D O P O R U Č E N I A
pre prepravu a skladovanie pozinkovaných plechov vyrobených v NIPPON STEEL SLOVAKIA s.r.o.

Na uľahčenie pochopenia postupov a odporúčaní ohľadom úspešného zaobchádzania s pozinkovanou oceľou je potrebné vysvetliť základné znalosti a teóriu.

Oceľový plech je mnohostranným výrobkom so širokým koncovým použitím, akým sú napríklad oceľové konštrukcie budov, automobilové diely, tabuľové značenie, a spotrebiče. Nanešťastie je náchylný na hrdzavenie, ktoré spôsobuje nevzhľadný povrch a časom môže prispieť k zlyhaniu výrobku. Z tohto dôvodu sa oceľ chráni radou metód, počnúc legovaním, ako pri nerezovej oceli, cez pokovovanie a/alebo nanášanie farby a rôznych druhov náterov.

Korózia je elektrochemický proces, ktorý v prípade oceľového plechu oxiduje železo v oceli. Oxidácia, alebo hrdzavenie, vzniká chemickou reakciou medzi oceľou a kyslíkom. Kyslík je stále prítomný vo vzduchu, alebo sa môže rozpustiť vo vlhku na povrchu oceľového plechu. Počas procesu hrdzavenia sa oceľ spotrebúva, pričom mení železo na korozívny produkt. Tento aspekt správania oceľového plechu je veľmi nežiaduci, ako esteticky, tak aj z pohľadu životnosti. Časom, a zvyčajne skôr než je žiaduce, oceľový plech zhrdzavie dosť na to, aby sa neprimerane skrátila jeho životnosť, t.j. stratou konštrukčnej pevnosti, perforáciou alebo prenikaním vody.

Pokovovanie je rozvinutá metóda ochrany ocele nanášaním vrstvy kovu, ktorou sa vytvára bariéra a poskytuje galvanická ochrana. Oceľ s povlakom kovu s obsahom zinku alebo zinkovej zliatiny je chránená pred koróziou pri voľnom vystavení ovzdušiu kvôli pomalej rýchlosti korózie zinku. Pri odhalení základnej vrstvy ocele, napríklad pri vytvorení orezanej hrany alebo rýh a škrabancov, je oceľ katodicky chránená prednostnou koróziou zinkového povlaku. Deje sa to preto, lebo zinok je viac elektronegatívny (reaktívnejší) než oceľ. V praxi to znamená, že oceľ pokrytá zinkovým povlakom nezhrdzavie. Vystavenie základnej vrstvy ocele vážnemu poškodeniu povlaku alebo orezanej hrane nespôsobí koróziu ocele dovtedy, kým sa nespotrebuje priľahlý zinkový povlak. Dokiaľ sa relatívne veľké plochy ocele nevystavia pôsobeniu prostredia, vplyv na celkovú životnosť ochranného povlaku bude minimálny.

Vzdialenosť, na ktorú je galvanická ochrana zinkom účinná, závisí od prostredia. Avšak v istých situáciách pri expedícii a/alebo skladovaní tohto výrobku môže dôjsť k poškodeniu povrchu zinkového povlaku následkom dvoch rôznych typov zrýchlenej korózie. Tento dokument prináša rady, aké ochranné opatrenia je možné podniknúť a predísť tak poškodeniu materiálu následkom korózie za prítomnosti vlhkého prostredia.

Biela hrdza

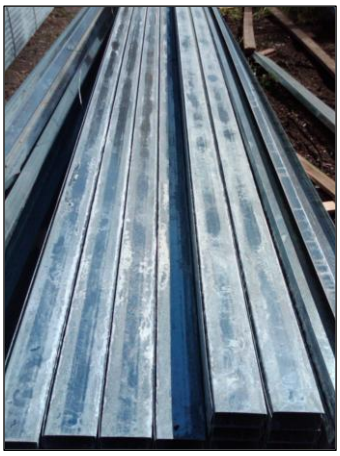
Biela hrdza (škvrny za vlhka) na pozinkovaných oceľových výrobkoch je zvyčajne biela, ale môže tiež mať podobu sivých alebo čiernych povrchových nánosov. Keďže najbežnejšia forma zmeny sfarbenia je biela, škvrny za vlhka sa často nazývajú aj *bielou hrdzou*. Môže k nej dôjsť vtedy, keď sa tabule pozinkovaného plechu v tesnom dotyku (v zvitku alebo nastohované v hranách) ovlhčia, buď priamym vniknutím vody, alebo kondenzáciou medzi povrchmi. Ku zmene sfarbenia koróznych produktov dochádza po reakcii zinku s vlhkosťou bez prítomnosti voľného prúdenia vzduchu.

Keď zinok skoroduje v prítomnosti vzduchu a vlhkosti, prejde radom chemických reakcií, ktorými sa kovový zinok na povrchu zmení na iné chemické zlúčeniny. Zinok vystavený pôsobeniu vzduchu zreaguje s kyslíkom a vytvorí veľmi tenkú vrstvu oxidov. V prítomnosti vlhkosti oxid zinočnatý zreaguje s vodou a vytvorí hydroxid zinočnatý. Vplyvom cyklického zvetrávania časom vznikne konečný korózny produkt vo forme uhličitanu zinočnatého (reakciou medzi hydroxidom zinočnatým a oxidom uhličitým vo vzduchu). Uhličitan zinočnatý tvorí tenký, priľnavý, jednoliaty, a stabilný (vo vode nerozpustný) povlak. Keď je povrch aj naďalej vystavený dažďu alebo kondenzácii, ochranný povlak slúži ako bariéra medzi vlhkom a vrstvou zinku. Tento typ chemickej vrstvy sa nazýva **pasívny povlak**. Práve prítomnosť pasívneho filmu, ktorý spomaľuje reaktivitu zinku, dramaticky spomaľuje rýchlosť korózie zinkového povlaku.

Ako už bolo spomenuté, zinok je veľmi reaktívny kov. Vykazuje pomalú rýchlosť len preto, že sa na povrchu vytvára súvislý pasívny povlak. Kľúčová časť mechanizmu korózie spočíva v tom, že povrch potrebuje vyschnúť na vzduchu, aby sa takýto pasívny povlak vytvoril a udržal. Práve pri fáze schnutia v rámci kolobehu vody sa pasívny povlak tvorí vo forme uhličitanu zinočnatého. Atmosférické cykly vlhka a sucha sú preto nevyhnutné preto, aby došlo u zinku k pasivácii.

Keď sa pozinkovaný plech ovlhčí, kým je vo forme zvitka, alebo nastohovaný v hranách v závode na spracovanie tvárnením, profilovaním, lisovaním alebo ako polotovar či finálny produkt na stavenisku, bez náležitej cirkulácie vzduchu a možnosti schnutia, môže vzniknúť biela hrdza. Biela hrdza je jednoducho chemickou zlúčeninou, *hydroxidom zinočnatým (ZnOH),* ktorá vzniká, keď zinok príde so styku s vlhkom. Nepremení sa na pasívny povlak uhličitanu zinočnatého, pretože tesne balené plechy **nie sú** voľne vystavené vzduchu s obsahom kyslíka/oxidu uhličitého. Ochranný povlak uhličitanu zinočnatého sa tak nedokáže vytvoriť. Keďže korózna reakcia pretrváva dovtedy, kým je povrch materiálu mokrý a nedostáva sa k nemu dostatok kyslíka a oxidu uhličitého, môže sa tým vytvoriť a nahromadiť veľké množstvo hydroxidu zinočnatého. Zinok je veľmi reaktívny kov vo vlhkých podmienkach, ktoré neumožňujú tvorbu pasívneho povlaku.

Keď sa na materiáli vyskytuje biela hrdza, znamená to, že dochádza ku skutočnej strate zinkového povlaku, ktorý je určený na ochranu oceľových výrobkov. Rozsah poškodenia závisí hlavne od dĺžky vystavenia vlhku, od teploty pri skladovaní materiálu a od prítomnosti urýchľujúcich korózných činidiel, akými sú soli obsahujúce chloridy či iné agresívne zložky okolitej atmosféry.



Povrch zinkového povlaku na mieste, ktoré vykazuje známky bielej hrdze je „poleptaný“ a stratil žiarivý, lesklokovový vzhľad čerstvo vyrobeného pozinkovaného plechu. Odstránením bielej hrdze však nedôjde k vylepšeniu poleptaného vzhľadu. Z tohto dôvodu možno pre aplikácie, pri ktorých je estetický vzhľad kľúčový, nemusí byť pozinkovaný plech s bielou hrdzou prijateľnou voľbou.

Aby sa predišlo vyradeniu materiálu ako nepodarku, je potrebné podniknúť všetky ochranné opatrenia, ktoré zabránia vzniku bielej hrdze na pozinkovanom plechu. Vyvinuli sa tiež konkrétne postupy pri preprave a skladovaní pozinkovaného plechu bez vzniku škvŕn za vlhka.

Výrobcovia oceľového plechu používajú dodatočné povrchové úpravy „pasiváciou/chemickou úpravou“, olejovaním alebo nanášaním tenkých organických povlakov. *Pri vytvorení zákazky je nutné špecifikovať, či si pozinkovaný plech vyžaduje alebo nevyžaduje chemickú úpravu či inú formu dočasnej koróznej ochrany*. Je dôležité mať na pamäti, že tieto formy povrchových úprav sú dočasné, nie trvalé a slúžia len na obdobie prepravy a skladovania do finálneho použitia materiálu. Povrchové úpravy pri výrobe materiálu minimalizujú sklon k bielej hrdzi, avšak nevylučujú jej vznik, ak je výrobok vystavený veľmi nepriaznivým podmienkam. Príkladom by bolo navlhčenie zvitku počas prepravy k zákazníkovi, a následné dlhé skladovanie zvitku bez pokusu o jeho presušenie. Aj pri výrobkoch ošetrených chemickou úpravou a tenkými organickými povlakmi, je dôležité predchádzať vlhku medzi jednotlivými závitmi vo zvitku, alebo nastohovanými tabuľami plechu. Z viacerých dôvodov, niektoré koncové použitie pozinkovaného plechu si vyžaduje použitie výrobku bez akýchkoľvek dodatočných povrchových úprav. V týchto prípadoch je ochrana pred vlhkom počas prepravy/skladovania prvoradá, pričom sa tiež osvedčilo čo najrýchlejšie spotrebovanie materiálu zákazníkom.

Osvedčené postupy

1. Je potrebné, aby výrobca ocele povrchovo ošetril a/alebo olejom pokryl celú plochu plechu stanoveným spôsobom podľa požiadaviek odberateľa.
2. Ak je to možné alebo požadované, zabaľte zvitky do baliacich prostriedkov, špeciálne vyvinutých pre toto použitie.

3. Je potrebné, aby odosielateľ ochránil oceľový plech počas dopravy do závodu zákazníka. Aj vtedy, keď sú zvitky/hrany zabalené, prepravujte ich výlučne v prikrytých vodotesných dopravných prostriedkoch. Ak je nutné použiť odkrytý dopravný prostriedok, náklad úplne zabaľte do celty, čím zabránite prieniku vody, ak počas prepravy bude pršať. Vyhnite sa roztrhnutiu baliacich prostriedkov.
4. Osvedčeným postupom je skladovanie zvitkov v sklade s klímou. Po prijatí materiálu do skladu ho ponechajte zabalený až kým sa nevyrovnajú teploty materiálu a teplota v sklade. Materiál použite pohotovo. Ak je to možné, nedovoľte, aby materiál zostával v sklade dlhšiu dobu (cez dva mesiace). Skladovanie pozinkovaných zvitkov v nevyhrievanom sklade cez zimu nesie so sebou riziko kondenzácie, ktorá sa tvorí v štrbinách medzi plechmi kvôli náhlym teplotným poklesom po období tepla. Môže sa to stať aj vtedy, keď sú zvitky zabalené v papieri a uzavreté v kovovom prepravnom balení. Za týchto podmienok sa biela hrdza môže vytvoriť za pár týždňov, a to aj na kvalitne pasivovaných či ináč povrchovo upravených plechoch.
5. Pri doprave z výrobného závodu na cieľové miesto, je potrebné výrobok opäť ochrániť, obzvlášť ak sú plechy/diely vo vzájomnom tesnom kontakte. V tomto prípade je výrobok veľmi náchylný na vznik bielej hrdze, keďže zinkový povrch pri namočení/ovlhčení riadne nevyschne.
6. Papierový obal je jedným zo spôsobov na ochranu plechov pri preprave alebo pri skladovaní na stavenisku. Dávajte si pozor, aby ste hrany nezabalili, ak sú plechy mokré. Tým sa vlhkosť zachytí v hrane, a zabráni tak vysušeniu materiálu.
7. Ak sa hrany pozinkovaných plechov alebo polotovaru namočia, jediným spôsobom, akým zabránite alebo minimalizujete vznik bielej hrdze je okamžité oddelenie všetkých častí materiálu tak, aby mohli jednotlivo vyschnúť.
8. Nebaľte plechy natesno do plastového obalu. Umožnite výrobku „dýchať“ potrebnou cirkuláciou vzduchu.
9. Ak je skladovanie vonku nevyhnutné, umiestnite hrany aspoň 30 cm nad zemou, čím sa umožní cirkulácia vzduchu pod materiálom. Ak sú hrany stohované, zaistite voľnú cirkuláciu vzduchu medzi hranami použitím drevených dištančných hranolov upravených proti navlhnutiu.
10. Materiál kontrolujte často, aby ste sa uistili, že nenavlhol.
11. Zdvihnite jednu stranu hrany plechov, čím umožníte vode stiecť v prípade, že sa medzi plechy dostane vlhkosť/kondenzát. V prípade nutnosti sa uistite, že po dĺžke plechu nie sú preliačiny, v ktorých by dochádzalo k zadržiavaniu vody a nemohla by voľne prúdiť/stekať. Ak sa našli navlhnuté hrany, oddeľte okamžite všetky plechy.
12. Pri doprave vyrobených dielov alebo pri ich skladovaní vonku, musia byť suché, očistené od valcovacích a lisovacích mazív, a chránené pred poveternostnými vplyvmi. Ak pred nimi nie sú chránené, každý diel je potrebné uložiť tak, aby stál voľne (nedotýkal sa iných dielov), pričom všetky vypuklé diely umiestnite tak, aby nezadržiavali vodu.

Projektovanie a dizajn pre zaistenie rovnomernej korózie

Jednou z definícií zlyhania výrobku je „nenaplnenie prevádzkových očakávaní voči jeho projektovanej životnosti“. Ak je budova opláštená pozinkovaným plechom projektovaná vydržať v prevádzke 20 rokov bez zásadnejšej údržby, potom by nemal vykazovať akékoľvek známky hrdze pred uplynutím tejto doby. Atmosférické rýchlosti korózie zinkových povlakov sú dobre známe (viď EN), čiže výber vhodnej hmotnosti povlaku na konkrétne použitie je relatívne jednoduchou záležitosťou. Pri projektovaní konštrukcie je dôležité sa uistiť, že daný povrch (strešná krytina, bočná stena, atď.) je vystavený rovnakému počasiu tak rovnomerne ako je to možné po celej svojej ploche. Projektovaná budova, alebo iná konštrukcia, ktorá podlieha poveternostným vplyvom, nemá obsahovať konfigurácie, pri ktorých z nich voda nestečie úplne a/alebo vytvára kaluže. Životnosť pozinkovaného plechu vystaveného vplyvom počasia závisí od cyklov vlhka a sucha, ktorými sa tvorí ochranná patina hydrogénuhličitanu zinočnatého. Ak je vystavená dlhým obdobiam vlhkosti, táto ochranná vrstva sa rozkladá a urýchľuje tak rýchlosť korózie zinku. Kvalitne navrhnuté stavby opláštené pozinkovaným plechom schnú po daždi rovnomerne a rýchlo. Tým sa minimalizuje pravdepodobnosť vzniku lokalizovaných problematických miest rozsiahlej korózie. Majte na pamäti, že „chránené povrchy“, akými sú napríklad steny orientované na sever, schnú pomalšie.

- **Ohľady na materiál pri projektovaní budovy**

Koróziu výrazne ovplyvňuje dĺžka vystavenia vplyvu vlhka. Jedným z najdôležitejších pravidiel pri projektovaní stavby je zaistiť, že všetok dážď a topiaci sa sneh z budovy stečú bezo zvyšku. Voda by sa nemala hromadiť a prichádzať tak do dlhodobejšieho kontaktu s budovou.

- **Galvanická/bimetalická korózia a rozdielnosť kovov**

Keď zinok prichádza do styku s oceľou za prítomnosti elektrolytu, prúd tečie od ocele k zinku, čím sa zinok stáva anodickým miestom tvorby elektrónov, kým oceľ sa stáva katódou, ktorá elektróny spotrebúva a zabraňuje tak viazaniu s kyslíkom a tvorbe červenej hrdze. Táto vlastnosť zinku sa využíva v mnohých použitiach na galvanickú ochranu ocele. Pozinkovaný plech na budovách by nemal prichádzať do elektrochemického kontaktu s ušľachtilejšími (menej elektrochemicky aktívnymi) kovmi akými sú meď, olovo a cín. Taktiež by dažďová voda nemala stekať z týchto kovov na zinkové povrchy. V oboch prípadoch dôjde k rýchlej korózii zinku. Kým zinok a hliník sú galvanicky zlučiteľné, neodporúča sa nechať stekať vodu z hliníkových na zinkové povrchy.

- **Kontakt s pôdou**

Korózia zinku v pôde zahŕňa iné chemické reakcie než vo vzduchu. Je to veľmi zložitá téma, najmä kvôli početným druhom pôdy a podmienok, ktoré existujú. Niektoré pôdy pôsobia na zinok veľmi korozívne. Aby sa zabránilo ich vzájomnému kontaktu, projektujte tak, aby pozinkovaný plech na budovách neprichádzal do styku s pôdou. Ak je nevyhnutné plech použiť blízko pri zemi, mal by byť od zeminy oddelený iným materiálom, akým je štrk, kameň, chodník, atď.

- **Problémy s kondenzáciou**

Pozinkovaný plech, ktorý sa používa na opláštenie komerčných, priemyselných alebo poľnohospodárskych budov, je niekedy jediným predelom medzi vnútornou a vonkajšou „klímou“, t.j. nie je tu žiadna vnútorná stena alebo stropné konštrukcie oddelené od vonkajšej stene izoláciou, atď. Tak je to napríklad v prípade mnohých budov na chov zvierat. Ak sa budova vo vnútri zahreje a navlhne, keď je vonku chladno, na vnútornej stene alebo strešnej krytine sa môže tvoriť kondenzácia. Kondenzát tak môže na plechu pretrvávať dlhú dobu a urýchli tak koróziu zinkového povlaku. Ak sa navyše v kondenzáte rozpustia agresívne zložky zvieracích výkalov, výrazne to urýchli koróziu.

- **Dizajn vhodný na údržbu**

Kvalitným dizajnom je možné predísť vzniku mnohých, ale nie všetkých problémov s koróziou. Pravidelné inšpekčné prehliadky a údržba sú nevyhnutné pre identifikáciu a riešenie vzniknutých problémov. Na zaistenie ľahkých inšpekčných prehliadok a údržby všetkých častí budovy opláštenej pozinkovaným plechom je nutné zapracovať ich vo fáze projektovania. Jednoduchý dizajn, ktorý umožňuje ľahké inšpekčné prehliadky je dôležitý. Na streche alebo pri iných priestoroch budovy môžu byť potrebné inšpekčné lávky. Neprojektujte také konfigurácie, pri ktorých by nebol dostatočný prístup alebo dostatok miesta na výkon údržby.

Vždy majte na pamäti – ak pozinkovaný plech udržíte v suchu, biela hrdza nikdy nebude problémom.

Zhrnutie

Nevzhľadné biele/sivé/čierne škvrny za vlhka a čierne značky vzniknuté koróziou trením môžu spôsobiť vyradenie pozinkovaného plechu a výrobkov z neho ako nepodarku. Náležitou pozornosťou venovanou expedícii, postupom skladovania a dobre navrhnutým stavbám, je možné takéto prípady vyradenia materiálu minimalizovať alebo dokonca vylúčiť.

Vyhlásenie o vylúčení zodpovednosti:

Tieto odporúčania slúžia len na informatívne účely a obsahujú bežné poznatky a skúsenosti z tohto odvetvia. Uvedené poznatky a fakty sú dostupné verejnosti prostredníctvom medzinárodných asociácií a iných inštitúcií. NSSK vylučuje akúkoľvek zodpovednosť za škody vzniknuté spoliehaním sa na informácie uvedené v tomto dokumente, vrátane, ale nie výlučne, náhodných alebo následných škôd.