

ALEKSANDRA B. PETROVIĆ

SLAVICA S. GLIŠIĆ

Krušik Akumulatori a.d., Valjevo

STRUČNI RAD

UDK 621.355.8:669.248:547.413.4:541.13

DOI: 10.2298/HEMIND0901057P

## OPTIMIZACIJA PROCESA PERFORACIJE I NIKLOVANJA ČELIČNE TRAKE U CILJU ISKLJUČIVANJA TRIHORETILENA IZ PROCESA ODMAŠČIVANJA PERFORIRANE ČELIČNE TRAKE

*U okviru procesa proizvodnje elektroda za lamelne Ni–Cd akumulatore vrši se perforacija čelične trake odgovarajućih dimenzija, koja se zatim nikluje na automatu za niklovanje. U procesu niklovanja kao sredstvo za prethodno odmašćivanje koristio se organski rastvarač, trihoretilen. U cilju izbacivanja trihoretilena iz procesa odmašćivanja perforirane čelične trake, urađene su probe perforacije sa uljima različitih viskoziteta i odmašćivanja sa različitim odmašćivačima (na bazi NaOH, odnosno KOH). Pokazalo se da je moguće efikasno odmašćivanje bez trihoretilena, uz upotrebu ulja manjeg viskoziteta i odmašćivača na bazi KOH.*

Kao jedan od konvencionalnih odmašćivača u procesima čišćenja metalnih površina, pre nanošenja galvanskih prevlaka, koristi se trihoretilen, i to ne bez razloga. Kao organski rastvarač ima dobru sposobnost rastvaranja masti i ulja, a sa druge strane ispunjava i uslov da je na sobnoj temperaturi tečan i nezapaljiv [1]. Postoji niz postupaka za njegovu upotrebu: potapanje, pranje, pranje prskanjem, čišćenje u parnoj fazi. S obzirom na sve ove pogodnosti i u «Krušik Akumulatori, a.d.» izvesno vreme se koristio za prethodno hemijsko odmašćivanje u postupku niklovanja perforirane čelične trake. Zabrinjavajući podaci o otrovnosti i pre svega kancerogenosti trihoretilena [2], česta izloženost radnika parama ovog rastvarača pri potapanju u rastvarač, postavljanju kotura na otkapljavanje, postavljanju kotura na automat za niklovanje i zametnost ovakvog načina rada naveli su nas da razmatramo mogućnost izbacivanja trihoretilena iz postupka proizvodnje niklovane perforirane čelične trake.

Radi pojednostavljenja proizvodnje razmatrana je i kupovina niklovane čelične trake [3] odgovarajućih dimenzija sa propisanom debljinom sloja nikla od minimalno  $2,5 \mu\text{m}$ , ali se od toga odustalo jer prisustvo sloja nikla na čeliku za posledicu ima manji ostvareni procenat perforacije, brže habanje alata i otežan rad.

Kvalitet čelične trake koja se koristi za proizvodnju elektrodne trake definisan je standardom DIN 1624 [4]. Traka je debljine  $0,1 \text{ mm}$  i širine 16, 18, 19, 21 ili  $24 \text{ mm}$  u zavisnosti od tipa elektrode koja se proizvodi. Na ovakvoj traci se na mašinama za perforaciju ostvaruje procenat perforacije 16–22,5%, u zavisnosti od tipa elektrode koja se proizvodi.

U mašinama za perforaciju traka se podmazuje uljem HV 46, radi efikasnijeg probijanja trake, hlađenja iglica i efikasnijeg uklanjanja opiljaka gvožđa. Traka se u koturovima skida sa mašina za perforaciju i trasportuje do

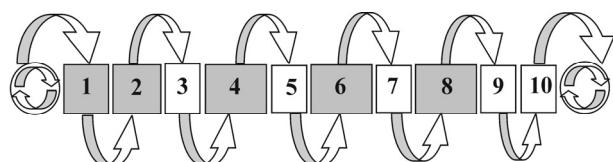
Autor za prepisku: A. Petrović, Krušik Akumulatori, a.d., Vladike Nikolaja 67, 14 000 Valjevo.

E-pošta: aleksandra014@yahoo.com

Rad primljen: 15. septembar 2008.

Rad prihvaćen: 20. novembar 2008.

pogona za niklovanje. Koturovi čelične perforirane trake se potapaju u trihoretilen, na sobnoj temperaturi, odakle se posle dva sata vade, ostavljaju da otkaplju i postavljaju na automat za niklovanje trake koji je šematski prikazan na slici 1. Automat je tako koncipiran da se istovremeno nikluje šest koturova čelične trake.



Slika 1. Prikaz automata za niklovanje perforirane čelične trake: 1 – kada za prethodno odmašćivanje; 2 – kada za hemijsko odmašćivanje; 4 – kada za elektrohemijjsko odmašćivanje; 6 – kada za dekapiranje; 8 – kada za niklovanje; 10 – sušenje; 3, 5, 7 i 9 – ispirne kade.

Figure 1. Schematic representation of the plant for nickel plating of perforated steel strips: 1 – previous chemical degreasing bath; 2 – chemical degreasing bath; 4 – electrochemical degreasing bath; 6 – chemical pickling bath; 8 – nickel plating bath; 10 – hot air drying; 3, 5, 7 and 9 – rinsing.

Automat omogućava tok (kretanje) trake brzinom od  $4 \text{ m/min}$ , pa je na taj način definisano zadržavanje trake u svakoj od kada. U tabeli 1 prikazana su vremena zadržavanja perforirane trake u svakoj od kada automata za niklovanje perforirane čelične trake.

Trake prvo prolaze kroz kadu za prethodno hemijsko odmašćivanje u kojoj je alkalni odmašćivač zagrejan na  $60^\circ\text{C}$ , zatim kroz kadu za hemijsko odmašćivanje u kojoj je alkalni odmašćivač zagrejan na  $80^\circ\text{C}$ . Posle kade za protočno ispiranje trake prolaze kroz kadu za elektrohemijjsko odmašćivanje. Odmašćivanje je katodno, i vrši se gustinom struje od  $5 \text{ mA cm}^{-2}$ . Posle ispiranja u kadi za protočno ispiranje, trake prolaze kroz kadu za dekapiranje u kojoj je rastvor HCl koncentracije 5 mas%. Trake se posle dekapiranja ispiraju u kadi za protočno ispiranje, posle čega idu u kadu za niklovanje. Kao elektrolit se koristi Vatovo kupatilo, zagrejano na  $55^\circ\text{C}$ , a niklovanje se vrši gustinom struje od  $3 \text{ mA cm}^{-2}$ .

Sušenje se vrši komprimovanim vazduhom i proklaskom trake kroz tunelske grejače.

*Tabela 1. Vremena zadržavanja perforirane trake u svakoj od kada automata za niklovanje*  
*Table 1. Holding time for perforated steel strips in each bath of the plant for nickel plating*

Kada	Prethodno hemijsko odmašćivanje	Hemijsko odmašćivanje	Elektrohemski odmašćivanje	Dekapiranje	Niklovanje	Ispirna kada*
Vreme, min	0,5	1	1	0,25	2,5	0,25

\*Posle svake od kada za pripremu i niklovanje, trake prolaze kroz ispirnu katu, izuzev izmedu kada za prethodno odmašćivanje i hemijsko odmašćivanje

## EKSPERIMENTALNI DEO

Detaljna analiza svih koraka u postupku perforacije i niklovanja čelične elektrodne trake ukazala je da treba uraditi sledeće:

1. Probe perforacije trake sa uljima manjeg viskoziteta u odnosu na korišćeno ulje HV46.
2. Isprobati različite kombinacije alkalnih odmašćivača u postojećoj liniji, imajući u vidu da se vreme zadržavanja trake u kadama ne može menjati, da se ne sme ići na agresivnije režime, zbog male debljine trake (0,1 mm) i relativno velikog procenta perforacije (i do 22,5% za neke tipove elektroda), da se pri elektrohemiskom odmašćivanju ne mogu koristiti veće gustine struje, zbog opasnosti od vodonične krtosti (elektrohemsko odmašćivanje trake je katodno).

Urađene su probe perforacije elektrodnih traka sa uljima HV 22, HV 32 i HV 46. Procenat perforacije je praćen na aparatu MOP 102. Ovako isperforirani koturovi, postavljeni su na automat za niklovanje, bez prethodnog odmašćivanja u trihoretilenu. Za pripremu površine, u prvom slučaju, je korišćena uobičajena kombinacija alkalnih odmašćivača i to:

1. za prethodno odmašćivanje 11 mas.% NaOH na 60 °C,
2. za hemijsko odmašćivanje alkalni odmašćivač na bazi NaOH, 5%, na 80 °C i
3. za elektrohemsko odmašćivanje alkalni odmašćivač na bazi NaOH, 10%, na 40 °C.

U narednom eksperimentu izmenjeni su sastav i temperature kupatila u procesu odmašćivanja:

1. za prethodno odmašćivanje korišćen je 3% voden rastvor alkalinog odmašćivača na bazi KOH, uz dodatak 3% NaOH, na 40 °C,
2. za hemijsko odmašćivanje korišćen je 3% voden rastvor alkalinog odmašćivača na bazi KOH, na 60 °C i
3. za elektrohemsko odmašćivanje se koristi isti odmašćivač kao i u prethodnoj probi, u istim uslovima.

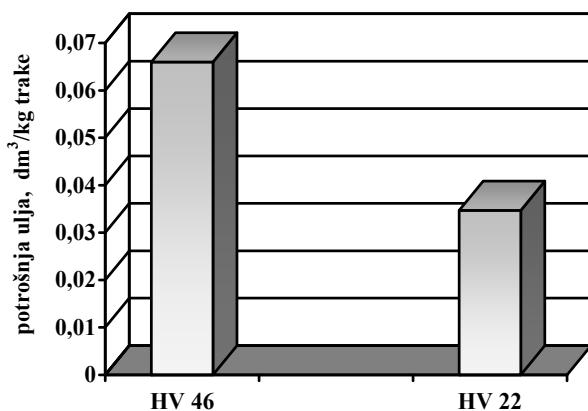
Na dobijenim niklovanim perforiranim čeličnim trakama ispitivama je adhezija prevlake nikla po internom uputstvu, kvalitativno, metodom savijanja.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Probe perforacije sa uljima različitih viskoziteta (HV 22, HV 32 i HV 46) su rađene istovremeno. U svaku od mašina za perforaciju je sipano po jedno od

navedenih ulja. Pokazalo se da su mašine radile nepromjenjeno, da nije bilo povećanog grejanja trake, zadržavanja opiljaka gvožđa, niti povećanog habanja alata. Nezavisno od vrste ulja korišćenog pri perforaciji procenat perforacije čelične trake je nepromjenjen.

Uočena je i očekivana manja potrošnja ulja manjeg viskoziteta u odnosu na HV 46. Potrošnja ulja HV 22 je smanjena za čak 52,6% u odnosu na ulje HV 46. Navedeno smanjenje količine ulja prikazano je slici 2.

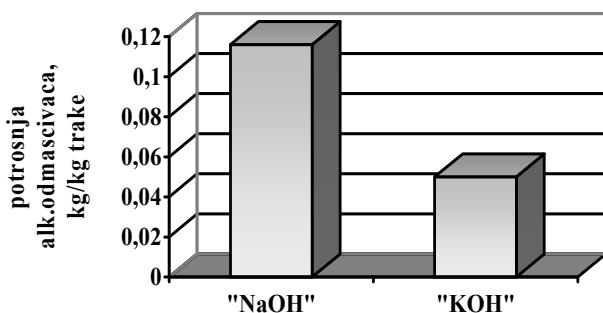


*Slika 2. Grafički prikaz smanjenja potrošnje ulja u procesu perforacije čelične trake.*

*Figure 2. Reduction of the amount of oils used in the steel strips perforation process.*

Izostavljanjem trihoretilena iz procesa odmašćivanja uočeno je da je adhezija prevlake nikla loša, što je posledica nedovoljno dobro odmašćene čelične trake [1]. Takođe se primećuje da je adhezija sloja nikla bolja na trakama koje su perforirane uz upotrebu ulja HV 22, ali da se lokalno sloj nikla odvaja od čelične osnove što je za dalji rad i upotrebu neprihvatljivo. Iz navedenog se može zaključiti da je upotreba ulja manjeg viskoziteta, u određenoj meri omogućila efikasnije odmašćivanje, ali je adhezija sloja nikla i dalje nezadovoljavajuća, pa je ponovljena proba niklovanja traka perforiranih uz upotrebu različitih ulja (HV 22, HV 32 i HV 46) uz navedene izmene u sastavu i temperaturama rastvora za odmašćivanje. Pokazalo se da je sloj nikla najbolji i u potpunosti odgovara internim tehničkim uslovima «Krušik Akumulatora, a.d.» na traci koja je perforirana uz upotrebu ulja HV 22 i uz izmene u sastavu i radnoj temperaturi rastvora za odmašćivanje pa smo proizvodnju elektrodne trake nastavili uz usvojene izmene.

Uočeno je i značajno smanjenje potrošnje alkalnog odmaščivača na bazi KOH u odnosu na raniju potrošnju alkalnog odmaščivača na bazi NaOH koje je prikazano na slici 3. Korekcije koncentracija rastvora u kadama se vrše posle dužih vremenskih intervala, a uočen je i duži radni vek kupatila sa odmaščivačem na bazi KOH.



*Slika 3. Grafički prikaz smanjenja potrošnje alkalnog odmaščivača u procesu odmašćivanje perforirane čelične elektrodne trake.*

*Figure 3. Reduction of the amount of alkaline degreaser used in the nickel plating process of the perforated steel strips.*

## ZAKLJUČAK

U procesu perforacije čelične trake primenom ulja HV 22, umesto HV 46, ostvarena je značajna ušteda u

potrošnji ulja, a u isto vreme je obezbeđeno i lakše odmašćivanje trake u narednim koracima.

U procesu odmašćivanja perforirane čelične trake više se ne koristi trihoretilen što je od velikog značaja sa aspekta zaštite na radu, zaštite životne sredine i smanjenja troškova, a istovremeno je ostvarena i ušeda vremena u procesu rada.

Praksa je pokazala da su alkalni odmaščivači na bazi KOH efikasniji:

- ređe se vrše korekcije koncentracija rastvora u kadama i

- duži je radni vek kupatila.

Kod ovih odmaščivača su i niže preporučene koncentracije, pa kao rezultat svega imamo mnogo manji utrošak hemikalija potrebnih za odmašćivanje trake.

## LITERATURA

- [1] S. Đorđević, M. Maksimović, M. Pavlović, K. Popov, Galvanotehnika, Tehnička knjiga, Beograd, 1998.
- [2] Grupa autora, Hemijsko-tehnološki priručnik, Štetne i opasne materije, Rad, Beograd, 1985.
- [3] [http://www.corusgroup.com/en/products/plated\\_steel\\_strip/css\\_productoverview](http://www.corusgroup.com/en/products/plated_steel_strip/css_productoverview)
- [4] DIN 1624-1977, Kaltgewalztes Band in Walzbreiten bis 650 mm aus weichen unlegierten Stählen.

## SUMMARY

### OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF STEEL STRIP PERFORATION AND NICKEL PLATTING FOR THE PURPOSE OF ELIMINATION OF TRICHLOROETHYLENE FROM THE CLEANING PROCESS OF PERFORATED STEEL STRIP

Aleksandra B. Petrović, Slavica S.Glišić

Krušik Batteries, Valjevo

(Professional paper)

In the production of pocket type electrodes for Ni–Cd batteries perforation of proper steel strips and then nickel plating of perforated steel strips were made. In the nickel plating process, the organic solvent, trichloroethylene, has previously been used for cleaning. Due to the carcinogenic nature of trichloroethylene and the many operations previously required during cleaning, it was considered to do cleaning of perforated steel strips without use of the mentioned organic solvent. In the purpose of elimination of trichloroethylene from the cleaning process of perforated steel strips, the tests of perforation of steel strips with use of oils of different viscosity were made. It was shown that there was no dysfunction during the work of the perforation plants, meaning there was no additional heating of the strips, deterring of the steel filings, nor excessive wearing of the perforation apparatus. The perforation percent was the same irrelevant of the viscosity of the used oil. Before being perforated using the oils with different viscosity, the nickel plating steel strips were cleaned in different degreasers (based on NaOH as well as on KOH). It was shown that efficient cleaning without the use of trichloroethylene is possible with the use of oil with smaller viscosity in the perforated steel strips process and the degreaser based on KOH in the cleaning process, before nickel plating. It also appeared that the alkali degreaser based on KOH was more efficient, bath corrections were made less often and the working period of the baths was longer, which all in summary means less quantity of chemicals needed for degreasing of perforated steel strips.

Key words: Perforated steel strips •  
Degreasing • Trichloroethylene  
Ključne reči: Perforirana čelična traka  
• Odmašćivanje • Trihloretilen