاه الرئيسي التالي :

زيادة حجم معدات التعدين والطحن لتحقيق وفورات في تكاليف التشغيل والصيانة (ما يعرف باسم وفورات الانتاج الكبير) ؛ وتكثيف العمليات الكيميائية البيروميتالورجية عن طريق الحقن بالأوكسجين ، مما يؤدي الى تعجيل عمليات التفاعل وزيادة طاقة الأفران ، والاستعاضة عن الطرق البيروميتالورجية المرتفعة التكلفة وذات الاستهلاك المرتفع للطاقة بالطرق الهيدروميتالورجية الأقل تكلفة التي تحفز التفاعل الكيميائي على درجات حرارة أدنى وتعالج المواد على نحو أكمل .

وتشمل طائفة التحسينات التكنولوجية التي أدخلت على مجال التعدين ، تحسين المتفجرات وزيادة مفعولها كما تشمل زيادة دقة حفّارات التعدين وقابليتها للتنقل . في حين شملت التحسينات التي أدخلت على نظم مناولة خامات المناجم ، استخدام الكسّارات القابلة للتنقل في المنجم الى جانب استحداث أساطيل الشاحنات العملاقة والتحوّل الى نقل شحنات كبيرة (من القطارات الى الشاحنات) واستخدام الناقلات الضخمة .

وتشكل عمليات التفتيت أكثر من ٥٠ في المائة من التكاليف الاجمالية للطحن (السحق - الطحن - الفرز - التركيز - التخليص من المياه) . وتشمل عمليات الفرز ، عادة ، عمليات تفتيت وسيطة تعقب استبعاد المواد التي سبق تقليصها الى حجم محدد .

وبهذا الصدد ، طرأ على تكنولوجيا الفرز تغيّر جوهري في العقدين الماضيين في جميع أنحاء العالم تقريبا ، اذ أخذت الفرّازات المخروطية المائية تحل محل تكنولوجيا الفرز بالتمشيط والترسيب . ولهذه الفرّازات المخروطية مزايا هائلة تتمثل في فعالية فرزها وفصلها للحبيبات الدقيقة وانخفاض استهلاكها لقطع الغيار والصغر الشديد لحجم معداتها مما يسمح بزيادة طاقة الطحن الى الضعف تحت سقف واحد ، بالاضافة الى سهولة تطويعها لنظم التحكم الأوتوماتيكي لدائرة الطحن .

وهناك الطحن الذاتي ، وهو عبارة عن طحن الركاز نفسه بنفسه بدلا من طحنه بأجسام معدنية أو غير معدنية خاصة للطحن مستقلة عن الركاز . ولكن الطحن الذاتي لا يصلح دائما بحد ذاته لسحق وطحن كتل كبيرة من الصخر بسبب نقص الوسائط الصخرية أو عندما تحدث تغيرات كثيرة في نوعية الوسائط . وفي هذه الحالة ولضمان انتظام سير

المرفق الأول (تابع)

العملية تضاف كرات طاحنة كبيرة من الصلب بكميات تتراوح نسبتها الى الحجم الكلي ما بين ٢ و ١٠ في المائة . وتستخدم معظم المطاحن شبه الذاتية ، في الوقت الحاضر ، كرات من الصلب يقل حجمها عن ٥ في المائة من حجم المطاحن في حين تصل هذه النسبة في المطاحن التقليدية التي تستخدم الكرات الى ٤٥ في المائة . وقد حلّت المطاحن شبه الذاتية اليوم محل مرحلتي السحق الثانية والثالثة ومرحلة الطحن بالقضبان المعدنية ، في معظم عمليات سحق النحاس بأحجار السماقي ، التي تعالج كميات ضخمة تتراوح بين ٢٠ ٠٠٠ و ١٥٠ ٠٠٠ طن يوميا .

وفي مجال التركيز ، استحدث مؤخرا في كندا نظام تكنولوجي جديد استعيض به عن خلايا التعويم التقليدية . ويعرف هذا النظام بالتعويم العمودي . وتتيح فكرته عددا من المزايا التي تؤدي الى فصل المعادن المختلفة عن بعضها لا سيما في صناعة النحاس وفي استخلاص فولاذ الموليبدنوم كمنتوج ثانوي .

ويتميز هذا العمود بالدرجة الأولى بخلوّه من الأجزاء المتحركة ، وبأن المواد الجامدة تبقى معلّقة في السائل بفضل الفقاعات المتصاعدة فحسب .

وثبت أن الهيدروميتالورجيا ، لا سيما تكنولوجيا الغسل ، طريقة مأمونة وفعالة من حيث الانتاج والتكلفة بالنسبة لعدد من المعادن منها النحاس والذهب واليورانيوم . ويمكن تنفيذ هذه العمليات الكيميائية بعدة طرق ، بدءا بالغسل في نفس المكان في حالة عدم استخراج المواد المفتتة والمهشمة عن طريق الحفر ، أو بطريقة غسل الركام اذ يكوّم الصخر المكسّر على وسادات معدة خصيصا لهذا الغرض ويرش بسوائل الغسل التي يعاد استخدامها عند الاقتضاء . ويمكن تنفيذ عملية الغسل أيضا تحت ضغط جوي أو تحت حرارة وضغط مرتفعين داخل أوعية مغلقة . وقد تكون العملية اما كيميائية خالصة يستخدم فيها الحامض أو الصودا الكاوية أو السيانيد ، أو عملية بيولوجية تستخدم فيها سلالات معينة من البكتيريا . ولئن كانت البكتيريا لا تغسل المواد في الواقع ، الا أنها تطوّعها للغسل الكيميائي اللاحق وذلك بتعجيل تأكسد معادن الكبريتيد .

ويعتبر الغسل وسيلة تكنولوجية بسيطة ورخيصة نسبيا ومن السهل تطبيقها لأنها لا تستلزم الا القليل من المعدات المتطورة . اذ أن سوائل الغسل الذي يتم في نفس المكان، أو عن طريق غسل الركام أو الغسل في الأحواض أو الغسل بواسطة الرجّ ، توجّه الى وحدة المذيبات لتنقيتها ، ثم تخضع لعملية اختزال بالطرق الالكتروليتية لتصبح بعد ذلك في حالة معدن (كاثود النحاس) .

وفي حين يمكن غسل خامات الكبريتيد بتكلفة زهيدة باستخدام محاليل الحديديك تساعدها تكنولوجيا الغسل البكتيرية ، فان الأكسيدات تعالج بطريقة تقليدية وهي الغسل بالأحماض ، أما التكنولوجيا الجديدة المتعلقة باستخلاص المواد عن طريق المحاليل المذيبة فانها تتيح امكانية تنظيف هذه المحاليل بفعالية وتهيئتها للخطوة النهائية

المرفق الأول (تابع)

وهي الاستخلاص الالكتروليتي الذي ينتج كاثود نحاسي عالي النقاء (٩٩٫٩ في المائة نحاس) . وأصبحت هذه التكنولوجيا التي تسمى SX/EW شائعة جدا في البلدان المتقدمة النمو كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا .

وقد انتشرت التكنولوجيات الرامية الى الاقتصاد في التكلفة في مجال البيروميتالورجيا ، أكثر من انتشارها في أي مجال آخر ، حيث التكاليف مرتفعة لارتفاع استهلاك الطاقة . وتتمثل احدى طرق الحد من التكاليف في خفض درجة الحرارة اللازمة لتحويل المعادن الى فلزات الأمر الذي حققته "عملية الفصل" .

أما المنهج الآخر فيعتمد على تكثيف العملية بحقن الأوكسجين ، الذي يعمل على تعجيل عمليات التفاعل ، فتزيد طاقة الأفران وتخرج المنتجات بتكلفة أقل .

ولا ريب أن طريقة أوتوكومبو للصهر الومضي التي تجمع بين التحميص والتدويب والتحويل الجزئي في عملية واحدة ، هي أكثر الطرق نجاحا . ذلك أنه عند استخدام الهواء المسبق التسخين (الى ٤٥٠ درجة مئوية) وحده ليحل محل الحرارة المولّدة بأكسدة كبريتيد الحديد الطاردة للحرارة لم تزد نسبة النحاس المستخلص من الخليط الكبريتيدي المصهور عن ٤٥ - ٥٠ في المائة . ولكن باستخدام الهواء المخصّب بالأوكسجين أصبحت العملية تلقائية تماما وزادت نسبة النحاس في الخليط الكبريتيدي المصهور الى ما يتراوح بين ٦٥ و ٧٠ في المائة . وباحتواء هذا الخليط على كمية أكبر من الجدائل النحاسية انخفضت القدرة اللازمة للتحويل وانخفض معها استهلاك الطاقة انخفاضا كبيرا ، وذلك بنسبة تتراوح ما بين ٤٠ و ٥٠ في المائة . كما أن اضافة الأوكسجين تؤدي الى تقليص حجم الغاز وزيادة كمية الكبريتيد فيه من نسبة ١٠ - ١٥ في المائة ، العادية ، الى نسبة تصل الى ٣٠ في المائة .

وترجع مرونة عملية الصهر الومضي من حيث معالجة المركّزات المختلفة التركيب والتحكم في جودة الجدائل النحاسية ، الى امكانية ضبط درجة التأكسد في صهر المريح المعلّق (الومضي) بسرعة وبسهولة وذلك بتغيير النسبة بين المادة المركزة وبين كمية الأوكسجين في عملية التهوية .

وتجدر الاشارة الى أن من بين أحدث طرائق صهر النحاس طرائق إل تنيانتي (El Teniente) وإينكو (Inco) وميتسوبيشي (Mitsubishi) ونوراندا (Noranda) .

٣ - الرصاص والزنك

كان لا بد ، بسبب تعقيدات خامات الرصاص والزنك ، من استخدام العديد من العمليات المتتالية لاستخلاص شتى العناصر المعدنية بتركيباتها الركازية المختلفة استخلاصا معقولا . والأنواع الرئيسية لهذه الخامات حتى الآن هي : خامات الرصاص مع الزنك والنحاس ، وخامات الرصاص مع الزنك ، والنحاس مع الزنك ، والرصاص مع النحاس .

المرفق الأول (تابع)

وقلما تزيد نسبة المعادن المستخلصة من خامات معقدة كهذه عن ٨٠ في المائة ، اذا ما حسبت هذه النسبة بناء على المحتوى الذي يمكن استخلاصه كمركز نهائي ؛ بل وتقل نسبة هذا الاستخلاص اذا كانت المواد الكبريتيدية ممزوجة بالمواد الأوكسيدية . والواقع أن أساليب الاستخلاص بالتعويم لا تشكل أية صعوبات اذا كان الأمر يتعلق بكتلة مركزات التعويم . ويبدأ فقدان مقادير من المعدن في التعويم الانتقائي ، بالدرجة الأولى .

وبالتالي ، ظهر في السنوات القليلة الماضية نهجان أساسيان جديدان في مجال معالجة خامات كبريتيد الرصاص والزنك المعقدة : ويهدف النهج الأول الى اجراء المعالجة البيروميتالورجية للمركزات جملة منذ البداية دون الفصل المسبق بين مركز وآخر ، في حين يهدف النهج الآخر الى تحسين تكنولوجيات معالجة المركزات ، كل منها على حدة .

ويحول النهج الأول دون فقدان نسبة كبيرة من المعادن لدى فصلها بالتعويم . فتصل نسبة المعدن المستخلص ، في الحالة النموذجية الى ما بين ٩٠ و ٩٥ في المائة مقابل ٨٠ في المائة في المتوسط في المناهج التقليدية الأخرى . وتعتبر "طريقة امبريال للصهر" Imperial Smelting Process أبرز المناهج بهذا الصدد ، وهي تطبق في ١٢ منشأة صناعية حتى الآن وتؤدي الى استخلاص المعادن بنسبة اجمالية تصل الى حوالي ٩٥ في المائة . ولكن طريقة امبريال للصهر لا تصلح تماما ، في بعض الحالات ، لحل جميع المشاكل ، ولذا يجرى استحداث عمليات كيميائية جديدة لنفس الغرض .

وفي مجال الصهر المباشر للمركزات ، مثلما هو الحال مع النحاس ، يجرى تطوير نوعين من العمليات الجديدة : العمليات المستخدمة للصهر المغطس ، كطريقة بوليدن كالدو Boliden Kaldo (TBRC) وعملية Q S L . في حين تتمثل المجموعة الأخرى من عمليات الصهر المباشر داخل الأفران في تكنولوجيات الصهر الومضي ، كطريقتي أوتوكومبو Outokumpu وكيفسيت Kivcet .

وعلى أي حال ، ينبغي أن يكون واضحا أنه لا يزال يتعين على هذه التكنولوجيات أن تثبت فعاليتها في المنشآت الصناعية الكبيرة .

٤ - القصدير

من الأهمية بمكان ، مع الأوضاع الراهنة في سوق القصدير ، أن تأخذ هذه الصناعة بنهوج تتسم بمزيد من الفعالية الاقتصادية . ومن بين هذه النهوج يجدر ايلاء انتباه خاص الى طريقة الخر ، والى طريقة فعالة أخرى هي طريقة تعويم حبيبات القصدير الدقيقة.

وقد استخرجت من المناجم خلال السبعينات مقادير متزايدة من القصدير العرقي نظرا لنفاذ مصادر القصدير الغريني تدريجيا . وأصبح من الصعب أكثر فأكثر الحصول على مركزات تحتوي على درجة عالية من القصدير بمعدل استخلاص مرتفع من العروق المعدنية.

المرفق الأول (تابع)

ولتحاشي فقدان كمية كبيرة من القصدير في محاولة الارتقاء بجودة المركزات ، هناك اتجاه نحو استخدام عمليات البخر التي تعطي مركزا ذا جودة متوسطة يحتوي على مادة القصدير بنسبة ٤٠ - ٥٠ في المائة بمعدل استخلاص مرتفع تفوق نسبته ٩٠ في المائة . وفي مقابل هذا يتم الحصول على نسبة استخلاص بواقع ٥٠ في المائة أو أقل للحصول على مركزات تحتوي على مادة القصدير بنسبة ٦٠ في المائة باستخدام طرائق التجهيز المعدني.

وفي الحالات المواتية يمكن الاستعاضة عن منهج التجهيز المعدني كلية بمنهج البخر لانتاج مركز من المعدن الخام مباشرة . ولكن هذه الطريقة تحتاج ، دون ريب منذ البداية الى خامات مرتفعة الجودة . ويحتاج البخر عادة الى منتجات تحتوي على مادة القصدير بنسبة ٧ في المائة وأكثر .

وفي محاولة استخلاص كمية أكبر من القصدير الناعم الناتج عن المزيد من الطحن الناعم لاستخلاص الكاسترايت ، لا سيما اذا كان ذلك المعدن متحدا بقوة بمعادن الكبريتيد، فان نظام التعويم يطبق على نطاق واسع ، ليس لتعويم المواد الكبريتيدية بعيدا عن مركزات الكاسترايت فحسب ، بل ولتعويم الكاسترايت بعيدا عن الشوائب المعدنية أيضا. ولئن كان من شأن انتاج المركز بنظام التعويم هذا ، أن يزيد من نسبة القصدير المستخلص زيادة ملحوظة تصل الى ٢٠ في المائة وأكثر ، فانه يخرج بمستوح منخفض الجودة لا تزيد نسبة القصدير فيه عن حوالي ٢٠ في المائة ويحتاج الى طرائق جديدة للمعالجة .

٥ - النيكل

تختلف طرق المعالجة المستخدمة لاستخلاص النيكل من خامات الكبريتيد واللاتريت اختلافا كبيرا لاختلاف الخواص الطبيعية للخامات . وتتسم خامات الكبريتيد التي يوجد فيها النيكل والحديد والنحاس في مزيج طبيعي كمعادن مميزة - باستجابتها للتركيز الأولي بالأساليب الآلية ، كالتعويم والفصل المغناطيسي مثلا . ولكن عمليات المعالجة بالأساليب الفيزيائية هذه لا تجدي مع خامات اللاتريت ولا بد بالتالي من استخدام وسائل كيميائية لاستخراج النيكل . وهناك نوعان رئيسيان من خامات اللاتريت : خامات الليمونيت وخامات السربنتين .

الطرق الميتالورجية : تمر خامات الكبريتيد أولا بعملية التكسير والسحق للوصول بالمادة الى درجة النعومة اللازمة للفصل . وتستخدم عمليات طفو الرغوة أو الفصل المغناطيسي للفصل بين الكبريتيدات والشوائب المعدنية . ثم تمر معظم خامات الكبريتيد بسلسلة من العمليات البيرومیتالورجية المكونة من التحميص والصهر والتحويل .

ويمكن معالجة خامات أوكسيد النيكل أيضا بالبيرومیتالورجيا ، بصهرها بمادة كبريتية ، كالجبس ، لانتاج خليط كبريتيدي مصهور يمكن معالجته بطريقة مماثلة لمعالجة الخليط الكبريتيدي المصهور المستمد من خامات الكبريتيد .

المرفق الأول (تابع)

ويمكن غسل نوعي الخامة بالأمونيا . كما يمكن أن تغسل الخامات من النوع اللاتريتي والليمونيتي بحامض الكبريتيك . وتحظى هذه الطريقة باهتمام متزايد ، على ما يبدو ، بفضل امكانيات اقتصادها في الطاقة ومعدل استخلاصها للمعادن . وتستخدم خامات اللاتريت من النوع السربنتيني لانتاج النيكل الحديدي ، بصفة رئيسية . ويدخل في عداد التطويرات الممكنة في تكنولوجيا انتاج النيكل ، الصهر البلازمي لاستخراج المعدن مباشرة من الخامات ، واستخدام المذيبات العضوية لفصل النيكل عن المحاليل .

المرفق الثاني

البحث والتطوير في البلدان النامية

الجدول ١ - البحث والتطوير في أمريكا اللاتينية

البلد	اسم المؤسسة	الموارد بملايين الدولارات ١٩٨٥	الأنشطة	الموظفون
الأرجنتين	المعهد الوطني للتكنولوجيا الصناعية (INTI)	ص٠	استخلاص السيكل والكوبلت	١٤
اكوادور	معهد الفنون التقنية في المنطقة الساحلية (Politecnica de Litoral)	٠ر٠٦	ـــكة الألومنيوم . استخلاص الفضة بالطرق وتنقيتها . السيكل النفي وتشكيل سبائك الزنك والنحاس بالترسيب الكهرباني .	٧
البرازيل	مركز البحوث والتنمية (CEPED)	٠ر١٣	الاستفادة من خامات النحاس وغنائها بيولوجيا . استخراج الأحوال البيئية في تعدين النحاس وتنقيته الخامات الطرفية . تطوير سبائك النحاس لصنع النقود .	١٦٠
البرازيل	المركز النفي للصناعة المعدنية (CETEM)	٠ر٢	دراسات لاستنباط مصانع نموذجية لمعالجة خامات النحاس والرصاص والزنك . تحضير رقائق وكاثود النحاس . تركيز كبريتيد النحاس والسيكل بالتعويم . تنقية النحاس بتحليله بالتيار الكهرباني العابر .	١٤٩
البرازيل	المركز النفي للصناعة الوزن والكربون والبلورات (CTP)	ص٠	المراقبة البيئية في صناعتي النحاس والسيكل .	١٠
البرازيل	معهد البحوث التكنولوجية في "ساو باولو" (IPT de S. Paulo)	٠ر٠٤	استخلاص النحاس من خامات مؤكسدة مركبة .	٢٦٠٠
بيرو	معهد المعادن الجيولوجية والصناعة المعدنية (INGEMMET)	١ر٧٠٨	استكشاف وتقييم الرواسب المعدنية (النحاس والرصاص والزنك والفضة ؛ الذهب . النحاس . الذهب) . مشاكل التعدين تحت الأرض . الاستفادة من الخامات المعدنية . تركيز الخامات المتعددة المعادن بالتعويم . التقنية الكيميائية لمعادن النحاس .	٧٥
ترينيداد وتوباغو	المعهد الكاريبي للبحوث الصناعية	٠ر٦	تطوير نموذجي اختباري للساكه .	٦٠
جامايكا	معهد جامايكا للتوكسيد	-	تحسين امكانية تصنيع ومعالجة التوكسيد البوكسيتي والليتونيتي في جامايكا .	٢٦
شيلي	مركز البحوث المعدنية والمعالجة (CIMM)	٠ر٢	تهيئة خام النحاس وتنقيته . طرق معالجة الذهب المستخرج من "المناجم الصغيرة" . فصل الموليبدنوم والرينيوم . استعادة الرينيوم (ثانوي أكسيد الموليبدنوم) من بقايا النحاس . تشكيل بقايا هيدرولي للمواد الخطرة .	٣٠٠
شيلي	معهد البحوث التكنولوجية (INTEC)	٠ر١	فصل كميات كبيرة من خامات النحاس لاستخلاص الذهب والفضة . التركيز الثانوي واستعادة بقايا النحاس والذهب والكوبلت والبزموت وغيرها .	٧٢

(يتبع)

المرفق الثاني (تابع)

الجدول ١ (تابع)

البلد	اسم المؤسسة	الموارد بملايين الدولارات ١٩٨٥	الأنشطة	الموظفون
شيلي	المعهد الوطني للتأهيل المهني (INACAP)	٨ر٥	التدريب على التحكم في العمليات المتعاقبة والأتمتة في صناعة النحاس.	١٢١
شيلي	شركة المعدن "Sociedad Minera Pizarro Lida"	-	استكشاف رواسب الرصاص واستغلالها. تكنولوجيات بديلة لصناعة الألومنيوم والرصاص. حث الرصاص.	٦
شيلي	جامعة تاراباكا	٥٠ر٠	اختبارات غير مدمّرة وتوحيد مقاييس المنتجات المعدنية ومراقبة جودتها.	٥٢
كوستاريكا	معهد التكنولوجيا	٤٠ر٠	استخلاص معادن الألومنيوم. استعادة سائك الألومنيوم وتنقيتها.	٨
كولومبيا	مركز البحوث لأغراض التنمية التاملية	١١ر٠	استعادة الزنك في مصنع للحديد والصلب.	١٥
المكسيك	المعهد الوطني للعلوم النووية	٢٣ر٠	فصل مركزات الفلزات غير الحديدية. استخدام طيفات كتلية بواسطة درجات الحرارة العالية. الوصول بعمليات تتابع الدلفنة المسطحة الى المستوى الأمثل.	٥٠

المصدر: قائمة المؤسسات المعنية بالبحث والتطوير، اليونيدو، ادارة الترويج الصناعي، مصنف المعلومات الصناعية والتكنولوجية (INTIB)، ١٩٨٧.

قائمة المختصرات

معاهد البحوث

CEPED	Centro de pesquisas e desenvolvimento
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CTP	Centro de Tecnologia Promon
IPT	Instituto de pesquisas tecnologicas de Estado de Sao Paulo S/A
INTI	Centro de Investigación para las industrias minerales
CIMM	Centro de Investigación Minera y Metalurgica
INTEC	Comite de Investigaciones Technologicas de Corfo
INACAP	Instituto Nacional de Capacitacion Profesional
CIDI	Centro de Investigaciones para el desarrollo integral
INGEMMET	Instituto Geologico Minero y Metalurgico
CMRDI	Central Metallurgical Research and Development Institute

المرفق الثاني (تابع)

الجدول ٢ - البحث والتطوير في افريقيا

البلد	اسم المؤسسة	الموارد بملايين الدولارات ١٩٨٥	الأنشطة	الموظفون
كينيا	معهد كينيا للبحث والتطوير في الميدان الصناعي	٠ر٩٨	تحليل التلويث المعدني في منتجات الفاكهة والخضر المعلّبة .	٤٥
مصر	قسم التعدين والميتالورجيا في جامعة أسيوط	٠ر١٥	انتاج سبائك الخليط المعدني من الألومنيوم والتيتانيوم ، ومن الألومنيوم والسليكون . الاستفادة من الخليط المركب من النيفيلين والسيانيد . اعادة استخدام المواد المعدنية في صناعة الأولومنيوم .	٢٨
مصر	المعهد المركزي للبحث والتطوير في الصناعات التعدينية (GMRDI)	٠ر٧	تنشيط البنتونيت . استرجاع الكرايوليت . تطوير حفظ السبائك والطبقات السطحية . تنقية النحاس . اعادة استخدام فضلات الرصاص .	٧٢
مصر	معهد التبّين لدراسات الصناعات التعدينية	١ر٠	انتاج سبائك من الألومنيوم الممتاز . مقاومة التحات في سبائك خليط الألومنيوم . المعالجة بالطريقة الأنودية . معالجة حرارية للنحاس الأصفر .	٥٠
المغرب	مديرية الجيولوجيا	٢ر٤٥	استكشاف رواسب الفلزات غير الحديدية . عمليات البحث عن الفلزات الثمينة الموجودة مع النحاس والرصاص .	٣٠٠

المصدر : دليل المؤسسات المعنية بالبحث والتطوير . اليونيدو . ادارة الترويج الصناعي ، مصرف المعلومات الدولية والتكنولوجية (INTIB) ، ١٩٨٧ .

المرفق الثاني (تابع)

الجدول ٣ - البحث والتطوير في آسيا

البلد	اسم المؤسسة	الموارد بملايين الدولارات ١٩٨٥	الأنشطة	الموظفون
اندونيسيا	مركز تطوير التكنولوجيا المعدنية، ادارة التعدين والطاقة	٢ر٠	استغلال خامات الكربنيت المركبة الدقيقة، تعويم الغالينا (كبريتيد الرصاص)، انتاج خليط السلفات والألومينوم، دراسة واسعة عن استغلال خام القصدير الأولي.	١٠٦
باكستان	مركز تنمية وتطوير الفلزات	-	صنع سبائك الفلزات غير الحديدية، عمليات الصهر والصب، رمال التشكيل.	٧
باكستان	تنمية المعادن والتعدين - المجلس الباكستاني للبحث العلمي والصناعي (PCSIR)	-	استغلال المعادن والمنتجات المعدنية الموردة، استغلال خامات الرصاص الأنتيموني.	٣٤
بنغلادش	معهد تطوير صناعة تشكيل المعادن وصنع الآلات	-	ألوان الطلي والمحوجرات، أعمال الصب لفوهة الطرد المركزي.	٧
بنغلادش	المركز الاقليمي للموارد المعدنية	٠ر٠٢٧	استكشاف واستغلال خامات الرصاص والزنك والقصدير والنكل.	٩
جمهورية كوريا	معهد كوريا للطاقة والموارد	٠ر١٤	منشأ رواسب الفلزات غير الحديدية في البلد واستكشافها.	١٠
جمهورية كوريا	معهد كوريا للبحوث المعدنية بالآلات والفلزات	٠ر١٩	تطوير صب مصبوبات خلائط النكل المقاومة لاستعمالها في الزعنفات العازمة.	٦٣٠
الهند	معهد البحوث العامة للفلزات غير الحديدية	-	الاستفادة من المواد الخام، مراقبة التعدين والجودة والبيئة، تكنولوجيات نظيفة، صنع صفائح الألومينوم والنحاس، اعادة استخدام المعادن.	١ ٢٠٠
الهند	معهد بحوث المعادن، الأكاديمية العامة	٣ر٥	تطوير سبائك الألومينوم والنكل، والأساسات النحاسية والأملاك، مراقبة الجودة في انتاج الألومينوم والنكل.	١ ٢٠٠
الهند	معهد شاتيا لبحوث الألومينوم والمعادن	-	استكشاف واستغلال التوكسيت، التعدين الطبقي، هندسة صناعة الألومينوم بما في ذلك المرافق الرئيسية والمساعدة للتعدين.	٩٠٠
الفلبين	مركز بحوث المعادن والصناعة والتنمية	١ر٢	سباكة الألومينوم والنحاس، التصفيح الالكتروني.	١٢٨
ماليزيا	ادارة المسح الجيولوجي	٥ر٣٩	استكشاف المعادن وتقييمها.	١٢٧
الهند	كلية الهندسة، ادارة التعدين	١ر٨	تشكيل سبائك النكل والتيتانيوم، تشكيل سبائك الألومينوم بالتوائل، صنع أطواق من الألومينوم والنحاس.	١٢
الهند	المعهد الهندي للعلوم	٠ر٩	السباكة الميكانيكية للنكل والكروم والتوريوم؛ سبائك النحاس التي تحوي ألومينوم ونحاس وزنك، العمل التجريبي لخامات الكبريتيد المحتوية على قليل من المعادن النبيلة.	٣٥٠
الهند	شركة الهند لصناعات الرصاص	٠ر١٢٦	تحسين عمليات التعدين، ازالة الظلاء الفضي، سبائك الرصاص-الكادميوم، والكالسيوم - الرصاص.	١٥

المصدر: دليل مؤسسات البحوث والتنمية، اليونيدو، ادارة الترويج الصناعي، ١٩٨٧.