

---

# Galvanické pokovování a zinkové lamely

White Paper

# Galvanické pokovování a zinkové lamely

---

vyhotovil **Peter Witzke**

Vedoucí Bossard Expert Team  
Bossard Group

[www.bossard.com](http://www.bossard.com)

Všechna práva vyhrazena © 2022 Bossard

Uvedená doporučení a rady musí být čtenářem odpovídajícím způsobem zkontrolovány při použití v praxi a musí být schváleny jako vhodné pro použití. Změny vyhrazeny.



ASSEMBLY  
TECHNOLOGY  
EXPERT

## GALVANICKÉ POKOVOVÁNÍ A ZINKOVÉ LAMELY

# Běžné povlaky a povrchové úpravy spojovacích prvků a jejich vlastnosti

Práce s kovy vždy zahrnuje úvahy, týkající se rizika koroze a možných řešení pro její uspokojivé zvládnutí.

Pro spojovací prvky je k dispozici široká škála materiálů pro použití v různých prostředích a v případě potřeby konečné úpravy mnoho dalších typů povlaků a povrchových úprav. Správné řešení pro každou situaci je nakonec určeno technickými a ekonomickými hledisky a neexistuje řešení, které by vyhovovalo každé situaci.

Převážná většina spojovacích prvků, dodávaných na světový trh, je vyrobena z uhlíkové oceli. Uhlíková ocel



je oblíbenou volbou díky své vysoké pevnosti a únosnosti. Lze ji tvarovat za studena a obrábět s relativně malým úsilím a současně dodržovat přísné tolerance. Tepelné zpracování pro zlepšení konstrukčních vlastností oceli funguje velmi účinně. Uhlíková ocel je také ekonomickou volbou.

Pro spojovací prvky z uhlíkové oceli jsou vhodné různé povrchové úpravy. Nicméně dvě nejrozšířenější technologie povrchových úprav jsou galvanické pokovování a povlaky se zinkovými lamelami.

### Galvanické pokovování

Galvanické pokovování je proces, při kterém se povrchová vrstva kovu přidává na jiný typ kovu. Nejčastěji se používá k zabránění korozi a tím k prodloužení životnosti kovu pod galvanicky pokoveným kovem. Používá se také k tomu, aby levnější materiály získaly lepší povrchovou úpravu a aby se zlepšil vizuální vzhled výrobku. Mezi běžné kovy, používané pro galvanické pokovování, patří černý a stříbrný nikl, chrom, mosaz, měď, kadmium, zlato, stříbro, cín a zinek. Tyto kovy lze také použít v kombinaci. Zinek je zdaleka nejčastěji používaným kovem pro galvanické pokovování spojovacích prvků.

Galvanické zinkování zajišťuje odolnost proti korozi tím, že působí jako izolační vrstva a obětovaný povlak. Protože zinek je méně ušlechtilý než ocel, zinkový povlak koroduje jako první a chrání ocelový podklad. Rychlost koroze zinku je ve většině přirozených prostředí mnohem nižší než koroze oceli, a proto může i tenká vrstva zinku chránit ocel po značně dlouhou dobu.

## Proces galvanického pokovování

Proces galvanického pokovování začíná pečlivým očištěním povrchu spojovacího prvku v alkalických čisticích roztocích. Povrch se poté ošetří kyselinou, aby se odstranila případná rez nebo šupiny. Důkladná čistota je naprostou nutností, protože jakýkoli olej nebo nečistota brání přilnutí povlaku ke kovovému povrchu.

Galvanické pokovování se provádí elektrodepozicí. Spojovací prvky se ponoří do elektrolytické lázně, obsahující rozpuštěný zinek. Po připojení stejnosměrného proudu se kovový zinek na anodě začne rozpouštět a volné ionty kovu se dostanou na katodu, kde vytváří tenkou vrstvu povlaku na spojovacím prvku. Tloušťka zinkového povlaku závisí na době strávené v pokovovací lázni, velikosti elektrického proudu a chemickém složení lázně.

Průmyslové galvanické pokovování je ve skutečnosti poměrně složité a zahrnuje řadu procesních kroků, které musí být pečlivě prováděny v dobře řízených lázních. Typický průběh procesu je znázorněn vedle na obrázku.

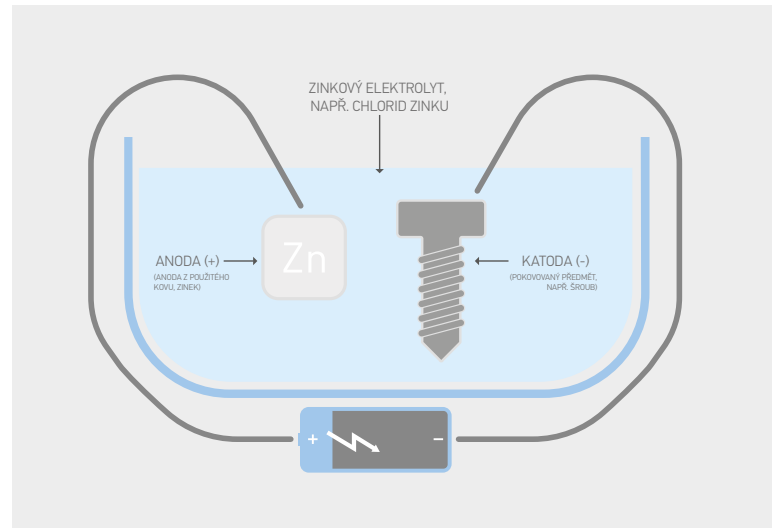
Po zinkování se zinková vrstva ošetří chromovou pasivací, která podstatně zvyšuje ochranu proti korozi. V posledním kroku lze přidat utěšňovací a/nebo mazací prostředky, které dále zvyšují odolnost proti korozi a omezují tření.

## Výhody galvanického pokovování

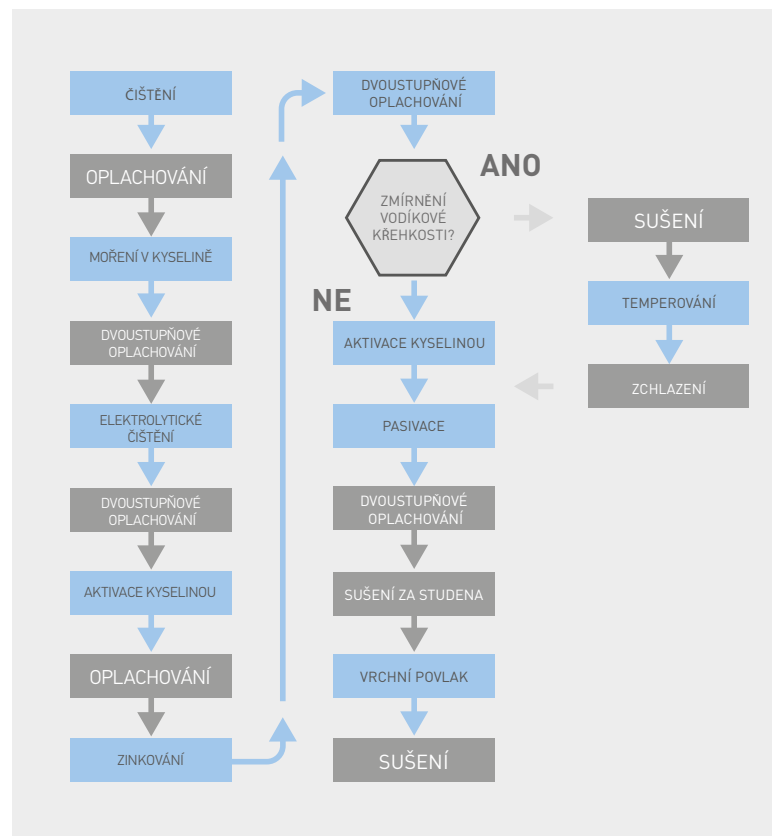
Výsledkem galvanického pokovování je hladký, lesklý povrch s výraznou přilnavostí. Tloušťku vrstvy lze efektivně řídit a přizpůsobit i velmi malým rozměrům, aniž by došlo k narušení závitů spojovacích prvků. Galvanické pokovování je známé jako cenově velmi efektivní metoda povrchové úpravy.

## Omezení galvanického pokovování

Při čištění kyselinou a během procesu galvanického pokovování může vzniklý atomární vodík pronikat do oceli a způsobit zkrěhnutí struktury spojovacího prvku. Vysokopevnostní spojovací prvky jsou náchylné k tomuto jevu, známému jako zkrěhnutí vodíkem, který může způsobit křehký lom pod vlivem tahových napětí.



Galvanické zinkování



Proces průmyslového galvanického pokovování

Dalšími známými omezeními jsou nerovnoměrná tloušťka vrstvy povlaku na delších dílech a oblasti s malou tloušťkou vrstvy, například na ostrých místech. Mírný rozsah provozních teplot, kolem 100 °C.

### Povlaky se zinkovými lamelami

Povlaky se zinkovými lamelami jsou obětované povlaky, které obsahují částice zinku a/nebo hliníku, které se oxidováním obětují pro zajištění ochrany podkladu, na který jsou nanášeny. Tyto povlakové systémy byly navrženy pro díly, které vyžadují vyšší ochranu, než jakou může poskytnout mnoho jiných povlakových systémů.

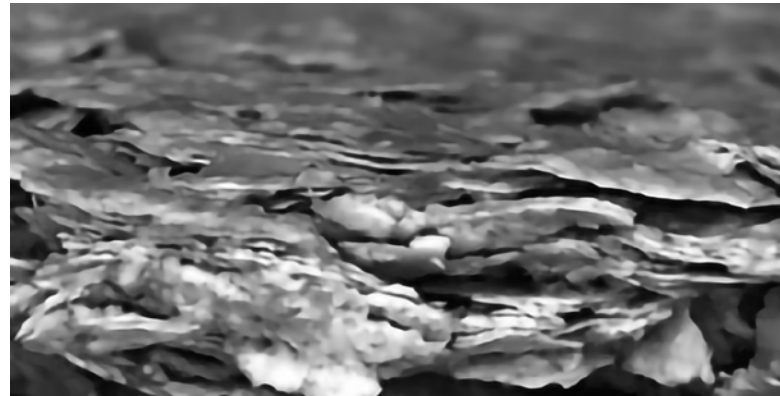
Povlaky se zinkovými lamelami jsou určeny k ochraně neohýbajících se nebo zřídka se ohýbajících dílů, včetně spojovacích prvků. Tyto povlaky poskytují vynikající fyzickou zábranu, která izoluje pokovený materiál od oxidačního prostředí.

### Proces pokovování zinkovými lamelami

Před pokovováním mohou být použity prvotní úpravy, včetně čištění alkalickým vodným roztokem a tryskání. Neprovádí se moření kyselinami, aby se předešlo riziku zkřehnutí vodíkem.

Povlak se zinkovými lamelami lze nanášet různými způsoby. U menších a středně velkých spojovacích prvků se používá proces ponořování. Díly se pokovují ponořením koše se spojovacími prvky do nádoby naplněné připraveným pokovovacím materiálem. Pro odstranění nadměrných zbytků pokovovacího materiálu se součásti v otáčecím koši odstředují. Spojovací prvky větších rozměrů a těžké spojovací prvky jsou často pokovovány pomocí procesu ponořování na rámu. Díly se umístí a upevní do košů, které se pak ponoří, otáčejí a prochází pecí. Nebo je lze pokovovat také ručním nebo automatickým nástřikem.

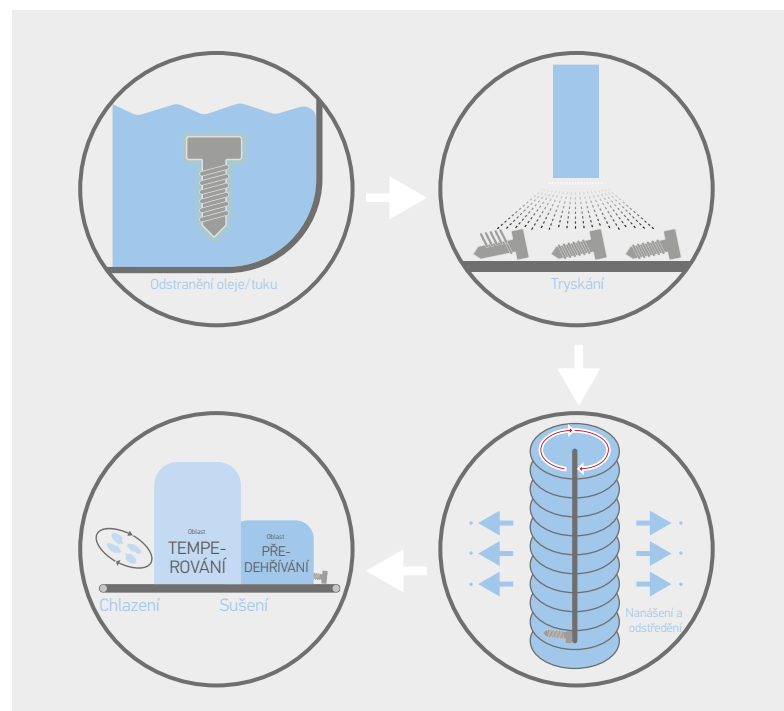
Po pokovování se díly vytvrzují v peci při řízené teplotě po stanovenou dobu. Typický proces ponořování je znázorněn vedle na obrázku:



Detailní snímek zinkových lamel



Šrouby pokovené zinkovými lamelami



Proces ponoření-otáčení

## Výhody povlaků se zinkovými lamelami

Kromě výjimečně dobrých vlastností z hlediska ochrany proti korozi, umožňuje proces pokovování zinkovými lamelami nanášet další vrchní vrstvy, které poskytují vlastnosti, jako je zvýšená ochrana proti chemikáliím, kontrola tření, řízení elektrické vodivosti (vysoké nebo nízké) a možnost splnění estetických požadavků prostřednictvím mnoha barevných variant. Povlaky se zinkovými lamelami jsou odolné vůči vyšším teplotám až do 300 °C. Proces eliminuje riziko zkrěhnutí vodíkem.

## Omezení povlaků se zinkovými lamelami

- Tloušťka vrstvy, kterou tento proces poskytuje, není vhodná pro nejmenší rozměry spojovacích prvků kvůli riziku vlivu na rozměry závitů.
- Riziko zaplnění menších otvorů a vnitřních utahovacích prvků.
- Lehké díly s velkým povrchem, například některé podložky, vyžadují speciální postupy k zajištění jejich správného pokovení. Tento postup nelze použít pro všechny šrouby SEMS, protože hrozí riziko slepení prvků.

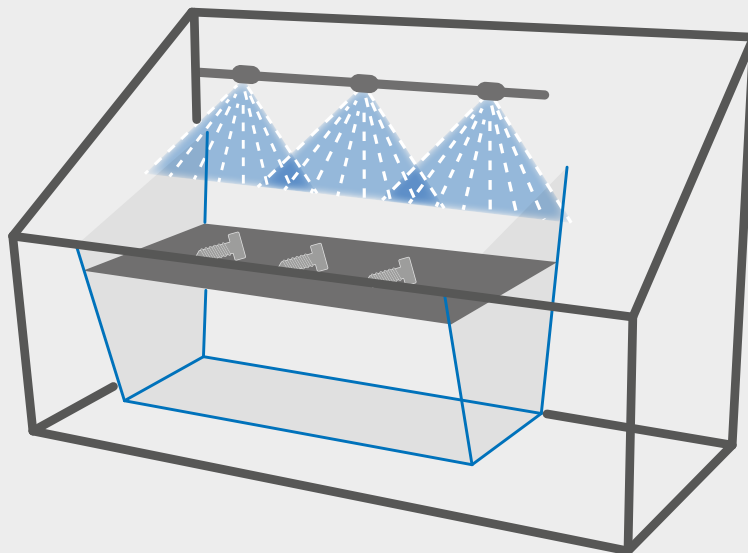
## Ochrana proti korozi a testování

Odolnost proti korozi při zrychlených korozních zkouškách nelze přímo spojovat s chováním ochrany proti korozi v konkrétních provozních prostředích. Zrychlené zkoušky se nicméně používají k hodnocení odolnosti proti korozi jak galvanického pokovení, tak povlaků se zinkovými lamelami.

Jak pro normu ISO 4042 (Spojovací součásti - Systémy elektrolytického pokovování), tak pro normu ISO 10683 (Spojovací součásti - Systémy neelektrolytický nanášených povlaků se zinkovými lamelami), se k hodnocení odolnosti proti korozi povlakového systému používá zkouška neutrální solnou mlhou (NSS) podle normy ISO 9227.

Zkoušky solnou mlhou se provádějí v uzavřené zkušební komoře. Roztok slané vody se aplikuje pomocí rozprašovací trysky. V komoře vzniká korozivní prostředí s hustou solnou mlhou. Po určité době se vyhodnotí výskyt korozních produktů (oxidů). Čím je povlak odolnější proti korozi, tím delší je doba, než se při testování projeví známky koroze.

Testy mohou trvat 24 hodin a u některých povlaků i více než 1000 hodin.



Solná komora

## Ochrana proti korozi

Odolnost proti korozi je silně závislá na typu pokovení/povlaku, typu pasivace, na případných vrchních povlacích a utěšňovacích prostředcích a tloušťkách jednotlivých vrstev.

Pro galvanické pokovování je minimální doba do vzniku červené rzi v hodinách podle normy ISO 4042 následující:

| Tloušťka povlaku (galvanické pokovování)            |      |      |       |
|---|------|------|-------|
|   | 5 μm | 8 μm | 12 μm |
| Zn, transparentní pasivace                          | 48   | 72   | 96    |
| Zn, iridescentní pasivace                           | 120  | 192  | 240   |
| Zn, iridescentní pasivace, utěsnění                 | 168  | 240  | 288   |
| Zn, černá pasivace, utěsnění                        | 72   | 144  | 192   |
| ZnFe, iridescentní pasivace                         | 144  | 216  | 264   |
| ZnFe, iridescentní pasivace, utěsnění               | 216  | 288  | 360   |
| ZnFe, černá pasivace, utěsnění                      | 192  | 240  | 312   |
| ZnNi, iridescentní (stříbrošedá) pasivace           | 480  | 720  | 720   |
| ZnNi, iridescentní (stříbrošedá) pasivace, utěsnění | 600  | 720  | 720   |
| ZnNi, černá pasivace                                | 360  | 600  | 720   |
| ZnNi, černá pasivace, utěsnění                      | 480  | 720  | 720   |

Kde Zn je čistý zinek, ZnFe je zinek s přídavkem železa a ZnNi je zinek s přídavkem niklu.

Minimální doba do vzniku červené koroze v hodinách pro povlaky se zinkovými lamelami je podle normy ISO 10683 následující:

| Tloušťka povlaku<br>(povlak se zinkovými lamelami) |    |
|--|----|
| Hodiny   | μm |
| 240  | 4  |
| 480  | 5  |
| 600  | 6  |
| 720  | 8  |
| 960  | 10 |

## Testování

Podle norem ISO 4042 a ISO 10683 se zkouška NSS provádí na vzorcích spojovacích prvků v „pokoveném“ stavu. „Pokovený“ stav je definován jako stav po dokončení všech kroků pokovování (včetně aplikace jakéhokoli utěsnění, vrchního povlaku nebo maziva), aniž by došlo k jakémukoli poškození (například) v důsledku třídění, balení, přepravy nebo skladování. Jinými slovy, doklad odolnosti proti korozi platí pro spojovací prvky testované po pokovení ve společnosti, u které byl povlak aplikován.

Zákazníci si často přejí provádět vlastní zkoušky NSS na spojovacích materiálech, které obdrží, za účelem vyhodnocení odolnosti proti korozi a/nebo pro účely sledování dodavatele. V takových případech se odolnost proti korozi hodnotí ve stavu „při převzetí“, tj. po výskytu možného poškození v důsledku třídění, balení, přepravy a/nebo skladování.

Pokud se zkoušky NSS spojovacích součástí provádějí ve stavu „při převzetí“, hodnoty definované v normách ISO 4042 a ISO 10683 již nejsou použitelné.

Manipulace se sytkými materiály, automatické procesy, například dávkování a/nebo třídění, skladování a přeprava, mohou způsobit výrazné snížení ochrany proti korozi a konstruktéři je musí zohlednit při specifikaci provozních požadavků.





Pokud potřebujete další pomoc nebo máte jiné požadavky na povrchovou úpravu, podívejte se na naši kontaktní stránku na adrese [www.bossard.com](http://www.bossard.com) a promluvte si se zástupcem našeho nejbližšího zákaznického servisu Bossard.