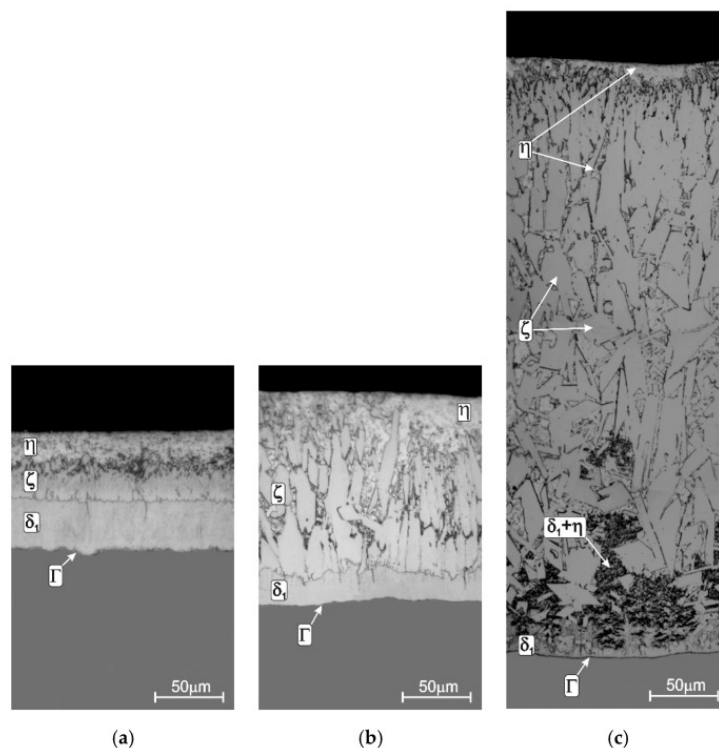


# گزارشی از پیشرفت ترکیب شیمیایی

## در حمام یکباره گالوانیزه گرم

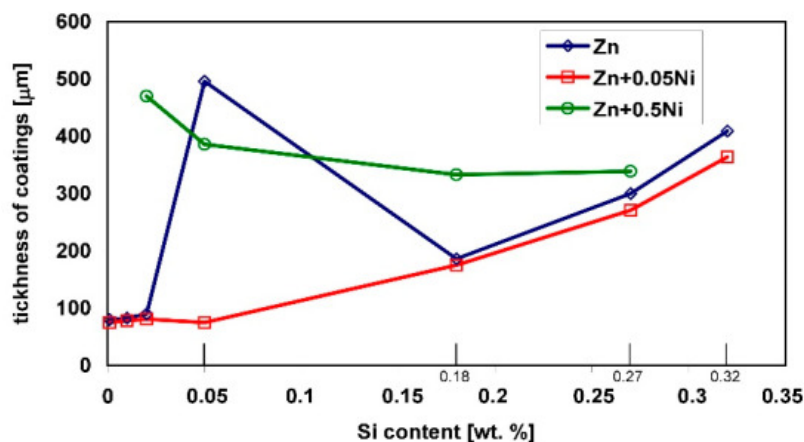
### ۲-۴ تاثیر نیکل

در حال حاضر افزودن نیکل به حمام گالوانیزه به عنوان راه حلی جهت کاهش واکنش پذیری فولاد سیلیسیم دار در روی مایع، پذیرفته شده است. اولین بار کاربرد تجاری افزودنی نیکل در سال ۱۹۸۲ آغاز و بعد از آن ۰/۱۳٪ وزنی، نیکل به حمام اضافه شد. در طول ۲۰ سال اول استفاده صنعتی از افزودنی نیکل در حمام، تغییرات متنوعی مطرح و تحقیقات زیادی در این زمینه منتشر شده است. نیکل به صورت فلز خالص در روی مایع به آرامی حل می شود. از این رو ابتدا به صورت ملات  $Zn-2\%Ni$  به حمام اضافه شد. برای افزایش بازدهی یکسان سازی مقدار نیکل در حجم حمام، آن را به صورت پودر و با اختلاط شدید وارد حمام کردند. در حال حاضر، نیکل اغلب به عنوان آلیاژ  $Zn-0.5\%Ni$  اضافه می شود. در آن زمان مقدارش در حمام نیز تغییر می کرد. حتی در دهه ۱۹۹۰، مقدار آن در حمام به ۰/۹٪ وزنی کاهش یافت. در نهایت، محدوده بهینه غلظت نیکل در حمام روی که تا کنون استفاده و مشخص شده ۰/۰۴٪ تا ۰/۰۶٪ وزنی است. نیکل در این محدوده، قادر به مهار نقطه حداکثر ساندلین است و روکش فولاد ساندلین که در چنین حمامی به دست می آید، ساختاری مشابه روکش فولاد کم سیلیسیم دارد (شکل ۴a). وجود نیکل در حمام، ساختار فولاد سببستی (شکل ۴b) و فولاد پرسیلیسیم (شکل ۴c) را تغییر نمی دهد.

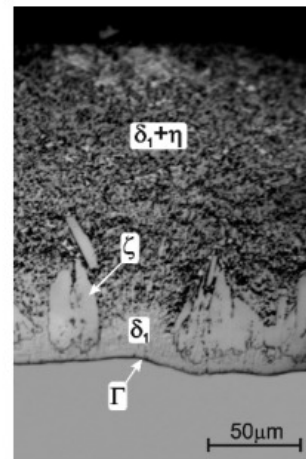


شکل ۴- ساختار روکش به‌دست آمده در حمام  $\text{Zn} + 0.05\% \text{Ni}$ : (a) فولاد ساندلین، (b) فولاد سببستی و (c) فولاد پرسلیسیم.

همچنین کاهش آشکاری در ضخامت روکش فولاد ساندلین (۰/۰۵٪ وزنی سیلیسیم) پیش می‌آید، در حالی که در فولاد سببستی (۰/۱۸٪ وزنی سیلیسیم) و فولاد پرسلیسیم (۰/۲۷٪ و ۰/۳۲٪ وزنی سیلیسیم)، کاهش ضخامت روکش ناچیز است (شکل ۵a). مقدار بیشتر نیکل، علاوه بر هزینه بیشتر، ممکن است بر فرایند گالوانیزه و کیفیت روکش تأثیر نامطلوبی بگذارد. مقدار بیش از حد نیکل موجب پدید آمدن کف‌باره و آلودگی حمام می‌شود. کف‌باره شناور متشکل از ذرات ریز فاز  $\Gamma_2$  است و با فرمول  $\text{Fe}_6\text{Ni}_5\text{Zn}_{89}$  توصیف می‌شود، آنها با فاز  $\Gamma$  سیستم دوتایی Fe-Zn هم‌ساختارند. در سیستم تعادل سه‌گانه Fe-Ni-Zn، فاز  $\Gamma_2$  با نیکل بیش از ۰/۰۶٪ وزنی، پایدار است. ذرات فاز  $\Gamma_2$  شکل منظمی دارند و از حمام  $\text{Zn} + \text{Ni}$ ، اشباع از آهن در مرز لایه فاز  $\Gamma_2$  جدا هستند. در چنین شرایطی، کف‌باره شناور همراه با محصول از حمام بیرون کشیده و موجب پدید آمدن نقایصی در سطح روکش و همچنین افزایش روی خارج‌شده می‌شود. همچنین، تشکیل فاز  $\Gamma_2$  تخلیه سریع‌تر نیکل از حمام را ایجاب می‌کند. در چنین شرایطی، افزایش نیکل در حمام به بیش از ۰/۰۶٪ وزنی غیرمنطقی است.



(a)



(b)

شکل ۵ (a) مقایسه تغییرات ضخامت روکش در حمام Zn ، Zn + 0.05% Ni و Zn + 0.5% Ni و (b) ساختار روکش بر فولاد پرسلیسیم در حمام Zn + 0.5% Ni .

مقدار بیشتر نیکل باعث افزایش قابل توجه ضخامت روکش می‌شود. همزمان با افزایش مقدار سیلیسیم در فولاد، ضخامت روکش اندکی کاهش می‌یابد (شکل ۵a). ساختار روکش نیز تغییر می‌کند. مقدار بیشتر نیکل تعادل سیستم Fe-Ni-Zn را تغییر می‌دهد. فاز  $\delta_1$  در تعادل با روی مایع است. تماس مستقیم فاز  $\delta_1$  با روی مایع موجب رشدش می‌شود. در ساختار روکش، پدیدار شدن منطقه دو فاز  $\delta_1 + \eta$  را می‌توان دید (شکل ۵b). فاز  $\zeta$  لایه پیوسته‌ای را شکل نداده و در عوض کریستال‌های منفرد و سستی را در مرز با فاز  $\delta_1$  ایجاد می‌کند.

در حال حاضر، نیکل به همراه آلومینیوم، به عنوان افزودنی آلیاژی استاندارد برای وارد کردن به حمام روی معرفی شده است که می‌تواند واکنش‌پذیری فولاد را کاهش دهد. اکثریت قریب به اتفاق صنایع گالوانیزه، از افزودنی نیکل در ترکیب با سایر افزودنی‌های آلیاژی استفاده می‌کنند تا کارایی فرایند گالوانیزه را هرچه بیشتر بهبود بخشند.