

Studium technologie zinkování dílů v automobilovém průmyslu

Pavel Pávek

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel PÁVEK**
Osobní číslo: **T08217**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Studium technologie zinkování dílů
v automobilovém průmyslu**

Zásady pro vypracování:

- 1.Zpracujte literární studii na dané téma**
- 2.Navrhňte výrobní dokumentaci pro konkrétní dílec**
- 3.Provedte experimentální zkoušky a jejich vyhodnocení**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucí práce

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2011

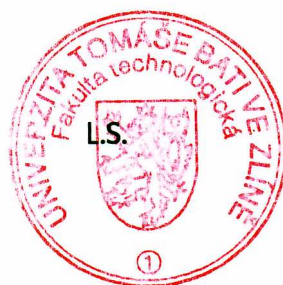
Termín odevzdání bakalářské práce:

3. června 2011

Ve Zlíně dne 11. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Anotace česky

Cílem této bakalářské práce je analyzovat způsob galvanického pokovení kovových dílů, které nacházejí využití v automobilovém průmyslu. V tomto odvětví je kladen velký důraz na jakost antikorozičního povlaku kovových dílů, a proto jsou v této práci zahrnuty korozní zkoušky, ze kterých jsou následně vyhotoveny výsledky.

Klíčová slova: koroze, galvanické zinkování, povrchová úprava, pokovení

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

The aim of this thesis is to analyze the way of galvanizing metal parts, which are used in the automotive industry. In this sector, with strong emphasis on quality corrosion coating of metal parts and are therefore included in this work, corrosion tests, from which results are then extracted.

Keywords: rust, galvanizing, coating, plating,

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce Doc.Ing. Libuši Sýkorové Ph.D, za poskytnuté informace a cenné připomínky, kterými přispěla k vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji zaměstnancům firmy GALVA s.r.o. za podporu a spolupráci.

Prohlášení

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA PODNIKU	12
1.1 POPIS FIRMY A DRUHY SLUŽEB	12
1.2 TECHNICKÉ A STROJNÍ VYBAVENÍ PODNIKU	13
1.2.1 Jiné činnosti firmy:.....	13
2 ANTIKOROZNÍ OCHRANA KOVŮ	14
2.1 TEORIE A PODSTATA ANTIKOROZNÍ OCHRANY	14
2.1.1 Druhy korozí	15
2.2 ZKOUŠENÍ A MONITORING KOROZE	17
3 SCHÉMA TECHNOLOGIE GALVANICKÉHO ZINKOVÁNÍ	19
3.1.1 Předúprava materiálu.....	20
3.1.1.1 Elektrochemické odmaštění	21
3.1.1.2 Moření.....	21
3.1.1.3 Dekapování	21
3.1.2 Vlastní proces	21
3.1.3 Pasivace povrchu.....	23
3.1.4 Další procesy pozinkování	24
4 ZKOUŠKA KVALITY POVLAKU	25
4.1 ZKOUŠKA TLOUŠTKY POVLAKU	25
4.2 ZKOUŠKA TEPELNÝM ŠOKEM	26
4.3 VIZUÁLNÍ KONTROLA	27
5 PODPŮRNÉ PROCESY	28
5.1 BEZPEČNOST, OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ PŘI PRÁCI S ŽÍRAVÝMI CHEMICKÝMI LÁTKAMI.....	28
5.2 ODPADY VZNIKLÉ S PROCESEM GALVANICKÉHO ZINKOVÁNÍ	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
6 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI	32
7 NÁVRH POSTUPU GALVANICKÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY	33
7.1 NÁVRH POVRCHOVÉ ÚPRAVY PRO ZÁMEK ŘADÍCÍ PÁKY V AUTOMOBILU RENAULT KOLEOS	33
7.1.1 Parametry lázně pro navrhovaný díl.....	36
8 EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY	37
8.1 KONTROLNÍ PLÁN	37
8.1.1 Zkouška tepelným rázem.....	38
8.1.1.1 Průběh zkoušky.....	38
8.1.1.2 Vyhodnocení	38

8.1.2	Zkouška solnou mlhou	38
8.1.2.1	Průběh zkoušky.....	38
8.1.2.2	Vyhodnocení	40
8.1.2.3	Ukázka korozí po provedení zkoušky.....	40
8.1.3	Zkouška tloušťky povlaku.....	41
8.1.3.1	Vyhodnocení	42
8.1.4	Vizuální zkouška.....	42
8.1.4.1	Vyhodnocení	42
8.2	ATEST POVRCHOVÉ ÚPRAVY.....	43
ZÁVĚR		45
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		46
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		48
SEZNAM OBRÁZKŮ		49
SEZNAM TABULEK.....		50
SEZNAM PŘÍLOH.....		51

ÚVOD

Průmyslové odvětví, kde by nebylo třeba zabránit působení koroze si jen stěží dokážeme představit, a proto je problematice zinkování kladen velký důraz na vývoj.

Galvanické zinkové povlaky byly sice testovány z hlediska korozní odolnosti již počátkem 18 století, ale první patenty svědčící o opravdovém zájmu vylučovat elektrolyticky tento kov pro technické účely se objevily až koncem 18 století.

Po relativně dlouhé době (1880 – 1900) byly zkoušeny různé přísady pro vylepšení kvality vylučovaných zinkových vrstev. Tyto aktivní práce jsou zahrnuty ve více než čtyřech stech patentových přihláškách. Současně se objevují i vědecké práce rozebírající příčiny vylučování houbovitých povlaků. Po první světové válce dochází stále k většímu použití galvanického povlaku. Zásadním obdobím jsou pak třicátá léta, kdy po mnohých pokusech se zdařilo naformulovat lesklé zinkové povlaky, což znamenalo další rozšíření jejich použití. Za další významný bod lze považovat rok 1950, kdy se začalo používat chromátování, které dnes vždy následuje po vyloučení lesklých zinkových povlaků. V posledních letech průmyslové odvětví neodolalo tlakům ekologů a za velmi striktních požadavků došlo zákazu používání šestimocného chrómu, který byl nahrazen třímocným chromem. Třímocný chrom nemá takové antikoroziční účinky jako šestimocný chrom, a proto je třeba dalších přísad pro lepší vlastnosti povlaku, čímž dochází ke zvyšování nákladů na pokovení. Studium problematiky pokovování třímocným Cr je předmětem této bakalářské práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA PODNIKU

1.1 Popis firmy a druhy služeb

Firma GALVA – Ing. Pavel a Martina Rekovi byla založena v roce 1992 jako sdružení fyzických osob s cílem poskytovat služby v oblasti povrchových úprav. Postupně se rozvíjela a v roce 2002 byla transformována na společnost s ručením omezeným – GALVA s.r.o.. Firma má zavedenou a patentovanou ochranou známku „GALVA“, jejíž dodržování je sledováno. Sídlo firmy je ve vlastním areálu v Prostějově a s pobočným závodem v Olomouci, kde je zaměstnáno přibližně 50 zaměstnanců včetně vysoce kvalifikovaných pracovníků.

Firma provádí povrchové úpravy kovů galvanicky vyloučeným zinkovým povlakem. Důvodem je skutečnost, že galvanický povlak je nejrozšířenější povrchovou úpravou kovů. Je to jakýsi standard v povrchových úpravách a tento technický povlak je používán v různých variantách na takřka 60 % průmyslově vyráběných především železných výrobcích.[1]

V rámci poskytování komplexních služeb se také zabývá silniční nákladní motorovou dopravou, která je využívána na dovoz a rozvoz materiálu k pozinkování a přímo tak souvisí s předmětem podnikání – galvanickým zinkováním.

Technologie povrchové úpravy je dána strojním zařízením - možnost zinkování je omezena velikostí zinkovacích van a surovinami do chemických lázní. Tyto specifické lázně jsou výrobním tajemstvím dodavatele – společnost pouze provádí technologické zkoušky v rámci parametrů nastavení uváděných dodavatelem. Firma vlastní technologie s kyselou i alkalickou zinkovací lázní. Má bubnovou i závěsovou linku, což umožňuje zinkovat různé typy výrobků.

Stávající technologie jsou stoprocentně využívány – nepřetržitý provoz na obou provozovnách. Zavádí se technologie s vyšší korozní odolností zinkového povlaku. Součástí technologie je čistírna odpadních vod. Vypouštěné vody jsou důkladně kontrolovány a upraveny pro bezpečné vypouštění do kanalizace odpadních vod s odtokem na městskou ČOV.

1.2 Technické a strojní vybavení podniku

Galvanovna (Prostějov):

- Slabě kyselá chloridová lázeň – lázeň je tvořena cca 15% ním roztokem chloridu draselného a obsahuje kolem 30 g rozpuštěného zinku v 1 l lázně
- Zinkování – závěsové a hromadné (v bubnu), maximální rozměry 2000x1000x300mm
- Základní materiál ocel, litina

Galvanovna (Olomouc):

- Alkalická bezkyanidová lázeň – lázeň je tvořena přibližně 10% ním roztokem hydroxidu sodného, ve kterém je rozpuštěno cca 10 g zinku na 1 l lázně
- Zinkování – závěsové, maximální rozměry 2200x900x300mm
- Základní materiál ocel

1.2.1 Jiné činnosti firmy:

- Autodoprava, zemní výkopové práce, půjčovna stavební mechanizace

2 ANTIKOROZNÍ OCHRANA KOVŮ

2.1 Teorie a podstata antikorozní ochrany

Koroze je samovolně probíhající proces znehodnocování materiálu působením okolního prostředí. Je definována jako destrukce kovu, která je způsobena chemickou, elektrochemickou reakcí nebo oxidací, obecně v kapalném nebo plynném prostředí. [2]

Tyto pochody jsou z technického hlediska nežádoucí, neboť vedou ke zhoršení nebo úplné ztrátě funkce kovu, kterou je pevnost, těsnost, optické a estetické vlastnosti. Pokud není koroze zastavena, je jejím výsledkem úplný rozpad kovu na korozní produkty. Jsou to sloučeniny, ze kterých byl kov původně získán (oxidy, sírany, uhličitany). Typickým korozním produktem je například hydratovaná forma oxidu železitého – rez. [3]



Obr. 1. Hydratovaná forma oxidu železitého

Nepříznivým účinkům koroze lze zamezit řadou způsobů:

- zvolením vhodné povrchové úpravy
- upravením korozního prostředí
- odstraněním nebo zamezením agresivních vlivů
- zvolit vhodnou volbu materiálu (materiál musí vyhovět i po stránce předpokládaného korozního namáhání v daném korozním prostředí)
- navrhnutím vhodného konstrukčního řešení
- určením vhodné výrobní technologie [3]

Povrchové úpravy z hlediska protikorozičních ochran spočívají na několika různých mechanismech působení ochranných povlaků a vrstev:

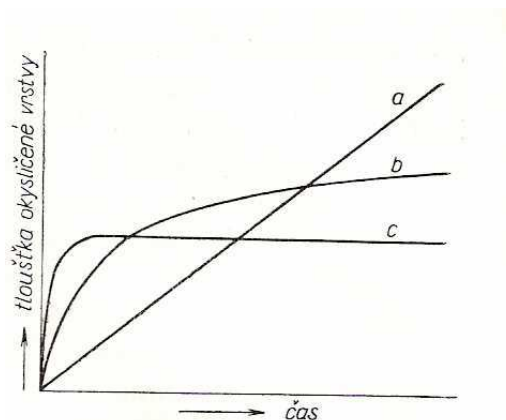
- Povlak nebo vrstva poskytuje podkladovému kovu katodickou ochranu (např. zinkové povlaky na oceli).
- Vrstva slitiny, vytvořená obohacením povrchu kovu legujícím prvkem, má v souladu s principem antikorozičního legování lepší odolnost než chráněný kov (např. chromování, hliníkování).
- Povlak izoluje chráněný povrch od korozičního prostředí (např. povlaky z nátěrových hmot a plastů, povlaky z cínu na oceli).
- Vrstva uměle vytvořených sloučenin chráněného kovu má lepší ochranné vlastnosti (např. oxidační vrstvy na hliníku).
- Vrstva látek má na chráněný kov inhibiční účinek (např. chromátování zinku). [3]

2.1.1 Druhy korozi

Koroze kovů má velmi rozmanité formy a rozdělujeme je podle různých hledisek:

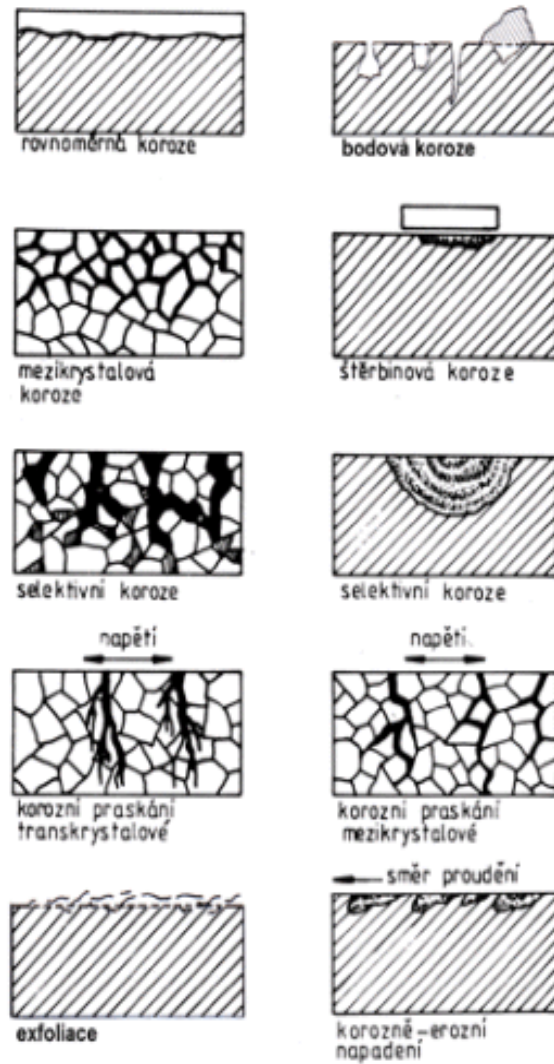
1.Podle vzniku

Chemická koroze - Nastává při chemické reakci kovu s prostředím a to především v plynech za vysokých teplot, v elektricky nevodivých kyselinách a na vzduchu s kyslíkem. Prostředí působí přímo na kov nebo slitinu. [2]



Obr. 2. Časové průběhy chemické koroze

Elektrochemická koroze – Koroze probíhá u kovů ve vodivém prostředí . Příkladem je např. ocelový pozinkovaný plech, který mívá v praxi vady. V nechráněném místě je železo ve styku s elektrolytem ¹. Zinek jako méně ušlechtilý, je anodou a koroduje. Železo je katodou a proto je vůči korozím odolný.



Obr. 3. Různé druhy koroze (dle vzhledu rovnoměrnosti)

¹ Elektrolyty jsou roztoky nebo taveniny, které vedou elektrický proud. V našem případě je to voda.

2. Podle vzhledu

Rovnoměrná (celková)

Je charakterizována rovnoměrným napadením celého povrchu předmětu, který je v korozním prostředí. Postup rovnoměrné koroze je snadno kontrolovatelný a lehce předvídatelný.

Nerovnoměrná (místní)

Z důvodu nerovnoměrného napadení se hůře předpovídá a selhání výrobku dochází v kratší době. Mezi nerovnoměrné formy koroze patří např.:

Bodová koroze - Je děj kdy na kovu vznikají hluboké důlky a okolní povrch zůstává bez napadení.

Selektivní koroze Dochází k odstranění jedné složky slitiny např. odzinkování mosazí, kdy část této slitiny se stane houbovitou, nemá žádnou pevnost a dojde k perforaci stěny. [3]



Obr. 4. Lokální odzinkování mosazi ve vodě

3. Podle prostředí

Koroze atmosferická, půdní, koroze v tekutinách, v plynech, v betonu

2.2 Zkoušení a monitoring koroze

Korozní průmyslový monitoring je založen na technikách, které dovolují získat informaci o korozi relativně rychle, pokud možno průběžně. Vhodně navržený monitorovací postup nám umožní nalezení optimálních podmínek pro využití daného výrobku, předpověď životnosti, přesnější plánování údržby nebo oprav zařízení. [6]

Zkoušky provádíme dle norem ČSN ISO :

ČSN EN ISO 9227 – Korozní zkoušky v umělých atmosférách. Zkoušky solnou

mlhou². Norma nepředepisuje tvar ani velikost zkoušených vzorků, uvádí pouze, že výrobek by měl být umístěn se sklonem cca 20 stupňů od kolmého směru. Dále předepisuje pH solné mlhy (6,5 – 7,2), množství spadu solné mlhy za jednotku času a teplotu 35 °C. [5]

Korozní zkoušky můžeme rozdělit na dvě základní skupiny :

- **Zkoušky laboratorní** - Při laboratorních zkouškách pracujeme většinou s malými vzorky a malými objemy korozního prostředí a lze měřit přesně za dobře definovaných podmínek. Pokud jsou tyto zkoušky realizovány s cílem předpovědi životnosti, pak se snažíme o co nejbližší napodobení skutečného korozního systému po celou dobu korozní zkoušky. [5] Nejběžnější provádění korozních zkoušek se děje v neutrální solné mlze dle normy ČSN EN ISO 9227.
- **Zkoušky provozní** - Tyto zkoušky uskutečňujeme se vzorky materiálů v prostředí, kde se bude materiál převážně nacházet v provozu. Společným znakem provozních zkoušek je většinou dlouhodobá expozice bez urychlení, a proto tento způsob zkoušky není v praxi často aplikován. [5]

Tab. 1. Provozní podmínky dle ČSN EN 1403

Stupeň provozních podmínek	Náročnost provozních podmínek
0	Ryze dekorativní použití
1	Provoz v budovách v teplé a suché atmosféře
2	Provoz v budovách s možným výskytem kondenzace
3	Provoz na venkovní atmosféře v typických podmínkách mírného klimatu
4	Provoz na venkovní atmosféře ve zvlášť korozně agresivních podmínkách, např. v přímořské nebo průmyslové atmosféře

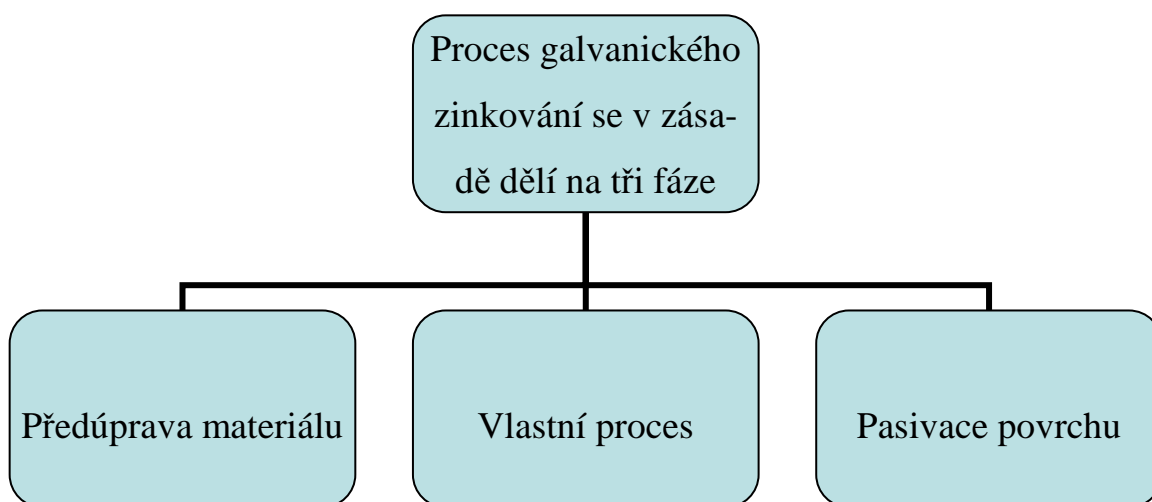
² Technologický postup zkoušky v praktické části tohoto dokumentu

3 SCHÉMA TECHNOLOGIE GALVANICKÉHO ZINKOVÁNÍ

Proces povrchové úpravy kovů, při kterém se na kovové materiály za pomoci elektrického proudu vylučuje zinkový povlak se děje v několika stupních. Jednotlivé fáze této povrchové úpravy probíhají ponorem dílů ve vodných roztocích jednotlivých přípravků. Některé stupně procesu probíhají chemicky (pouze chemickým působením jednotlivých přípravků) a nebo elektrolyticky (za podpory elektrického proudu, kdy zboží je dle typu operace buď katoda nebo anoda) . Používá se nízké stejnosměrné napětí cca 10 V.

Ve firmě GALVA s.r.o. jsou dvě souběžné vanové linky pro galvanické pokovení kovů. První linka je konstruovaná jako bubnová, druhá jako závěsová. V obou případech jsou linky koncepčně shodné, kdy první stupeň je vždy alkalické odmaštění ve vodných odmašťovacích přípravcích (firmy Metallchemie), které pracují na vytěšňovacím principu, při kterém je vytěšněná mastnota kontinuálně zachycována v odlučovači. Následuje moření a další stupeň odmaštění v alkalickém odmašťovacím prostředí.[16,21]

Po aktivaci povrchu (tzv. dekapování), následuje elektrolytické vylučování zinku. Pro zlepšení korozní odolnosti a vizuálních vlastností se vyloučený zinkový povlak vybarví chromátovým povlakem (modrý, žlutý, olivový, černý).



Obr. 5 Organizační schéma pro galvanické pokovení

3.1.1 Předúprava materiálu

Příprava povrchu materiálu je jedním ze základních faktorů významně ovlivňujícím kvalitu a životnost následné povrchové úpravy. Nedostatečná příprava povrchu materiálu se nemusí projevit hned po aplikaci povrchové úpravy, ale až po určité době, kdy dojde k porušení celistvosti povrchové úpravy. Mechanické nečistoty se odstraňují z povrchu odmašťováním.

V posledních letech je kladen velký důraz na ekologizaci jednotlivých technologických operací a to nejen v oblasti povrchových úprav. To ne vždy s sebou přináší pozitivní výsledky ve všech směrech. K velkým změnám došlo například ve složení olejů používaných při výrobě a zpracování oceli. Při jejich odstraňování z povrchu součástky dochází k nedokonalému odmaštění, neboť mastnota vyžaduje vyšší stupeň odmaštění. GALVA disponuje pouze jedním stupněm pro chemické odmaštění a jedním stupněm pro elektrochemické odmaštění, kdy odmašťovací účinek je zesílen použitím elektrického proudu, což s sebou přináší zvýšení energie a nákladů .

Povrchová předúprava musí zaručovat :

- dokonalou čistotu povrchu
- určitou drsnost povrchu
- podmínky pro vyhovující přilnavost ochranných povlaků [15]

Povrchové předúpravy provádíme :

- mechanicky
- chemicky
- elektrochemicky

Předúprava se sestává z několika stupňů odmaštění pokovovaných dílů ve vodných alkalických roztocích přípravků Ekasit . Přípravky Ekasit jsou alkalické odmašťovací přípravky s obsahem povrchově aktivních látek, kde jednou z hlavních složek je hydroxid sodný, který zlepšuje smáčivost a emulgaci. Ekasit se používá v koncentracích dle návodu k použití, v našem případě cca 5 – 8 %ní vodný roztok (viz návod a bezpečnostní list na

www.metallchemie.at). Další částí tzv. předúpravy je proces moření (odstranění korozních produktů a následků tepelných procesů), který se provádí v 15 % ní kyselině chlorovodíkové naředěním dodávané 30% ní kyseliny od výrobce. Poslední částí předúpravy je tzv. dekapování (aktivace povrchu a neutralizace zbytků odmašťovadla), které se provádí v

5 -7 % ním roztoku kyseliny chlorovodíkové. [15]

3.1.1.1 Elektrochemické odmaštění

Elektrochemický proces se v galvanovnách používá z důvodu vyšší účinnosti. A to za podpory elektrického proudu s tím, že se zboží zapojuje jako anoda nebo katoda. Některé typy elektrických zdrojů mají možnost reverzace, což znamená, že zapojení katody a anody se mění v závislosti na čase. Vždy je však třeba, aby zboží z tohoto elektrochemického odmaštění odjíždělo do procesu zinkování v anodickém cyklu.

3.1.1.2 Moření

Při procesu moření se odstraňují oxidické nečistoty (hloubkové rzi , okuje) z povrchu kovu chemickým způsobem. Moření probíhá v 15%ní kyselině solné. Lázeň obsahuje další pomocné látky, např. inhibitory, které zlepšují proces moření, tzn. že se zlepšují využití kyseliny a potlačují vznik vodíkové křehkosti. Inhibitory jsou vysokomolekulární organické, povrchově aktivní látky, které se přidávají v malé koncentraci do mořící lázně. Vytvářejí na povrchu oceli tenkou ochranou vrstvičku proti vnikání vodíku do kovu.[15,18]

3.1.1.3 Dekapování

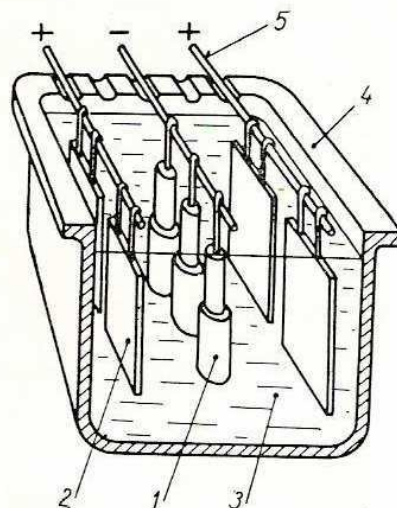
Dochází k aktivaci povrchu kovu za pomocí 7 % ní kyseliny solné .

3.1.2 Vlastní proces

Vlastní proces elektrolytického vylučování zinkového povlaku se provádí ve slabě kyselé lázni. Tato lázeň je tvořena vodným roztokem chloridu draselného (120 – 180 g / l) obsahující dále 25 – 35 g / l rozpuštěného zinku. Další přísadou je kyselina boritá

v koncentraci 20 – 30 g / l . Jejím účelem je stabilizace pH Zn lázně, které je třeba udržovat v rozmezí pH 5 – 5,5. Při procesu vylučování tvoří zboží katodu a anodou je kov, který vylučujeme, tedy zinek. Zinková anoda o čistotě 99,995 % se používá buď ve formě desek nebo koulí do prům. 50 mm umístěných v perforovaných titanových koších vodivě zavěšených na anodové pásnici. Zinkovací lázeň je třeba kontinuálně filtrovat od vstupujících nečistot. Přesto se lázeň časem znečistí především rozpuštěným železem, neboť to tvoří takřka 100% zinkovaných dílů. Nejhorší situace nastává při zinkování trubek a jiných dutých profilů.

Regenerace zinkovací lázně se provádí odstavným způsobem v náhradní vaně a spočívá v oxidaci rozpuštěného železa peroxidem vodíku. Přípravkem oxidovadla se železo vysráží do kalu, který se po sedimentaci oddělí od Zn lázně a tato se přes filtr opět přepustí do pracovní vany na lince. Do této lázně se během provozu doplňují automatickým dávkovacím zařízením na základě prošlého elektrického proudu takzvané leskutvorné přísady označené jako přísady Slotanit OT a UF (viz. návod a bezpečnostní list na www.schloetter.com). Pracovní koncentrační hodnoty se pohybují na úrovni 30 – 80 ml Slofanitu OT a 0,5 -2 ml přísady Glanzzusatz UF 12 – 1 . Vylučovací rychlost slabě kyselá zinkovací lázně je cca 0,8 μm / min při proudové hustotě 3 A / dm^2 a u bubnového pokovení většinou do 1 A / dm^2 .[16,15]



1 - předměty (katoda), 2 - anodové desky, 3 - galvanická lázeň, 4 - vana, 5 - závěsná tyč

Obr.6. Elektrolytické (galvanické) pokovení

3.1.3 Pasivace povrchu

Pasivace se provádí tzv. pasivačními přípravky Proseal a Slotopas (viz návody a bezpečnostní listy na www.schloetter.com) dle požadavku zákazníka v návaznosti na požadovanou korozní odolnost a vzhled dílce.

- Tenkvrstvá pasivace (přípravek Proseal XZ 111) je na bázi trojvalentního chromu a používá se jako 2,5 – 3,5 % ní vodný roztok.
- Silnovrstvá pasivace (přípravek Slotopas HK 11) je na bázi trojvalentního chromu a používá se jako 10 – 20 % ní vodný roztok při zvýšené teplotě 30 – 50 °C.
- Žlutá silnovrstvá pasivace (Slotopas HK 11/G 22) je přípravek na bázi trojvalentního chromu a pracovní koncentrace přípravku je 10 – 20 %ní vodný roztok s přidavkem barviva. Doplnění (udržování koncentrace pasivačních lázní) provádí obsluha na základě změny barevného odstínu pasivovaných dílů přidavkem cca 0,5 – 1 litru koncentrátu za den do pracovní vany. [13,16]



Obr. 7. Automatizovaná závěsná linka

Celý proces galvanického zinkování je automatizován a probíhá z pohledu obsluhy navěšením dílů k povrchové úpravě na galvanické závěsy a následném svěšení dílů po po-

vrchové úpravě. Navěšování a svěšování probíhá mimo prostor linky a obsluha zaveze závěs k pokovení do stojanu, ze kterého si automatizovaný dopravník odebere závěs k povrchové úpravě a po procesu jej opět doveze ke svěšení .

Ke kontaktu osob s chemickými látkami a přípravky dochází pouze v případech úpravy koncentrace jednotlivých lázní (odmašťovací lázně 1x za týden, chromátovací lázeň 2x za den).[16]

Vzhledem ke skutečnosti, že v technologiích povrchových úprav se používají vysoce ředěné přípravky a suroviny, jsou uvedené nebezpečné vlastnosti přípravků na bezpečnostních listech vždy vztaženy k dodávanému koncentrátu a ne k pracovním koncentracím lázní .

Prostor galvanovny je vybaven vzduchotechnickým potrubím. Vany s funkčními lázněmi (zinkovací lázeň, odmašťovací lázeň, mořící lázeň a dekapovací lázeň) mají odsávací rámy, kterými jsou z prostorů nad hladinou centrálním ventilátorem odsávány zplodiny.[16]

3.1.4 Další procesy pozinkování

Utěsnění lakovou vrstvou

Při vysokých požadavcích na korozní odolnost se provádí utěsnění zinkové a chromátové vrstvy speciálním transparentním lakem, neboť tato kombinace splňuje ta nejpřísnější kritéria protikorozní ochrany, který vyžaduje například automobilový průmysl. Jeli-kož s firmou Galva spolupracují jako obchodní partneři i firmy, dodávající díly pro již zmíněný automobilový průmysl, je tato kombinace zinkového povlaku a transparentního laku nezbytnou součástí pro proces zinkování.

Utěsnění zinkového povlaku provádíme pomocí laku Surfaseal WL 40 – vodný roztok.

Sušení

Sušení urychluje proces vytvrzení nanesených vrstev. Optimální sušící teplota je horkým vzduchem o teplotě 60 °C a v případě, že je zahrnut proces utěsnění lakovou vrstvou, probíhá sušení při teplotách až 80 °C .

4 ZKOUŠKA KVALITY POVLAKU

Urychlené korozní zkoušky probíhají různými režimy, kdy jsou povlaky vystaveny vysoké teplotě, vysoké relativní vlhkosti a přítomnosti stimulatorů koroze.

Přesto je nelze považovat za simulaci chování povlaků v reálných podmínkách. Reálné podmínky lze stěží nahradit. [18]

Tab. 2. Korozní odolnost zinkových povlaků v atmosférách

Typ atmosféry	Průměrná korozní rychlost [$\mu\text{m} \cdot \text{rok}^{-1}$]
Průmyslová	5,6
Městská neprůmyslová nebo přímořská	1,5
Příměstská	1,3
Venkovská	0,6
Vnitřních prostorů	max. 0,5

4.1 Zkouška tloušťky povlaku

Tloušťka povlakového systému je definována jako vzdálenost mezi povrchem povlaku a jeho fázovou hranicí se základním materiálem. Při velmi malých tloušťkách povlaků ($< 10\mu\text{m}$) se projeví pórovitost a poruchy v povlacích (póry, trhliny) a dochází ke koroznímu napadení podkladového materiálu [7, 8].

Tloušťka se volí s ohledem na náročnost provozních podmínek, kterým musí povlak odolat vzhledem k typu okolní atmosféry a funkci povlaku .

Firma GALVA vylučuje zinkový povlak na kov běžně o tloušťce 8 – 12 μm , což je evropský standart aplikované tloušťky galvanického povlaku a koresponduje tak s Evropskou normou ČSN EN ISO 2081. Výjimkou jsou díly, kde je nutnost zachování přesných rozměrů, kde se volí tloušťka ($< 8 \mu\text{m}$) a nebo u výrobků, které jsou vystaveny například vysoké vlhkosti a u takových výrobků se volí tloušťka 12 -15 μm a zcela výjimečně až do tloušťky 20 μm . [9]

Tab. 3. Požadavky na minimální tloušťky povlaků zinku dle ČSN EN ISO 2081

Stupeň provozních podmínek ³	Označení (část)	Minimální tloušťka, ⁴ [μm]
4	Zn15	15
3	Zn12	12
2	Zn8	8
1	Zn5	5

Metody měření tloušťky povlaku galvanického zinku na oceli jsou přesně specifikovány v ČSN EN ISO 1463. V případě sporu se pro výrobky o funkčním povrchu menším než 100 mm² se za minimální místní tloušťku musí považovat minimální hodnota průměrné tloušťky [9], kterou stanovíme měřením průměrné tloušťky povlaku na malých výrobcích.

4.2 Zkouška tepelným šokem

Zkouška tepelným šokem se provádí dle normy ČSN EN ISO 2819. Zkoušený dílec se uloží na 30 minut při 150-220 °C do pece a poté je ponořen do vody o teplotě 15 až 25 °C. Takto vyzkoušený dílec nesmí mít žádné puchýřovité nebo velkoplošné odlupování zinkového povlaku.[13]

³ Stupeň provozních podmínek je vysvětlen v tabulce (Tab. 1. Provozní podmínky dle ČSN EN 1403) na str. 20

⁴ U výrobků s funkční plochou 100 mm² nebo větší se za minimální tloušťku považuje minimální hodnota místní tloušťky, u ploch menších je to minimální hodnota průměrné tloušťky .

4.3 Vizuální kontrola

Vzhled povrchu musí být hladký, nepřijatelné jsou viditelné vady jako jsou puchýře, důlky, drsná místa, trhliny, nepokovená místa, skvrny a jiné nerovnoměrnosti zbarvení. Pokud není stanoveno jinak, musí být povlak zinku lesklý. U částí, které mají dostatečnou úpravu, nesmějí být na funkčním povrchu místa bez této úpravy [10] .

Vizuální kontrola lze provést defektoskopickou kontrolou, pomocí které se zjišťuje výskyt povrchových vad povlaku (trhliny, porozita, praskliny, koroze a další). Vizuální kontrola, pokud není jiným způsobem zkoušení, bývá zařazována před další nedestruktivní zkoušky . [11]

Metody vizuální kontroly

- Přímou kontrolu – kontrola pouhým okem nebo lupou (zvětšení 3x -6x)
- Nepřímou kontrolu – kontrola využívá dokonalejší optické přístroje a zařízení.

Základní podmínky pro zkoušení jsou:

- Dostatečná zraková schopnost pracovníka
- Vhodná úprava povrchu zkoušeného výrobku
- Správné osvětlení

Vizuální kontrola se užívá jako vstupní, mezioperační a výstupní kontrolní mechanismus.

5 PODPŮRNÉ PROCESY

Ve společnosti GALVA s.r.o. se používá velká řada nebezpečných chemikálií, a proto je třeba dodržovat přísné pokyny o bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Řídit se dle přesně stanovených nařízení pro činnost, jakou je manipulace s nebezpečnými chemikáliemi, jejich použití a být dobře obeznámen s postupem činnosti, která by mohla nastat v případě havárie. V takových situacích se pracovník řídí dle Havarijního plánu, který je součástí firmy a je schválen, v případě GALVY s.r.o., MěÚ v Prostějově, odboru ŽP.

5.1 Bezpečnost, ochrana zdraví a životního prostředí při práci s žíravými chemickými látkami

Při zacházení s kyselinami, zásadami a jinými nebezpečnými látkami se používá ochranný pracovní oděv, rukavice z PVC, ochranné brýle, dýchací přístroj. Na pracovištích je přísný zákaz konzumace jídla, pití, kouření. Jedná-li se o havárii hořlavých látek, je třeba hasebnímu zásahu pomoci CO₂, hasícího prášku nebo v případě většího ohně i vodního paprsku.

V případě náhodného úniku chemikálie musíme zabránit vniknutí do kanalizace a vodních zdrojů a toků. Úniky absorbovat (zemina, písek) a přenést do vhodného kontejneru. Při vniknutí do kanalizace či vodních zdrojů a toků ihned informovat příslušné orgány.

5.2 Odpady vzniklé s procesem galvanického zinkování

S procesem galvanického zinkování vzniká spousta druhů odpadních vod a kalu. S těmito odpady je třeba nakládat dle provozního a manipulačního řádu čistírny odpadních vod, který je součástí každé galvanovny.

Každý odpad, materiál či znečištěný obal od nebezpečných chemikálií musí mít svůj vlastní identifikační list nebezpečného odpadu, kde jsou uvedeny fyzikální a chemické vlastnosti, nebezpečné vlastnosti, bezpečnostní opatření při manipulaci, skladování a přepravě odpadu.

Firma GALVA s.r.o. vlastní čistírnu odpadních vod Living Diskont. Na ČOV jsou zpracovány odpadní vody z technologie galvanického pokovení. Čistírna pracuje odstavným způsobem v režimu automatickém nebo ručním. Řízení stanice zajišťuje řídicí systém

TOSHIBA umístěný v řídicím rozvaděči na ČOV. Technologické vany a potrubní rozvody jsou z materiálu PP a PVC. [14]

Druhy odpadních vod

- Kyselé chromové koncentráty
- Chromové oplachové vody
- Koncentráty odmašťovacích lázní
- Oplachové vody po odmaštění
- Koncentráty mořících lázní
- Kyselé oplachové vody po moření a dekapu

Všechny tyto odpadní vody jsou svedeny do odpadních jímek, kde jsou následně neutralizovány a odváděny do kanalizace odpadních vod. K neutralizaci odpadních vod se používá:

Vápenný hydrát za pomoci dávkovacího zařízení.

Síran železitý 40 %ní roztok (obchodní název Prefloc) jako koagulant při neutralizační reakci.

Kyselina sírová 30 %ní kyselina se používá k úpravě pH před neutralizací a úpravě pH vyčištěných odpadních vod v koncovém stupni před vypouštěním do kanalizace.

Všechny tyto chemikálie se do odpadních vod dávkují pomocí dávkovacích čerpadel.

Množství vypuštěných odpadních vod je řízeno rozhodnutím OkÚ Prostějov. V našem případě je povoleno vypouštět odpadní vody z čistírny odpadních vod dle rozhodnutí veřejné kanalizace. Provoz ČOV je řízen počítačem.

Kal

Kaly vznikající na čistírně odpadních vod jsou směsí hydroxidu kovů a to převážně železa, v menší míře také zinku a chromu.

Kaly sedimentují v reakční jínce a po ukončení sedimentace se přečerpávají do kalové jímký. Z kalové jímký jsou nasávány kalovým čerpadlem a odvodněny v kalolisu.

Odvodněné kaly jsou skladovány v ocelových kontejnerech ve skladu nebezpečných odpadů. Kal obsahuje 25 – 35 % sušiny .



Obr. 8. Odvodněný kal

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cílem bakalářské práce je navrhnout a realizovat vhodný postup povrchové úpravy dílu mechanického zabezpečení řadící páky s ohledem na technické a ekonomické možnosti a vybavenosti podniku. Zákazníkem je požadován průměrný náklad výroby 24000 kusů ročně.

Vzhledem k tomu, že se jedná o dílec, který má uplatnění v automobilovém průmyslu, je třeba provést důkladné kontroly. Aby všechny výrobky splňovaly požadované vlastnosti, musíme zajistit:

- požadovaný korozní stupeň odolnosti
- hladký čistý povrch
- povrch bez prasklin, puchýřů a různých fleků.

Tyto vlastnosti zaručíme zkouškou v solné mlze, zkouškou tepelným rázem a zkouškou tloušťky povlaku. Zkoušky jsou součástí této práce a na základě těchto zkoušek jsou vyhodnoceny výsledky měření. Stav procesu musí odpovídat jeho řízení a kontrola. Pracovníci nasazení v procesu musí být příslušně kvalifikováni a vyškoleni.

7 NÁVRH POSTUPU GALVANICKÉ POVRCHOVÉ ÚPRAVY

7.1 Návrh povrchové úpravy pro zámek řadící páky v automobilu Renault Koleos

Postup galvanického zinkování				
Název součástí: Mechanický zámek řazení (viz.P1)			Zákazník: Renault	
Operace: Galvanické pokovení			Materiál: 11373	
Nákres : Renault Koleos Výkres přiložen			Číslo výrobku: 9419/7	
			Předpis požadované tloušťky: 12 μm	
Č. op.	Název operace	Potřebný materiál	Pracovní podmínky	Poznámka
1.	Zavěšení na závěs	Závěsný systém Háčky	max. 200kg na jednom závěsu	
2.	Chemické odmaštění Ekasit	Plastová vana PP	Lázeň: odmašťovadlo Ekasit PO a voda T: 65-75°C Čas: 15 min. Koncentrace 40-50g/l	Záznam o koncentraci lázně se zapisuje 2x týdně
3.	Studený oplach dvoustupňový	Plastová vana PP	Užitková voda 1-2 min.	
4.	Moření v HCl	Plastová vana PP	Lázeň: HCl a voda T: 15-25°C Čas: 30min. Koncentrace: 120-200g/l	Záznam o koncentraci lázně se zapisuje 2x týdně

5.	Studený oplach dvoustupňový	Plastová vana PP	Užitková voda 1-2 min.	
6.	Elektrolytické odmaštění Ekasit E50	Plastová vana PP	Odmašťovadlo Ekasit E50 T: 55-65°C Čas: 2min. Koncentrace:75-90g/l	Záznam o koncentraci lázně se zapisuje 2x týdně
7.	Studený oplach jednostupňový	Plastová vana PP	Užitková voda 1-2 min.	
8.	Dekapování HCl	Plastová vana PP	Lázeň: HCl a voda T: 15-25°C Čas: 50-90s Koncentrace: 40-70g/l	Záznam o koncentraci lázně se zapisuje 2x týdně
9.	Studený oplach jednostupňový	Plastová vana PP	Užitková voda 30-90s	
10.	Elektrolytické zinkování Slofanit OT	Plastová vana PP	Zn Lázeň Slofanit OT ⁵ T: 20-25°C Čas: 30min.	Záznam o koncentraci lázně se zapisuje 3x týdně
11.	Studený oplach trojstupňový	Plastová vana PP	Užitková voda 1-2 min	
12.	Tlustovrstvá		Pasivační lázeň Slotopas HK11	Záznam o koncentraci lázně se zapisuje 2x

⁵ Roztok lázně Slofanit OT je složen z KCl 120-160g/l , H3BO3 20-30g/l a Zn 30-35g/l

	pasivace Slo- topas HK11	Plastová vana PP	T: 40-45°C Čas: 60-80s Koncentrace: 120-150g/l	týdně
13.	Studený oplach dvoustupňový	Plastová vana PP	Užitková voda 60s	
14.	Utěsnění Sur- faseal WL40	Plastová vana PP	Lak Surfaseal WL-40 T: 15-25°C Čas: 20s Koncentrace:50- 70g/l	Záznam o kon- centraci lázně se zapisuje 2x týdně
15.	Sušení teplým vzduchem	vanová sušárna	T: 60-80°C Čas: 20-30min.	
16.	Svěšování	palety, bedny		
17.	Kontrola OŘJ	tloušťkoměr	Kontrola tloušťky povlaku vizuální kontrola	Měření tloušťky dle kontrolního postupu
18.	Balení	streč fólie		Balení se pro- vádí dle balící- ho předpisu
19.	Expedice			

Poznámka:

- Za důkladné zkontrolování čistoty kusů po oprání je odpovědný vedoucí směny.
- Hodnoty koncentrace jednotlivých lázní jsou zapisovány dle postupu galvanického zinkování do knihy rozborů.

7.1.1 Parametry lázně pro navrhovaný díl

Pro dílec viz. P1 je nutné, aby objem každé lázně měl minimální objem 2000 l . Jeden výrobní cyklus, námi navrženého pokovení, trvá 30 minut. Na jeden cyklus galvanické linky – tzv. (takt linky) je možno pokovit 18 dílů. Galvanická linka jede na třísměnný provoz. Denně jsme tedy schopni pokovit maximální objem výroby 2592 kusů.

Zákazníkem je požadováno 500 kusů týdně (24000 kusů ročně). U linky s objemem výroby 2592 kusů denně jsme schopni požadavek zákazníka splnit za jednu směnu. Je nutno ale podotknout, že zinkování tohoto dílu není jediným předmětem zinkování, a proto je náklad výroby pro obě strany ekonomicky výhodný.

8 EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

Zákazník požaduje vysoký stupeň korozní odolnosti. Pro kontrolu jeho požadavků je zapotřebí vyhodnocení zkoušky tepelným rázem, zkoušky v solné komoře a zkoušky tloušťky povlaku. Výsledky měření jsou zaznamenány a vyhodnoceny. V případě zákazníkova přání je zajištěn oficiální doklad o korozní odolnosti akreditovanou zkušebnou.

8.1 Kontrolní plán

Zákazník:	Renault	
Název dílce:	Mechanický zámek řadící páky Renault Koleos	
Číslo výrobku:	9419/07	
Název operace:	zkouška tepelným rázem, zkouška v solné mlze, zkouška tloušťky povlaku, vizuální kontrola	
Kontrolu provádí pracovník OŘJ		
Kontrolovaný prvek	Parametr	Kontrolní pomůcky
1. Zkouška tepelným rázem	dle ČSN ISO 2819	Horkovzdušná pec, voda o T: 18 °C
2. Zkouška v solné mlze	dle ČSN ISO 9227	Solná komora, nekovové háčky
3. Měření tloušťky povlaku	dle ČSN ISO 1463	Přístroj pro měření tloušťek vrstev,
4. Vizuální kontrola	Hladký povrch bez změn zabarvení , puchýřů a rzi	Vizuálně

Po provedení pracovních úkonů bude u všech kusů zakázky vystaven „Atest“.

8.1.1 Zkouška tepelným rázem

8.1.1.1 Průběh zkoušky

- Zkouška je provedena na každé sérii, která je expedována jednou týdně. Ze série 500 kusů je zkoušeno pět vzorků, které jsou vybrány náhodně. Zkouška je provedena kvalifikovaným a řádně proškoleným pracovníkem.
- Tyto náhodně vybrané výrobky jsme vložili do pece na 30 minut při teplotě 200 °C . Po třiceti minutách byly vyjmuty z pece a následně ochlazeny ve vodě o teplotě 18 °C.
- Povrch zinkového povlaku se pozorně prohlédne prostým okem. Tam, kde je jeho přilnavost špatná, vytvářejí se v průběhu zkoušky puchýře a zvlnění povrchu zinkového povlaku nebo dojde o odtržení povlaku od podkladového kovu.

8.1.1.2 Vyhodnocení

- Povrch jsme důkladně po zkoušce prohlédli
- Zkouškou jsme zjistili, že nedošlo k poškození povlaku - **žádné trhliny, puchýře, fleky povlaku**

Poznámka

Tato zkušební metoda však neposkytuje plně správné údaje o odolnosti bez dalších zásahů. Proto musí následovat jiné zkoušky, které nám zaručí správnost údajů.

8.1.2 Zkouška solnou mlhou

8.1.2.1 Průběh zkoušky

- **Zkušební podmínky** - Teplota ve zkušební komoře při rozprašování je stanovena 35 °C.
- **Příprava roztoku** - V destilované vodě se při teplotě 25 °C rozpustí chlorid sodný o koncentraci 50 g/l .
- **Vložení do zkušební komory** - Zkušební vzorky musí být zavěšeny na plastové háčky a nesmí být vystaveny přímému postřiku mlhou z rozprašovače.

- **Doba zkoušky**- odpovídá specifikaci pro zkoušený materiál nebo výrobek. Požadované doby zkoušky jsou 168h do bílé koroze zinku (tj.minimální čas do začátku koroze) a 240h do červené koroze



Obr. 9. Korozní komora

Korozní zkouška solnou mlhou		
Dílec:	Mechanický zámek řadící páky Renault Koleos č. 9419/7	
Kód zkoušky:	Fe/Zn 12 C T2 ⁶	
1. Požadavek:	žádná koroze zinku	168 hodin v korozní komoře do bílé koroze
2. Požadavek:	žádná koroze základního kovu	240 hodin v korozní komoře do červené koroze

Poznámka

Ze série 24000 kusů je 1x ročně náhodně vybráno 20 výrobků, na kterých je zkouška provedena.

⁶ Kód zkoušky Fe/Zn (zkušební materiál), 12 (tloušťka povlaku), C (silnovrstvá pasivace), T2 (Lak - utěsnění)

8.1.2.2 Vyhodnocení

- **Po 168 hodinách v korozní komoře**

Žádný nález koroze zinku (bílá koroze)

- **Po 240 hodinách v korozní komoře**

Žádný nález koroze základního kovu (červená koroze)

8.1.2.3 Ukázka korozí po provedení zkoušky

Ukázky korozí jsou provedeny na výrobcích se stejně navrženým technologickým postupem galvanického pokovení jako u zkoušky Fe/Zn 12CT2 dílce viz. P1.

- Povlak po 216 hodinách v korozní komoře



Obr.10 Zinkový povlak po 216 hodinách

Poznámka

Žádné stopy bílé koroze

- Povlak po 576 hodinách v korozní komoře



Obr. 11. Zinkový povlak po 576 hodinách

Poznámka

Viditelné stopy bílé koroze

- Povlak po 648 hodinách v korozní komoře



Obr.12 Zinkový povlak po 648 hodinách

Poznámka

Viditelné stopy červené koroze

8.1.3 Zkouška tloušťky povlaku

Zákazníkem je požadována tloušťka 12 μm . Tloušťka galvanického povlaku 12 μm spadá do třídy odolnosti číslo 3 (viz. tabulka č.2 str.21). Docílit naprosto stejné tloušťky vyloučeného povlaku na výrobku v praxi není možné, a proto je se zákazníkem předem dohodnutá toleranční odchylka 15 % .

Zkouška je provedena namátkou na jednom výrobku ze série 50 kusů. Pro měření je použit přístroj CMI 200 (CGX) od firmy Natis. Jednotky měření jsou [μm] . Podmínkou je měření nemagnetických povlaků na magnetickém podkladě.

Zkouška tloušťky galvanického povlaku	
Způsob měření	Digitální přístroj Serie 200 CGX, měření na principu magnetické indukce
Podmínky	Oběma stranami předem dohodnutý měrný bod na výrobku
Naměřené hodnoty	
Vzorek č.	9419/7 Renault Koleos

Hodnota	12 μm (na předem dohodnutém měrném bodě tj. chobot výrobku viz. P1 bod 5)
Hodnota	11 μm (na hraně čtyřhranu viz .P1 bod 4)

8.1.3.1 Vyhodnocení

- Naměřená hodnota v bodě 5 - viz. P1 je 12 μm
- Naměřená hodnota v bodě 4 - viz. P1 je 11 μm

Poznámka

Změřením správných hodnot tloušťky povlaku jsme splnili požadavky zákazníka

8.1.4 Vizuální zkouška

Přesto, že vizuální zkouška je nejjednodušší zkouškou, je velmi účinnou metodou pro zjištění závad na povrchu povlaku.

- Kontrolu provádíme při každém svěšování dílu z linky.
- Za provedenou kontrolu odpovídá obsluha linky
- Kontrolou zjišťujeme povrchové vady výrobku (trhliny, porozita, praskliny, koroze a další)
- Vizuální kontrola je používána jako vstupní, mezioperační i výstupní kontrola

8.1.4.1 Vyhodnocení

- **Při svěšování dílů** - Hladký, čistý povrch bez pórů, prasklin a puchýřů.
- **Po zkoušce v korozní komoře** - Žádné stopy bílé a červené koroze po stanoveném čase.

8.2 Atest povrchové úpravy

Zákazník	Renault	
Číslo a název výrobku	9497/9 Mechanický zámek řadící páky Renault Koleos	
<p>Povrchová úprava galvanické pokovení se provádí podle technologického postupu pro mechanický zámek řazení Renault Koleos č. 9419/7</p> <p>Test korozní odolnosti se provádí :</p> <p><u>Zkouška v korozní komoře</u> : 1x ročně</p> <p><u>Zkouška tloušťky povrchu</u> : 1x týdně</p> <p><u>Vizuální kontrola</u>: Po každém taktu linky</p>		
Operace	Požadované parametry	Skutečné parametry
Moření: Koncentrace	HCl 120-200g/l	Provádí se 2x týdně 175 g/l (zápis v knize rozborů)
Chemické odmaštění Ekasit PO	Koncentrace 40-50g/l	Provádí se 2x týdně 40 g/l (zápis v knize rozborů)
Elektrochemické odmaštění Ekasit EPO	Koncentrace 75 – 90g /l	Provádí se 2 x týdně 80 g/l (zápis v knize rozborů)
Elektrolytické zinkování Slofanit OT	Koncentrace KCl 120-160g/l , H3BO3 20-30g/l a Zn 30-35g/l	Provádí se 3x týdně (zápis v knize rozborů)

Pasivace Slotopas HK11	Koncentrace 120-150 g/l	Provádí se 3x týdně (zápis v knize rozborů)
Naměřené hodnoty zkoušek vyloučené zinkové vrstvy se provádí dle Kontrolního plánu Výsledky jsou archivovány u vedoucího OŘJ		
Sledovaný parametr	Požadovaný parametr	Vyhodnocení
Tloušťka vyloučené vrstvy	12 μm	11- 12 μm

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout vhodný způsob galvanické povrchové úpravy mechanického zámku řazení tak, aby výrobek splňoval požadované vlastnosti zákazníka. Jelikož byl předmětem zkoušek dílec, který má uplatnění v automobilovém průmyslu, bylo nutné sestavit plán kontrol, který nám zajistí dohled nad jednotlivými operacemi a tím i vysokou kvalitu výrobního procesu. Při navrhování bylo důležité brát ohled na technické vybavení podniku a na počet vyrobených kusů. Pro zinkovací proces jsem použil přípravky firmy Metallchemie a Schloetter. Dále jsem navrhl zinkovací postup, kde jsem použil Zn lázeň Slotanit OT. Na utěsnění jsme vybral lak Surfaseal WL 40. Na požadavek zákazníka byl vyhotoven Atest povrchové úpravy z hodnot zjištěných při sledování výrobního procesu. Dle vnitřních předpisů firmy je stanoven balící předpis, který je v příloze bakalářské práce.

Tato nově navržená technologie nahrazuje použití 6-ti mocného Cr za 3 mocný. Oproti přípravkům s obsahem vysoce-toxického Cr jsou naše přípravky šetrné k životnímu prostředí. Korozní odolnost této technologie je srovnatelná s odolností technologie na bázi 6ti mocného Cr a navíc je snížen dopad na životní prostředí, což je hlavním přínosem práce. Pro tyto nesporné výhody je technologie využita i na jiných výrobcích, které mají uplatnění nejen v automobilovém průmyslu ale nacházejí také využití v jiných oblastí strojírenství.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] EVA KUBÁČOVÁ, *Aplikace moderních nástrojů řízení jakosti ve vybraném podniku*, Brno 2007
- [2] ANTONÍN BENEŠ, *Mechanická technologie kovů 2*, vydání Praha 1: SNTL 1967
- [3] BARTONÍČEK R., *Koroze a protikorozi ochrana kovů*, Praha 1966
- [4] DONDORF R., *Volba materiálu a protikorozi ochrana v chemickém průmyslu* SNTL Praha 1980
- [5] J KLOUBEK, *Chromátování a korozní zkoušky*
- [6] BARTONÍČEK R., *Navrhování protikorozi ochrany*, SNTL Praha 1980
- [7] K. KREISLOVÁ, *Přehled metod měření tloušťky povlaků*, Publikace ČNI č.91675, ISBN 978-80-7283-251-4, 2008
- [8] K. KREISLOVÁ, *Přehled metod měření tloušťky povlaků*, Sborník přednášek 1. odborného semináře Kvalita ve výrobě, Čejkovice, 2008
- [9] *Česká technická norma ČSN EN ISO 2081:2008*
- [10] *Český obranný standart – Kovové povlaky vylučované elektrolyticky a chemicky*, 2 Vydání Praha
- [11] PTÁČEK L. *Nauka o materiálu I*, Cerm Brno 2001
- [12] HLUCHÝ M., HANĚK V, *Strojírenská technologie 2*, 2 díl Scientia Praha 1998
- [13] ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA ČSN ISO 2819, (Kovové povlaky na kovových podkladech, Elektrolyticky a chemicky vyloučené povlaky)
- [14] PROVOZNÍ A MANIPULAČNÍ ŘÁD ČOV Living Diskont
- [15] NÁVODY A BEZPĚČNOSTNÍ LISTY, Metallchemie 2010
- [16] PROVOZNÍ ŘÁD LINKY GALVANICKÉHO ZINKOVÁNÍ GALVA s.r.o.
- [17] PŘÍRUČKA JAKOSTI SPOLEČNOSTI GALVA s.r.o.
- [18] VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO TECHNOLOGICKÁ, [online]. [cit 2009-08-27], Dostupné z WWW:<http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni_inzenyrstvi

[19] METALLCHEMIE, spol. s.r.o. [online], Dostupný z WWW:
<<http://www.metallchemie.at>>

[20] ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST: [online], Dostupný z WWW:
<<http://www.csq.cz>>

[21] GALVA s.r.o.[online], [cit. 2011-01-21], Dostupný z WWW: <<http://www.galva.cz>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSN Česká technická norma

ISO Organisation internationale de normalisation

EN Evropská norma

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Hydratovaná forma oxidu železitého.....	14
Obr. 2. Časové průběhy chemické koroze.....	16
Obr. 3. Různé druhy koroze.....	17
Obr. 4. Lokální odzinkování mosazi ve vodě.....	18
Obr. 5. Organizační schéma pro galvanické pokovení.....	22
Obr. 6. Elektrolytické (galvanické) pokovení	26
Obr. 7. Automatizovaná závěsná linka	27
Obr. 8. Odvodněný kal.....	34
Obr. 9. Korozní komora.....	43
Obr. 10. Zinkový povlak po 216 hodinách.....	44
Obr. 11. Zinkový povlak po 576 hodinách.....	45
Obr. 12. Zinkový povlak po 648 hodinách.....	45

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Provozní podmínky dle ČSN EN 1403

Tab. 2. Korozní odolnost zinkových povlaků v atmosférách

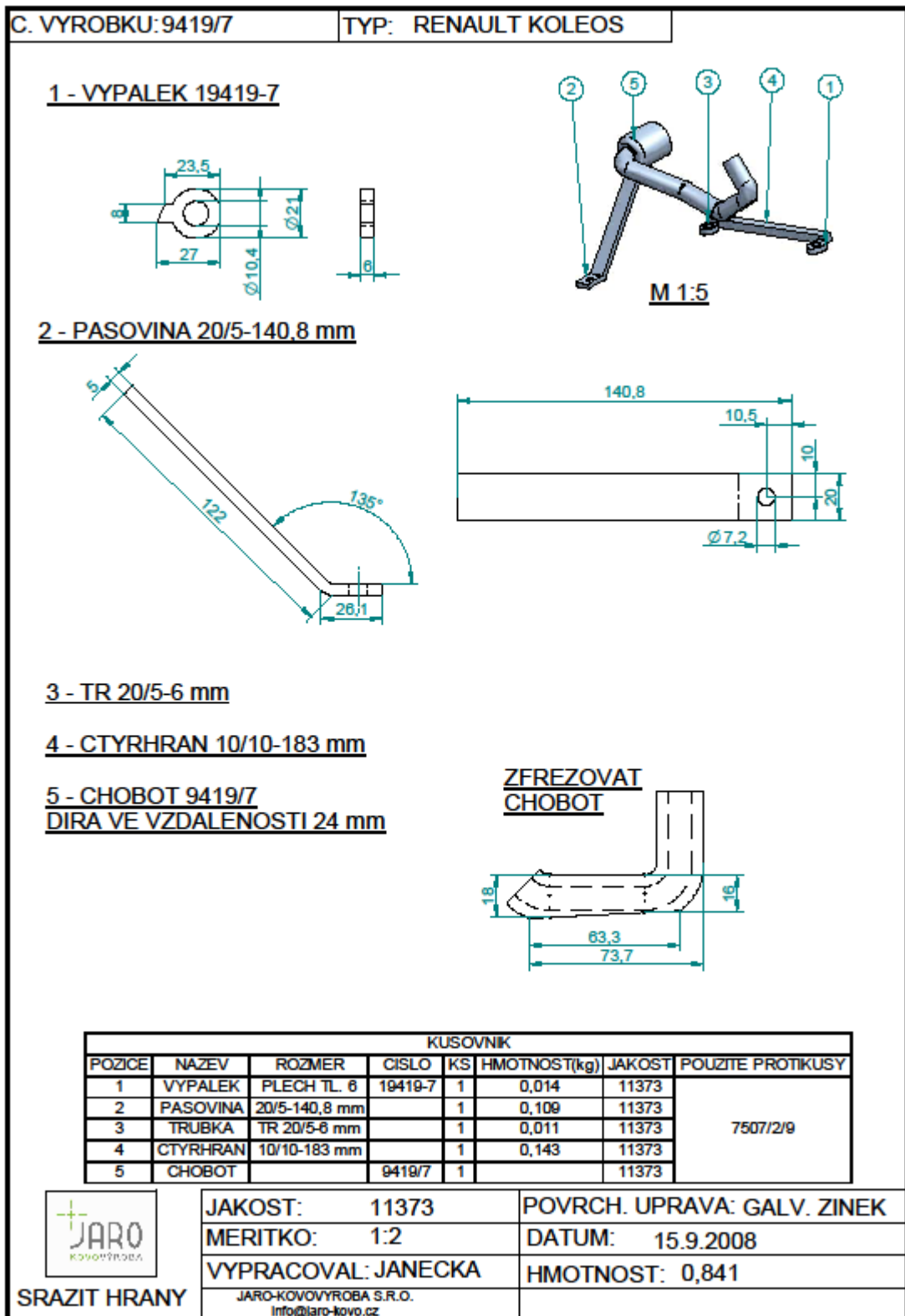
Tab. 3. Požadavky na minimální tloušťky povlaků zinku dle ČSN EN ISO 2081

SEZNAM PŘÍLOH

P1: Výkres mechanického zámku řadící páky dodaný zákazníkem

P2: Balící předpis

PŘÍLOHA P I: MECHANICKÝ ZÁMEK ŘADÍCÍ PÁKY



PŘÍLOHA P II : BALÍCÍ PŘEDPIS

Zákazník	Renault
Název dílce/výrobku	Mechanický zámek řadící páky
Číslo výrobku	9419/7

Balící jednotka

<input type="checkbox"/>	Karton	
<input type="checkbox"/>	Paletka	
<input type="checkbox"/>	Euro-pal.	
<input type="checkbox"/>	Plastová bedna	
<input checked="" type="checkbox"/>	Jiná:	<input type="text" value="Kovová bedna „mars“ Galva"/>

Utěsnění obalu

<input type="checkbox"/>	Proložky
<input checked="" type="checkbox"/>	Papírová výplň
<input type="checkbox"/>	Polystyrénová výplň
<input type="checkbox"/>	Jiné

Transportní balení

<input type="checkbox"/>	Euro-paleta	
<input type="checkbox"/>	Plastová bedna	
<input type="checkbox"/>	Karton	
<input checked="" type="checkbox"/>	Jiné:	<input type="text" value="Kovová bedna „mars“ Galva"/>

Uzavření transportního balení

<input type="checkbox"/>	Víko
<input checked="" type="checkbox"/>	Žádné
<input type="checkbox"/>	Jiné

Transportní zabezpečení

<input checked="" type="checkbox"/>	fólie
<input checked="" type="checkbox"/>	Stahovací pás
<input type="checkbox"/>	Jiné

Skladovací lhůta

<input checked="" type="checkbox"/>	Neomezená
-------------------------------------	-----------

Jiné doplňující údaje

Každý dílec musí být před vložením do bedny zabalen ve streč fólii.