

Modernizace pokovovací galvanické jednotky pro hromadné galvanické pokovování

Mojmír Musil

Bakalářská práce
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mojmír MUSIL**
Osobní číslo: **T090020**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Modernizace pokovovací galvanické jednotky**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární rešerži na dané téma**
- 2. Provedte průzkum trhu**
- 3. Provedte analýzu současného stavu**
- 4. Provedte návrh úprav současného stavu**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Řezníček

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

8. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

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 nevydělečně 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 nahlázení 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 nezahnuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-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

V bakalářské práci je řešena problematika povrchových úprav nejen galvanického způsobu. Blíže pak popisuje jednotlivé druhy pokovování a typy podle druhů kovů, kterým se pokovuje dílec. Taktéž je v práci popisováno o ozubených převodech, které jsou hlavním elementem pro přenos krouticího momentu z pohonné jednotky na bubny pokovovacího galvanického agregátu. A v neposlední řadě jsou řešeny odolné materiály, spjaté právě s galvanickým průmyslem.

Především bakalářská práce spočívá v modernizaci či upravení různých částí galvanické jednotky pro hromadné pokovování. Vylepšení má lépe chránit mechanické a elektronické součásti jednotky nebo zdokonalit stávající řešení určitých částí. Především se klade důraz na jednoduchost řešení, ochranu a bezpečnost celé galvanické jednotky. Modernizace se může týkat jak konstrukčního, tak i technologického způsobu řešení.

Klíčová slova: galvanická jednotka, galvanický buben, pokovovací agregát, odolnost, bezpečnost, ochrana

ABSTRACT

The objective of my bachelor's work is to analyze the technologies used in the surface processing including the galvanic option. I closer describe different types of plating and some types according to the type of metal used for plating the components. I also study the gears, which are the main carriers of a torque from propellant unit to the drums of plating galvanic aggregate. Durable materials, which are directly related to the galvanic industry, are analyzed and summarized too.

I mainly concentrate in my work how to modernize and modify different parts of the galvanic unit for mass production. These developments of the galvanic unit itself should provide better protection of the mechanical and electronic parts of the unit or develop the solutions of the parts currently used. The developments emphasize the simplicity of the solution, protection and security of the entire galvanic unit. The modernization of the galvanic unit is based on the structural and also technological solution.

Keywords: galvanic unit, galvanic drum, plating unit, durability, safety, protection

Tímto bych chtěl velmi poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinovi Řezníčkovi za vedení, ochotu a užitečné rady při psaní této práce. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat firmě KF-NOVODUR, s.r.o., za poskytnutí tématu a všech potřebných materiálů k samotné realizaci.

Motto:

Vzdělání má hořké kořeny, ale sladké ovoce.

Démokritos

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

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 POVRCHOVÁ ÚPRAVA MATERIÁLU | 12 |
| 1.1 NEJČASTĚJŠÍ DRUHY POVRCHOVÝCH ÚPRAV | 12 |
| 1.1.1 Opracováním | 12 |
| 1.1.2 Nanášením vrstvy - Nekovové | 13 |
| 1.1.3 Žárové pokovování | 14 |
| 1.1.4 Metalizace – žárové stříkání kovu | 15 |
| 1.1.5 Termodifuzní metoda..... | 15 |
| 1.1.6 Chemické pokovování | 16 |
| 1.2 GALVANICKÉ POKOVOVÁNÍ MATERIÁLU | 16 |
| 1.2.1 Cínování | 18 |
| 1.2.2 Zinkování | 19 |
| 1.2.3 Chromování..... | 19 |
| 1.2.4 Eloxování | 20 |
| 1.2.5 Chemické niklování | 21 |
| 2 TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV | 22 |
| 2.1 ZPŮSOB GALVANICKÉHO POKOVOVÁNÍ | 22 |
| 2.2 RUČNÍ GALVANICKÉ POKOVOVÁNÍ..... | 23 |
| 2.3 AUTOMATICKÉ GALVANICKÉ POKOVOVÁNÍ..... | 23 |
| 2.3.1 Jednotlivé galvanické pokovování | 23 |
| 2.3.2 Hromadné galvanické pokovování..... | 24 |
| 2.4 VÝROBA GALVANICKÉ JEDNOTKY | 25 |
| 3 CHEMICKY ODOLNÉ MATERIÁLY | 27 |
| 3.1 NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ POLYMERY | 27 |
| 3.1.1 Polymethylmethakrylát (PMMA)..... | 27 |
| 3.1.2 Polyamid 6 (PA6)..... | 28 |
| 3.1.3 Polyethylentereftalát (PET)..... | 28 |
| 3.1.4 Polybuten (PB) | 28 |
| 3.1.5 Polypropylen (PP) | 28 |
| 3.1.6 Polyvinylchlorid (PVC) | 29 |
| 3.1.7 Polyetylen (PE)..... | 29 |
| 3.1.8 Polyvinylidenfluorid (PVDF)..... | 29 |
| 3.2 ODOLNÉ KOVOVÉ MATERIÁLY | 30 |
| 4 OZUBENÉ PŘEVODY | 31 |
| 4.1 FUNKCE OZUBENÝCH PŘEVODŮ | 31 |
| 4.2 ROZDĚLENÍ KOL | 32 |
| 4.2.1 Dle tvaru křivek tvořící profily zubu..... | 32 |
| 4.2.2 Rozdělení dle odvalování..... | 33 |
| 4.2.3 Rozdělení dle tvaru boční křivky | 34 |
| 5 SCHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI A CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI..... | 35 |

| | | |
|-----------|--|---|
| II | PRAKTICKÁ ČÁST | 36 |
| 6 | PRUŽKUM TRHU | CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.7 |
| 6.1 | NĚKTERÉ TVŮRČÍ FIRMY V OBORU GALVANOTECHNIKY | 37 |
| 7 | ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU | 39 |
| 7.1 | KRYT PRO PROUDOVÉ ROZVODY | 39 |
| 7.2 | STŘÍŠKA POKOVOVACÍ JEDNOTKY | 40 |
| 7.3 | KRYT SOUKOLÍ..... | 41 |
| 7.4 | UPÍNKY | 41 |
| 7.5 | ROZPĚRNÁ TYČ A MATICE..... | 42 |
| 7.6 | PŘIDRŽOVAČ KATOD | 42 |
| 8 | NÁVRH UPRAVY SOUČASNÉHO STAVU | 43 |
| 8.1 | KRYT PRO PROUDOVÉ ROZVODY | 43 |
| 8.2 | STŘÍŠKA POKOVOVACÍ JEDNOTKY | 44 |
| 8.3 | KRYT SOUKOLÍ..... | 44 |
| 8.4 | UPÍNKY | 45 |
| 8.5 | ROZPĚRNÁ TYČ A MATICE..... | 46 |
| 8.6 | PŘIDRŽOVAČ KATOD | 46 |
| | ZÁVĚR | 47 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 48 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 49 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 50 |
| | SEZNAM TABULEK | 52 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 53 |

ÚVOD

Svět se ve strojírenském a elektrotechnickém odvětví každoročně posouvá velmi ku předu. V současné době se klade důraz především na ekonomické hledisko. Často dobrá kvalita jde na úkor dostačující kvality a především vyrobenému množství produktu. Neplatí to však ve všech odvětvích a u všech firem na trhu, jsou i takové, které pro svá kladná ekonomická čísla hledají cestu jinde. Nejlépe hojnými investicemi do svých automatizovaných pracovišť, numerických obráběcích center a také logistikou, pomocí těchto aspektů se dá vyrábět s velkou přesností, kvalitou i rychlostí.

Platí to i v galvanickém průmyslu, který prošel od ručního moření až po plně automatizované linky, které dokážou pokovit velké množství dílců, za podstatně krátkou dobu i za menšího příspěví obslužného elementu. Toto průmyslové odvětví je velmi rozšířené napříč celým průmyslem. Hlavními aspekty proč tomu tak je jsou: dlouhá životnost dílců pokovených více ušlechtilým kovem, estetičnost daného dílce, lepší vodivost materiálu. Galvanický průmysl má hojně zastoupení i v našich končinách, kde se mu věnuje velké množství menších i větších firem, které zaměstnávají nezanedbatelné množství lidí.

Účelem bakalářské práce je modernizace galvanické jednotky pro hromadné pokovování. Důvodem této modernizace, je nedostatečné zabezpečení elektronických a mechanických součástí jednotky, při provozu ve velmi agresivním prostředí. Dalším fragmentem je případné vylepšení či upravení některých součástí.

Zpracování se provádí ve spolupráci s firmou KF-NOVODUR s.r.o., která je výrobcem galvanických zařízení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 povrchová úprava materiálu

K povrchovým úpravám saháme především u kovových dílců, které podléhají časté degradaci. Nejčastější vliv na znehodnocení kovových předmětů mají především voda, kyslík, agresivní plyny obsažené ve vzduchu, povětrnostní podmínky a různé chemické látky. Nejčastějším typem znehodnocování je koroze. Materiál je z počátku degradován hlavně na povrchu, ale postupem času může být koroze až natolik závažná, že se její vliv projeví nejen na estetičnosti dílce, ale hlavně i na mechanických vlastnostech, z těchto důvodů je dílec nevyužitelný pro danou problematiku. Daný problém můžeme řešit například jiným konstrukčním řešením nebo změnou materiálu. Ačkoli z ekonomického hlediska nejsou tyto dvě varianty výhodné, tak se často sahá k využití povrchových úprav.[2]

1.1 Nejčastější druhy povrchových úprav

Povrchové úpravy materiálu se provádí téměř u každého kovového dílce, který je především ve strojírenském průmyslu vyprodukován. Důvodem proč se součásti pokovují ušlechtilejším kovem jsou: zvýšená životnost, estetičnost, lepší funkčnost a vodivost součásti. Velký pokrok v celé sféře průmyslu, přinesl a také si vyžádal řadu technologií, jakými se provádí povrchové úpravy a samozřejmě i velkou plejádu povrchů.

1.1.1 Opracováním

Přesto že, tento druh povrchových úprava materiálu úplně nesouvisí s naší problematikou, bylo by dobré si jí přiblížit, poněvadž jsou tyto dvě odvětví spolu často zaměňovány či slučovány. Povrchová úprava opracováním se provádí především z důvodu zlepšení jakosti povrchu. Které se na dílci provádí následně po třískovém obrábění, či na součásti vyprodukováným hutním průmyslem. Často se provádí na kovových dílcích, které přijdou do samotného kontaktu s člověkem, ale hlavně na dílcích, které jsou v kontaktu s dalším dílcem, například součástky motoru. Nejčastější technologie jsou: honování, broušení, lapování, leštění, kuličkování, superfinišování. [3]

- **Honování**

Je to dokončovací technologie, která má za cíl zlepšovat jakost povrchu. Honují se jak vnější, tak vnitřní plochy. Nástrojem je honovací hlava. Díky této technologii se

odstraňují vlnitost, kuželovitost, oválita. Například se používá u dokončování válců a pístů u spalovacích motorů. [3]

- **Broušení**

Vyrobené dílce na obráběcích strojích a centrech nedosahují takových přesností, navíc se většinou ještě tepelně zpracovávají. Proto se jejich výroba dokončuje broušením, při kterém dostává součást přesné rozměry, drsnost povrchu a požadovaný tvar. Třísky materiálu se odebírají mnohobřitým nástrojem. Hlavní řezný pohyb vykonává rotující brousící kotouč a vedlejší pohyb vykonává obrobek nebo nástroj. Lze obrábět rovinné, válcové nebo tvarové plochy. [1]

- **Lapování**

Touto technologií zlepšujeme drsnost povrchu. Dosahujeme jím takových drsností, které broušením ani leštěním nedosáhneme. Tato dokončovací metoda spočívá v tom, že k úbytku materiálu dochází pomocí volných zrn brusiva, které se dopravují mezi lapovací nástroj a lapovací povrch. Řezný pohyb volných zrn, které jsou doprovázeny mýdlem a nebo oleji, je vyvolán lapovacím nástrojem, tento pohyb je nepravidelný, proto dochází k zaniknutí stop po obrábění. Lapovací nástroj je z měkkého materiálu (plast, měď, litina). [3]

1.1.2 Nanášení povrchové vrstvy- Nekovové

Patří mezi nejčastější povrchové úpravy. Především lakování a barvení jsou technologie s kterými se střetne mnoho lidí a dokonce si za svůj život zkusí tento druh nekovové vrstvy sami nanášet. Rozeznáváme tyto druhy: barvení, lakování, práškové lakování, pokrytí povrchu polymerem.

- **Barvení**

Je nanášení syntetických barviv či barviv na bázi vody na materiál. Povrch je nejprve očištěn od hrubých nečistot, ručně, stlačeným vzduchem nebo například pískováním. Dále je povrch důkladně odmaštěn. Barva se nanáší, štětci, válečky, mořením nebo pomocí stříkačací pistole ve více vrstvách. Pro lepší přilnavost hlavní ochranné vrstvy a také pro větší efektivnost nátěru, se může nanášet základní vrstva. Velkou výhodou je dostupnost nátěrů, jednoduchá aplikace. Nevýhoda je hlavně u syntetických barviv, kde unikají nežádoucí složky do pracovního prostředí pracovníka, který se musí chránit ochrannými prvky.

- **Práškové lakování**

Spočívá v tom, že nanášíme práškovou hmotu (barva různých odstínů) na předmět pomocí aplikační pistole. Daný vodivý či polovodivý předmět, musí být zavěšen v elektrickém poli, aby se prášková hmota pomocí elektrostatických sil na něj přichytila. Prášek si udrží dlouhodobě elektrický náboj, proto i po vyjmutí z elektrického pole je stále přichycen na dílci a ten pak může směřovat do spékací pece, kde se určitou dobu zpéká. Velká výhoda je například ta, že už po první vrstvě dostáváme dostatečnou tloušťku povlaku s vysokou chemickou odolností i tvrdostí, dále v úspoře rozpouštědel a především lepším pracovním prostředím. [4]



Obr. 1 Prášková kabina s příslušenstvím

1.1.3 Žárové pokovování

Tato metoda se provádí ponorem očištěného a odmaštěného ocelového dílce do roztažených kovů, tato technologie zajišťuje velké zvýšení protikorozních vlastností výrobku. Ochranná vrstva materiálu chrání povrch jak mechanicky ale i chemicky, což se projevuje při lokálním porušení ochranné vrstvy, že koroduje pouze ona, zatím co ocel zůstane neporušená. Antikorozní vlastnosti u žárového pokovování jsou lepší než například u galvanického pokovování, ale také to nemusí platit ve všech případech. Ochranná vrstva se nejčastěji vytváří z těchto kovů zinek, olovo, hliník, cín i slitinami těchto kovů. Obsluha při tomto druhu pokovování musí být obzvláště opatrná a měla by se chránit řadou ochranných prvků. [5]



Obr. 2 Žárové pokovování v praxi

1.1.4 Metalizace- žárové stříkání kovu

Tato metoda je také známá pod názvem šopování. Probíhá tak, že kov, nejčastěji v podobě drátu, který je přiveden do metalizační pistole, kde je následně taven plamenem ze směsi acetylenu a kyslíku. Tento roztavený kov je nástřikem nanášen na daný dílec. Metalizace se především využívá k renovačním, antikorozním nebo dekoračním účelům, ale nalezne využití i pro aplikaci speciálních kovů na funkční povrchy. Korozní odolnost lze zvýšit pomocí organických nátěrů. [10]



Obr. 3 Nanášení ochranné vrstvi pomocí metalizace

1.1.5 Termodifuzní metoda

Tato metoda spočívá v difuzním napouštění ocelových předmětů určitým kovem, nejčastěji zinkem. Tento proces se provádí v pracovní peci naplněné kovovým práškem. V ro-

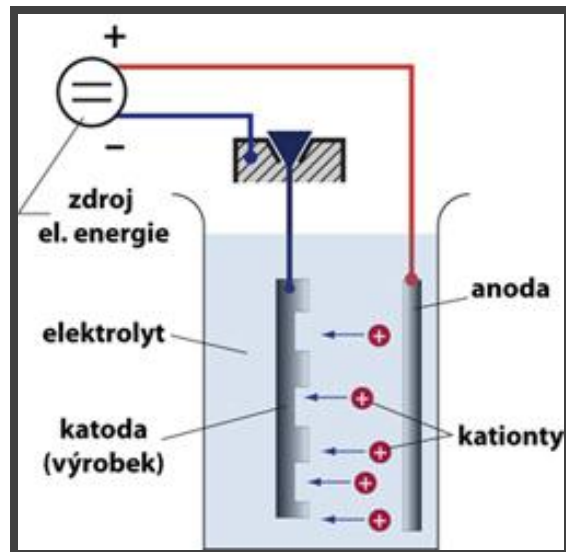
tující elektrické peci kde reakce probíhá je teplota 360 - 430 °C. Velkou výhodou je vznik povrchové vrstvy s význačnou antikorozi ochranou bez změny původních rozměru předmětu. Termodifuzní metoda se také vyznačuje bezkonkurenční odolností na otěr a velmi dobrým adhezním spojením vrstev, které se nevyznačuje loupáním ani praskáním vrstev. Tato metoda je jedna z nejúčinnějších na trhu, jen je limitována rozměry dílců. [11]

1.1.6 Chemické pokovování

Základem je vylučování ušlechtilejšího kovu na povrch kovu méně ušlechtilého, to dosáhne vlivem rozdílu potenciálů v roztoku, nebo vyredukováním kovu z jeho soli příslušným redukčním činidlem. Pro vytvoření vrstev se nejčastěji využívá měď, nikl, stříbro, zinek, zlato, chrom.

1.2 Galvanické pokovování materiálu

Také nazývaná jako elektrochemická pokovovací metoda, patří mezi jednu z nejpoužívanějších pokovovacích metod. Tento pokovovací proces se provádí v elektrolytu (roztok obsahující jednu nebo více solí daného kovu, popřípadě další ionty, díky nimž je umožněn průchod stejnosměrného proudu), do něhož je ponořena anoda a katoda. Anoda je ta část, která je vyrobena z toho kovu, který se nám bude nanášet na předmět zavěšený na katodě. Díky katodě se do elektrolytu přivádí stejnosměrný proud. Při průchodu proudem elektrolytem, dochází k usměrněnému pohybu iontů. Kationty s malým množstvím elektronů jsou přitahovány ke katodě a anionty jsou přitahovány opačné elektrodě, tedy k anodě. Díky tomu nám na dílci vzniká určitá tloušťka pokovovacího materiálu v řádu μm . [6]



Obr. 4 Princip galvanického pokovování

Před samotným galvanickým pokovováním musí dojít k před upravení daného dílce. Dílec je potřeba správně upravit, aby dosažený účinek pokovení byl co nejefektivnější. Správně před upravením zařídíme pomocí základních technologií a jejich kombinací.

- mechanické úpravy (např. omílání, leštění, otryskávání, kartáčování, broušení)
- chemické a elektrochemické úpravy (např. odmašťování organickými rozpouštědly, elektrochemické odmašťování, alkalické odmašťování, elektrochemické moření, chemické leštění, elektrochemické leštění)
- kombinace mechanických, chemických či elektrochemických úprav



Obr. 5 Disk motocyklu před a po o tryskání

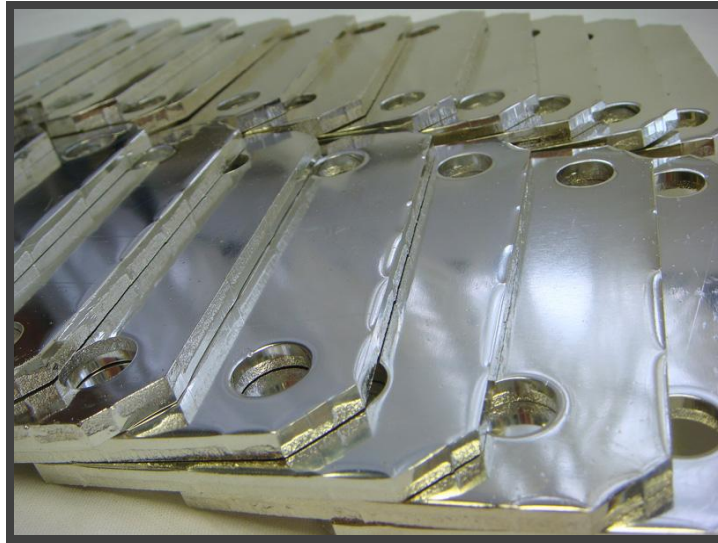
Druhy a množství před úprav hlavně závisí na kvalitě a způsobu povrchové vrstvy. Je zapotřebí si uvědomit, že každý proces se nám podepisuje do finálové ceny výrobku. Proto je nutné navrhnout takový druh před úpravy, aby nám příliš neprodražila výrobní proces, ale zároveň aby byla zachována dostačující kvalita povrchové vrstvy. Základní a u většiny dostačující proces před úprav začíná u očištění od hrubých nečistot a odmaštění součástí. Následuje elektrolytické čištění, moření a posledním krokem je samotné pokovování. Mezi každou lázní se ještě provádí teplé či studené oplachování. Ve finálové fázi se může provádět i sušení daných dílců, ty se mohou provádět ve vanových nebo odstředivých sušících zařízeních. [7]



Obr. 6 *Kompletní automatizovaná galvanická linka
na hromadné pokovování*

1.2.1 Cínování

Cín patří mezi nejčastěji používané kovy, kterým se pokovují kovové i nekovové povrchy. Vrstva cínu na dílci je 3 – 50 μm . Může být lesklý i matný vzhled. Pocínované dílce mají velice houževnatý povrch, proto jej můžeme tvarovat do různých tvarů. Také se vyznačují velice dobrou vodivostí a pájitelností. Díky ní můžeme spojovat i jinak nespojitelné kovy. Velké využití má v elektronickém a strojírenském průmyslu, z důvodu že pocínovaný povrch není toxický je hojně využíván i v potravinářském průmyslu. [9]



Obr. 7 Součásti pokovené cínovou vrstvou [9]

1.2.2 Zinkování

Pro svou dostupnost je povrchová zinková vrstva jedna z tradičních, která má velké využití v různých odvětvích. Její vrstva je nejčastěji 10 μm . Jehož povrch je houževnatý a měkký má velmi dobrou korozní odolnost. Následně se povrch může ještě chromátovat, což ještě vylepší odolnost zinkové vrstvy a dodá jí typický stříbrný nebo zlatý vzhled. Poté je i velmi vhodná jako základ pro organické nátěry. Využití tohoto povlaku je opravdu všestranné, ale nejvíce je zastoupen ve strojírenském a automobilovém průmyslu. [9]



Obr. 8 Ocelové dílce opatřené zinkovou vrstvou [9]

1.2.3 Chromování

Chromování rozdělujeme na měkké a tvrdé. Měkké chromování se využívá hlavně kvůli korozní odolnosti, za to tvrdé chromování se využívá především tam, kde je důležitá vysoká tvrdost, otěru vzdornost a samozřejmě i korozní odolnost. Pro tyto vlastnosti je tvrdé chromování využíváno pro různé aplikace. Vrstva povlaku je 5 μ m – 1mm. Velkou výhodou se dá považovat fakt, že můžeme nanášet i silné vrstvy chromu, což nám může velmi dobře posloužit při renovaci opotřebovaných částí. Své místo si určitě najde ve strojírenském, leteckém, automobilovém a dalším průmyslu. [9]



Obr. 9 Dílce opatřeny vrstvou chromu [9]

1.2.4 Eloxování

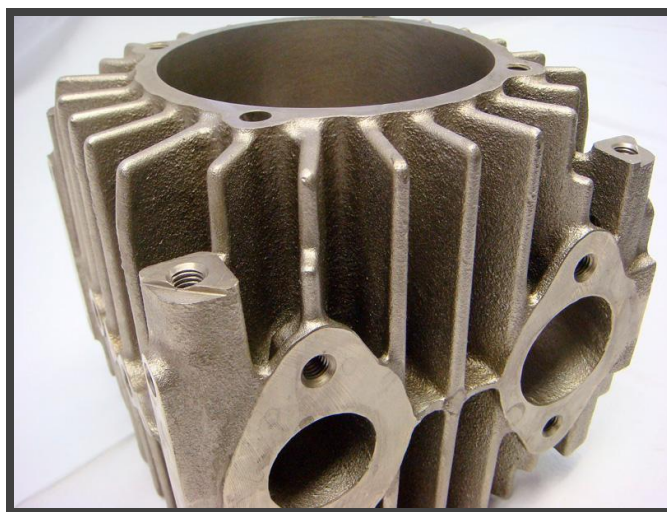
Také nazývané jako anodická oxidace, která se používá pro zvětšení tloušťky a hustoty přirozené vrstvy oxidu na povrchu kovu. Vrstva může být 5 až 20 μ m. Tento druh ochranné vrstvy se provádí jen na hliníkových dílcích, či na dílcích z jeho slitin. Po eloxování díl nabízí lepší přilnavost pro nátěry. Při anodické oxidaci je možno ochrannou vrstvu zbarvit pomocí organických barviv, škála barev může být veliká. Celý proces je velmi šetrný pro životní prostředí, protože anodizační proces je vlastně jen posílení samotné oxidace hliníku, takže neprodukuje těžké kovy ani jiné vedlejší produkty. Uplatnění je opět veliké, samozřejmě ve strojírenském, leteckém, automobilovém průmyslu a hojně také ve sportovním odvětví. Například v horolezectví pro odlišení různých komponentů ze slitin hliníku. [9]



Obr. 10 Hliníkové součástky, které prošly eloxováním [9]

1.2.5 Chemické niklování

Je auto-katalytická reakce, používaná k nanášení slitiny niklu a fosforu na daný materiál. Rozdíl mezi galvanickým procesem je ten, že u chemického niklování není zapotřebí elektrický proud k samotnému nanesení vrstvy. Tloušťka vrstvy je 3 až 80 μm . Velkou výhodou je především ta, že tloušťka niklu je rovnoměrná i na dílcích složitých tvarů. Nanášená vrstva má vysokou korozní odolnost díky své nízké pórovitosti. Dále může být i tepelně vytvrzena. Využití je opět velmi velké, od tradičních a nejnámějších odvětví až po potravinářský a lékařský průmysl, díky tomu že není toxický. [9]



Obr. 11 Část motoru pokovená vrstvou niklu [9]

2 Technologie povrchových úprav

Každý druh povrchových úprav se samozřejmě vyznačuje svou odlišnou technologií. Především u galvanického pokovování se jedná o velmi komplikovaný a precizní proces. Ale pokud je zvládnutý do své nejvyšší preciznosti, může být velmi efektivní a produktivní.

2.1 Způsob galvanického pokovování

Již v 19. století se začalo uvažovat o praktické využití galvanického pokovování v různých aspektech průmyslu. Řada pokusů přispěla k tomu, že známe galvanické pokovování takové, jaké ho známe dnes. Už dávno před tím se přišlo na pokovování železa mědí v roztoku, kde byla měď obsažena. Je tedy vidno, že základy galvanického pokovování byly postaveny na chemickém pokovování. Ale až přidáním střídavého elektrického proudu do tohoto procesu, dostalo toto technologické odvětví na vážnosti a to hlavně z toho důvodu, že ušlechtlejší kov se mnohem lépe snoubí s pokovovaným materiálem, tím pádem vznikají mnohem lepší vlastnosti dílce. Základní technologie je ruční galvanické pokovování, které má na starosti obsluha, ta ho sama ponořuje do různých lázní. Tato metoda se stále využívá, ale z důvodů malé produktivity práce se využívá jen ve výjimečných případech. Většina galvanického pokovovacího procesu přešla na zcela automatizovaný proces, který má značné výhody, jak v produktivitě práce, bezpečnosti, ale troufám si říct, že je dosti šetrná k životnímu prostředí, protože celá linka je taktéž spjata i s pračkami vzduchu a čističkami odpadních vod. Tak tedy způsoby galvanického pokovování se především dělí podle toho jakým kovem pokovujeme, ale tuto problematiku jsme si přiblížili už výše. Pro tento případ je pro nás hlavní, zda je pokovovací proces ruční či automatický . [7,13]



Obr. 12 Plně automatizovaná linka [13]

2.2 Ruční galvanické pokovování

Obsluha, která má tento proces na starosti, musí být především důkladně opatřena bezpečnostními prvky, aby nedošlo k zranění především poleptáním kyselinami. Tato obsluha má přípravek na kterém má zavěšen dílec, který je potřeba pokovit. Po předepsaných časových intervalech mění lázně do momentu, kdy je dílec pokoven. Z důvodu pokovování drobnějších dílců či pokovování rozměrnějších dílců, je tato metoda nepoužitelná.

2.3 Automatické galvanické pokovování

Tato technologie může být plně automatizována nebo jen částečně, záleží jakým způsobem se do celého procesu zapojuje lidský faktor. Do jaké míry je linka automatizována není zas zcela prvořadé, ale hlavní rozdíl je spočívá v tom, jak velké a jaké množství dílců se pokovují. Proto rozdělujeme následovně:

- Jednotkové galvanické pokovování
- Hromadné galvanické pokovování

2.3.1 Jednotkové galvanické pokovování

Podstata i princip je u obou stejný. Nad celou soustavou van s danými funkcemi, je zavěšena ocelová dráha, na které se pohybuje manipulátor. U Jednotkového galvanického pokovování je na manipulátoru uchycena vodící tyč, na které je zavěšen přípravek, na který se věší pokovovaný dílec, či více dílců. Celý tento komplet i vodící tyč se ukládá do takzvaných lužek, která jsou upevněna na vaně, přes která se přivádí stejnosměrný proud.



Obr. 13 Součástky upevněny na přípravku a zavěšeny na manipulátoru [13]

2.3.2 Hromadné galvanické pokovování

U hromadného galvanického pokovování je součástí manipulátoru galvanická jednotka, kterému se pro svůj válcovitý tvar říká jednoduše galvanický buben. Je to plastový rotující koš ve tvaru šestihranu. V našem případě jde o dva bubny vedle sebe. Celý princip práce při hromadném galvanickém pokovování v galvanické jednotce je následující. Galvanická jednotka se díky dopravníku vloží do vany s lázní a je upevněná v lůžkách. Pro přivedení stejnosměrného proudu mezi pokovované dílce slouží pružné katody, které prochází vně uložení a ložisek galvanické jednotky. Při sepnutí pružných katod v lůžkách začne lázní procházet elektrický proud. Následně pomocí pohybového aparátu začne celá galvanická jednotka rotovat kolem své osy a v bubnech dojde k pohybu pokovovaných dílců. Díky tomu se mezi všechny dílce snáze dostane elektrický proud, čímž i nanesená vrstva pokovovacího materiálu je rovnoměrnější. Po dokončení celého procesu je jednotka vyjmuta z lázně, kde pomocí mnoha děr na plášti bubnů odkapává lázeň zpět do vany. Galvanická jednotka se skládá z nosné ocelové konstrukce a plastových komponentů. Na nosné části je uložen pohybový aparát, který se skládá z motoru se šnekovou převodovkou, kde pomocí frekvenčního měniče dochází k změnám otáček. Pro úplnost, mohou být i menší bubínky, dokonce i na ruční obsluhu. [7]



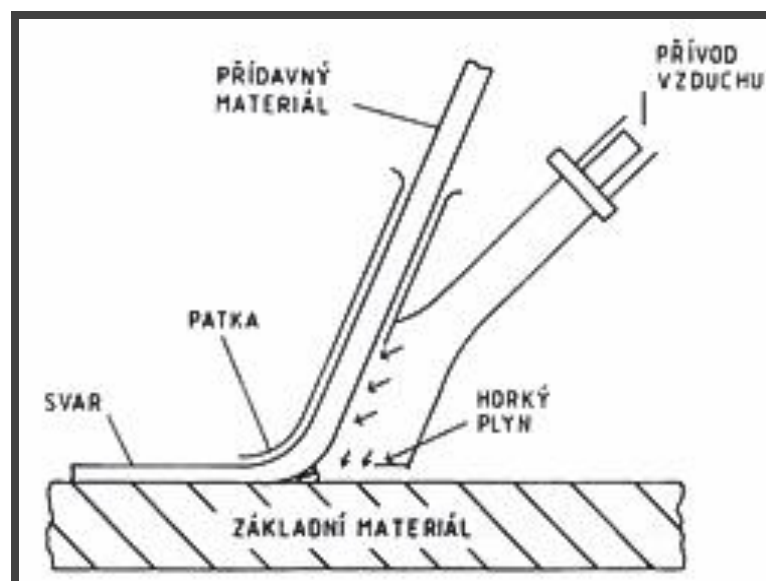
Obr. 14 Buben na hromadné pokovování opatřen upínkami [13]

2.4 Výroba galvanické jednotky

Plášť galvanické jednotky ve tvaru šestihranu se nejčastěji vyrábí ve dvou variantách. Tou první je, že se plášť bubnu naohýbá z jednoho kusu materiálu, proto je jeho výroba podstatně snazší, ale pro jeho nižší tuhost není příliš využívána.

Tedy druhou variantou je dílčí skládání z přesně nařezaných desek, které jsou na svých vrcholech vyztuženy lištou z podstatně hrubšího materiálu. Z obou stran je buben uzavřen přírubou, na které je dále přichyceno ozubené kolo, taktéž ze stejného plastu. Nebo přírubou už ve tvaru ozubeného kola, záleží na požadavcích. Jediná neuzavřená strana polygonu, je následně uzavřena plně vyjímatelnými dvířky, které jsou ještě zabezpečeny proti jejich otevření upínkami. Celá tato konstrukce je podstatně tužší a díky tomu může pokovit větší množství dílců.

Celá galvanická jednotka může být zhotovena buď mechanicky, svařovaná nebo jejich kombinací. Nejpoužívanější je svařování, to už vyplývá z celkové podstaty termoplastů. Stačí jen obě stykové plochy přivést do plastického stavu a pomocí tlaku je spojit. Po ochlazení vzniká pevný nerozebíratelný spoj. Dalším velmi častým spojováním je pomocí horkovzdušné pistole a extrudéru, kde jsou vyměnitelné trysky různých tvarů dle typu sváru a tvaru přivádějícího drátu, který nám plní prostor pro svár. [8]



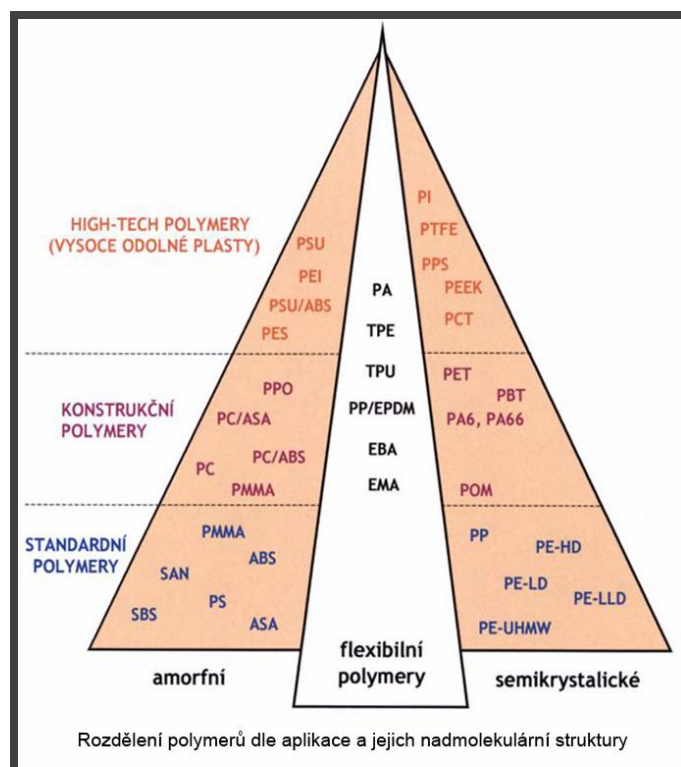
Obr. 15 Princip svařování plastu

3 Chemicky odolné Materiály

Pro galvanický průmysl jsou chemicky odolné materiály stěžejním konstrukčním prvkem, z důvodu moření součástí v různých kyselinách, jsou opravdu nezbytné.

3.1 Nejpoužívanější polymery

Polymery jsou hojně využívaným konstrukčním i spotřebním materiálem, a tak se s nadsázkou říká době, ve které žijeme, doba plastová. Je velké množství reaktoplastů i termoplastů, ale ne všechny jsou vhodné pro využívání v galvanickém průmyslu.



Obr. 16 Rozdělení nejpoužívanějších polymerů

3.1.1 Polymethylmethakrylát (PMMA)

Nejznámější pod názvem plexisklo, je syntetický a krásně čirý termoplast. Výroba se provádí takzvanou blokovou polymerací, kdy se tvaruje budoucí výrobek, proto se provádí ve formách ve tvaru výrobku. Využití hlavně pro výrobu organického skla a dalších výrobků pro domácnosti i technickou potřebu. V galvanickém průmyslu má hlavní využití na místech kde je potřebná viditelnost do jednotky nebo na za krytování manipulátoru. [12]

3.1.2 Polyamid 6 (PA6)

Zvaný jako silon. Tento plast se vyznačuje především pozoruhodnou pevností, tvrdostí a houževnatostí. Na druhou stranu nabízí pozoruhodné tlumící a kluzné vlastnosti. Je odolný proti otěru, palivům, olejům a rozpouštědlům. Má velmi pestré využití, napříč celým průmyslem, především se využívá na výrobu silonových vláken, z kterých se tkají různé tkaniny. V galvanickém průmyslu se tento polymer může taktéž využít, ale příliš se nepoužívá. [12]

3.1.3 Polyethylentereftalát (PET)

Termoplast patřící do skupiny polyesterů. Připravuje se polykondenzační reakcí s kyselinou teraftalvou. Tento polymer známe především jako obalový materiál a to hlavně jako obal na nápoje zvané PETLAHVE. Velmi hojně se také využívá k výrobě vláken s malou navlhavostí a nemačkovostí, ale v galvanice se nevyužívá. Jeho velkou výhodou je také výborná mechanická recyklace. [12]

3.1.4 Polybuten (PB)

Semikrystalický termoplast ze skupiny polyolefinu (PP, PE). Je schopný velmi dobrého spojení a má výbornou odolnost proti tlaku při zachování pevnosti v celém rozsahu provozních teplot. Vynikající pro rozvody pitné vody. V galvanickém průmyslu se využívá na přívod a odvod vody, která je taktéž důležitá pro celý technologický postup. [12]

3.1.5 Polypropylen (PP)

Je to termoplastický polymer a patří do skupiny polyolefinů. Je to jeden z nejpoužívanějších plastů. Při 140 – 150 stupňů Celsia měkne a kolem 160 – 170 stupňů Celsia se taví. Nízké teploty ho dělají křehčím. Může být jak v měkčené podobě, tak i v tuhé, záleží na využití. Může být ve všech různých odstínech, ale i čirý. Vyniká velmi dobrou mechanickou a chemickou odolností. Je odolný vůči organickým rozpouštědlům, olejům a alkoholům, naopak je snadno rozpustitelný v tetrahydronaftalenu a xylenech. Jeho zpracovatelnost lze projevit snad všemi postupy (vytlačováním, válcováním, vstřikováním, vyfukováním atd.). Jeho velké uplatnění je například jako izolant elektrických kabelů v málo větrných prostředích. Polypropylen při hoření neprodukuje velké množství kouře a žádné toxické halogenuhlovodíky, které by za vysokých teplot mohly přispět ke vzniku různých kyselin. Jeho nízká hustota a hmotnost je využitelná také na výrobu lan, sáčku a obalového

materiálu. Využití tedy najde ve strojírenském, leteckém, potravinářském, automobilovém, zdravotnickém a dalším průmyslu. V galvanickém průmyslu se taktéž využívá na přívod a odvod vody, ale hlavně na výrobu dalšího příslušenství, což jsou například vany, pračky vzduchu i kapalin, odsávací zařízení, vzduchotechnika a mnoho dalších. [12]

3.1.6 Polyvinylchlorid (PVC)

Je to termoplastický polymer. Vyrábí se polymerací vinylchloridu a použitím katalyzátoru na bázi volných radikálů už od roku 1935. V ideálním případě obsahuje molekula PVC uhlíkový řetězec, ale s atomem chloru na každém druhém uhlíkovém atomu. Ke zpracování se musí dále mísit buď to se změkčovadly, stabilizátory, mazivy a modifikátory, které se za určitých podmínek mohou uvolňovat, což není úplně nejlepší pro životní prostředí ani člověka samotného, ale i přesto je PVC jeden ze tří nejvyužívanějších termoplastů na světě. Příčinou jeho masového rozšíření je jeho velká schopnost zpracování, snad všemi různými způsoby od vytlačování až po vyfukování. Proto využití PVC je opravdu veliké. V galvanickém průmyslu má stejné využití jako polypropylen. [12]

3.1.7 Polyethylen (PE)

Rozlišujeme hlavní dva druhy PE-LD (s nízkou hustotou) a PE-HD (s vysokou hustotou). Hlavně druhý jmenovaný má vysoký stupeň krystalicity, což tento termoplast dělá vysoce chemicky odolným polymerem, jak ohledně kyselin, zásadám, tak i rozpouštědly. Polyethylen je použitelný do 80 stupňů Celsia. Nejčastěji se zpracovává vytlačováním, vstřikováním a vyfukováním. Polyethylen je nejvíce požívaným polymerem vůbec a je zněj možno vyrobit téměř vše: obalový materiál, armatury, kluzná ložiska, ozubená kola, sáčky, hračky, textilní vlákna, elektrotechnická izolace atd. Proto i v galvanickém průmyslu najde velké uplatnění. [12]

3.1.8 Polyvinylidenfluorid (PVDF)

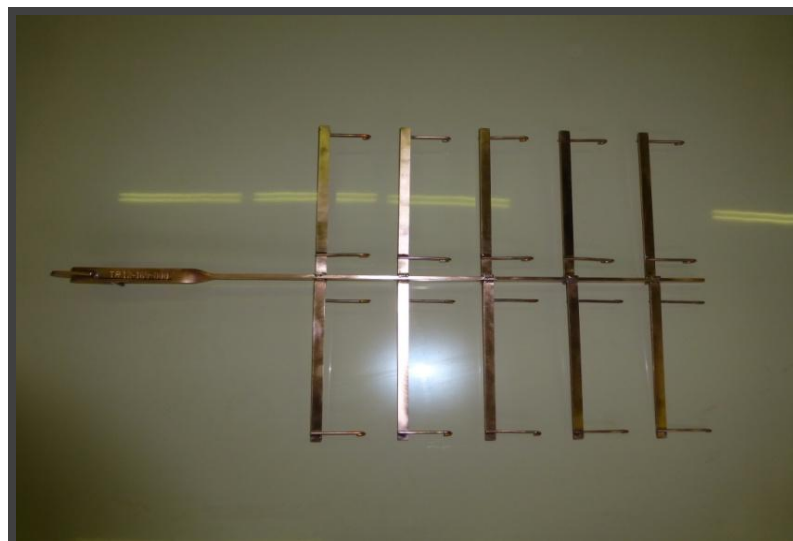
Tento polymer je jeden z nejodolnějších polymerů které existují, proto i jeho cena je vyšší než u běžných plastů. Je to opravdu vysoce krystalický termoplast s vynikajícími mechanickými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Může se také pyšnit velkou odolností vůči UV záření, otěruvzdorností, houževnatostí atd. Nejčastěji se využívá v chemickém, galvanickém průmyslu a farmacii, pro rozvody super čistých medií a kyselin. [12]



Obr. 17 Zařízení pro určení množství a rychlosti toku vody, opatřené pro přesnost vstupem, vnitřkem a výstupem z PVDF

3.2 Odolné kovové materiály

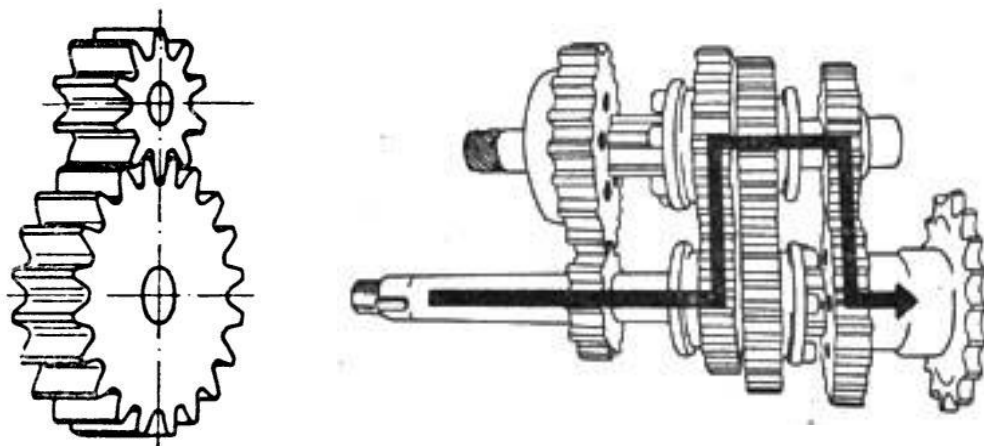
Velmi důležitým aspektem v galvanickém průmyslu jsou i odolné kovové materiály. Z toho nejvíce využívaným patří ušlechtilé obohacené oceli a různé legující prvky. Také hliník, slitiny hliníku, měď, titan a další.



Obr. 18 Měděný přípravek na zavěšování součástí pro jednotkové pokovování [13]

4 Ozubené převody

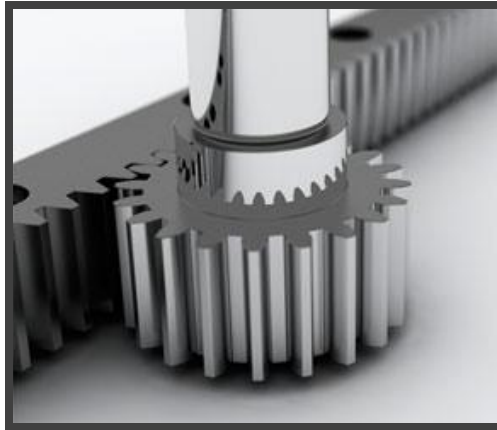
Předchůdce ozubených převodů existovaly ve vzdálené minulosti, například u mlýnských kol či u starých hodinových strojů. Rozhodně to nebyly takové ozubené převody, jak je známe dnes. Ozubené převody jsou základní konstrukční součástí převodovek a mnoha dalších strojů. Ozubená kola se nejčastěji vyrábějí z kvalitních ocelí, plastů ale i z jiných materiálů. Převod ozubenými koly může být jednoduchý nebo složený. Jednoduchý převod se vyznačuje dvěma vzájemně zabírajícími koly, také se nazývá jako jednoduché soukolí. Složený převod se nazývá takový převod, kdy je v záběru více dvojic ozubených kol, říká se mu také složené soukolí. [1]



Obr. 19 Jednoduchý a Složený převod [1]

4.1 Funkce ozubených převodů

Ozubený převod přenáší otáčivý pohyb a mechanickou energii z jednoho hřídele na druhý a to bez skluzu. Využívá se především pro převody se stálým převodovým poměrem a s malou osovou vzdáleností mezi hřídeli. Zvláštním případem je ozubené kolo a hřeben, kde se ozubené kolo odvaluje po hřebenu, tento druh našel využití například u hřebenového zvedáku, či u obráběcích strojů, kde se pomocí nich řídí posuvy. Tento druh převodu se vyznačuje především velkou účinností, životností, spolehlivou funkcí a jednoduchou obsluhou. Dvě spolu zabírající ozubená kola tvoří soukolí, kde je hnací to kolo, které předává kroutící moment, kterému se v praxi říká pastorek. [1]



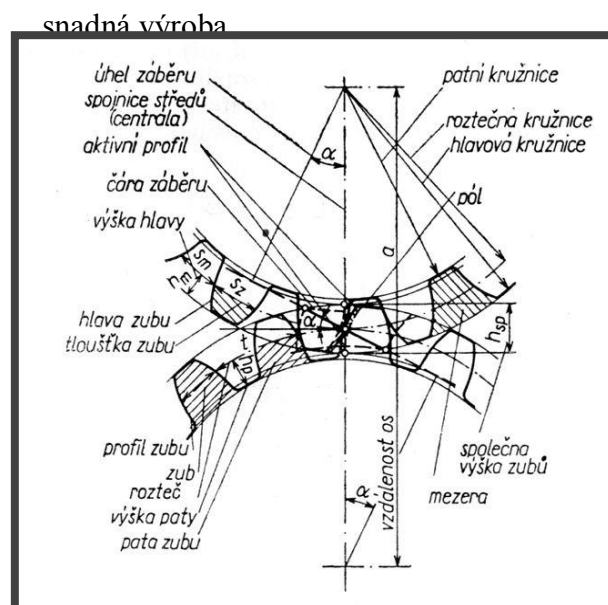
Obr. 20 Kolo a hřeben

4.2 Rozdělení kol

Kola ozubených převodů se rozdělují dle mnoha aspektů. Neznámější rozdělení jsou: Tvarem křivek tvořící profily zubů, dle odvalování, podle tvaru boční křivky, průběhem zubů a další.

4.2.1 Dle tvaru křivek tvořících profily zubu

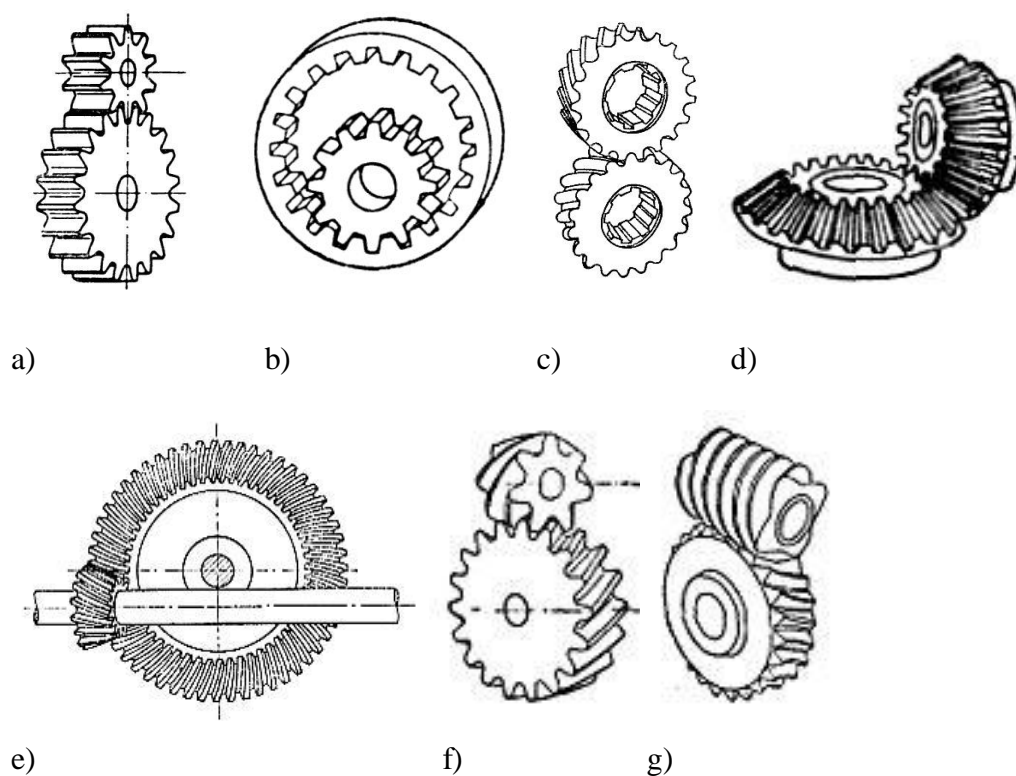
- cykloidní – tento druh zubu se vyznačuje menším opotřebením i menší ztrátou třením než je u ozubení evolventního, ale jeho výroba je náročnější
- evolventní – u něhož činná část boku zubu má tvar evolventy



Obr. 21 Důležité pojmy běžného evolventního ozubení

4.2.2 Rozdělení dle odvalování

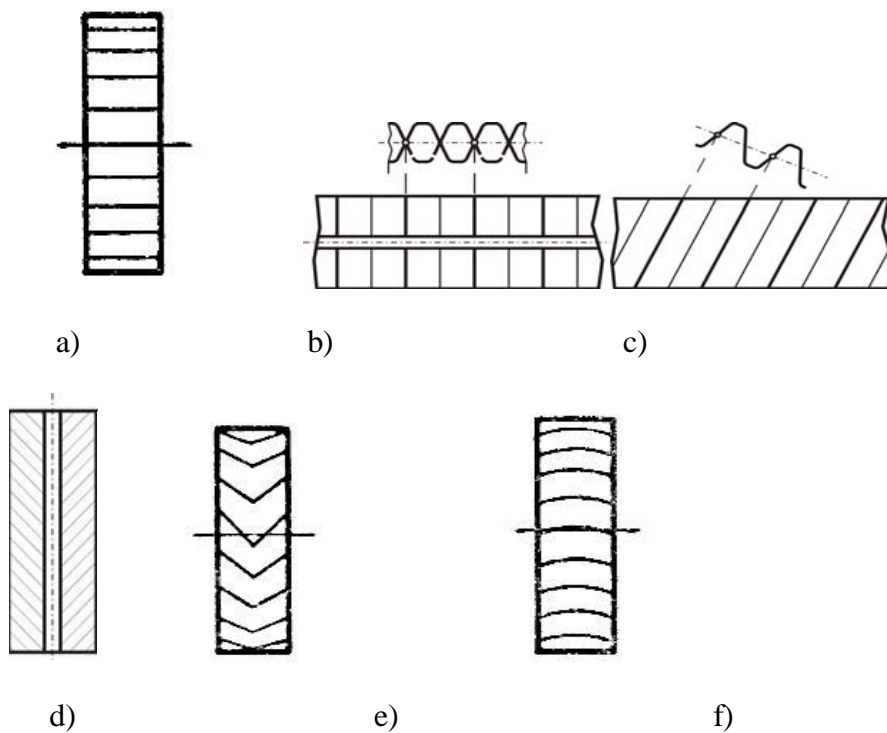
- a) Čelní soukolí s vnějším ozubením: osy soukolí jsou rovnoběžné, boky zubů spolu zabírajících kol se po sobě odvalují
- b) Čelní soukolí s vnitřním ozubením: platí to samé, je odvalování se děje vně hnaného kola
- c) Čelní soukolí se zakřivenými zuby: osy spolu zabírajících kol jsou rovnoběžné a boky zubu se po sobě pouze odvalují
- d) Kuželové soukolí s přímými zuby: boky zubu se po sobě pouze odvalují a osy spolu zabírajících kol jsou různoběžné
- e) Kuželové soukolí se zakřivenými zuby: boky zubu se po sobě pouze odvalují a osy spolu zabírajících kol jsou v tomto případě také různoběžné
- f) Šroubová soukolí: u tohoto druhu soukolí se boky zubů spolu zabírajících kol po sobě odvalují, ale i současně posouvají
- g) Šnekové soukolí: zvláštní případ šroubového soukolí, kde zuby pastorku vystřídá jeden souvislý závit. Šnek může mít válcový tvar nebo globoidní, šnekové kolo je převážně globoidní.



Obr. 22 Rozdělování dle odvalování

4.2.3 Rozdělení dle tvaru boční křivky

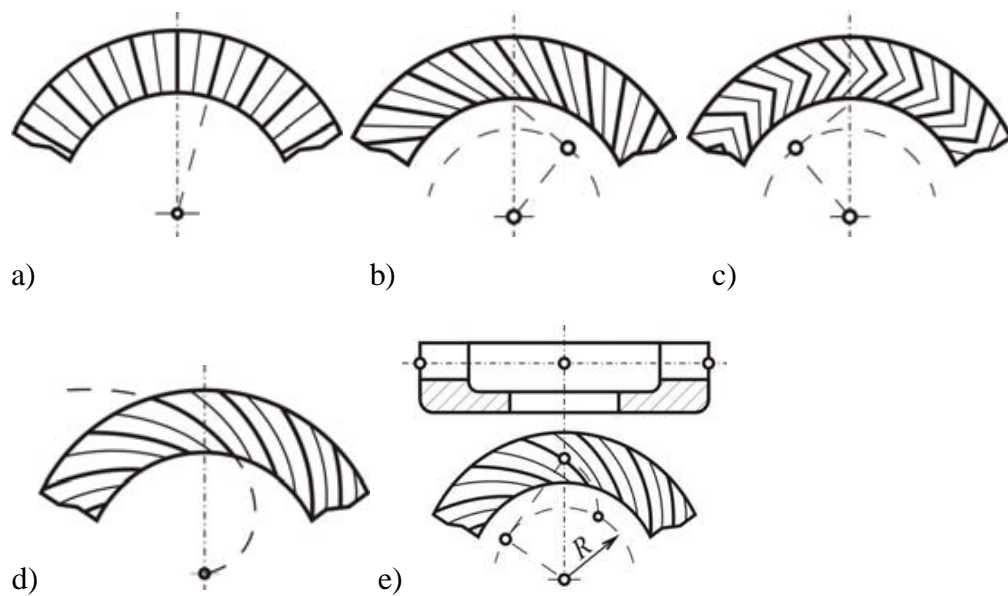
- U soukolí s čelními zuby máme tyto druhy:
 - a) Čelní kola s přímými zuby: výrobně jednoduchá, nevzniká axiální síla, zub jde celý do záběru, hned je zcela zatížen a to se projevuje rázy
 - b) Čelní kola se stupňovitými zuby: u tohoto druhu kol rázové účinky přetrvávají jen jsou podstatně menší, což je způsobeno dvěma stejnými koly, které jsou vůči sobě pootočena o polovinu zubové rozteče
 - c) Čelní kola se šikmými zuby: tento typ kol je míjivě zatížen, což znamená, že zub kola se dostává do záběru a také vychází ze záběru postupně. Zatížení u tohoto druhu je jak radiální, ale také i axiální.
 - d) Čelní kola s dvojnásobně šikmými zuby: eliminují axiální síly
 - e) Čelní kola se šípovými zuby: podobný typ jako předešlý, jen bez dělicího zápi-
chu
 - f) Čelní kola s kruhovými zuby: mají plynulý náběh zatížení vhodné pro přenášení extrémních výkonů



Obr. 23 Rozdělení dle tvaru boční křivky u soukolí s čelními zuby

- U soukolí s kuželovými zuby máme tyto druhy:

- Kuželová kola s přímými zuby: základní tvar kuželových kol, jednoduchá výroba
- Kuželová kola se šikmými zuby: výhodné z důvodu, postupného náběhu zatížení zuby
- Kuželová kola se šípovými zuby: mají také postupný náběh zatížení zuby, dále se projevují větší pevností zubů
- Kuželová kola se spirálními zuby: vyšší pevnost zubů, výborné kinematické vlastnosti
- Kuželová kola s paloidními zuby
- Kuželová kola s eloidními zuby



Obr. 24 Rozdělení dle tvaru boční křivky u soukolí s kuželovými zuby

5 Shrnutí teoretické a cíle praktické části

V teoretické části bylo popisováno technické odvětví povrchových úprav. Snahou bylo nastínit nejčastější druhy povrchových úprav, nanášení vrstvy – nekovové, žárové pokovování, metalizace, termomodifuzní metoda a chemické pokovování. Ale především bylo rozebíráno odvětví galvanického pokovování, od jeho podstaty až po rozdělení dle určitých fragmentů. Další kapitoly se vztahovaly k dané problematice, převážně se popisovaly odolné materiály pro galvanický průmysl a ozubené převody.

Praktické část je zaměřena na modernizaci a vylepšení pokovovacího dvoj-bubnu pro hromadné galvanické pokovování, která se provádí v kooperaci s firmou KF- NOVODUR. Cílem bakalářské práce je, vylepšení či upravení galvanické jednotky pro hromadné pokovování. Důvodem této modernizace, je nedostatečné zabezpečení elektronických a mechanických součástí jednotky, při provozu ve velmi agresivním prostředí. Modernizace se může týkat jak konstrukční stránky věci, tak i technologické.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 Průzkum trhu

Na tuzemském trhu je poměrně velké množství firem, které se zabývají galvanickým průmyslem. Samotné pokovování, leptání, moření a další, můžou být i součástí více důmyslných linek, kde galvanická část může být jen jednou z mnoha prováděných operací navazujících za sebou.

Firem věnující se výrobě techniky pro galvanický průmysl existuje v České republice méně než například v Německu. Ale na místní trh je nabídka firem poměrně velká, každá z nich si chrání své know-how a panuje mezi nimi značná rivalita. Řada českých firem směřuje svůj export do sousedních zemí, jako jsou například Německo, Rakousko či Slovensko. Velké množství vývozu techniky pro galvanický průmysl směřuje především do zemí bývalého Sovětského svazu, jako jsou například Rusko, Bělorusko a Ukrajina, kde galvanický průmysl zažívá velký krok ku předu.

6.1 Některé tvůrčí firmy v oboru galvanotechniky

Jednou z velmi respektovaných firem pro výrobu nejen galvanické techniky je Aquacomp hard. Stejně jako firma KF- NOVODUR má své sídlo v Ledči nad Sázavou a obě vznikaly v době, kdy se odlučovaly různé výrobní divize od jedné z největších tuzemských fabrik svého druhu Kovofiniš KF. Aquacomp hard je velkým hráčem na poli firem vyrábějící zařízení a linky pro galvanický průmysl, jeho hlavním odběratelem se stávají právě velké závody z bývalého Sovětského svazu. Produkt téhle firmy je velmi inspirativní do další práce, hlavně díky uskutečnění jejich velkých zakázek.

Další z předních firem je J.V.Š, s.r.o z Postřelmovy, na severní Moravě. Tato firma se zabývá svařováním plastů a dodávkami techniky pro galvanický průmysl. Dále se zabývá realizací a montáží galvanických linek, hlavně ale vyrábějí nádrže a pokovovací bubny.



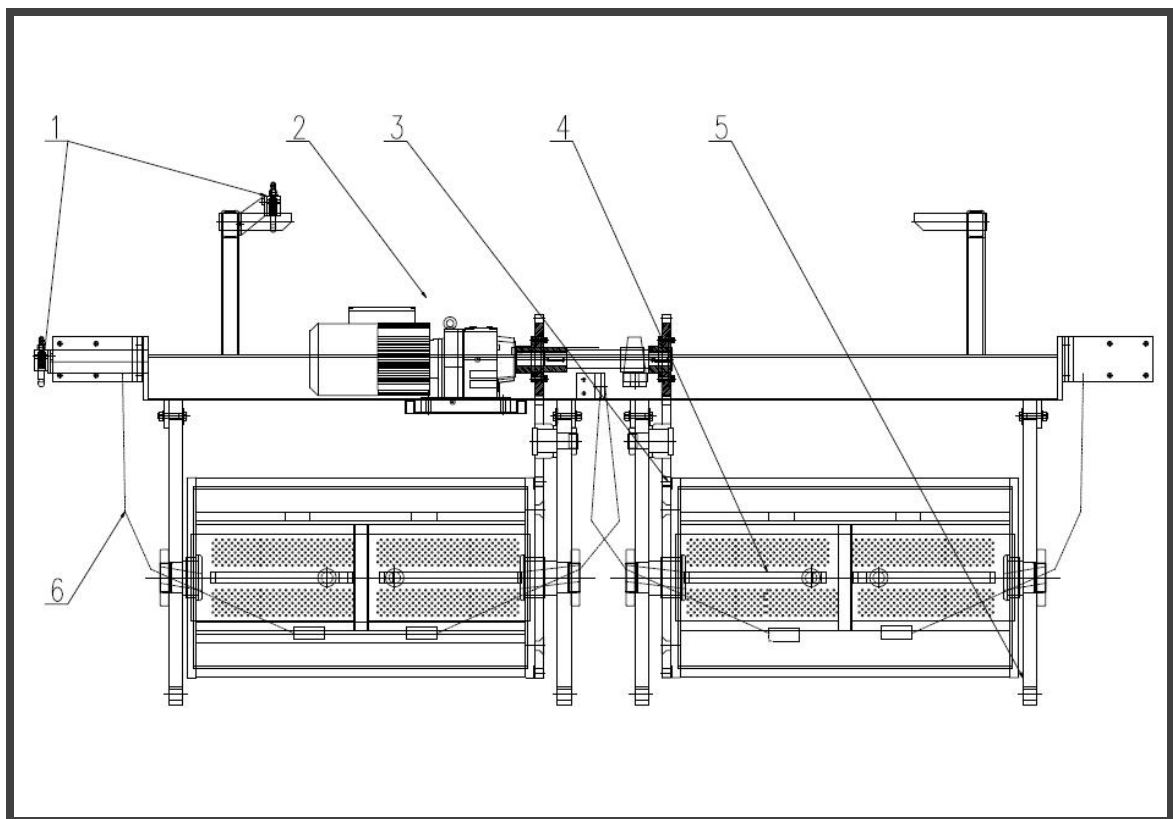
Obr. 25 Výrobní hala vybavena veškerou galvanotechnikou od firmy Aquacomp hard, sestavena do tří automatizovaných linek



Obr. 26 Řešení galvanické jednotky pro hromadné pokovování od firmy J.V.Š. Jednoduchá střecha jednotky, bez krytu proudových rozvodů, ale velmi dobré a oblíbené řešení přídržovače katod

7 analýza současného stavu

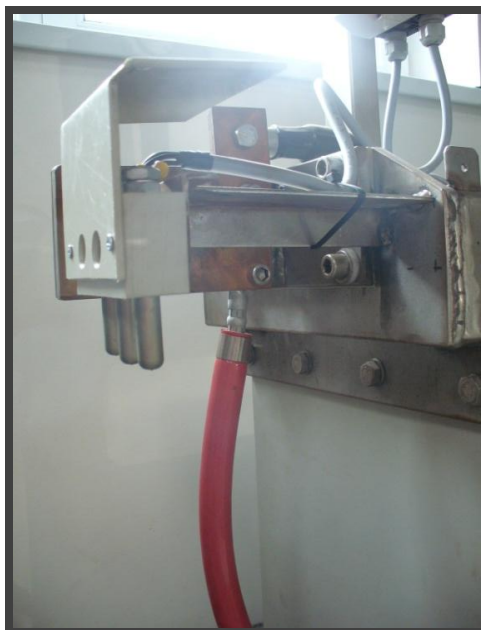
Současný stav pokovovacího agregátu pro hromadné pokovování není plně optimální, i když je schopen plně vykonávat svou úlohu. Optimální není především díky pracovním podmínkám, které jsou ve velmi agresivním prostředí. Mechanické a elektrotechnické součásti nejsou dostatečně chráněny. Agresivní prostředí není jedinou problematikou, dalším nedostatkem je například nedostatečné zabezpečení vně soukolí při vniku cizího tělesa nebo mechanické opotřebování upínek. Na pokovovacím agregátu pro hromadné pokovování tzv. dvojubnu, je dohromady šest problematik k řešení. Každá z nich je naznačena pozicí na náčrtku. Úkolem je vytvořit návrh či řešení a případně i výrobní dokumentaci pro realizaci daných vylepšení.



Obr. 27 Naznačení problematik na pokovovacím agregátu [13]

7.1 Kryt pro proudové rozvody

Proudové rozvody nejsou dostatečně chráněny v agresivním prostředí a ani proti střetu s jiným předmětem, spoje s kabely jsou velmi odhalené. Úkolem je navrhnout nové kryty pro proudové rozvody s větším měřítkem ochrany .



*Obr. 28 Starý kryt proudového rozvodu
s malým potenciálem ochrany [13]*

7.2 Stříška pokovovací jednotky

Stávající galvanické jednotky pro hromadné pokovování se dělají jen s velmi prostou stříškou někdy i bez ní. Proto námitka od klienta byla velmi trefná a začalo se s realizací stříšky nad celou pokovovací jednotkou a následně má být opatřena uzavíratelným montážním otvorem. Tato stříška slouží jako ochranný prvek pohybové jednotky a proudových rozvodů.



Obr. 29 Pokovovací dvojbuben bez horní stříšky [13]

7.3 Kryt soukolí

Soukolí, které předává krouticí moment z pohonné jednotky, není chráněno před vnikem cizího tělesa. Kryt soukolí bude mít i pozitivní vliv k ochraně obsluhy pokovovacího agregátu. Úkolem je navrhnout částečný kryt pro soukolí galvanické jednotky.



Obr. 30 Obnažené soukolí [13]

7.4 Upínky

Upínky jsou používány v páru na jeden buben a každá upínka fixuje jedno dvířko. Funkce upínek je velmi důležitá, poněvadž při rotaci dílců v bubnu, je v určitý moment všechna tíha dílců směřována právě na dvířka a bez jejich použití by hrozilo vysypání dílců do galvanické lázně. Tyto upínky jsou nasazovány a vyjímány obsluhou, jejichž častou manipulací dochází poměrně rychlému roztáhnutí či úplnému zlomení upínky. Úkolem je se pokusit navrhnout upínku, která by nepodléhala tak rychlé destrukci, buďto konstrukčně nebo technologicky.



Obr. 31 Stávající upínka [13]

7.5 Rozpěrná tyč a matice

Rozpínací tyč slouží k zafixování tuhosti galvanické jednotky, k potřebě jsou čtyři tyče a osm matic. Úkol spočívá v nahrazení její ocelové varianty, pokryté smršťovací bužirkou, polypropylenovou náhradou včetně matic.

7.6 Přidržovač katod

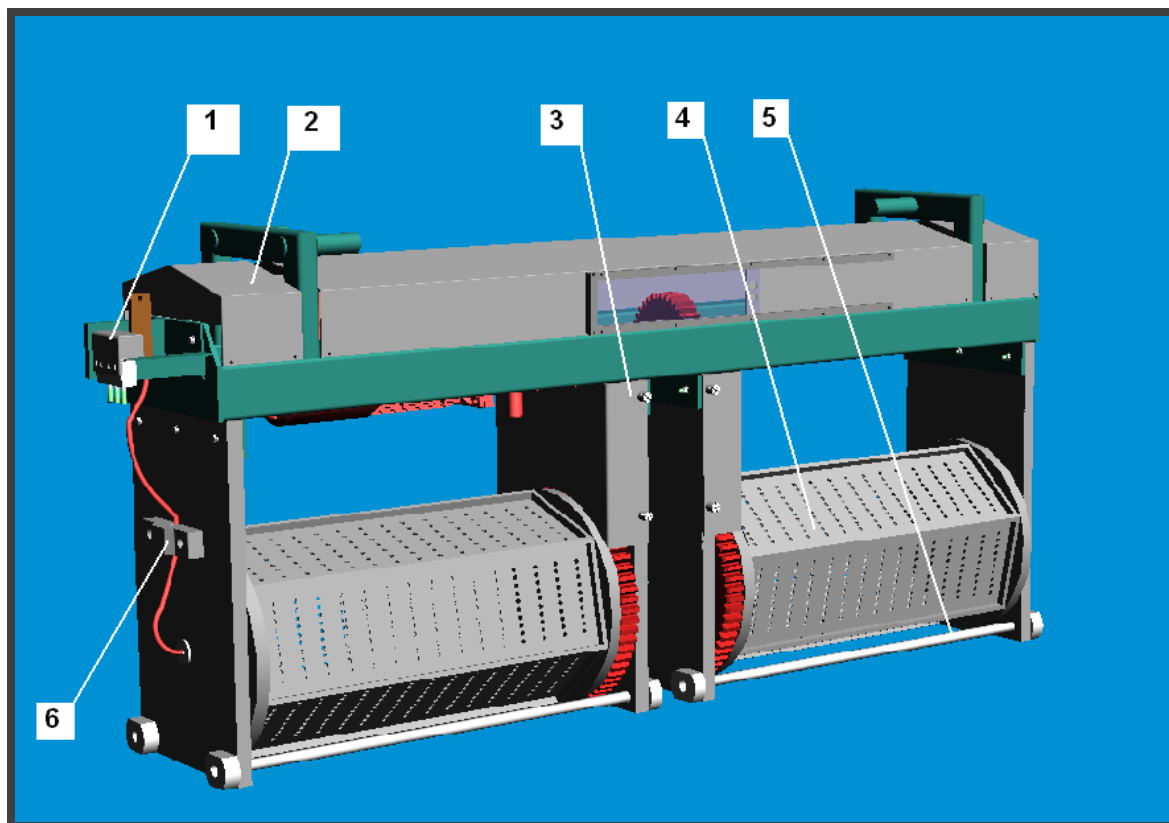
Přidržovač by měl zafixovat katody v bezpečnější pozici při manipulaci s galvanickou jednotkou.



Obr. 32 Volně visící katoda [13]

8 Návrh úpravy současného stavu

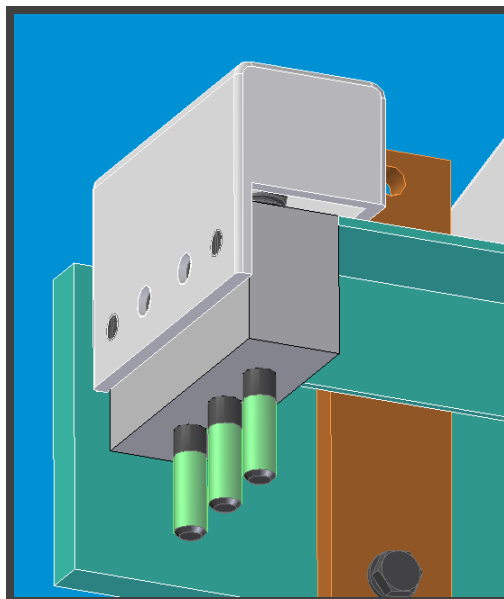
Úpravy jsou řešeny takovým způsobem, aby výroba daných dílců či jejich realizace byla co nejsnazší a ekonomicky výhodná. Proto bylo snahou se inspirovat i u zkušenějších konkurenčních firem, aby daný úsudek a řešení byly co nejúčinnější.



Obr. 33 Návrh úprav na galvanickém agregátu pro hromadné pokovování

8.1 Kryt pro proudové rozvody

Kryt pro proudové rozvody je navržen tím způsobem, aby co nejdůmyslněji zakrýval obnažené proudové spoje. Spoje jsou tím více chráněny před vnikem kapalně či plynně fúze kyseliny a také před nechtěným vnikem obsluhy.



Obr. 34 Návrh o krytování proudových rozvodů

8.2 Stříška pokovovací jednotky

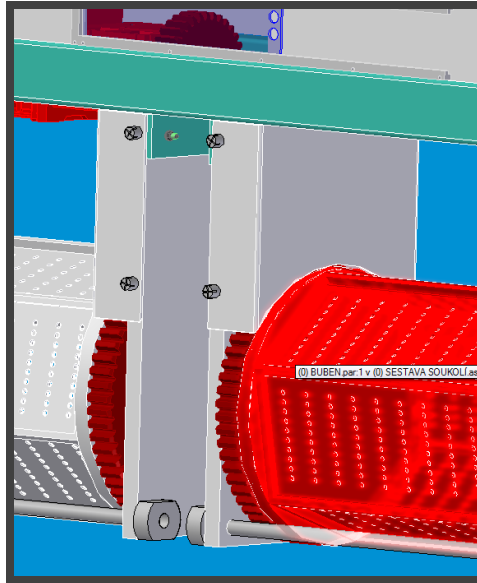
Stříška velmi funkčně zakrývá celý vršek pokovovací jednotky, díky ní jsou rozvody i pohonná jednotka velmi dobře chráněny v agresivním prostředí a proti vniknutí cizího tělesa. Celá stříška se skládá ze dvou bočních stříšek a prostřední stříškou opatřenou posuvným montážním okénkem.



Obr. 35 Návrh vrchní stříšky celé pokovovací jednotky

8.3 Kryt soukolí

Kryt soukolí je navržen tím způsobem, aby dokonale kryl nejrizikovější prostor proti vniknutí cizího předmětu a tím také předcházet například zranění obsluhy. Kryt zakrývá obě místa, kde se po sobě odvalují kola ozubení a je upevněn do jedné z bočních bubnu.



Obr. 36 Řešení krytu soukolí

8.4 Upínky

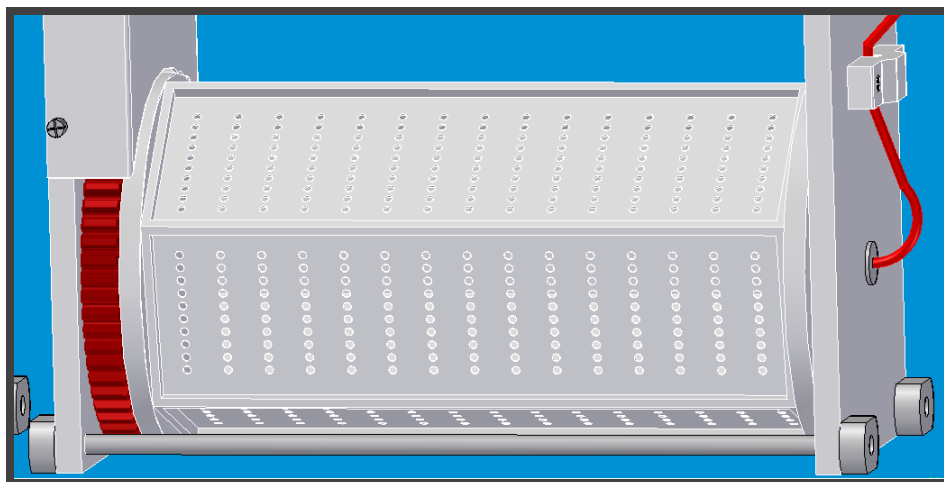
Konstrukce upínek a vůbec konstrukce otevírání je velmi specifická a používaná více firmami co se zabírají výrobou galvanických agregátů. Proto i upínka má svůj daný tvar, který je přesně navrhnout dle tvaru bubnu a z toho důvodu je obtížné vymyslet jiné konstrukční řešení. Navíc na vliv životnosti upínek mohou mít vliv i další fragmenty jako například, vyhřívaná pokovovací lázeň, druh materiálu a především technologie výroby upínky. Z ohledání problému vyplynulo že, konkurenční firmy vyrábějí upínky technologie vstřikováním polymeru na vstřikovacích strojích, kdežto stávající firma vyrábí upínky vyřezáváním vodním paprskem z profilu. Při porovnání těchto dvou upínek v praxi, vycházejí za mnohem spolehlivější a životnější upínky vyrobené vstřikovací metodou, i když jsou obě z polyetylenu. Návrh řešení by mohl být ten, že by se polyetylen nahradil za jiný účinnější polymer s lepšími mechanickými vlastnostmi. Ale úplně nejlepším řešením by bylo, vyrábět upínky osvědčenou vstřikovací metodou.

| POLYMER | Modul pružnosti v tahu [MPa] | Mez pevnosti [MPa] |
|---------|---------------------------------|-----------------------|
| PE-HD | 700- 1000 | 20-30 |
| PP | 1100-1300 | 21-37 |
| PVC | 2400-4200 | 40-60 |
| PA6 | 1200-1400 | 70-85 |
| PVDF | 2000-2400 | 54 |
| ECTFE | 1500-1600 | |

Tab.1 Mechanické vlastnosti dostupných polymerů

8.5 Rozpěrná tyč a matice

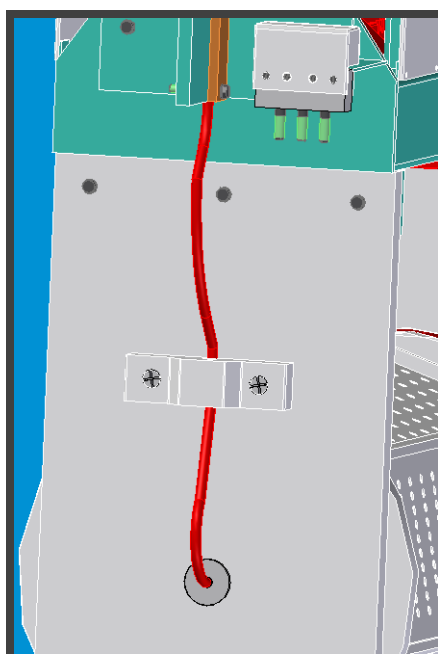
Rozpínací tyč a matice jsou nově navrženy celé z polypropylenu namísto ocele. Tento typ rozpěrných tyčí a matic, bude dostatečně tuhý a nebude podléhat korozi nebo jiné degradaci.



Obr. 37 Řešení rozpínací tyč a matice

8.6 Přidržovač katod

Díky přidržovači katod nejsou katody vystaveny případnému zavadění či zachycení o vanu či lůžko a nedojde následnému vysunutí katody z bubnu.



Obr. 38 Řešení přidr-
žovače katod

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce byla modernizace pokovovací galvanické jednotky. Celá galvanická jednotka je součástí linky na pokovování a její prostředí, je díky chemikálií ve kterých se provádí celý galvanický proces, velmi agresivní.

V teoretické části se popisovaly druhy pokovovacích technologie, především se zdůraznila metoda galvanického pokovování a její další členění. Taktéž se řešila záležitost odolnosti materiálu pro galvanický průmysl. Taktéž se popisovala i problematika ozubených převodů, které mají také velkou spojitost s galvanickou jednotkou.

V praktické části se nejprve prozkoumával trh. Analyzoval se stav pokovovací galvanické jednotky. Upozorňovalo se na nedostatky, které pokovovací jednotka měla a popisovaly se výhody, které by modernizace měla přinést. Především se v praktické části navrhovaly nové či vylepšené díly a opatřovaly se výrobní dokumentací. Dané díly mají za úkol pokovovací jednotce, zlepšit ochranu svých elektronických a mechanických součástí ve velmi agresivním prostředí, ale také učinit pokovovací jednotku bezpečnější pro obsluhu.

Výsledkem je návrh určitých součástí doložených výrobní dokumentací, pro jejich následné vyrobení a uplatnění v praxi, aby galvanická jednotka na pokovování byla chráněna před vnějšími vlivy, ale především aby obsluha byla ochuzena o co nejvíce rizikových míst.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [2] ŘASA, J.; GABRIEL, V. *Strojírenská technologie 3. Metody, stroje a nástroje pro obrábění*, 2.vyd.; Scientia: Praha, 2005. ISBN 80-7183-337-1
- [2] Nikol Majerová, *Technologie povrchových úprav kovových materiálů proti korozi*. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav chemie, (2010), Bakalářská práce.
- [3] Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.; Ing. Romana Lamborová, *Základy výrobních procesů, Výrobní technologie zpracování kovů*, UNIVERZITA Tomáše Bati ve Zlíně, 2007.
- [4] TECHNOLAK,s.r.o.,*Technologie práškové lakovny* [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z WWW:< <http://www.technolak.cz/technologie.html>>
- [5] Ing. Zdeňka Havránková, *Žárové zinkování ponorem, základní informace pro uživatele* [online]. [cit. 2012-05- 12]. Dostupné z WWW:<<http://www.acsz.cz/clanek/zarove-zinkovani-ponorem-zakladni-informace-pro-uzivatele/>>
- [7] MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. Vysoká škola Báňská Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 1995. Vydání první. 151s. ISBN: 80-7078-267-6.
- [8] LOYNDAM – Šponer, V. – Ondráček, L. *Svařování termoplastů*. Uno Praha s.r.o.,2001. Vydání první. 496s. ISBN: 80-238-6603-6.
- [9] BOMEX–CZ s.r.o. [online]. [cit. 2012-12-12]. Dostupné z WWW:<<http://bomex.cz/>>
- [10] VÁGNER COLOR,s.r.o. [online]. [cit. 2012-22-12]. Dostupné z WWW:< <http://www.vagnercolor.cz/>>
- [11] ALPHA Union, spol s.r.o.[online]. [cit.2013-12-1]. Dostupné z WWW:< <http://www.alphaunion.cz/>>
- [12] GOTTFRIED W.EHRENSTEIN, *Polymerní kompozitní materiály*.
- [13] KF–NOVORUR, s.r.o. *Interní materiály*

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**Symbol Význam symbolu**

| | |
|---------------|----------------------------|
| μm | Mikrometr |
| PMMA | Polymethylmethakrylát |
| PA6 | Polyamid 6 |
| PET | Polyethylentereftalát |
| PB | Polybuten |
| PP | Polypropylen |
| PVC | Polyvinylchlorid |
| PE | Polyetylen |
| PE-LD | Polyetylen nízko hustotní |
| PE-HD | Polyetylen vysoko hustotní |
| PVDF | Polyvinylidenfluorit |
| ECTFE | Etylén chlortrifluoretylén |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| <i>Obr. 1 Práškovací kabina s příslušenstvím</i> | 14 |
| <i>Obr. 2 Žárové pokovování v praxi</i> | 15 |
| <i>Obr. 3 Nanášení ochranné vrstvi pomocí metalizace</i> | 15 |
| <i>Obr. 4 Princip galvanického pokovování</i> | 17 |
| <i>Obr. 5 Disk motocyklu před a po o tryskání</i> | 17 |
| <i>Obr. 6 Kompletní automatizovaná galvanická linka pro hromadné pokovování</i> | 18 |
| <i>Obr. 7 Součásti pokovené cínovou vrstvou [9]</i> | 19 |
| <i>Obr. 8 Ocelové dílce opatřené zinkovou vrstvou [9]</i> | 19 |
| <i>Obr. 9 Dílce opatřeny vrstvou chromu [9]</i> | 20 |
| <i>Obr. 10 Hliníkové součástky, které prošly eloxováním [9]</i> | 21 |
| <i>Obr. 11 Část motoru pokovena vrstvou niklu [9]</i> | 21 |
| <i>Obr. 12 Plně automatizovaná linka [13]</i> | 22 |
| <i>Obr. 13 Součástky upevněny na přípravku a zavěšeny na manipulátoru [13]</i> | 23 |
| <i>Obr. 14 Buben na hromadné pokovování opatřen upínkami [13]</i> | 24 |
| <i>Obr. 15 Princip svařování plastu</i> | 25 |
| <i>Obr. 16 Rozdělení nejpoužívanějších polymerů</i> | 26 |
| <i>Obr. 17 Zařízení pro určení množství a rychlosti toku vody, opatřené</i> | 29 |
| <i>pro přesnost vstupem, vnitřkem a výstupem z PVDF</i> | |
| <i>Obr. 18 Měděný přípravek na zavěšování součástí pro jednotkové pokovování [13]</i> | 29 |
| <i>Obr. 19 Jednoduchý a Složený převod [1]</i> | 30 |
| <i>Obr. 20 Kolo a hřeben</i> | 31 |
| <i>Obr. 21 Důležité pojmy běžného evolventního ozubení</i> | 31 |
| <i>Obr. 22 Rozdělování dle odvalování</i> | 32 |
| <i>Obr. 23 Rozdělení dle tvaru boční křivky u soukolí s čelními zuby</i> | 33 |
| <i>Obr. 24 Rozdělení dle tvaru boční křivky u soukolí s kuželovými zuby</i> | 34 |
| <i>Obr. 25 Výrobní hala vybavena veškerou galvanotechnikou od firmy</i> | 38 |
| <i>Aquacomp hard, sestavena do tří automatizovaných linek</i> | |
| <i>Obr. 26 Řešení galvanické jednotky pro hromadné pokovování od firmy</i> | 38 |
| <i>J.V.Š. Jednoduchá střecha jednotky, bez krytu proudových rozvodů, ale</i> | |
| <i>velmi dobré a oblíbené řešení přidržovače katod</i> | |
| <i>Obr. 27 Naznačení problematik na pokovovacím agregátu [13]</i> | 39 |

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 28 Starý kryt proudového rozvodu s malým potenciálem ochrany [13]</i> | 40 |
| <i>Obr. 29 Pokovovací dvojbuben bez horní stříšky [13]</i> | 40 |
| <i>Obr. 30 Obnažené soukolí [13]</i> | 41 |
| <i>Obr. 31 Stávající upínka [13]</i> | 42 |
| <i>Obr. 32 Volně visící katoda [13]</i> | 42 |
| <i>Obr. 33 Návrh úprav na galvanickém agregátu pro hromadné pokovování</i> | 43 |
| <i>Obr. 34 Návrh o krytování proudových rozvodů</i> | 44 |
| <i>Obr. 35 Návrh vrchní stříšky celé pokovovací jednotky</i> | 44 |
| <i>Obr. 36 Řešení krytu soukolí</i> | 45 |
| <i>Obr. 37 Řešení rozpínací tyč a matice</i> | 46 |
| <i>Obr. 38 Řešení přídržovače katod</i> | 46 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| <i>Tab.1 Mechanické vlastnosti dostupných polymerů</i> | 45 |
|--|----|

SEZNAM PŘÍLOH

| | |
|-----------------|------------------------------|
| Příloha 1..... | Sestava Bp/2013 |
| Příloha 2..... | Kryt rozvodům Bp/2013/1 |
| Příloha 3..... | Střecha prostřední Bp/2013/2 |
| Příloha 4..... | Kryt soukolí Bp/2013/3 |
| Příloha 5..... | Dvířka Bp/2013/4 |
| Příloha 6..... | Vodící lišty Bp/2013/4/1 |
| Příloha 7..... | Dorazová lišta Bp/2013/4/2 |
| Příloha 8..... | Rozpěrná tyč Bp/2013/5 |
| Příloha 9..... | Matice Bp/2013/5/1 |
| Příloha 10..... | Střecha boční Bp/2013/6 |
| Příloha 11..... | Přidržovač katod Bp/2013/7 |