

Nickel: Costruire la vecchia economia, alimentare la nuova

Il nichel è il quinto elemento più comune sulla terra con proprietà sia ferrose che non ferrose. Si trova in minerali lateritici e solfidici che vengono raffinati per essere utilizzati in leghe come l'acciaio inossidabile ed il nichel ad alta purezza adatto per la produzione di batterie agli ioni di litio e superleghe.

Elementum Metals: 30/11/2021

30/11/2021



Il nichel è il quinto elemento più comune sulla terra con proprietà sia ferrose che non ferrose. Si trova in minerali lateritici e solfidici che vengono raffinati per essere utilizzati in leghe come l'acciaio inossidabile ed il nichel ad alta purezza adatto per la produzione di batterie agli ioni di litio e superleghe.

Le riserve, l'offerta e la lavorazione sono concentrate in una manciata di paesi. Storicamente l'acciaio inossidabile è stato il principale motore della domanda; l'offerta di nichel di grado inferiore non è limitata, tuttavia il nichel di classe 1 è in offerta limitata; i governi, preoccupati per la sicurezza dell'approvvigionamento ed i fattori ambientali, stanno puntando al riciclaggio intensivo. Le leghe di nichel sono ampiamente utilizzate negli oggetti domestici di uso quotidiano, nelle infrastrutture, nei trasporti, nelle raffinerie di petrolio, nella produzione chimica, nella sanità e nell'esplorazione spaziale. Il nichel è usato intensamente nelle batterie EV in quanto offre una maggiore densità di energia e una maggiore capacità di stoccaggio ad un costo inferiore. È anche usato in molte altre nuove tecnologie energetiche come l'energia eolica, nucleare, idroelettrica, idrogeno, solare e geotermica, così come nei sistemi di cattura del carbonio. Il profilo prospettico della domanda e dell'offerta del nichel lo ha portato ad essere descritto come la "nuova benzina", anche se il paragone ignora il suo potenziale utilizzo in un'economia circolare.

Introduzione al nichel

Il nichel è un elemento chimico con il simbolo Ni ed il numero atomico 28. È un metallo bianco-argenteo brillante con una leggera sfumatura dorata che è sia duro che duttile. È il quinto elemento più comune sulla terra e si trova ampiamente nella crosta e nel nucleo della terra.¹

Il nichel fu scoperto nella Germania del XV secolo come minerale rosso-marrone; poiché il rame non poteva essere estratto, fu chiamato Kupfernickel o rame del diavolo. Il nichel fu

identificato per la prima volta nel 1751 dal chimico svedese Axel Cronstedt. Dopo la guerra civile americana il nichel ed il rame furono usati nelle monete; da allora la moneta da 5 centesimi è conosciuta come 'Nickel'.

Estrazione, lavorazione e classi

Il nichel è un elemento di transizione con entrambe le proprietà, ferrose, come durata e forza e non ferrose, come alta resistenza alla corrosione, malleabilità e lavorabilità.

Il nichel si trova in minerali lateritici, normalmente situati in regioni tropicali come Sulawesi in Indonesia, che vengono estratti con metodi a cielo aperto, ed in minerali solfidici spesso trovati in combinazione con minerali di rame, come a Kambalda nell'Eastern Goldfields in Australia occidentale, che vengono estratti sottoterra. La città settentrionale di Norilsk è al centro dell'industria russa del nichel, nelle Filippine la regione Caraga di Mindanao è altamente produttiva ed in Brasile le miniere si trovano nella regione centrale di Goiás. Il nichel di classe 2 adatto all'uso nell'acciaio inossidabile con circa il 75% di purezza si ottiene dal ferronichel (circa 35% di nichel, 65% di ferro) o dal nichel pig iron (NPI, tra il 4 e il 13% di nichel puro) sono principalmente lavorati in Cina.²

Il nichel di classe 1 sotto forma di polvere, bricchette, nichel elettrolitico o nichel carbonile, per il quale il London Metal Exchange specifica una purezza di almeno il 99,8%, ad esempio per l'uso nelle batterie agli ioni di litio, può essere ottenuto da depositi di minerali lateritici o solfidici, anche se la raffinazione dei minerali lateritici richiede generalmente più energia e prodotti chimici rispetto ai solfidici.³

I minerali lateritici sono trattati utilizzando sia approcci idrometallurgici che pirometallurgici, l'approccio ottimale dipende dalla natura della composizione del minerale. Estrazione con solvente - Electrowinning è un metodo idrometallurgico che utilizza la lisciviazione, l'estrazione e l' **electroraffinazione**, prevalentemente applicato ai minerali di grado inferiore. La fornace elettrica a forno rotante è un metodo pirometallurgico che è adatto a minerali che sono prevalentemente saproliti coinvolgendo l'essiccazione, la riduzione e la fusione. Metodi come il processo Caron coinvolgono sia l'idrometallurgico che il pirometallurgico, tuttavia i costi sono alti ed i tassi di recupero bassi.

Il minerale solfidico è più comunemente lavorato usando la fusione flash. Il minerale secco viene alimentato nel forno insieme ad aria preriscaldata, aria arricchita di ossigeno o ossigeno puro, producendo un liquido opaco (fino al 45% di nichel) e scorie. Il liquido opaco contenente ferro e zolfo viene ossidato iniettando aria o ossigeno in un bagno fuso. Per raffinare il nichel opaco si usano vari processi; l'arrostimento a letto fluido e la riduzione con cloro ed idrogeno producono ossidi di nichel di alta qualità con più del 95% di nichel, mentre il processo con vapore carbonilico è usato per produrre pellet di nichel di alta purezza.⁴

Riserve, offerta e dinamica della domanda

I maggiori paesi produttori di nichel sono Indonesia, Filippine e Russia che insieme rappresentano il 55% della produzione globale. Le riserve sono concentrate in Indonesia, Australia e Brasile che ammontano al 58% del totale globale, di cui circa il 60% sono minerali lateritici e il 40% solfidici.⁵

Due terzi della domanda globale di nichel è per il ferronichel usato nella produzione di acciaio inossidabile. Le leghe non ferrose rappresentano il 12% della domanda globale, mentre la domanda di leghe ferrose rappresenta il 5%.⁶

Storicamente l'acciaio inossidabile è stato il motore principale della domanda di nichel di

Storicamente l'acciaio inossidabile è stato il motore principale della domanda di nichel di classe 1 e 2. Il nichel di classe 1 ha raggiunto il suo massimo storico superando i 50.000 dollari per tonnellata nel 2007 a causa dell'alta domanda esacerbata dalle basse scorte, a cui è seguito un calo dei prezzi a causa dell'impatto della crisi finanziaria globale sulla domanda. L'espansione della produzione cinese di NPI nell'ultimo decennio ha portato ad un aumento del nichel di classe 2 e ad un corrispondente calo della quantità di classe 1 utilizzata nella produzione di acciaio inossidabile, causando un calo dei prezzi della classe 1. Le società minerarie hanno di conseguenza ridotto le spese di capitale per sviluppare una maggiore capacità produttiva.

20 Years to October 2021 - Class 1 Nickel Price US\$



Source: Bloomberg US\$ nickel London Metal Exchange spot per tonne • Created with Datawrapper

5 Years to October 2021 - Class 1 Nickel Price US\$



Source: Bloomberg US\$ nickel London Metal Exchange spot per tonne • Created with Datawrapper

La domanda globale di nichel dovrebbe aumentare del 9,2% a 2,58 milioni di tonnellate nel 2021, più o meno equamente divisa tra classe 1 e classe 2, mentre l'offerta stimata aumenterà del 5,8% a 2,64 milioni di tonnellate. L'eccedenza di 132.000 tonnellate vista

nel 2020 dovrebbe scendere a 58.000 tonnellate.⁷

Mentre l'accumulo di scorte di acciaio inossidabile è diffuso e la produzione cinese di NPI può essere rapidamente aumentata in risposta all'aumento dei prezzi, il nichel di classe 1 ha un'offerta limitata. Le limitazioni dell'offerta di nichel di classe 1 possono essere affrontate o riducendo la classe 1 usata nell'acciaio inossidabile ed in altre leghe o introducendo capacità produttiva aggiuntiva di classe 1.

Tsingshan Holdings Group, uno dei produttori di acciaio inossidabile più grandi e di maggior successo al mondo, all'inizio del 2021 ha annunciato di aver stretto una partnership con Huayou Cobalt e CNGR Advanced Material per fornire a partire dal 2022 100.000 tonnellate di nichel opaco, un input per produrre solfato di nichel per le batterie EV.

L'annuncio della nuova materia prima di classe 1 ha fatto affondare il prezzo del nichel a causa del previsto aumento dell'offerta di nichel per batterie. Anche se questo può alleviare la carenza di nichel di classe I in teoria, l'impatto ambientale della conversione di NPI in opaco può significare che le batterie fatte da questa fonte non soddisferebbero gli standard ambientali, essenzialmente annullando la fattibilità di una maggiore offerta. Oppure richiederebbe una spesa molto maggiore per adeguarsi ai processi "più puliti".⁸

Considerando le possibili dinamiche future della domanda e dell'offerta, i commentatori hanno ipotizzato che il nichel potrebbe essere la "nuova benzina", riconoscendo che una crescita significativa della domanda sembra probabile, mentre l'offerta è concentrata in una manciata di paesi con uno status economico emergente. Il paragone mette in evidenza il potenziale per l'emergere di rischi simili a quelli visti nella crisi petrolifera degli anni '70.

Riciclaggio

Mentre il riciclaggio dell'acciaio inossidabile è ben consolidato, nel 2019 il nichel riciclato ha rappresentato il 48% della produzione estratta, il riciclaggio del nichel di classe 2 non allevia direttamente la domanda di classe 1 per le batterie e le superleghe.⁹

Il riciclaggio delle batterie agli ioni di litio è tuttavia in una fase iniziale di sviluppo ed è considerato da governi come l'UE di vitale importanza sia per la sicurezza dell'approvvigionamento che per motivi ambientali. La strategia dell'UE per le batterie EV include sia il sostegno finanziario per i produttori ed i riciclatori di batterie, come i 400 milioni di dollari estesi a Northvolt, il principale produttore di batterie in Europa, un rigoroso regime di riciclaggio per le batterie dei veicoli e per gli standard di batterie che includono una durata minima delle batterie. Il quadro UE mira al 90% di efficienza di recupero del nichel dalle batterie agli ioni di litio entro il 2025 ed al 95% entro il 2030.¹⁰

Leghe di nichel

Sono in uso circa 3.000 leghe che contengono nichel come elemento principale, la più comune delle quali è l'acciaio inossidabile. Per esempio, l'acciaio inossidabile tipo 304, che contiene l'8% di nichel, è usato comunemente in oggetti di uso quotidiano come pentole, dadi, bulloni e lavandini domestici, mentre il tipo 316, che contiene l'11% di nichel, è impiegato in applicazioni più impegnative come la lavorazione degli alimenti, la produzione di birra e le applicazioni mediche. Entrambi hanno una struttura cristallina austenitica; il tipo 304 con una buona duttilità e formabilità contiene anche il 18% di cromo, il tipo 316 che fornisce una resistenza superiore all'acido e al cloruro contiene il 2-3% di molibdeno.¹¹ Circa il 90% di tutto il nuovo nichel venduto ogni anno è usato per creare leghe come quelle usate nelle infrastrutture, nella costruzione di edifici, nei sistemi di trasporto, compresi i treni e le carrozze ferroviarie e negli impianti di generazione dell'elettricità

compresi treni e le carrozze ferroviarie e negli impianti di generazione dell'elettricità.

L'acciaio inossidabile è anche ampiamente utilizzato nella distribuzione e nel trattamento dell'acqua e nella lavorazione degli alimenti per le sue caratteristiche non corrosive, non tossiche ed altamente igieniche.

Le leghe di nichel speciali sono usate per la loro resistenza superiore in ambienti altamente corrosivi, come negli impianti petrolchimici come parte delle unità di lavaggio ad umido che riducono le emissioni di gas solforosi dalle centrali a carbone, e nell'industria chimica. Le superleghe di nichel sono usate nei motori dei jet degli aerei dove la forza, la tolleranza alle alte temperature e la capacità di resistere all'usura costante sono fondamentali.

Nel settore sanitario le leghe di nichel sono usate in strumenti di precisione come nei dispositivi chirurgici robotici, inoltre la loro non tossicità e biocompatibilità le rende apprezzate per l'uso in dispositivi impiantati come stent e pacemaker.

Le superleghe fatte con nichel di classe 1 in grado di resistere alle alte temperature e resistenti all'ossidazione sono utilizzate nell'industria spaziale nei motori dei razzi, nella propulsione spaziale e nella generazione di energia. Le caratteristiche che includono la durata in condizioni estreme le rendono preziose all'interno dei satelliti e dei veicoli spaziali su terreno.

La domanda di queste leghe usate all'interno delle economie basate sul carbonio della "vecchia economia" continuerà a crescere poiché le economie in via di sviluppo continuano a investire nelle infrastrutture di trasporto, a costruire nuove città ed a sviluppare le loro industrie. Anche le economie sviluppate continueranno a consumare queste leghe, in particolare per rivitalizzare le infrastrutture obsolete, come fa la legge sulle infrastrutture da 1,2 trilioni di dollari del presidente Biden, approvata dalla legislatura statunitense all'inizio di novembre.

Il nichel nella nuova economia - batterie agli ioni di litio

Il vantaggio principale dell'uso del nichel nelle batterie è che aiuta a fornire una maggiore densità di energia ed una maggiore capacità di immagazzinamento ad un costo inferiore. Storicamente, un alto contenuto di cobalto è stato utilizzato per ottenere una maggiore densità di energia, tuttavia con l'aumento dei prezzi del cobalto e le preoccupazioni circa l'etica dell'estrazione del cobalto, la nuova tecnologia si è sempre più concentrata sul potenziale del nichel, che è ora riconosciuto come il componente chiave.

Nelle prime tecnologie di batteria come la batteria NMC 111, il catodo conteneva quantità uguali di nichel, manganese e cobalto; l'uso del nichel è aumentato nelle NMC 532 e 622, mentre la più recente batteria ad alte prestazioni NMC 811 utilizza otto parti di nichel per ciascuno degli altri elementi.¹²

Il rapporto commissionato dal Centro comune di ricerca dell'UE a Roskill stima che la domanda globale di nichel attribuibile alle batterie crescerà fino a 2,86 milioni di tonnellate di nichel metallico entro il 2040, di cui il 95% riguarderà le automobili, con una crescita composta del 17,6% all'anno in 20 anni.¹³

Altri usi nella New Economy

Oltre ad essere usato nelle batterie per le sue proprietà elettrochimiche, il nichel è usato in misura diversa in molte altre nuove tecnologie energetiche.

Energy Technology	Importance of Nickel
Electric vehicles and batteries	H
Hydrogen	H
Geothermal	H
Concentrating solar power	M
Wind	M
Nuclear	M
Solar photo-voltaic	L
Hydro-electric	L
Bioenergy	L

Source: International Energy Authority • Created with Datawrapper

Affidabilità e lunga durata sono caratteristiche critiche nei parchi eolici offshore, dove è importante controllare i requisiti ed i costi di manutenzione. Le leghe di nichel sono utilizzate per le loro caratteristiche di resistenza, durata e anticorrosione: i riduttori delle turbine richiedono tenacità - la capacità di resistere all'energia meccanica senza fratturarsi, mentre le attrezzature di sicurezza devono essere durature ed affidabili.

Le centrali nucleari utilizzano le leghe di nichel nei sistemi di trasferimento del calore e di raffreddamento, poiché la loro resistenza al calore e alla corrosione è di vitale importanza per garantirne durata, affidabilità e sicurezza. Nelle centrali idroelettriche la quantità di nichel usata è bassa, ma il suo uso è fondamentale per assicurare la lunga durata di componenti importanti come le pale delle turbine ed i controlli delle porte della diga. I sistemi di cattura del carbonio raccolgono il gas emesso da attività ad alta intensità di carbonio come le centrali a carbone, trasportando il gas tramite navi o tubi per essere catturato come carbonio nelle formazioni rocciose. Il CO₂ viene trasportato in navi ad alta pressione ed a bassa temperatura, richiedendo leghe di nichel per le loro caratteristiche di resistenza ed anti-corrosione. Per trasportare il gas al punto di sequestro si usano anche tubature sottomarine in grado di resistere alla corrosione.

La generazione di idrogeno che comporta la scissione delle molecole d'acqua in idrogeno e ossigeno utilizza normalmente catalizzatori rari e costosi come il platino. Tuttavia nuove tecniche che utilizzano il nichel si stanno sviluppando, riducendo i costi e aumentando l'efficienza. L'idrogeno verde è potenzialmente un'importante fonte di energia senza carbonio, generata usando energia rinnovabile; lo stoccaggio alla rinfusa permette di usarlo come sostituto di gas ad alto contenuto di carbonio, come il gas naturale.

L'energia geotermica sfrutta il calore naturale sotto la superficie terrestre catturando l'energia nell'acqua e nel vapore utilizzato per il riscaldamento o per generare elettricità verde. I tubi e le parti componenti sono realizzati in leghe di nichel per resistere in ambienti estremamente caldi e corrosivi.

Il nichel è usato in leghe di alta specificità negli impianti solari termici che catturano i raggi del sole conducendo il calore attraverso il sale fuso. I metalli usati in queste torri di calore devono essere resistenti a temperature estremamente elevate ed a sostanze chimiche altamente corrosive. Un'altra applicazione solare è l'uso del nichel nelle celle solari completamente trasparenti, in fase di sviluppo, con l'intenzione di trasformare le finestre di tutti i giorni in pannelli che generano elettricità.

Conclusione

In conclusione, il nichel continuerà ad essere ampiamente utilizzato sia nella "vecchia" economia che come componente essenziale della nuova rivoluzione energetica. Mentre il riciclaggio si è storicamente concentrato sulle leghe, è evidente che il nichel puro si presta bene ad essere riciclato con la tecnologia e gli investimenti necessari. Le fonti limitate di produzione creano rischi di approvvigionamento per molte economie, ma il riciclaggio obbligatorio offre la prospettiva che tali rischi possano essere in gran parte mitigati attraverso lo sviluppo di un trattamento ed un utilizzo circolari.

Footnotes:

1. <https://nickelinstitute.org/about-nickel/#properties>
2. <http://metalpedia.asianmetal.com/metal/nickel/application.shtml>
3. <https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Nickel/Contract-specifications>
4. https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/5cb00df9-e2c1-4b92-a585-6bef08d8a5de/nickel_PPAH.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jqeDjcl
5. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-nickel.pdf>
6. <http://metalpedia.asianmetal.com/metal/nickel/application.shtml>
7. <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/sumitomo-metal-sees-global-nickel-demand-battery-use-rise-18-2021-2021-06-29/>
8. <https://metal.digital/articles/tsingshan/>
9. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-nickel.pdf>
10. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI\(2021\)689337](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI(2021)689337)
11. <https://nickelinstitute.org/about-nickel/stainless-steel/>
12. <https://metal.digital/articles/gigafactories/>
13. <https://roskill.com/news/nickel-european-commission-publishes-roskill-study/>