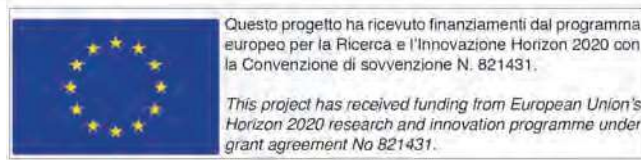


PROGETTO PURENANO – VERSO LA SOSTENIBILITÀ DELL'INDUSTRIA GALVANICA / PURENANO PROJECT – TOWARDS THE SUSTAINABILITY OF THE ELECTROPLATING INDUSTRY

A cura della Redazione – Tratto dalla newsletter e dal comunicato stampa redatto da AXIA INNOVATION /
By the Editorial Staff – Taken from the newsletter and the press release issued by AXIA INNOVATION



1. L'INDUSTRIA GALVANICA VERSO UN FUTURO SOSTENIBILE

Il settore del trattamento delle superfici svolge un ruolo cruciale in molte grandi industrie prolungando la durata dei componenti metallici utilizzati nella vita di tutti i giorni.

L'elettrodeposizione è un importante processo applicato quando è necessario applicare uno strato barriera inorganico per evitare il contatto diretto dei metalli con l'ambiente. Ad esempio, la protezione dei metalli dalla corrosione spesso si realizza grazie al trattamento delle superfici.

Anche se il comparto del trattamento delle superfici è relativamente piccolo rispetto alle industrie degli utilizzatori finali (ad esempio industria automobilistica, meccanica, aerospaziale, elettronica, ecc.), è una delle branche manifatturiere più inter-settoriali dell'economia europea. Tuttavia, l'industria galvanica contribuisce in grande proporzione all'inquinamento ambientale poiché il processo rilascia materiali tossici, metalli pesanti e rifiuti solidi attraverso gli effluenti e le emissioni nell'aria.

Quando un bagno elettrolitico conclude il suo ciclo, non è idoneo per un ulteriore utilizzo (bagno esausto) e deve essere rimosso e, al fine di poterlo riutilizzare, trasferito in centri di riciclo per recuperare gli ioni metallici, con metodi costosi e rischiosi per l'ambiente.

Ogni anno viene prodotta una quantità totale di 300.000 tonnellate di rifiuti pericolosi (una media di 16 tonnellate per impianto). L'applicazione di soluzioni innovative e sostenibili non solo si tradurrà nella riduzione della quantità di rifiuti pericolosi prodotti e nell'abbattimento dell'impatto ambientale, ma aprirà anche nuove opportunità di mercato, poiché politiche ambientali forti limiteranno la crescita del mercato tra le industrie altamente inquinanti e si dovrà prevedere una transizione del mercato verso soluzioni più ecologiche. Pertanto, è necessario intraprendere azioni per creare nuovi modelli di business circolari verso un futuro sostenibile nell'industria galvanica.

2. TENDENZE DELL'INDUSTRIA DI FINITURA DELLE SUPERFICI

Le nuove tendenze dell'industria di finitura delle superfici si concentrano sulla produzione di prodotti finali di alta qualità con miglioramenti delle loro proprietà e con un minore impatto ambientale.

Nuove tecnologie e soluzioni innovative devono essere applicate a tale scopo:

La strategia prevede una serie di misure mirate:

- **Chimica di processo verde.** Limitare o eliminare l'uso di sostanze pericolose, come cianuro, cadmio e cromo. Le aziende dovranno fare molte ricerche per creare prodotti chimici efficaci e convenienti.

1. ELECTROPLATING TOWARDS A SUSTAINABLE FUTURE

The surface treatment sector plays a crucial role in many major industries by extending the life of metallic components used in everyday life.

Electroplating is an important process applied when an inorganic barrier layer is needed to avoid direct contact of metals with the environment. For instance, protecting metals from corrosion is often accomplished with surface treatment.

Even though the surface treatment sector is relatively small compared to the end-users industries (e.g. automotive, machinery, aerospace, and electronics industries, etc.), it is one of the most cross-sectorial manufacturing branches in the European Economy. However, the electroplating industry contributes in great proportions to the environmental pollution as the process releases toxic materials, heavy metals, and solid wastes through effluents and air emissions.

When an electrolytic bath concludes its cycle, it is not suitable for further use (spent bath) and should be removed and transferred to recycling centers in order to recover the metal ions through high cost and environmentally risky methods in order to be re-used.

Every year a total amount of 300.000 tons of hazardous waste is produced (an average of 16 tonnes per installation).

Applying innovative and sustainable solutions will not only result in reducing the hazardous waste generation and lowering the environmental impact, but also open new market opportunities, as strong environmental policies will restrict the market growth among highly polluting industries and a market transition to greener solutions should be expected. Therefore, actions need to be made for creating new circular business models towards a sustainable future in the electroplating industry.

2. TRENDS OF THE SURFACE FINISHING INDUSTRY

New trends of the surface finishing industry are focused on producing high-quality end products with improvements in their properties and with lower environmental impact.

Novel technologies and innovative solutions are to be applied for that purpose:

The strategy provides for a number of targeted measures:

- **Green Process Chemistries.** Limiting or eliminating the use of hazardous substances, as cyanide, cadmium, and chromium. Companies will have to put a lot of research into creating effective, affordable chemicals.
- **Higher Use of "Dry" Processes.** Transition from "wet" surface finishing to "dry" finishing, reduce operator exposure, hazardous emissions, dangerous chemicals and waste.

- **Maggior utilizzo di processi "a secco".** Passaggio dalla finitura di superficie "a umido" alla finitura "a secco", riduzione dell'esposizione dell'operatore, delle emissioni pericolose, delle sostanze chimiche pericolose e dei rifiuti.
- **Uso di substrati leggeri.** Più forti, più durevoli e più resistenti alla corrosione, non metallici e contenenti qualche tipo di rinforzo come vetro, carbonio o Kevlar o plastica.
- **Nuove forme e composizioni di metallo.** Nuovi metalli e leghe resistenti alla corrosione per eliminare alcuni dei processi attuali necessari per fortificare le leghe più deboli e meno durevoli.
- **Uso della nanotecnologia.** L'aumento della domanda e del ROI influenzano l'evoluzione che guida l'innovazione. L'estrapolazione degli sviluppi richiede anni per affermarsi.

Altre azioni verso un **futuro sostenibile dell'industria galvanica** sono:

- **Produzione sostenibile:** utilizzo di processi ecologici, a basso consumo energetico, di conservazione delle risorse e di riciclo che si concentrano sulla sicurezza degli operatori e sull'efficienza economica. La produzione sostenibile aumenterà l'adozione sul mercato e l'uso del riciclo quando possibile.
- **Miglioramento dell'efficienza energetica:** nuovi processi e tecnologie per ridurre il consumo di energia e i costi complessivi comprendono: sistemi di ventilazione migliorati, coperture dei serbatoi, riscaldatori e refrigeratori, isolamento e processi di flusso di lavoro. È evidente che queste pratiche rimarranno un punto focale della galvanica sostenibile negli anni a venire.

3. LA SOLUZIONE PURENANO VERSO LA SOSTENIBILITÀ

La tecnologia PureNano è un processo di **purificazione/ rigenerazione per bagni galvanici esausti basato su nanoparticelle magnetiche funzionalizzate (MNP)**.

Propone un metodo innovativo, a basso costo e sostenibile per la purificazione dei bagni galvanici, che porterà ad una significativa estensione della loro vita (fino a 10 volte) e avrà come risultato:

- una diminuzione delle spese operative delle aziende galvaniche,
- una diminuzione dei rischi ambientali derivanti dal trasporto di bagni esausti, e
- un aumento dell'efficienza dei processi e della qualità dei prodotti.

Il progetto è già stato descritto in dettaglio nei precedenti numeri di questa rivista (come nel numero 1/2021). Prevede diversi pacchetti di lavoro, tra cui la generazione di specifiche e requisiti, lo sviluppo e la funzionalizzazione di nanoparticelle magnetiche (MNP), l'integrazione del sistema di purificazione e lo smaltimento sicuro delle MNP, le attività di dimostrazione, l'implementazione industriale, LCA/LCC, la divulgazione e lo sfruttamento dei dati raccolti.

Alcuni pacchetti di lavoro sono già stati completati, mentre altri resteranno in corso fino al completamento del progetto.

È già stato realizzato un impianto di produzione pilota per lo sviluppo di nanoparticelle magnetiche funzionalizzate, con una capacità produttiva di 50 kg al giorno e sono state eseguite diverse prove. Attualmente, è in corso lo sviluppo di un metodo di modifica della superficie adatto per le MNP al fine di migliorarne l'affinità per



Impianto pilota per lo sviluppo di nanoparticelle magnetiche funzionalizzate / Pilot plant for the development of magnetic functionalised nanoparticles

- **Use of Lightweight Substrates.** Stronger, more durable, and more resistant to corrosion, non-metallic and contain some type of reinforcement such as glass, carbon, or Kevlar or Plastics.
- **New Metal forms & Compositions.** New corrosion resistance metals and alloys. Eliminate some of the current processes that are required to fortify weaker and less durable alloys.
- **Use of Nanotechnology.** Increased demand and ROI influence evolution that drives innovation. Extrapolating developments requires years to become established.

Other actions **towards a sustainable future in the electroplating industry** are:

- **Sustainable Manufacturing:** use of environmentally safe, low-energy, resource conserving and recycling processes that focus on employee safety and economic efficiency. Sustainable manufacturing will increase the market adoption and the use of recycling whenever possible.
- **Improving Energy Efficiency:** new processes and technologies to lower energy use and overall costs include: improved ventilation systems, tank covers, heaters & coolers, insulation, and workflow processes. It is evident that these practices will remain a focal point of environmental electroplating for years to come.

3. PURENANO SOLUTION TOWARDS SUSTAINABILITY

PureNano technology is a **purification/regeneration process for spent plating bath based on functionalized magnetic nanoparticles (MNPs)**.

It proposes an innovative, low cost and sustainable method for the purification of plating baths, which will lead to a significant extension of their lifetime (up to 10 times) and will have as a result:

- a decrease of operation expenditures of plating shops,
- a decrease of environmental risks from transportation of spent baths and
- an increase of process efficiency and products quality.

catturare le impurità metalliche e organiche all'interno dei bagni galvanici e ulteriori lavori comprenderanno procedure sperimentali e il conseguente adeguamento dell'impianto pilota.

L'attività dimostrativa

I processi PureNano sono applicati in due siti dimostrativi presso gli stabilimenti **Cnano** e **Gaser**. Le linee pilota di Cnano e Gaser sono utilizzate per la purificazione dei bagni esausti galvanici ed autocatalitici (electroless) rispettivamente. Questa attività ha lo scopo di dimostrare l'efficacia del processo di purificazione in un ambiente operativo reale presso le strutture degli utenti finali. Le attività dimostrative in corso sono iniziate a gennaio 2021 e le linee pilota sono già state integrate. Le soluzioni di placcatura che vengono trattate contengono ioni di metalli pesanti (ad es. Nichel, Zinco e Rame) e altre sostanze chimiche (ad es. additivi organici) e l'obiettivo principale è prolungare la durata dei bagni applicando il processo di rigenerazione/purificazione sviluppato nell'ambito del progetto PureNano.

I due casi dimostrativi sono descritti di seguito.

Linea Pilota Cnano ad Atene, GR - Sistema di purificazione portatile per processi galvanici

Caratteristiche

- Vasca pilota da 120 lt per la deposizione elettrolitica di Nichel e Ni-P
- Vasca di produzione da 120 lt per rivestimenti galvanici composti di Ni-P/SiC
- Vasca pilota da 40 lt per il processo di ramatura.

Progresso del lavoro

Cnano, in collaborazione con IDENER, ha progettato l'intero processo. Inoltre, le due vasche, le trappole magnetiche, la base dell'ammortizzatore e la piattaforma remota sono installati negli stabilimenti di Cnano e prodotti da Kampakas. Una volta installato il sistema di depurazione esterno, sono state fatte le prime prove inizialmente con acqua contenente MNP, per identificare potenziali inconvenienti. Queste prove sono state eseguite utilizzando acqua colorata, per identificare perdite o altri inconvenienti.

Dopo che i malfunzionamenti operativi sono stati identificati e risolti, sono stati condotti esperimenti con sali di nichel e nanoparticelle di SiC con l'obiettivo di ottimizzare l'intero processo, mentre le prime attività dimostrative sono state eseguite in collaborazione con NTUA. Al momento è in corso l'ottimizzazione per purificare in modo sicuro ed efficiente il bagno esausto di NiP/SiC di Cnano.

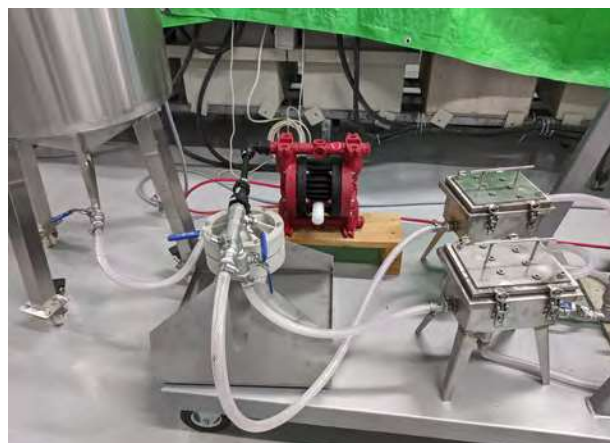
Linea Pilota Gaser a Milano, IT - Sistema di purificazione in situ per processi electroless

Caratteristiche

- Vasca pilota da 800 lt per la produzione di Nichel Electroless
- Vasca di produzione da 10.000 lt per la produzione di Nichel Electroless
- Vasca da 800 lt per la zincatura elettrolitica

Progresso del lavoro

La vasca del reattore, le tubazioni e le vasche dei reagenti chimici sono stati costruiti da Gaser. Dopo l'installazione e la messa



Impianto Pilota Cnano ad Atene, GR / Cnano Pilot Line in Athens, GR

The project has already been described in detail in previous issues of this magazine (as in the issue nr. 1/2021). It provides for several work packages, including the Generation of specifications & Requirements, the Magnetic Nanoparticles (MNPs) development and functionalization, Integration of purification system and safe disposal of MNPs, the Demonstration activities, the Industrial Implementation, LCA/LCC, the Dissemination and exploitation. Some work packages were already completed while the others are still ongoing until the completion of the project.

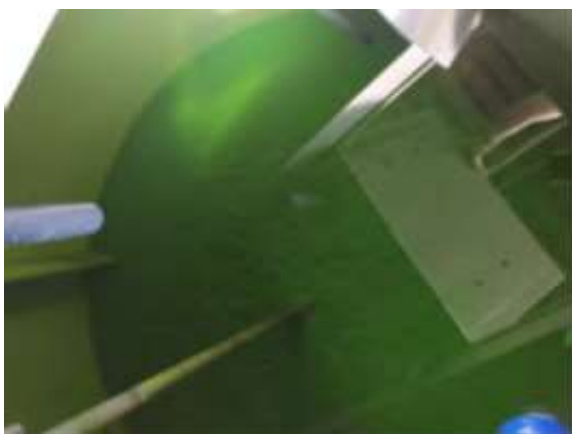
A pilot production plant for the development of magnetic functionalised nanoparticles was built, with a production capacity of 50kg per day and several runs performed.

The development of a suitable surface modification method for MNPs to enhance their affinity to capture metallic and organic impurities within plating baths are in progress and further work will include experimental procedures and upgrade of the pilot plant, accordingly.

Demonstration activity

PureNano processes are applied in two demonstration sites at Cnano and Gaser Premises. Cnano's and Gaser's pilot lines are used for purification of spent electroplating and electroless baths, respectively. This activity is aimed to demonstrate the effectiveness of the purification process in a real operational environment at the end-users facilities.

Demonstration activities under started in January 2021 and the pilot lines have already been integrated. The plating solutions that are being



**Impianto Pilota Gaser a Milano, IT /
Gaser Pilot Line in Milano, IT**

a punto delle relative apparecchiature nei locali di Gaser, sono stati eseguiti i primi test sul sistema di purificazione. Durante la prima prova sono state verificate potenziali perdite e malfunzionamenti delle apparecchiature. Il secondo ciclo di prova comprendeva il trattamento di una soluzione esausta di nichel chimico proveniente dalla linea di produzione. Entrambe le prove sono state eseguite con successo e hanno contribuito ad impostare in modo ottimale tutte le apparecchiature dell'impianto pilota di depurazione.

I primi test sono stati completati con successo su entrambe le linee.

Il lavoro di ottimizzazione è ancora da completare, tuttavia i promettenti risultati rappresentano la base per lo sviluppo di una tecnologia innovativa di purificazione/rigenerazione.

Pertanto, PureNano contribuisce alla sostenibilità dei processi industriali e rafforza il Piano d'azione per l'economia circolare.

Per saperne di più sui temi del progetto e per essere aggiornati sullo stato di avanzamento dei lavori, vi invitiamo a visitare il sito www.purenano-h2020.eu, a iscriverci alla newsletter e a collegarci ai profili social su LinkedIn, Facebook e Twitter.

treated contain heavy metal ions (e.g. Nickel, Zinc, and Copper) as well as other chemicals (e.g. organic additives), and the main target is to extend the lifetime of the baths by applying the regeneration/purification process developed under PureNano project.

The two Demo Cases are summarised below:

Cnano Pilot Line in Athens, GR - Portable Purification System for Electroplating Processes

Characteristics:

- a. 120 lt pilot tank for Nickel and Ni-P electroplating production
- b. 120 lt production tank for Ni-P/SiC composite electroplating coatings
- c. 40 lt pilot tank for Copper plating process.

Work Progress

Cnano, in cooperation with IDENER, designed the whole process. Moreover, the two tanks, the magnetic traps, the dampener base and the remote platform are installed in Cnano premises and manufactured by Kampakas. Once the remote purification system has been installed, first trials were made initially with water, including the MNPs, to identify potential drawbacks. These trials were performed using colored water, to identify leakages or other arising setbacks.

After the operational malfunctions have been identified and solved, experiments with nickel salts and SiC nanoparticles were performed aiming to optimise the whole process, while first demonstration activities were performed in collaboration with NTUA. Optimisation is ongoing to safely and efficiently purify Cnano's NiP/SiC spent bath.

Gaser Pilot Line in Milano, IT - In-situ Purification system for Electroless processes

Characteristics

- a. 800 lt pilot tank for Electroless Nickel production
- b. 10.000 lt production tank for Electroless Nickel production
- c. 800 lt tank for Zink electroplating production

Work Progress

Reactor tank, piping, and chemical reagents tanks were built by Gaser. After the installation and set-up of the relevant equipment in Gaser's premises, initial tests on the purification system were performed. During the first run potential leakages and malfunctions of the equipment were verified. The second test run included the use of spent electroless nickel solution from the production line. Both runs were successfully carried out and helped to set optimally all the equipment of the purification pilot plant.

The first successful runs have been completed in both lines. There is more optimisation work to be done, anyway the promising results represent the base for the development of an innovative purification/regeneration technology. Thus, PureNano contributes to the sustainability of the industrial processes and boosts the Circular Economy Action Plan.

To learn more about the topics of the project and to be updated on the work progress, we invite you to visit the website www.purenano-h2020.eu, subscribe to the newsletter and connect to social profiles on LinkedIn, Facebook and Twitter.