

# **Současné trendy v povrchové úpravě kovů polymery**

Darina Pohanková

---

Bakalářská práce  
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Darina POHANKOVÁ**  
Osobní číslo: **T10879**  
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Chemie a technologie materiálů**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Současné trendy v povrchové úpravě kovů polymery**

Zásady pro vypracování:

**Vypracujte literární rešerši na dané téma. Popište co je podstatou povrchových úprav a na jaké bázi fungují; jaké technologie se používají s jejich stručným popisem a použitím; používané polymery, jejich vlastnosti, aplikační použití a životnost těchto povrchových úprav.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Fedrizzi, Lorenzo; Fürbeth, Wolfram; Montemor, Fátima (2011). *Self-Healing Properties of New Surface Treatments: (EFC 58)*.. null.

Possart, Wulff (2005). *Adhesion - Current Research and Applications*.. John Wiley & Sons.

Papers from 50th ISE Meeting, Pavia, 1999 - Edited by Bonora, P.L.; Deflorian, F. (2000). *Electrochemical Approach to Selected Corrosion and Corrosion Control Studies: (EFC 28)*.. null.

Dos Santos Ferreira, O., Stevens, A., Schrauwen, C.; Quantitative comparison of adhesion in metal-to-plastic systems; (2009) *Thin Solid Films*, 517 (10), pp. 3070-3074.

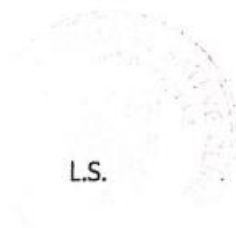
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lubomír Beníček, Ph.D.**  
Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. Roman Čermák, 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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 28.5.2013

  
.....

<sup>1)</sup> 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 nevdělečně 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.

<sup>2)</sup> 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, 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).

<sup>3)</sup> 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**

Bakalářská práce se zabývá současnými trendy v povrchové úpravě kovů polymery. Je zde nastíněno, co je podstatou povrchových úprav, jak se upravují povrchy kovů před samotnou povrchovou úpravou a jaké způsoby předúprav jsou běžné. Dále jsou zde popsány používané technologie na povrchové úpravy včetně polymerů vhodné pro externí i vnitřní použití. V poslední části se práce věnuje způsobům aplikace polymerů na kovy, použití těchto úprav v praxi a běžném životě a v neposlední řadě i jejich recyklaci.

Klíčová slova:

Povrchové úpravy, kovy, polymery, vlastnosti, aplikace

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis is focused on nowadays trends in treatment of metal surfaces by polymers. The beginning of this work presents brief overview about the preparation of the metal surface for application by polymers and several examples are given. Second part describes technologies which are commonly applied for the internal and external polymer application. The last part of the work deals with polymer application on metal surface in context with practical usage and recycling.

Keywords:

Surface treatment, metals, polymers, properties, application

Děkuji Ing. Lubomíru Beníčkoví, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení, poskytování cenných rad, připomínek a doporučení. Děkuji za ochotu a čas, který mi věnoval při zpracování bakalářské práce. Poděkování patří také mé rodině za morální podporu a pomoc během psaní práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. Odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 28. 5. 2013

A handwritten signature in blue ink, reading "Darina Klauková", written over a horizontal dotted line.

Podpis studenta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 POVRCHOVÉ ÚPRAVY</b> .....	<b>10</b>
1.1 HISTORIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV .....	10
1.2 SOUČASNOST POVRCHOVÝCH ÚPRAV .....	10
<b>2 TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV</b> .....	<b>12</b>
2.1 PŘEDÚPRAVA POVRCHU .....	12
2.1.1 Mechanické úpravy povrchu .....	13
2.1.2 Chemicko-fyzikální a elektrochemická předúprava povrchu.....	15
2.2 ÚPRAVA POVRCHU KOVŮ POLYMERY .....	17
2.2.1 Anorganické povlaky .....	18
2.2.2 Organické povlaky .....	19
<b>3 POVLAKOVÁNÍ PLASTY</b> .....	<b>23</b>
3.1 PRÁŠKOVÉ PLASTY .....	23
3.1.1 Prášková barva .....	23
3.1.2 Dělení práškových barev .....	25
3.1.3 Nanášení práškových plastů - termosety .....	26
3.1.4 Nanášení práškových plastů - termoplasty .....	37
3.2 PLÁTOVÁNÍ .....	39
3.3 LAMINACE.....	40
3.4 TEKUTÁ DISPERZE .....	40
3.4.1 Máčení.....	40
3.4.2 Natírání a impregnace .....	41
<b>4 KONTROLA A ZKOUŠKY KVALITY POVLAKU</b> .....	<b>42</b>
4.1 VZHLEDOVÉ VLASTNOSTI.....	43
4.2 FUNKČNÍ VLASTNOSTI .....	43
4.2.1 Čistota, zamaštění a drsnost povrchu. ....	43
4.2.2 Přílnavost, tažnost, odolnost proti deformaci.....	45
<b>5 RECYKLACE A REGENERACE PRÁŠKOVÝCH HMOT</b> .....	<b>48</b>
5.1 RECYKLACE .....	48
5.2 REGENERACE .....	49
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>50</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>51</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>54</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>55</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>56</b>



## ÚVOD

O současné době se může mluvit jako o době „plastové“. Výzkum v oblasti plastů se dostává na vrchol žebříčku rozvoje vědy a průmyslu. Jejich využití je tak široké, že nacházejí uplatnění ve všech oborech lidské činnosti, ať v průmyslových, chemických, zdravotnických nebo potravinářských. Plastové výrobky najdeme prakticky na každém kroku a při všech činnostech.

Ve strojírenském průmyslu se začínají hledat, vyvíjet a využívat nové možnosti, jak více použít plasty. Ať už na celé výrobky nebo na jejich součásti, popřípadě jejich využití na povrchové úpravy. Povrchové úpravy kovů i jiných materiálů, jsou v současné době na vrcholu, jelikož dodávají materiálům lepší užitné vlastnosti, bariérovou ochranu a zlepšují i estetický vzhled. Určité druhy plastu jsou odolné vůči mechanickému opotřebení, korozi, oděru, působením chemických látek, jsou zdravotně nezávadné, hygienické a při použití bezpečné a ekologické.

Dříve se k povrchovým úpravám využívalo zejména anorganických povlaků, elektrochemickým povlakováním. V minulém století, bylo objeveno a následně používáno žárové stříkání kovů, galvanické pokovení, zinkování, niklování, chromátování, fosfátování, nástriky kovů a keramiky, nátěry obsahující různé směsi kovů a rozpouštědel. Z těchto provozů bylo nesčetné množství odpadů, které se musely nějakým způsobem likvidovat. Až když strojírenské podniky čelily kontrolám, zda je vše ekologické a nezávadné, začal být odpad likvidován s ohledem na přírodu a zdraví lidí, což nepochybně vedlo k hledání nových alternativ, které mohly být nalezeny díky progresivnímu vývoji ve zpracování plastů.

Povrchové úpravy kovů polymery je velmi obsáhlá oblast, která se díky vědě, výzkumu a vývoji stále rozšiřuje a inovuje. Cílem této bakalářské práce je stručný přehled o způsobech a možnostech předúpravy povrchu, způsobu nanášení polymerů na kov a možnostech využití.

## 1 POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Cílem vhodně zvolené povrchové úpravy jakéhokoliv výrobku, je dosažení a zlepšení vlastností, které požadujeme. Mezi tyto vlastnosti patří například odolnost proti oděru, lepší odolnost vůči opotřebení, kluznost, odolnost proti korozi, zdravotní nezávadnost, izolace nebo vodivost povrchu, odolnost proti mrazu nebo proti vysokým teplotám a také možnost úpravy vzhledu. [1,4]

### 1.1 Historie povrchových úprav

Na úvod je třeba se zmínit o důležitých datech ve vývoji technologií povrchových úprav v minulém, 20.století. Již v roce 1906 proběhlo první žárové stříkání kovů- G. Schopp. Deset let po něm je poprvé použit Wattsův elektrolyt pro galvanické niklování. V roce 1921 je prozkoumán princip fluidizace F. Winklerem. Elektronový mikroskop v roce 1931 uvedl M Knoll a E.Ruska. V roce 1953 pan E. Grammer objevil elektrostatické nabíjení částic. Důležitý pokrok byl v roce 1955, kdy byly objeveny difúzní procesy. Překvapivý je rok 1959 kdy byly první zmínky o nanotechnologiích, kde pan R Feynman řekl: „Tam dole je spousta místa.“. Roku 1960 byl poprvé použit plazmový nástřik kovů a keramiky. V roce 1970 se začaly používat kompozitní a slitinné povlaky. Novio Tanaguči v roce 1974 poprvé uvedl termín „nanotechnologie“. Od roku 1980 se začal používat Laser na zpracování povrchu. G. Binning a H. Rohver vynalezli v roce 1981 skenující tunelový mikroskop. Povlaky PVD (fyzikální depozice z páry) a CVD (chemické depozice z páry) byly poprvé použity v roce 1985. Po roce 2000 byla vynaložena iniciativa vlády USA ohledně nanotechnologií. [2]

### 1.2 Současnost povrchových úprav

V současné době je velké množství druhů a typů povrchových úprav, různé technologie, se kterými se seznámíme v dalších kapitolách, ale všechny mají společné aspekty, které udržují rozvoj povrchových úprav. A těmi jsou:

- kvalita povrchových úprav- zabezpečí požadované vlastnosti výrobků
- životnost výrobku- povrchové úpravy prodlužují životnost a měla by odpovídat užítku
- provoz bez údržby- z ekonomického hlediska, co nejnižší náklady na opravy
- funkčnost- nevhodnější úprava výrobku pro použití

- ekologie- řeší se chemický dopad na životní prostředí těchto provozů
- úspora energie- co nejnižší náklady na výrobu
- efektivnost- co nejvýhodněji jak pro výrobce tak uživatele.
- ekonomika- co nejmenší náklady
- bezpečnost- jak práce, tak výroby a následná bezpečnost pro uživatele [2,3]

## 2 TECHNOLOGIE POVRCHOVÝCH ÚPRAV

Technologie povrchových úprav se dle charakteru vytváření povlaků dá rozdělit na několik druhů. Každý povlak se liší svým chemickým složením, mechanickými a fyzikálními vlastnostmi, ale hlavní rozdíl je v mechanismu jejich vzniku, nebo-li technologii povrchových úprav. Charakter povlaku určují i tyto aspekty, jako je jeho životnost, cena, způsob použití, provedení, ochranný účinek, estetický vzhled, technická funkce. S ohledem na tyto možnosti volíme vhodnost povrchové úpravy a nesmíme zapomínat i na výši nákladů, které si tyto úpravy vyžadají. [5]

Každá povrchová úprava požaduje jiný stupeň čistoty. Zcela čistý povrch neexistuje, jelikož je na něm vždy přítomno určité množství nečistot. Nečistoty můžeme dělit na cizorodé a vlastní. Cizorodé se na povrch dostaly ulpěním na něm fyzikálními silami, a to náhodně či úmyslně. Mohou to být třeba oleje, obráběcí emulze, prachové částice, vosky, vazelíny aj. Pevné částičky lpí na povrchu adhezí, která je způsobena molekulárními přitažlivými silami. Nejsilněji ulpí na povrchu kokový prach, jelikož je adheze umocněna ještě magnetickými silami. Častou nečistotou jsou i tuky, oleje, vosky. Na povrchu lpějí absorpcí, fyzikálními silami, na kterých se nepodílí chemická vazba k povrchu. Jen v případě některých aditiv, které mohou obsahovat oleje, dochází k chemisorpci, neboli vytváření chemických vazeb mezi kovovým povrchem a nečistotou. Nečistoty se mohou utvořit na povrchu i náhodně při přepravě materiálu nebo skladování. Mezi vlastní nečistoty patří například koroze, která vznikla vlastní reakcí s prostředím. Koroze se u těchto případů dělí na produkty koroze za běžných atmosférických podmínek (rez, patina) a koroze za vysokých teplot při tepelném zpracování (okuje). Vznikají zde kovové oxidy, různé uhličitany, chloridy, sírany atd. [6, 7]

### 2.1 Předúprava povrchu

Výběr vhodné předúpravy povrchu je základní podmínka kvality dalších technologických operací povrchových úprav. Stav povrchu před nanášením nátěru- povlaku je dán dvěma parametry a to drsností a čistotou povrchu. Tyto parametry ovlivňují životnost a kvalitu výrobků. Předúprava se skládá ze dvou stupňů. První bývá mechanická úprava, kde se používají prostředky na broušení, leštění, kartáčování, obrábění, omílání, otryskávání atd.

Druhým stupněm jsou chemicko-fyzikální a elektrochemické procesy, kam se řadí odmašťování, moření, odrezování, leštění a jiné. [5, 6, 7]

Důležité je zjistit, jakým způsobem budeme povrch materiálu čistit. To vychází z potřeb následné povrchové úpravy, jak byl výrobek zhotoven v předchozím zpracování, jeho složení, vlastností a stavu upravovaného materiálu. [6]

Tab. 1. Kvalitativní ukazatele předúpravy povrchu [6]

Parametry povrchu	Kvalitativní ukazatelé Charakteristika	Technologické operace
Složení materiálu	Vlastnosti a stav materiálů po zpracování rozdílnými výrobními technologickými operacemi Fe, Al, Cu, Zn, Ni, CR, Mg, Ti.... A jejich slitiny	Tváření, odlévání, obrábění, svařování, tepelné zpracování, chemicko-tepelné zpracování, úpravy povrchu
Čistota povrchu	Množství [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}$ ] znečišťující lutky a její složení (C, P, S, $\text{FeO}_x$ ....) na povrchu. Mastnoty, prach, okuje, rez, patina...	Odmaštění, moření, omílání, tryskání
Mikrogeometrie povrchu	Drsnost Ra, R Povrchový objem Plocha povrchu	Broušení, leštění, kartáčování, omílání, tryskání, moření, chemické leštění

### 2.1.1 Mechanické úpravy povrchu

Těmito úpravami nedáváme výkresem stanovený tvar a rozměr, ale vytváříme požadovanou jakost a kvalitu povrchu. Zde se hodnotí drsnost povrchu. Účelem těchto úprav je očištění povrchu od hrubých nečistot, jako jsou okuje, rez, grafit, písek, prach a další nečistoty. Musí se zajistit i vlastnosti povrchu pro další vrstvy nátěrů, galvanické pokovení atd. Vytvoření podmínek přilnavosti a povrchu zaručující korozní odolnost, povrch zajišťující lepší vzhled jako je lesk, mat. Důležité je i zlepšení mechanických vlastností povrchu a to je zpevnění v důsledku vnesení tlakového pnutí do povrchové vrstvy. [6]

- **Broušení**

Operace, kde se povrch obrušuje až na čistý kov tvrdým brusivem. Tímto se odstraňují nerovnosti, jako jsou okuje, svary a zajišťuje se tím kvalita povrchu. Je to prvotní úprava

před kartáčováním a leštěním. Na tuto úpravu jsou používány různé kartáče s jinými typy plstěných rotačních kotoučů s rozdílnou zrnitostí- hrubostí. Dle této prováděcí operace se broušení dělí na hrubování, hlazení, jemné hlazení a předleštění. [6, 8]

- **Leštění**

Je to další stupeň broušení, kde dochází k menšímu úbytku materiálu a plastické změně povrchu. Je to tedy odstranění nejjemnějších stop po předchozím broušení. Drsnost povrchu je velmi nízká a dochází zde i k leštění, na kterém má podíl i použitá leštící pasta. Leštění se používá ke konečné úpravě povrchu. [8]

- **Kartáčování**

Touto technikou se provádí dvě různé úpravy povrchu. Zbavení se hrubých nečistot jako je rez nebo starý nátěr. A další možností je sjednocení povrchu materiálu. Používají se kartáče z hrubých ocelových rovných nebo vlnitých drátků, mosazi, fosforového bronzu. Druhá možnost je použití měkkých pružných kartáčků z umělých nebo přírodních vláken, na kterých snadno ulpí brusná pasta. Čištění se provádí ručně nebo mechanicky stroji. [6, 8]

- **Omílání**

Je taková úprava, kde se ubírá materiál a vyhlazuje se účinkem vzájemného omílání výrobků a omílacích prostředků. Je to vhodné pro hromadné série výrobků, které jsou tvarově náročné. Provádí se pomocí různých typů a tvarů omílacích tělísek buď v mokré nebo suché technologii. Pokud se využívá mokrá technologie, je to za pomoci vodné suspenze s přídavkem chemických přísah pro zrychlení procesu. Omílání se dělí dle technologie na vibrační, rotační a odstředivé. [8]

- **Tryskání**

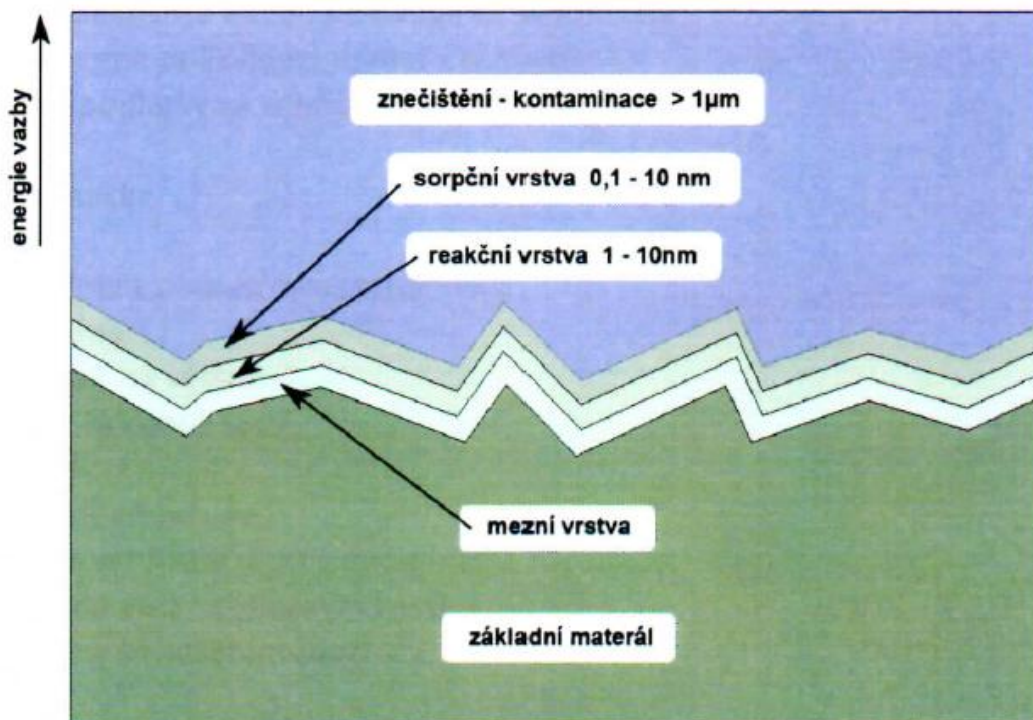
Spočívá v tom, že je na materiál vrhán tryskáci prostředek pod určitým úhlem z dané vzdálenosti. Tryskáci prostředek má charakter pevné látky, popřípadě její směsi se vzduchem nebo vodou. Dochází ke změně kinetické energie na práci a při tryskání se odstraní nečistoty z vrchní vrstvy materiálu a dojde k deformacím na jeho povrchu. [6]

### 2.1.2 Chemicko-fyzikální a elektrochemická předúprava povrchu

Tyto úpravy mají význam v očištění povrchu od nečistot, zajistit vhodnou přilnavost povrchových úprav, vytvoření podmínek pro dobrou korozní odolnost následných povrchových úprav. K těmto procesům patří odmaštění, odrezování, moření. [6, 9]

- **Odmašťování**

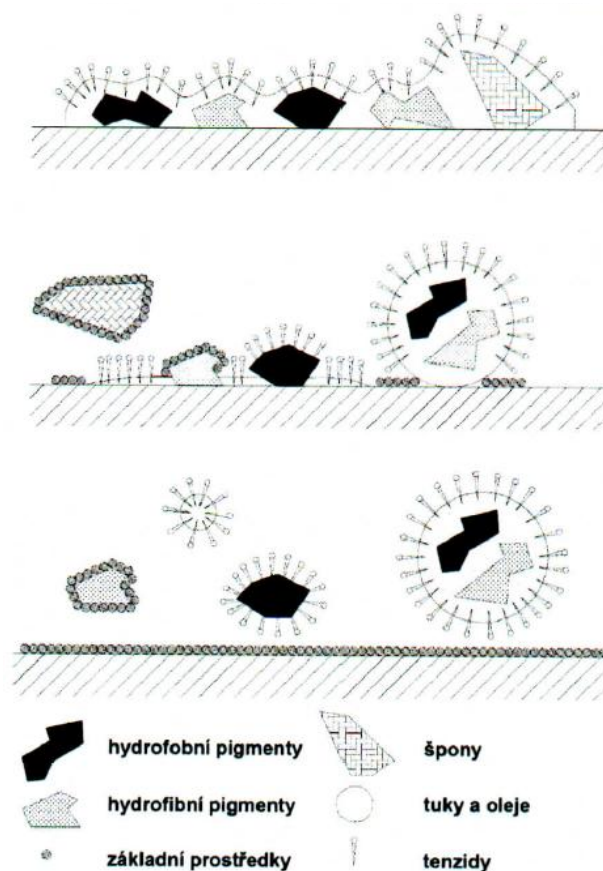
V současné době dochází k řadě změn v technologii povrchových úprav kovů. Všechny změny ve výrobě byly vyvolány ekologickými nároky. [9]



Obr. 1. Schéma povrchu před čištěním [6]

Na Obr. 1. Jsou vidět jednotlivé vrstvy, které pokrývají základní materiál. Mezní vrstva vzniká při mechanickém zpracování. Reakční vrstva se skládá z pravidla z oxidu kovů, ale může obsahovat produkty chemické reakce mezi kovem a prostředím (sulfid kovu, sloučeniny fosforu, vznikají i při fosfátování povrchu kovu). Další vrstvou je sorpční vrstva, kde jsou vázány další látky chemickou nebo fyzikální sorpcí. Na sorpční vrstvě je tlustá vrstva znečištění, které obsahuje zbytky předchozí kroků zpracování (olej, tuk, špony). [6]

Odmašťování je všeobecný název pro odstraňování všech druhů ulpělých nečistot z povrchu, kde jsou vázány buď fyzikálními, nebo adhezními silami. Díky odmašťování se uvolní nečistoty z povrchu převedením do roztoku a emulze a zabránění jejich zpětnému vyloučení na povrch materiálu. Můžeme tyto operace rozdělit na tři postupy podle druhu probíhajících pochodů a použití prostředků na odmašťování v organických rozpouštědlech, odmašťování ve vodných alkalických roztocích a odmašťování emulzní. Podle způsobu aplikace se rozpouštědly na odmašťování ponorem, postřikem, v parách, elektrolytické, ultrazvukem, mechanické a tepelné. V organických rozpouštědlech to je nejjednodušší způsob. [8]



Obr. 2. Schematický průběh čištění (odmašťování) [6]

- **Odrezování**

Je místní odstraňování rzi natíráním odrezování prostředkem. Je to zvláštní způsob moření, vhodný před nanášením nátěrových hmot. Toto se používá na rozměrné výrobky nebo konstrukce. Prostředky na odstranění rzi obsahují nejčastěji kyselinu fosforečnou, tenzidy a nižší alkoholy (ty se přidávají pro lepší smáčivost povrchu a odstranění mastnoty. [9]



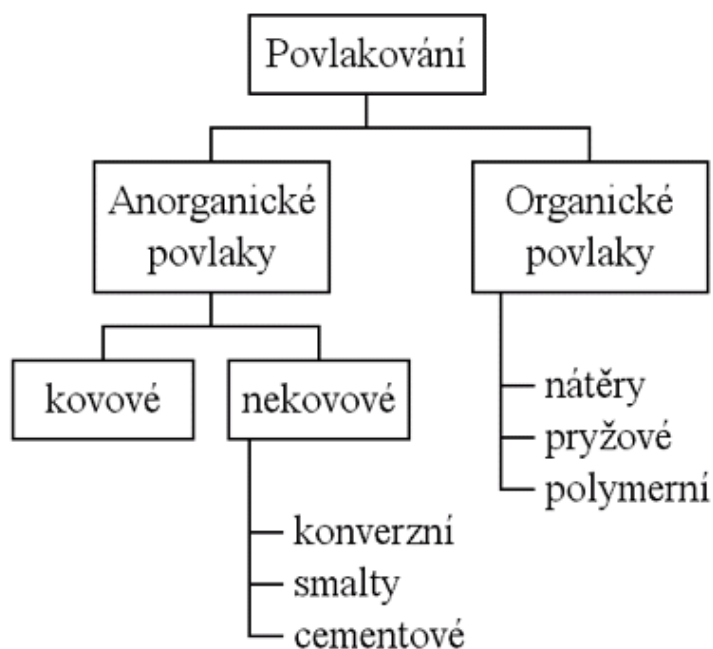
- **Moření**

Moření patří mezi odstraňování korozních zplodin z povrchu kovů. Můžeme sem zařadit i odrezování a odokujování. Dále s tímto souvisejí i další procesy jako dekapování, leptání, leštění, stabilizace rzi, matování nebo satinování povrchu. [9]

## 2.2 Úprava povrchu kovů polymery

Tyto úpravy kovů polymery se dají rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny řadíme vytváření anorganických povlaků, což je tvoření kovových-nekovových povlaků tepelnými, chemickými nebo elektrolytickými procesy, popřípadě povlaky smaltů na kovových materiálech. Do druhé skupiny patří vytváření organických povlaků nanášením práškových a tekutých nátěrových hmot na různé typy podkladových materiálů.. [10]

Poměry mezi různými úpravami povrchů jsou dle velikosti plochy: 70 % organické povlaky, kterým budu v této práci věnovat největší část. 20 % anorganické povlaky (12 % elektrochemické povlaky, 5 % žárové povlaky, 3 % žárové povlaky nástřik, 0,5 % vakuové a difúzní povlaky.) 10 % z celkového množství jsou jiné typy, například konverzní, anodizování, cementování atd.) [11]



Obr. 3. Rozdělení postupu povlakování [4]

### 2.2.1 Anorganické povlaky

Anorganické povlaky nebo-li kovové povlaky Jejich základním ochranným mechanismem je bariérový účinek. Pokud v povlaku existuje nějaká porucha a její umístění je v korozním prostředí, uplatňují se zde rozdílné elektrochemické povahy obou materiálu. Podkladový kov je vzhledem k povlaku katodou, tím dochází ke korozi povlaku a ochranně základního kovu. Povlak je obětovanou anodou. Jsou-li přítomné póry v povlacích, tak to zásadně neovlivňuje jeho životnost. Je-li povlakovaný kov anodou vzhledem k povlaku, je ochrana pouze bariérová. Pokud povlak odprýskává, je to způsobeno korozí již základního kovu. Postup přípravy kovových povlaků je důležitý pro jejich další vlastnosti. V průmyslu se využívají tyto postupy:

- Plátování naválcováním nebo výbuchem- vzniknou povlaky o tloušťce 0,1-10 mm
- Žárové povlakování ponorem do taveniny, nástřikem, navařováním, termochemickým zpracováním
- Depozice ve vakuu PVD (Physical Vapour Deposition) CVD (Chemical Vapour Deposition), iontová implantace
- Pokovování z elektrolytů galvanické, autokatalytické

Mezi kovové povlaky patří například hliníkové, zinkové, měděné, chromové, niklové, cínové, povlaky z olova, drahých kovů. [4]

Mezi nekovové anorganické povlaky patří smalty. Smalt je v podstatě sklo modifikovaných vlastností s přilnavostí na kov. Základní stavební jednotkou jsou tetraedry  $(\text{SiO}_4)^4-$ , které se vyskytují jak v krystalickém stavu, tak i amorfním. Vyrábí se ze skloviny, která je složená ze sklotvorných oxidů kyselých ( kyselina boritá), zásaditých (uhlíčan sodný) a neutrálních (živec, kaolin). Druhá složka jsou přídržné oxidy (nikelnatá) kalidla (oxid titaničitý), barvítka (oxid chromitý), oxidační látky (dusitan draselný). Vlastní přídržnou souvisí s tvorbou tenké vrstvy oxidu  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  při vypalování. Tento krok zvyšuje přítomnost přídržných oxidů ve smaltu. Smalt naruší jedině chemický proces (louhování, rozpouštění. Smalt chrání bariérovým způsobem, proto povlak nesmí být pórovitý. [8]

Dalším typem je cementový povlak. Tyto povlaky mohou být tvořeny třemi různými vazebnými složkami a to: alkalickým silikátovým cementem, portlandským cementem a vápenato-hlinitanovým cementem. Tyto povlaky se používají k ochraně ocelových součástí a jejich největší výhodou je přímá aplikace na neupravený povrch. Ochrana je bariérová ale i

nestimulační. Voda, která prochází povlakem je alkalizovaná, pokud dojde až na ocelový povrch. Její alkalická reakce je příčinou nižší agresivity. [4]

Konverzní vrstvy vznikají chemickou nebo elektrochemickou reakcí kovového povrchu s prostředím, kterému je vystaven během průběhu povrchové úpravy. Na tvorbě této vrstvy se tedy podílí jak prostředí, tak samotný kov, proto vzniklá sloučenina na povrchu obsahuje obě reagující složky. Tyto vrstvy se tvoří směrem od povrchu materiálu. Využívají se na protikorozní ochraně, druh mazadla, elektroizolační vlastnostmi, tvrdost a odolnost proti oděru. Nejčastěji jde o vrstvy oxidů, fosforečnanů a chromátů kovů. [8]

Mezi ostatní anorganické nekovové povlaky patří různé vyzdívký, tepelné izolace, protiskluzové povrchy. Chrání kovy proti degradačním procesům, které probíhají jinými než elektrochemickými mechanismem. Nejsou používány jako ochrana proti korozi v běžných typech prostředí, i když mají značnou chemickou odolnost. [4]

### 2.2.2 Organické povlaky

Mezi materiály používané v protikorozní ochraně patří kromě nátěrů i pryžové a polymerové povlaky. [4]

Organické nátěrové hmoty jsou nejstarší, nejpoužívanější a nejlevnější prostředkem ve všech průmyslových oborech. Tvoří téměř 90 % všech povlaků. Jejich ochranný účinek je vysoký a důležitá je i jednoduchost vytváření těchto povrchů. Aplikace nevyžaduje žádná složitá zařízení, nejsou omezeny ani tvarem a velikostí výrobku. Nátěry se snadno opravují. Používají se na jako ochranné nátěry proti mořské vodě, povětrnosti, jsou olejuvzdorné, ohnivzdorné apod.). Používají se nejen k ochraně povrchu, ale i jako dekorační, signální, maskovací, fungidicidní, bakteriální, svítící, matovací, elektrovedivé. Nátěr je definován jako souvislý povlak požadovaných vlastností, který vznikl nanesením a zaschnutím jedné nebo několika vrstev na daném povrchu. Dělí se na jednovrstvé a několikavrstvé. Několikavrstvé nátěry se dělí do skupin podle vlastností a účelu a vzhledu. Jsou to například napouštěcí nátěry, základní barvy, tmely, podkladové barvy, vrchní barvy a podobně. [8]

Nátěrová hmota je složena z polymerního pojiva (ve formě pravého nebo koloidního roztoku), z plniva, pigmentů a přísad upravujících její vlastnosti, zasychání, zabraňujících sedimentaci a tvorbě škráloupů, pění a zlepšující rozlití. Nátěrové hmoty mohou být tříděné dle pojivové fáze, dle použití, podle rozpouštědla, které bylo použito nebo podle

složek. Pro rozdělení jsem vybrala třídění podle pojivové báze. Zde se používají triviální názvy. [4]

Tab. 2. Dělení organických nátěrů dle pojivové báze [4]

<b>Triviální název</b>	<b>Použitá pojiva</b>
<b>Akrylové</b>	Estery kyselin polyakrylové a polymetylakrylové
<b>Alkydové</b>	Polyestery vzniklé esterifikací polykarboxylových kyselin polyalkoholy (do této skupiny patří hmoty, které se označují „syntetické“)
<b>Asfaltové</b>	Přírodní a ropné asfalty, případně kamenouhelná smola (mohou se kombinovat s epoxidy a polyuretany za vzniku epoxidehtů a polyuretandehtů)
<b>Epoxidové</b>	Epoxidová pryskyřice
<b>Chlorkaučukové</b>	Chlorovaný přírodní kaučuk nebo nověji syntetický polyisopren
<b>Nitrocelulóзовé</b>	Deriváty nitrátu celulózy (acetobutyrylát celulózy, acetylcelulóza, etylcelulóza, benztylcelulóza)
<b>Olejové</b>	Nejstarší skupina, pojivo je vysychavý rostlinný olej nebo olejopryskyřičné pojivo.
<b>Polyesterové</b>	Produkty reakce diolů s vícesytnými kyselinami.
<b>Polyuretanové</b>	Pryskyřice vznikající reakcí vícefunkčních izokyanátů s látkami obsahujícími hydroxylové skupiny.
<b>Silikonové</b>	Silikonová pryskyřice, obsahující řetězce –O- Si- O- (smíšené metylfenylpolysiloxany).
<b>Vinylové</b>	Na bázi polystyrenu, kopolymerů vinylchloridu, chlorovaného PVC a chlorovaných polyolefinů.

Pojivo je nejdůležitější součástí každé nátěrové hmoty. Uděluje ji charakteristický fyzikální vlastnosti. Skládá se z rozpouštědel a filmotvorných látek. Filmotvorné látky jsou většinou netěkavé látky, které po zaschnutí tvoří tuhý souvislý film různé tloušťky. Jejich vlastnosti mají vliv na ochrannou účinnost a životnost nátěrů. Chemické vazby obsažené ve filmotvorných látkách určují, zda nátěr bude odolávat kyselinám, hydroxidům a

povětrnostním podmínkám. Polární skupiny filmotvorných látek určují svou chemickou a fyzikální povahou přilnavost a další vlastnosti nátěru. [8]

Tab. 3. Typy filmotvorných látek [8]

<b>Filmotvorné látky</b>	<b>Příklady látek</b>
<b>Vysýchavé oleje</b>	Rostlinné, živočišné nebo syntetické
<b>Přírodní pryskyřice</b>	Kalafuna, šelak, kopál
<b>Deriváty celulózy</b>	Nitrát celulózy, acetát celulózy
<b>Deriváty kaučuku</b>	Chlorovaný kaučuk, cyklizovaný kaučuk
<b>Asfalty</b>	Přírodní a získané zpracováním ropy
<b>Syntetické pryskyřice</b>	Alkydy, epoxidy, vinylové polymery, polyadici pryskyřice

Rozpouštědla jsou aromatické, alifatické a hydrogenové uhlovodíky, alkoholy, ketony a estery, v nichž se rozpouští pojivová složka, a dispergují ostatní součásti nátěru. Voda bývá také uváděna jako rozpouštědlo, ale ve většině vodouředitelných nátěrových hmot tvoří spojitou fázi koloidního systému, v němž pojivo tvoří dispergovanou nebo emulgovanou složkou. [4]

Barevné pigmenty dávají nátěrovému filmu zbarvení, neprůhlednost jsou jak anorganické tak organické povahy. Dle funkce při ochraně korozi se dělí do tří skupin. Inhibiční pigmenty, kam patří zinková žluť, olovičitan divápenatý. Korozi zpomalují Neutrální pigmenty, sem řadíme chroman olovnatý, titanovou bělobu, hliníkový bronz, nemají na korozi vliv. Stimulující pigmenty zastupuje grafit, saze a některé oxidy železa, které korozi zrychlují. [4, 8]

Plniva jsou jemně rozemleté minerální látky, tříděné, popřípadě prané, čištěné, nerozpustné v pojivech. Upravují technologické vlastnosti hmot. Zabraňují smrštění filmu po zaschnutí, zpevňují jeho strukturu, upravují viskozitu, omezuje matování, sedimentaci, zlepšuje přilnavost. Nejčastěji se používají slídy, křemelina, kaolin, živec, různé druhy vápenců a kříd. [4, 8]

Aditiva jsou pomocné přísady, které stejně jako plniva upravují fyzikální a technologické vlastnosti nátěrů. Jde o sušidla, emulgátory, stabilizátory a jiné. [8]

Výběr technologie a aplikace nátěru závisí na velikosti, tvaru a množství předmětů. Dále na vzhledu, tloušťce a stupni namáhání, na kvalitě povrchu, zda je pórovitý, stupeň čistoty. Důležité jsou vlastnosti nátěrových hmot- rychlé zasychávání, slévatelnost. Zda jsou pracné, ekonomicky výhodné a zpracovatelné a jak ovlivňují životní prostředí. Nátěry se na povrch mohou nanášet několika způsoby, například štětcem, válečkem, pneumatickým stříkáním, elektrostaticky, autoforeticky, elektroforeticky, navalováním mezi dvěma válci, máčením předmětu v lázni nátěrové hmoty, poléváním, nanášením hmoty a následným vypálením. [4, 8]

### 3 POVLAKOVÁNÍ PLASTY

Technologické postupy u polymerních povlaku mohou být laminace, plátování, ponoření výrobku do taveniny plastu, nebo práškové plasty, které se mohou na povrch nanášet několika způsoby.

Funkce polymerních povlaků je jak ochranná, tak dekorační. Používají se na kovové i nekovové materiály. [12]

#### 3.1 Práškové plasty

Mezi organickými povrchovými úpravami si práškové povrchové úpravy polymery vybojovaly svoji pozici. Tyto úpravy jsou všude okolo nás, zasahují do všech oblastí a oborů. Používají se místo klasických rozpouštědlových nátěrových hmot, jsou mnohem ekologičtější než-li nátěrové hmoty. [13, 14]

##### 3.1.1 Prášková barva

Tyto barvy se řadí do skupiny tzv. průmyslových nátěrových hmot. Je to směs pryskyřic, pigmentů, a další suroviny, které dávají práškovým barvám tvrdost, lesk, mat, struktury na povrchu. Barva má suchou práškovou konzistenci, neředí se pro aplikaci, nerozpouští se. Nanáší se v podobně prášku pomocí stlačeného vzduchu, po smísením s práškem vytvoří tekutou směs. [15]

Jednotlivé složky práškových barev se vyrábí tak, že jsou smíchány v tavenině, ta je vytlačována výrobním zařízením na chladicí válec a po zchlazení rozemleta na požadovanou hrubost částic práškové hmoty. [15]

Barvu prášku způsobují pigmenty a plniva. Pigmenty mohou být organické i anorganické látky. Obsah se udává v procentech, max 10 %, čím vyšší obsah tím lepší kryvost, ale horší rozliv. Plniva mají malou krycí schopnost, určují mechanické vlastnosti. [15]

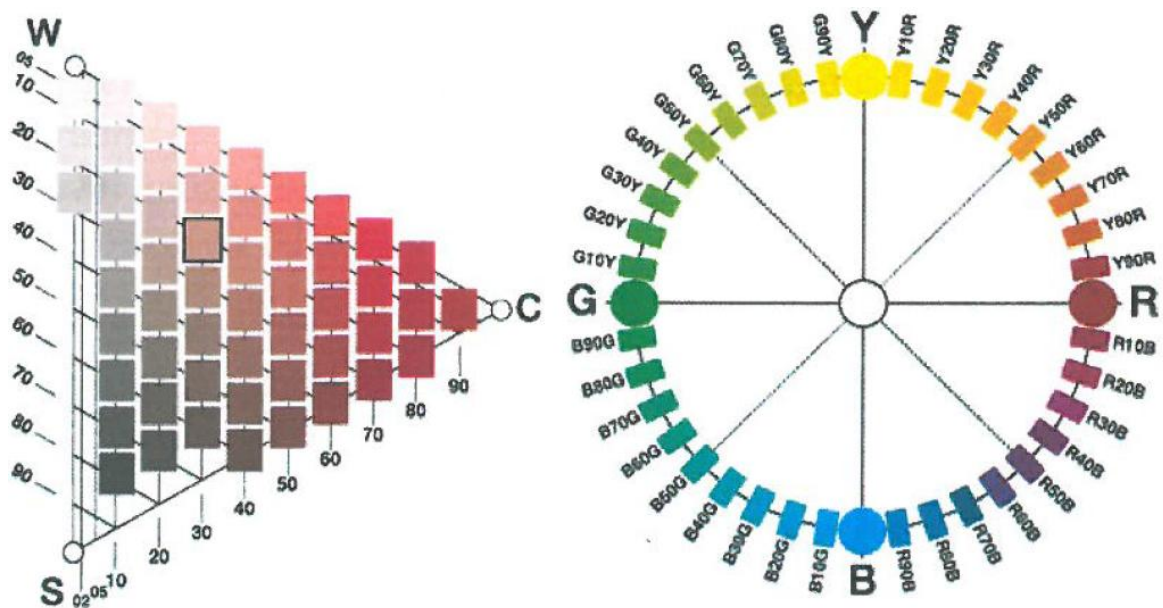
Barva je důležitá pro konečný výrobek, jakou barvu, odstín, mat bude mít. Existuje řada vzorkovnic, nebo-li koloristických systému, ale stále vítězí odstíny RAL. Používá se pro určování odstínů především v průmyslové výrobě, např. ocelové konstrukce, klempířské prvky, strojní zařízení, výrobě nábytku apod, ale vyhovují-li odstíny, je možné tónovat malířské a fasádní nátěrové hmoty. Čísla jsou čtyřmístná. První číslice určuje odstín, druhá je vždy 0. Tento systém pochází z Německa, kde vznikl v roce 1925, aby se mohly přesně definovat parametry výrobků. [15, 16]

Vzorkovnice K- 7 obsahuje 213 odstínů. [15]



Obr. 4. Vzorkovnice K- 7- RAL classic. [16]

RAL DESIGN prezentuje 1688 odstínů, hlavně světle, pastelové barvy než klasický vzorkovnice RAL. Barvy zastoupené v K- 7 již v RAL DESIGN nenajdeme. Čísla jsou sedmimístná, kde první trojčíslí udává odstín, další dvě čísla jas odstínu a poslední dvě značí sytost odstínu. [15, 16]



Obr. 5. Značení barev v RAL DESIGN [15]



Barvu pigmentu způsobuje stavba molekul, tedy vazby mezi atomy a jejich rozložení v molekule pigmentu. U organických látek to jsou dvojnásobné vazby uhlík- uhlík a uhlík- dusík a jejich střídání. Přítomnost různých vazeb v pigmentech způsobuje že jsou některé části viditelných barev pohlceny a odrazí se jen některá barevná škála. [8, 15]

Strukturní aditiva se přimíchávají jen v nepatrném množství, max. 1- 2 % do barvy. Dávková není dané, je třeba vše odzkoušet. Čím větší podíl aditiva se přidává do barvy, tím je jemnější struktura na povrchu vznikne. Pokud bude aditiva málo, tak se v povrchové vrstvě objeví krátery místo hrubé struktury. Nabíjecí aditiva jsou různé podoby oxidu hlinitého, který zlepšuje fluidizaci prášku a díky tomu i nabíjení ve stříkací pistolí. Efektivní aditiva jsou částičky železité slidy nebo hliníku o různé velikosti. Používají se pro různé efekty klasických barev. Matovací aditiva snižují lesk barvy. Nahrazuje se to smícháním odlišných typů prášku ve stejné barvě, ale vlastnosti barvy se tím snižují. Všechna aditiva je třeba řádně promíchat. [8, 15]

### 3.1.2 Dělení práškových barev

Základní dělení práškových barev je podle nosiče. Toto určuje použití barvy, její odolnost vůči mechanickým, povětrnostním či chemickým vlivům. Nyní se ve formě práškových barev používají tzv. termoplasty a termosety. Dále se mohou dělit dle vizuálních vlastností, podle stupně lesku, mat, polomat, vysoký les. Podle struktury na hladké, jemné až hrubá struktura. Barvy s metalickými efekty a podobně. [17, 15]

- **Termoplasty**

Většina výrobců práškových barev se jejich výrobou nezabývá. Patří sem fluoropolymerové barvy, které odolávají vysokým teplotám, mají dlouhou životnost, patří mezi nejdražší produkty. Polyamidové barvy se používají do speciálních prostředí jako je chemický průmysl, styk s horkou vodou. Musí mít speciální předúpravu, nanáší se ve větších vrstvách. I tady je cena vysoká. Posledním druhem jsou polyethylenové práškové barvy, které se nanáší ve fluidním prachu. Nevýhodou jsou nízké mechanické vlastnosti, ale výhodou je přijatelná cena. [15]

- **Termosety**

Epoxidové práškové barvy (EP) mají dobré mechanické vlastnosti, jako je vysoký stupeň tvrdosti povrchu a odolnost proti rozpouštědlům a chemikáliím. Jsou vhodné pro vnitřní použití.

Epoxipolyesterové práškové barvy (PEP), tzv. hybridní nebo „mixy“, mají velmi dobré mechanické vlastnosti. Tyto barvy jsou vhodné pro interiérové použití (zařízení domácnosti apod.), ale i na výrobky vystavené krátkodobě povětrnostním vlivům. Dnes je to nejpoužívanější typ barev.

Polyesterové práškové barvy (PES) mají výborné mechanické vlastnosti. Pro dobrou odolnost odstínů při vyšších teplotách a vysokou odolnost proti UV záření, jsou používány pro venkovní, exteriérové vybavení. Nejširší spektrum nabízených produktů zastávají právě tyto barvy.

Polyuretanové práškové barvy (PUR) mají vysoký lesk a výborný rozliv, vykazují vysokou čírost. Vynikají odolností proti UV záření a ostatním povětrnostním vlivům. Mají také antigrafitovou odolnost. Jsou vhodné pro venkovní použití.

Akrylátové práškové barvy (AC) se používají na předměty v exteriéru, vysoká odolnost proti chemickým látkám.

Antistatické práškové barvy jsou takové, kde jejich speciální struktura zabraňuje hromadění elektrického náboje a snižuje vznik elektrického výboje. Používají se například na elektronický zařízení.

Práškové barvy zinkové jsou výbornou ochrannou proti korozi. Pro docílení odolnosti proti UV záření a proti atmosférickým vlivům se aplikuje vrchní vrstva vhodné práškové barvy (polyesterové). Zinkové barvy jsou vhodné pro výrobky, které jsou zvláště korozně namáhané (některé komponenty automobilů). [15, 17]

### **3.1.3 Nanášení práškových plastů - termosety**

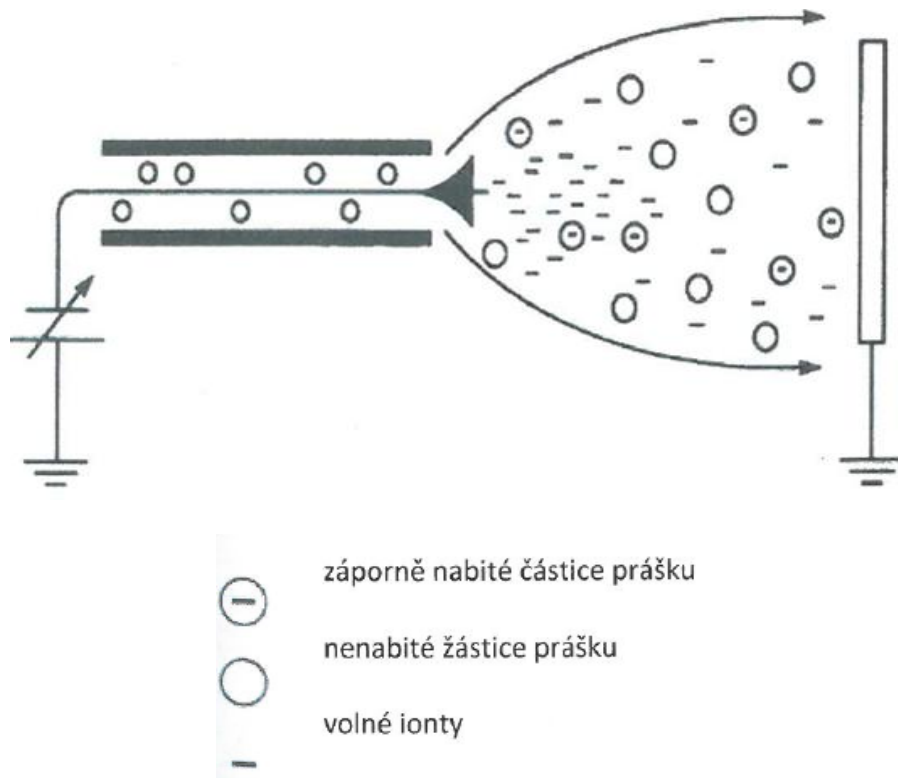
V dnešní době se práškové nátěrové hmoty nanášejí stříkáním v elektrostatickém poli. Částice prášku se elektricky nabíjejí, předmět, který chceme lakovat, tak musí být uzemněn. Vrstva prášku na předmětu je dostatečně velká díky přitažlivým silám elektrostatickým. Tyto síly udrží suchý písek tam, kde je nastříkaný, dokud se následně neroztaví a nepřilne k povrchu. Částice se elektrostaticky nabíjí dvěma možnými způsoby, a to elektrostaticky, nebo-li koronovým nabíjením, průchodem prášku vysokonapětovým

elektrostatickým polem. Druhý způsob je tribostatickým, nebo-li frikčním nabíjením, kde elektrostatický náboj na částicích prášku vzniká jejich třením o izolant. [8, 13]

U obou druhů nanášení práškových plastů je důležité, aby před touto povrchovou úpravou, byl předmět bez okují, suchý, čistý a bez korozních produktů. Po oplachu musí zůstat předmět čistý. [8, 18]

- **Elektrostatické nabíjení**

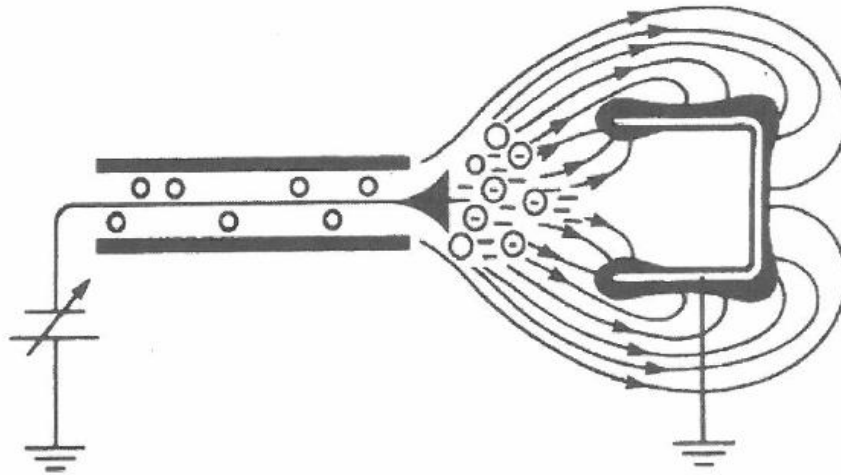
Ionizace vzduchu je způsobena na trysce stříkací pistole proudem vzduchu, který prochází touto pistolí. Volné ionty se přichytí na určitém počtu částic prášku, čímž se na částicích vytvoří záporný náboj. [18]



Obr. 6. Schéma principu elektrostatického nabíjení práškového plastu [13]

Důležité je mít kvalitní stříkací zařízení. Během procesu musí být co největší počet nabitých částic. Částice, které nejsou nabitě nepřilnou na povrchu předmětu a jsou recyklovatelné. Pohyblivější než částice prášku jsou malé volné ionty. Směrem k předmětu se rychleji pohybují přebytečné pohyblivé ionty a současně je na ně přenášeno velké

množství záporných nábojů. Regulací napětí určujeme množstvím volných iontů. Vysoké napětí způsobuje nadbytečný přísun volných iontů a tímto se zhoršuje rozliv a povrchová úprava není kvalitní. Tomuto jevu se říká zpětná ionizace a je způsobena nedostatečným uzemněním předmětu. Použijeme-li vysoké napětí, vzniká elektrické pole mezi tryskou, stříkací pistolí a předmětem. Prášek sleduje toto pole. Předměty složitých tvarů mají nejvyšší hodnotu pole na vnějším povrchu, zejména na vnějších rozích, nízká hustota polí je na zářezech a vnitřních rozích. Efekt je označován jako Faradayova klec. Důsledek je obtížné nanesení prášků v místech nejnižší hustoty pole. [18]

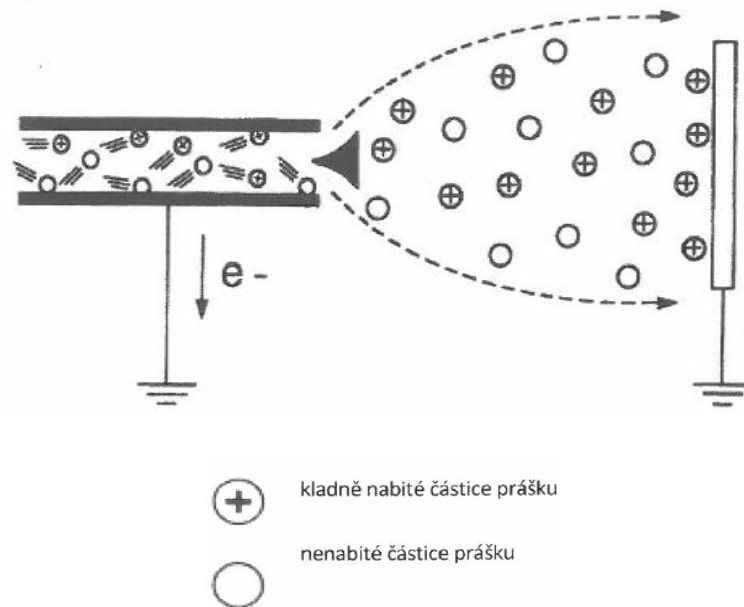


Obr. 7. Schéma nanášení práškového plástu elektrostatičným stříkáním (vznik efektu Faradayovy klece). [13]

Efekt Faradayovy klece vede k tlustějšímu povrchu na snáze přístupných místech, obtížně dosažitelná místa mají povlak nižší. Užijeme-li nižší napětí, vznikne rovnoměrnější tloušťka filmu. Toto se používá zejména u složitějších tvarů. Napětí stříkací pistole je nutno nastavit tak, aby se dosáhlo optimálního nabíjení prášku. Přiměřené hodnoty napětí dokáže nastavit zručná obsluha. [18]

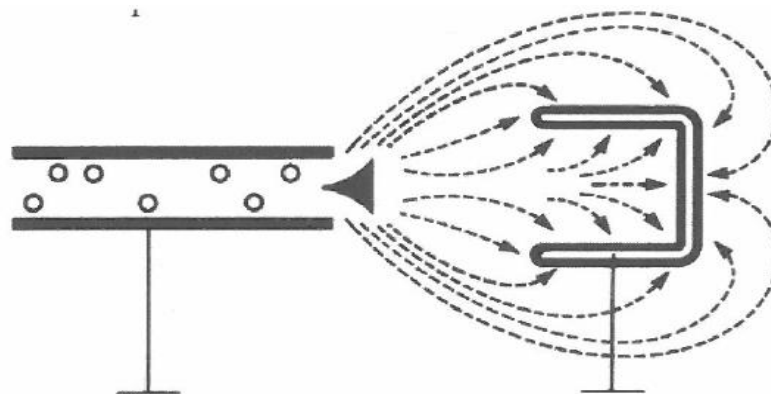
- Tribostatické (frikční) nabíjení

Tribostaticky, nebo-li elektrokineticky se částice práškového plastu nabíjejí tak, že se při rychlém pohybu otírají o určitý, speciální druh izolačního materiálu, ze kterého je vystlán válec stříkací pistole. [8, 18]



Obr. 8. Schéma principu tribostatického nabíjení práškového plastu. [13]

U tohoto nabíjení částic není přítomno vysoké napětí, takže zde není elektrické pole, a ani regeneruje volné ionty. Účinnost elektrokinetického nabíjení částic prášku závisí na proudění prášku ve stříkací pistoli. Aby byl co nejlepší výkon, tak je důležitá regulace průtoku vzduchu v pistoli v poměru množství vzduch- prášek. [8, 13]



Obr. 9. Schéma stříkání práškového plastu [13]

Mikroampérmetrem jsou vybavena některá tribostatická zařízení a jeho údaje nepřímo charakterizují nabíjení prášku. Na množství procházejícího prášku závisí hodnota měřeného elektrického proudu. Množství nabitých částic prášku pouštějících pistolí je nejdůležitějším faktorem. [18]

- **Příklady typů a druhů stříkacích pistolí**

Ruční stříkací tribo pistole Prsten 031 je jednoduchá nanášecí souprava, která se využívá při časté změně barvy a stříkaného sortimentu. Barva se bere z jednolitrového zásobníku, který je připevněn k pistoli. [14]



Obr. 10. Ruční stříkací tribo pistole Prsten 031 [17]

Ruční stříkací tribo souprava Progress 1ZP se skládá z ruční pistole Prsten 03 s čerpadlem prášku C4F, který čerpá ze zásobníku prášku typu ZP30N o objemu 30 litrů a do zásobníku je doplňován přes pneumatické prosévadlo prášku PPP3. Celá souprava je uložena na vozíku s ovládací skříní. Součástí je i Tester elektrizačních vlastností prášku, uzemnění stříkaných předmět a opotřebení nabíjecích částí pistole.

Tento druh pistole je vhodný tam, kde se nemění často barvy a neobměňuje se sortiment zboží. [14]



Obr. 11. Ruční stříkáci tribo souprava Progress 1ZP [17]

Ruční stříkáci tribo soustava Progress 1AK. Tuto soupravu tvoří pistole Prsten 03 s čerpacím zařízením Krtek 3. Čerpací zařízení bere prášek přímo z přepravního obalu. Obal může být krabice, která je umístěna na kosé stoličce Aron 1. Celá souprava je umístěna na přepravním vozíku s ovládací skříní, kde je i Tester elektrizačních vlastností stříkaných prášků. Souprava je vhodná na časté změny barevných odstínů. [14]



Obr. 12. Ruční stříkáci tribo soustava Progress 1AK [17]

Mechanizované stříkáci tribo pracoviště je doporučeno tam, kde je zboží zavěšeno na průběžném dopravníku. Jsou zde vytvořené, po obou stranách pomocí stříkáčích pistolí

Prsten 03A, postřikové stěny. Každou sekci lze odstavit a přizpůsobit rozměrům projíždějícího, zavěšeného předmětu. Pistole jsou napájeny čerpadlem C4F. Veškeré řízení je soustředěné ve skříni kontrolního a regulačního modulu KRM. [14, 19]



Obr. 13. Mechanizovaná stříkácí linka. [17]

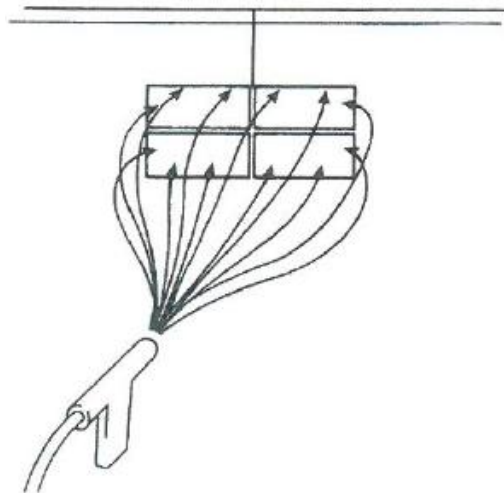
V lince na Obr. 11. Jsou dvě ruční pistole pro dostřik nebo předstřik a 12 automatických pistolí. [14]

- **Zavěšování a svěšování předmětů na průběžné dopravníky**

Zavěšování výrobků před povrchovou úpravou a svěšování hotových výrobků se stále provádí ručně. Každý provoz si vyrábí na předměty pro povrchovou úpravu sám. Ať to jsou závěsy, rámy, háčky, ale vše dle parametrů linky a předmětů, které se mají povrchově upravit. Proto je potřeba mít prostor pro obsluhu, která předměty navěšuje i svěšuje. Skladovací prostor je nutný jak pro závěsy, tak i pro obalový materiál, do kterého se hotové výrobky umisťují. Každý výrobek a zákazník má jiné požadavky.

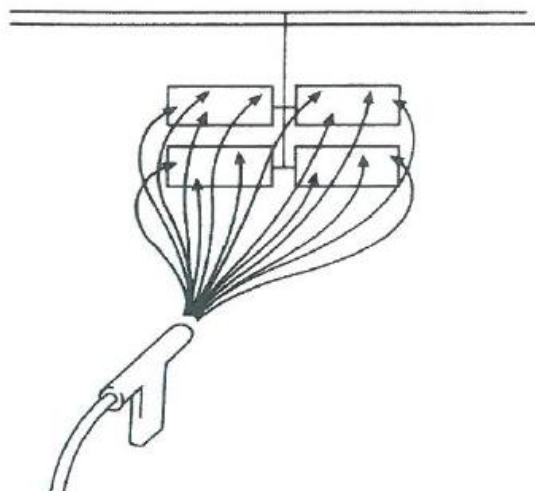
Předměty by se měly zavěšovat co nejtěsněji vedle sebe, ale s ohledem na průběh linky. Ne všude mají dostatek prostoru, aby celá linka byla v jedné rovině, a musí se brát v potaz i to, že linka má záhyby. Pece, sušičky, odmaštění mohou být i nad úroveň podlahy, v druhém patře. Pokud jsou předměty zavěšeny moc blízko, předměty se nepovlékají rovnoměrně.





Obr. 14. Špatné zavěšení předmětu na dopravník [13]

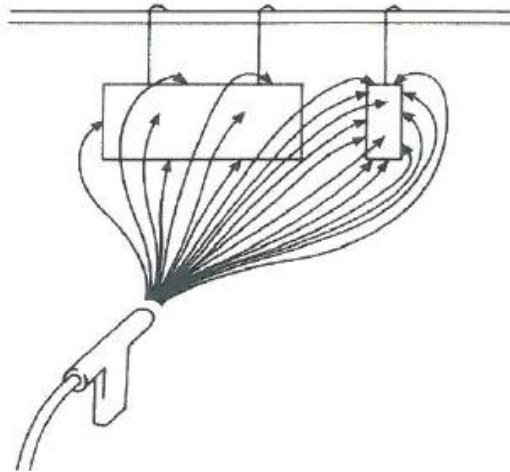
Správné zavěšení předmětu je takové, kde stejné velikosti jsou rozmístěné na rámu, háčcích tak, že mají minimální vzdálenost, ve které se nalakují rovnoměrnou vrstvou. [19]



Obr. 15. Správné zavěšení předmětu na dopravník [13]

Jedou-li na lince různě velké předměty na stejnou konečnou barvu, měla by se mezi nimi vytvořit dostatečně velká mezera. Popřípadě nějakým domluveným signálem pro obsluhu stříkací kabiny, aby upravili výšku stříkacích pistolí, automatického rázu, nebo popřípadě

zbytek dostříkat ručně. Na malém předmětu se vytvoří větší koncentrace polí a proto se na něm usadí silnější povlak než na větším předmětu v jeho blízkosti. [19]



Obr. 16. Malý a velký předmět vedle sebe při automatickém stříkání [13]

Práci v lakovnách musí vykonávat vyškolení pracovníci, dodržovat bezpečnost práce, používat bezpečnostní pomůcky, jako je respirátor.

- **Vytvrzování povlaku práškového plástu**

Operace vytvrzování je závěrečnou operací pro životnost práškového povlaku. Na tento úkon jsou určeny vytvrzovací pece, které mohou být komorové nebo průběžné. Komorové jsou takové, do kterých výrobek zavěsíme a necháme po určitou dobu v určité teplotě. Průběžné se používají tam, kde je dopravník, který s předměty projíždí celou linkou. Teplota a délka vytvrzování se liší podle předmětu a typu použité barvy. Reakce vytvrzení probíhá tak, že nejprve dojde k roztečení práškové hmoty, který se stává působením tepla tekutou. Prášek kopíruje povrch výrobku, jakmile projde tekutá hmota skelným přechodem, kdy se prášek stává tuhou hmotou. Uvnitř hmoty probíhá polymerační reakce sesítování a prášek získá mechanické vlastnosti, jako je pružnost, přilnavost, odolnost proti úderu, poškrábání, korozi. V poslední fázi vytvrzování dojde k vytvoření hloubky matu u matných typů a prášek získává příslušnou chemickou odolnost. Až po těchto úkonech můžeme říci, že je dostatečně barva vytvrzená. Pokud se toto podcení, vytvrzení neproběhne dostatečně, má to vliv na všechny vlastnosti hotového výrobku. Jako mat, chemické, mechanické vlastnosti. Na druhou stranu, je-li výrobek přepálen, může mít

různé odstíny. Výhodou práškových barev je, že po vypálení, vytvrzení se již nemusí čekat na zaschnutí a můžou se již rovnou balit a expedovat dále k zákazníkům. [15]

- **Porovnání technik nanášení práškových plastů**

Jak je uvedeno v předchozích kapitolách, práškový plast se dá nanášet dvěma způsoby a to elektrostatickým nabíjením a tribostatickým (frikčním) nabíjením.

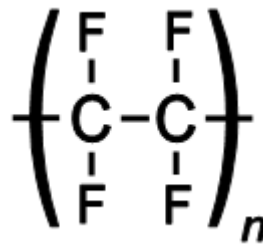
Tab. 4. Porovnání dvou nejběžnějších technik nanášení práškových plastů. [13]

<b>Výhody a nevýhody rozdílných způsobů nanášení prášku</b>		
<b>Kritické parametry</b>	<b>Elektrostatické nabíjení</b>	<b>Tribostatické nabíjení</b>
<b>Efekt Faradayovy klece</b>	Významný Pokrývání vnitřních obtížnějších ploch.	Není. Rovnoměrnější tloušťka povlaku.
<b>Zpětná ionizace</b>	Významnější kvůli volným iontům. Negativní vliv na průtokové vlastnosti prášku.	Méně významná. Lepší průtokové vlastnosti prášku. Snazší dosažení tenké vrstvy s dobrým rozlivem.
<b>Technika nanášení</b>	Větší objem prášku na jednu pistoli. Menší citlivost na detaily.	Menší množství prášku na jednu pistoli. Větší citlivost na detaily. Levnější
<b>Druh prášku</b>	Použitelné pro všechny typy prášku.	Vyžaduje vhodné typy prášku.

- **Konkrétní příklad využití povlaku z PTFE**

PTFE je polytetrafluoretylen, který je známý pod názvem Teflon a dalšími obchodními názvy jako je například Fluon, Algorlon. Tento povlak patří mezi fluoropolymery, používané zejména ve strojírenství. [20, 27]

Má vysokou molekulovou hmotnost monomerní jednotky 100,016 a obsahuje pouze atomy uhlíku a fluoru. [20, 27]



Obr. 17. Polytetrafluoren (PTFE) [27]

Je to chemicky odolný polymer s vysokým stupněm krystalinity. Tento polymer můžeme použít v teplotním rozsahu -200 až +200 °C. V čistém stavu má nepříznivé mechanické vlastnosti, proto se kombinuje s práškovými plnidly. Má sklon ke studenému toku při zatížení. Jeho velká tepelná a chemická odolnost je příčinou těžké zpracovatelnosti, proto se volí způsoby, které připomínají práškovou metalurgii nebo zpracování keramiky. Slinovaný a vychlazený PTFE má barvu mléčně bílou a je to neprůhledná termoplastická látka, je nepolární a má vynikající elektroizolační vlastnosti až do vysokých kmitočtů a teplot. Povlaky se vytváří stříkáním PTFE disperze na podklad pomocí stříkácí pistole. Při nanášení se musí hlídat tloušťka povlaku, aby nedošlo k tzv. kritické tloušťce, která způsobuje popraskání povlaku. Ideální je použít dva až tři nástříky, po kterých se vždy tepelně vytvrdí v pecích. Poslední povlak se vytvrzuje v peci o teplotě 380 - 400 °C. Tloušťka povlaku musí být mezi 50 - 70 μm. Tyto povlaky se nadají využít jako antikorozi, jelikož mohou obsahovat mikropóry. Zesílené povlaky nebo-li vyztužené, jsou takové, které vytvoří keramické nebo kovové mezivrstvy, která lépe ustálí PTFE povlak a zvyšuje odolnost vůči opotřebení. Kompozitní povlaky jsou tvořené nosnou tepelně odolnou plastickou hmotou, která je plněna mikrojemným PTFE. Jejich disperzní prostředí je směs organických rozpouštědel. Dobře se zpracovávají a mají podstatně větší odolnost vůči opotřebení, ale jejich nevýhodou je hořlavost. Vlastnosti povlaků těchto

dispersí se liší podle použité plastické hmoty, do které je PTFE přidán. Mohou to být polyamidy, epoxidy nebo fenolické pryskyřice. Dle použití nosné hmoty se liší podmínky zpracování i rozdílné účinky separační, kluzné a dielektrické. Fluepox je název separačního kluzného povlaku s dobrými dielektrickými vlastnostmi, vytvořený z modifikovaných epoxidových pryskyřic, milojemného PTFE a dalších přísad dle účelu použití. U tohoto povlaku lze nanášet na rovných plochách i větší tloušťky až 1 mm. Vytvrzuje se již při pokojové teplotě. Vyšší teploty se využívají pro urychlení tvrdnutí a podle zamýšlené aplikace. Některé vlastnosti jako je kluznost, odolnost proti oděru lze měnit použitím přísadami měnit. Povlaky se můžeme obrábět, brousit nebo leštit. Fluepox byl vyzkoušen v řadě aplikací, kde je požadována vysoká odolnost proti abrazi. Používá se na průmyslové skluzy, násypky, zásobníky automatických vah, ložisková a vodící pouzdra, kloubový ložiska, pájecí vozíky do cínových lázní, ale i v elektrických přístrojích. Chemická odolnost fluepoxového povlaku je dána typem použité epoxidové pryskyřice, nebo tužidla. Tento materiál našel široké uplatnění v automobilovém, leteckém průmyslu, potravinářské stroje, zařízení, zařízení lakoven, chemický průmysl, textilní stroje aj. [23]

#### **3.1.4 Nanášení práškových plastů - termoplasty**

Termoplastická prášková barva se používá tehdy, když od povrchu vyžadujeme vynikající mechanické vlastnosti, jako je flexibilita, mrazuvzdornost, pevnost. Tyto barvy jsou vyrobeny na bázi polyetylenu. Na povrch se nanášejí fluidováním. Nahřátý kov se ponoří do fluidní vany. Prášek se přilepí a zčásti roztaví. Po té se výrobek dá do pece, kde se prášek rozteče a vytvoří jednolitý povrch. Toto se používá zejména na drátěné programy do regálu, ledniček, zahradní nábytek, skříně autobaterií, zábradlí, armatury, kryty ventilátorů. Polyetylenové barvy mají vysokou odolnost proti korozi, mechanickému poškození, UV záření a jsou zdravotně nezávadné. [21]

- **Konkrétní příklady**

Jako první příklad uvádím barvy s názvem Polisint, které jsou vyráběny v Nitře na Slovensku, ve firmě ICOSA s.r.o., kde tento produkt vyvinuli. Používá se tak, že se předmět musí odmastit, na studen kov se aplikuje barva Polisont, buď tribostaticky nebo

elektrostaticky. Po té se kov zahřeje v peci na teplotě 200 °C až 220 °C na 5- 40 minut, podle velikosti a typu výrobku. [21]

Druhý příklad jsem zvolila zařízení Gladiátor pro nanášení ochranných termoplastických povlaků za pomoci nástřiku plamenem. Práškové barvy, které se používají na nástřik plamenem je celá řada a vždy se dá zvolit optimální druh. Technologie nástřiku plamenem se uplatňuje zejména při opravách vodohospodářských zařízení a strojů, v chemickém průmyslu a je vhodná i na ochranu komunálních zařízení (zařízení vystavené dešti, soli, popelnice), objekty blízko moře, ale třeba i lodě. Samotné zařízení GLADIÁTOR pro nanášení termoplastů se skládá ze zásobníku prášku svlakovacího termoplastu s dávkovacím zařízením. Druhá část je zdroj stlačeného vzduchu (kompresor nebo centrální rozvod stlačeného vzduchu). Třetí částí je propan- butanová lahev s redukčním ventilem. Dále je zde připojený hořák s přívodními hadicemi pro propan- butan, vzduch a termoplastický prášek. Poslední částí jsou bezpečnostní a ovládací prvky. [22]



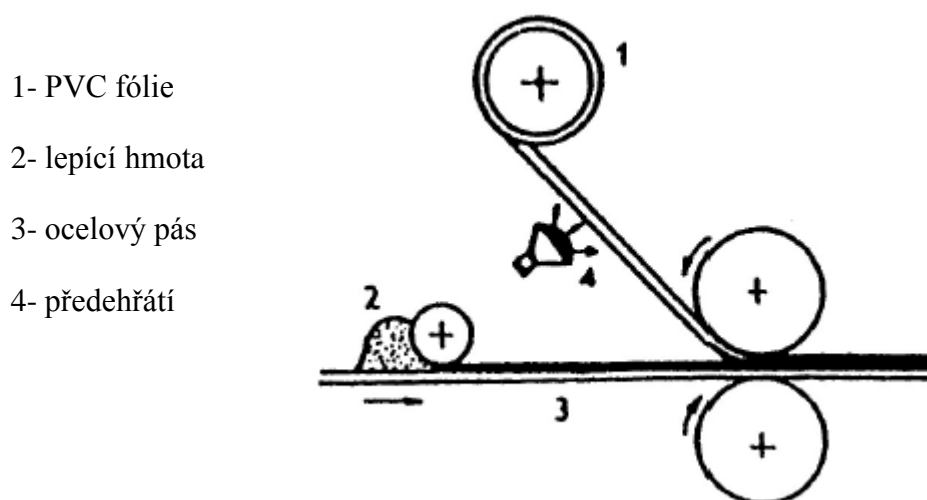
Obr. 18. Zařízení GLADIÁTOR pro nanášení ochranných termoplastických povlaků [22]

Prášek povlakovacího termoplastu je ze zásobníku nasáván pomocí podtlaku vytvořeného Venturiho trubicí a dopravován do hořáku. V zásobníku je generátor vibrací, který zamezuje vytváření shluku prášku. Nejprve se zapálí směs propan- butanu a vzduchu, a

pak se do plamene začne dávkovat práškový termoplast. Hořák i dávkovač termoplastu se nastavují nezávisle. Plyny, které vznikly hořením směsi propan- butanu a vzduchu způsobují natavení práškového termoplastu a jeho strhávání a nástřik na ošetřovanou plochu. Plocha, na kterou se tento plast má nanášet musí být kovově čistá. Předehřátí umožňuje pracovat i v exteriéru, a to i za nepříznivého počasí. Teplota předehřátí se kontroluje pyrometrem, který je součástí příslušenství. Nanesený termoplast vytvoří vodou nepropustnou, pružnou a souvislou vrstvou, která lze snadno opravit. Po vychladnutí povlaku na 20 °C je ihned připraven k použití, je pružný, nepropustný a odolný. Při volbě termoplastu je důležité vědět, kde se bude této úpravy využívat. Použití tohoto povlaku může být na potrubí na pitnou vodu, nádrží, fitinků, odpadních vod, odkalovací jímky, nádrže na teplou vodu, na ochranu plynového potrubí. [22]

### 3.2 Plátování

Tato metoda se využívá u kovových plechů, pásů, ale i drátů, trubek. Tyto materiály spojují dobré pevnostní vlastnosti kovů s korozní odolností, izolační schopností a barevností plastických hmot. Plátováním se upravují měkké hlubokotažné oceli a slitiny lehkých kovů. Povlakové materiály se volí mezi škálou termoplastů, polyetylén a polyamid. Plátování jednotlivých ploch výrobků se uskutečňuje přilepením nebo mechanickým připevněním obkladů. Používá se na vnější i vnitřní plochy trubek. [8, 12]



Obr. 19. Nanášení plastů naválcováním [8]

Je několik způsobů použitelných technologií. Prvním je laminace, která se může dělit na suché kaširování, kde se naválcovává pohybující pás opatřený vrstvou lepidla hotovou fólií z plastické hmoty. Další varianta kaširování je za tepla. Zde se díky termoplastičnosti nataví laminovací fólie. Další způsob je plastisolový, kde se plastická hmota nanáší na lepidlem potřený pás v podobě plastisolu, ze kterého se tzv. želatinací vytvoří konečný povlak. [8]

### 3.3 Laminace

U této povrchové úpravě je dvojitá funkce hotového povlaku. A to ochranná a dekorační. Laminace slouží k výrobě vícevrstevných výrobků, obdobně jako kaširování. Na podkladový materiál se laminují plastové fólie. [12]

### 3.4 Tekutá disperze

Ve formě tekuté disperze se používají termoplasty a to nejčastěji fluoroplasty PTFE (polytetrafluoroethylen) a FEP (tetrafluoretylen - hexafluorpropylen). Tloušťka ochranných nánosů se pohybuje v několika setin milimetru a to cca 0,03 mm. Před touto vrstvou by se měl upravit povrch ještě fosfátováním pro zvýšení odolnosti proti korozi. Tyto materiály se využívají tam, kde je potřeba zabránit ulpívání materiálu na povrchu a snižovat lepidlost. Používají se například v domácnosti na žehličky, pánve, topinkovače. V průmyslu se používají na povlakování spojovacích materiálů. [1]

#### 3.4.1 Máčení

Tento způsob povrchové úpravy může být velice ekonomický a to už jen z toho důvodu, že nedochází k tzv. plýtvání nátěrových hmot. Jediné ztráty, které zde mohou vzniknout, jsou z okapávání předmětu, který se vytáhl z vany, kde byl ponořen a odpar z ředidel. Tloušťka nátěru je závislá na konzistenci nátěrové hmoty a rychlosti vynořování. Tento proces se dá velmi snadno zmechanizovat. To je také důvodem, proč se vybírá pro velkoobjemové zakázky výrobků, ale musí se zvolit tam, kde tvar předmětů máčených nemá žádné kapsy a záhyby. Máčení se nejvíce používá u past z PVC a kaučukových latexů. Po vytažení z vany se dále zpracovává za působení teploty, aby nátěr naschnul. Máčení se provádí jak za tepla, tak za studena. [8, 12]



### 3.4.2 Natírání a impregnace

Rozdíl mezi natíráním a impregnací je takový, že pokud roztok plastu nebude nanášen jen na povrch, ale bude sytit i nosný materiál i po tloušťce, potom to je impregnace. Natírat můžeme jak ručně, tak mechanicky. Je to vhodnější pro rovinné plochy, např. plechy. [12]

## 4 KONTROLA A ZKOUŠKY KVALITY POVLAKU

Kontrola kvality povrchové úpravy tvoří nedílnou Zde se kontroluje, posuzuje splnění předepsaných nároků na jakost. Rozhoduje se, zda byla dosažená kvalita povrchové úpravy. Dále se odhaduje očekávané protikorozi, vzhledové a funkční účinnost. Výrobky se třídí dle tříd kvality- jakosti. součást výroby. Sleduje se, jak během mezioperačních kontrolách, tak při koneční kontrole. Tyto kontroly se provádí ručně a každý výrobek projde přes pracovníka, který jej vizuálně prohlédne a po té zabalí k expedici.

[8, 10, 26, 27]

Tab. 5. Parametry kvality povlakových systémů [8]

Oblast kontroly	Parametry jakosti
<b>Vstupní a mezioperační</b>	Stupeň odmaštění povrchu Čistota a drsnost povrchu Kvalita konverzních vrstev Tloušťka nezaschlého nátěru
<b>Konečná (výstupní) Vzhledové vlastnosti</b>	Celkový vzhled Lesk, zobrazivost, matnost Barva
<b>Funkční vlastnosti</b>	Přilnavost, drsnost, tvrdost, pevnost Tažnost, odolnost proti deformaci Odolnost proti otěru Vnitřní pnutí Složení a struktura povlaku Elektrické vlastnosti Nasákavost, hájitelnost
<b>Ochranné vlastnosti</b>	Tloušťka Pórovitost Odolnost proti korozi

## 4.1 Vzhledové vlastnosti

Tyto vlastnosti jsou optické a posuzují se vizuálně. Zahrnují jak celkový vzhled, tak lesk, matnost, zobrazivost, barvu. Výrobek musí mít stejnorodou barvu, proto ve výrobě je důležité vhodné osvětlení, pracovní režim. Vady povrchu, co se nestejnorodosti týče mohou být bodové, lineární, plošného charakteru s plynulou náhlou změnou vzhledu. Po vizuálním hodnocení optických nehomogenit, jejich tvaru, charakteru většinou umožňuje rozlišit místa bez povlaku, makroskopické póry, odlupující se povlak, trhliny, rysky, puchýře, a podpovrchové plynné vměstky, důlky v povlaku, nerozlité pramence, kapky, ulpělé nečistoty, pronik korozních zplodin povlakem. Lesk, matnost a zobrazivost jsou vjemy, které souvisí s geometrickým charakterem odrazu světla na sledovaném povrchu. Barva se kontroluje jak vizuálně, tak i objektivními metodami. Jednou z možností je fotometrické trichromatické kolorimetry, kde je přímé stanovení složek X, Y, Z světla odraženého od posuzovaného povlaku. Další možností je spektrofotometr, který stanovuje spektrální závislost jasu měřené plochy a standartu, ze kterých se výpočtem získají trichromatické souřadnice. Tato metoda je velmi přesná a univerzální. [8, 23, 27]

## 4.2 Funkční vlastnosti

Při této kontrole se hodnotí vlastnosti povrchu před povrchovou úpravou, jako je čistota, odmaštění, drsnost povrchu a funkčních vlastností vytvořeného povlaku. Tyto kontroly mají specifický charakter, protože se vlastnosti povlaku liší od struktury a složení základních materiálů. [8]

Vybrala jsem si jen první a ty nejzákladnější vlastnosti povlaků a jejich zkoušky.

### 4.2.1 Čistota, zamaštění a drsnost povrchu.

- **Čistota povrchu**

Čistota povrchu ovlivňuje reologické vlastnosti, přilnavost, odolnost proti deformaci, pórovitost, celková vzhled i korozní odolnost povlaků. Znečištění je pro různé druhy povlaku rozdílné. Nejvyšší stupeň čistoty je například nutný u všech chemických a elektrochemických procesů. Mírně znečištěný povrchu může být u organických nátěrů a smaltování. [27]

- **Zamaštění povrchu**

Zamaštění povrchu je, když na povrchu materiálu jsou látky hydrofobního charakteru. Opět záleží na typu a charakteru povrchových úprav. Zde se hlídá plošná koncentrace látky, která se udává v  $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ . Pro tuto kontrolu se používá metoda porušení souvislého vodního filmu. Vzorek se opláchně 2 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a ponoří se do destilované vody a po té se po vyjmutí z vody upevní pod úhlem  $45^\circ$ . Měří se čas do okamžiku porušení souvislého vodního filmu. Pokud povrch není zamaštěný, pokud čas nepřesáhl 60 s. [24]

Pro nižší stupeň zamaštění se používá metoda postřiková. Jako měřicí roztok se používá rozprášený roztok látky snižující povrchové napětí ( $0,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$  nigrosinu) v destilované vodě. [8]

1- Rozprašovač

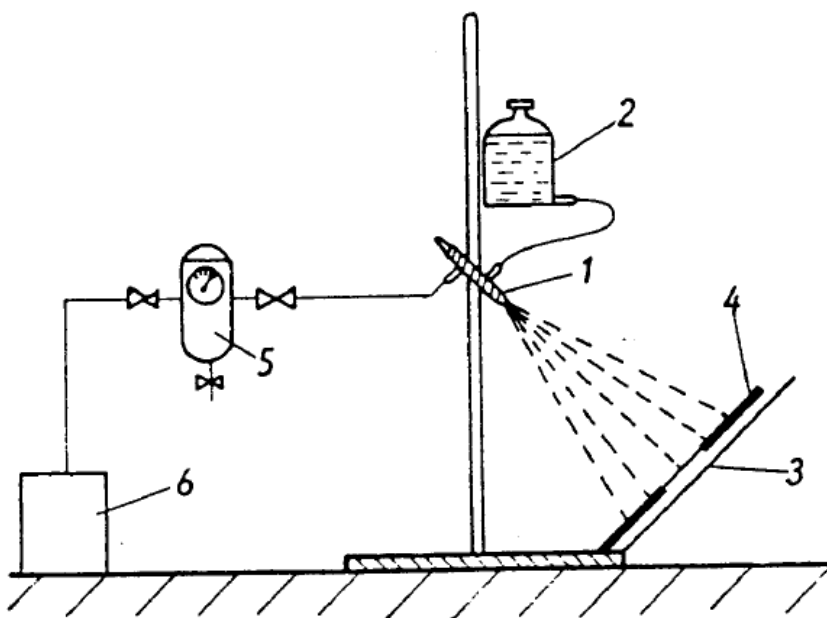
2- Zásobní nádržka  
zkušební  
roztoku

3- Držák

4- Šablona

5- Regulátor tlaku

6- Zdroj stlačeného  
vzduchu



Obr. 20. Zařízení pro měření stupně zamaštění postřikovou metodou. [8]

Pro vyšší plošnou koncentraci zamaštění se užívá metoda hmotnostní. Vzorek se zváží před a po jeho odmaštění. [8, 27]

Fluorescenční metoda se hodí pro rychlé stanovené středních a vyšších koncentrací. Zde se měří fluorescence heterocyklických sloučenin, obsažených v tucích minerálního původu. Záření je v blízké oblasti ultrafialové oblasti, což je 310 až 385  $\mu\text{m}$ . Kalibrace měření se provádí kvůli kvantitativnímu hodnocení. [8, 27]

- **Drsnost povrchu**

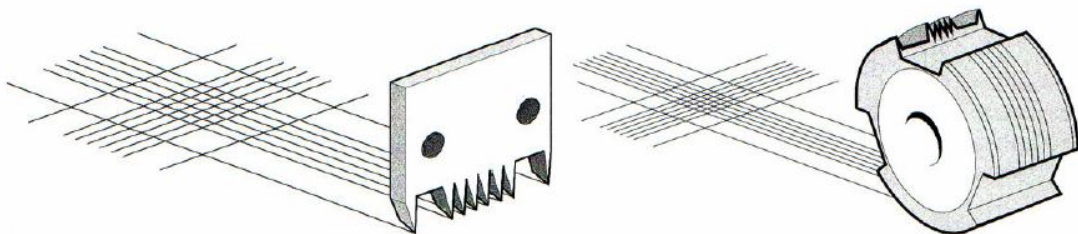
Drsnost povlakovaného materiálu ovlivňuje přilnavost a i ochrannou účinnost a výsledný vzhled. Hodnocení drsnosti povrchu se dá hodnotit srovnávacím měřením, metodou šikmého výbrusu, metoda interferenčního mikroskopu, laserové metody nebo dotykového hrotu. [8, 27]

#### 4.2.2 Přilnavost, tažnost, odolnost proti deformaci

Přilnavost závisí materiálu předmětu na povlakování a na druhu povlakové technologie, která bude v konkrétních případech použita. Důležitý je i výběr metody, kterou se bude zkoumat vybraný předmět a jakým způsobem se bude oddělovat povlak od podkladu. Při mechanickém zkoušení přilnavosti můžeme hodnotit i plastické vlastnosti povlaků. [23]

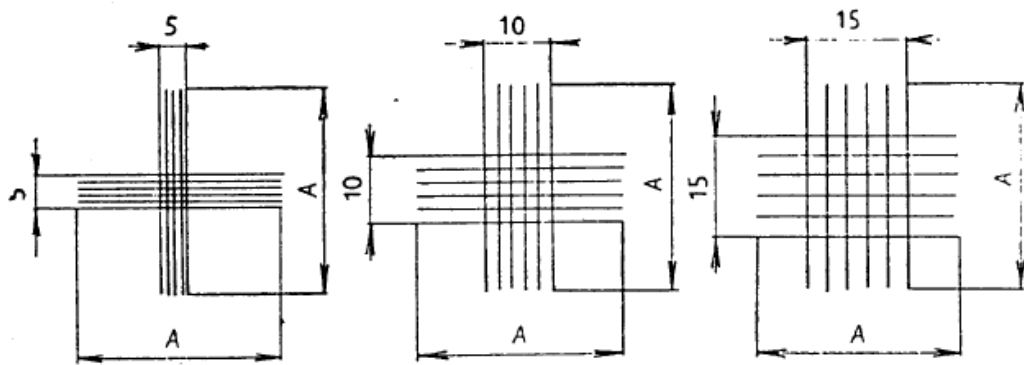
- **Zkouška mřížkovým řezem**

Tato metoda je nejpoužívanější pro stanovení přilnavosti povlaku organickými nátěry



Obr. 21. Mřížkový řez [23]

Princip spočívá v tom, že se prořízne povlak na podkladu několika na sebe kolnými řezy a hodnotí se zde míra odlupování povlaku. Povlak musí být proříznut na podklad v délce alespoň 20 mm, vzdálenost řezů je závislá na tloušťce nátěru. 1 mm je do 60  $\mu\text{m}$ , 2 mm mají toušťku 60 až 120  $\mu\text{m}$ , 3 mm 120 až 200  $\mu\text{m}$ . [23]

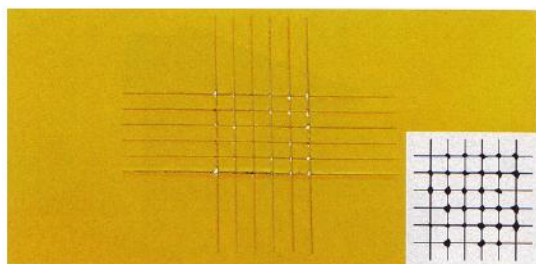


Obr. 22. Mřížkový řez pro nátěry dle celkové tloušťky povlaku. [8]

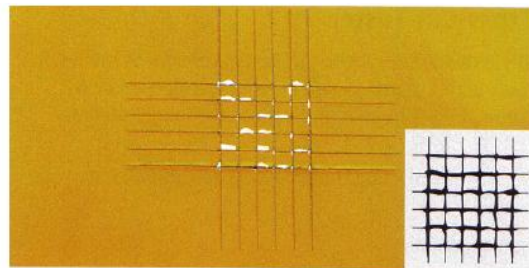
Porušený povrch v místě řezu se hodnotí dle rozsahu odlupování na pět stupňů. První stupeň se může určit pomocí samolepící pásky, kdy se řez odtrhne. [23]

Tab. 6. Hodnocení přilnavosti mřížkovým řezem [8]

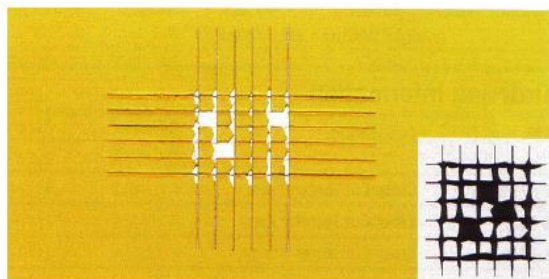
Stupeň	Výsledky zkoušky
1	Čtverečky řezu pevně lpí na podkladu, okraje řezů jsou ostré a hladké.
2	Čtverečky řezu pevně lpí na podkladu, okraje řezu jsou neostré a roztřepené (porušení max. 5 % plochy)
3	Čtverečky mřížky se ojediněle odlupují od podkladu (porušení 5- 35 % plochy)
4	Cca polovina čtverečku odloupnuta od pokladu, v čarách řezu mimo mřížku lpí pevně
5	Většina čtverečku odloupnuta, nátěr se zvedá a dolupuje v pruzích již při prvním rovnoběžném řezu.



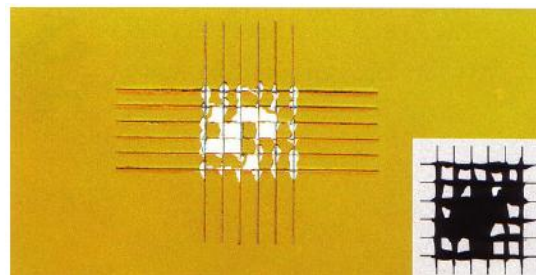
Obr. 23. Stupeň 1 [23]



Obr. 24. Stupeň 2 [23]



Obr. 25. Stupeň 3 [23]



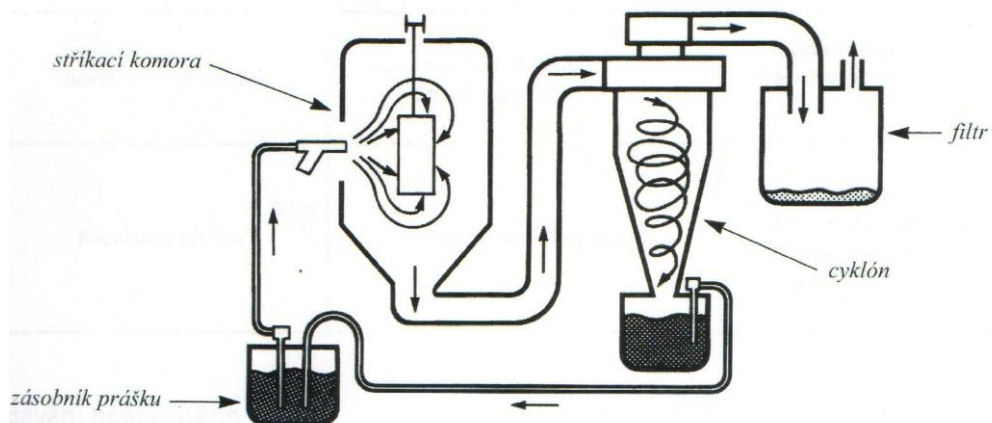
Obr. 26. Stupeň 4 [23]

## 5 RECYKLACE A REGENERACE PRÁŠKOVÝCH HMOT

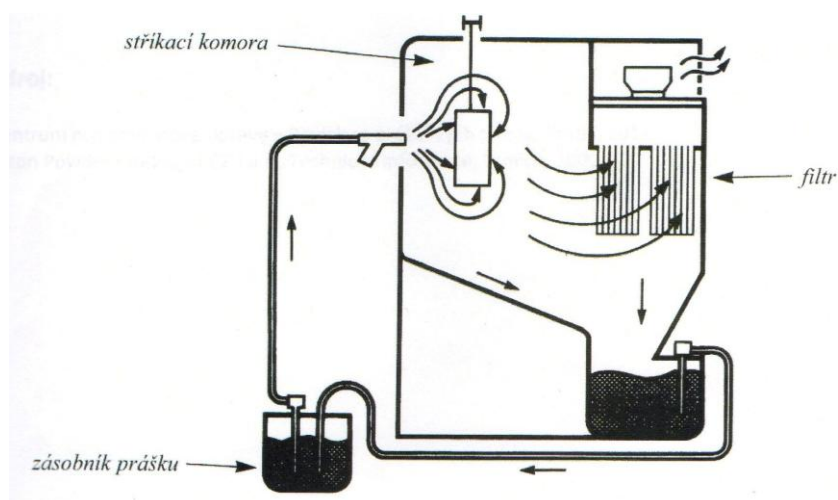
Práškové nátěrové hmoty mají obrovskou výhodu oproti tekutým hmotám a to, že je zde možnost úplné recyklace nebo regenerace použitých práškových hmot. Toto je velmi významné pro úsporu a nevznikají odpady, které zatěžují životní prostředí. [24]

### 5.1 Recyklace

Použité práškové nátěrové hmoty v provozu lakovny jsou vráceny zpět do nanášejícího zařízení k dalšímu použití. Velmi snadno se recykluje v takových provozech, kde mají zařízení s cyklonem a koncovým filtrem. Zde se zachytí prášek a ostatní jemné částice jsou zadrženy na filtru a tam se tvoří odpad. Jemné částice se obtížně nabíjejí a nanášejí. Prášek z cyklonu se musí prosít, doplnit novou barvou a vrátí se zpět do zařízení. [24]



Obr. 27. Stříkací komora s cyklonem na krystalizaci prášku. [13]



Obr. 28. Stříkací komora s recyklací filtrem. [13]



Recyklovaný prášek bude mít vždy jiné vlastnosti než nepoužitý prášek. Je vhodné udržovat podíl recyklovaného prášku minimální a recyklovaný prášek stále vracet do násypky. [13]

Tab. 7. Porovnání způsobu recyklace. [13]

<b>Výhody a nevýhody způsobů recyklace cyklonem a filtrem</b>		
<b>Recyklace</b>	<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
<b>Cyklonem</b>	Jednoduchá konstrukce. Snadné čištění	Účinnost oddělování závisí značně na provozních podmínkách. Může vznikat hodně odpadu.
<b>Filtrem</b>	Recykluje se veškerý prášek	Hromadění jemnozrnných částic. Mohou vznikat technologické problémy, zejména u tribostatického nanášení. Náročné čištění, výměna filtru před změnou barvy.

## 5.2 Regenerace

Regenerace prášku nátěrových hmot je zpracování nevhodného prášku pro použití v lakovnách. Nepoužitelným se stává ve chvíli, kdy je znečištěný mechanickými nečistotami, jako je prach, tryskací materiál, vlákna z filtrů. Nevhodná distribuce částic, odpady z integrovaných kabin. Znečištěný jinými odstíny barev, přísadami, odpady z jiných lakoven a častým střídáním odstínů. Prášková barva může tvořit hrudky, pokud je nevhodně skladovaná, za vysokých teplot, navlhla, a nebo špatně zvolená barva. Regenerace práškových nátěrových hmot je z hlediska úspor základních surovin, tak i z ekologického hlediska. Je to i velice výhodné pro odběratele. [24]

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit ucelený přehled o technologii povrchových úprav kovů polymery.

V první části práce je shrnuta historie, současné trendy tohoto oboru. Historie zasahuje do minulého století, kde se využívalo zejména anorganických látek. Současnost ukazuje, jaké aspekty jsou důležité pro výběr správné technologie.

V druhé části je nastíněno, jakým způsobem je nutné upravit povrch kovů před samotnou aplikací polymeru. Předúprava závisí na druhu a typu materiálů a následné povrchové úpravě. Dělí se na mechanickou úpravu povrchu, chemicko-fyzikální a elektrochemickou předúpravu povrchu. Úprava povrchu kovů polymery se dělí na anorganické a organické povlaky.

Největší pozornost v této bakalářské práci byla věnována kapitole, která popisuje povlakování kovů plasty, aplikaci práškových barev jak na termoplasty tak termosety včetně příkladů využití těchto povlaků s konkrétními příklady nanášení. Rovněž jsou zmíněny další způsoby nanášení jako je plátování, laminace, máčení, natírání a impregnace.

V předposlední kapitole je zmíněna kontrola kvality povlaku. Tato část výroby je nedílnou součástí a ukazatelem, zda všechny kroky úpravy povrchu byly provedeny správně a dle požadavků zákazníků.

Po ukončení všech kroků výroby, vyexpedování zboží zákazníkům, vždy zůstane odpad, který je třeba zlikvidovat. Těmto konečným úkonům je věnována poslední kapitola.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *MM Průmyslové spektrum: Povrchová úprava moderními materiály*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 6.6.2001, roč. 2001, č. 6. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/povrchova-uprava-modernimi-materialy.html>
- [2] KUDLÁČEK, Jan a Viktor KREIBICH. Udržitelný rozvoj technologií povrchových úprav. *Povrcháři* [online]. 2011, č. 7, s. 2-4 [cit. 2013-05-13]. DOI: 1802-9833. Dostupné z: [http://www.povrchari.cz/kestazeni/201107\\_povrchari.pdf](http://www.povrchari.cz/kestazeni/201107_povrchari.pdf)
- [3] *MM Průmyslové spektrum: Udržitelný rozvoj technologií povrchových úprav*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2012, 11.4.2012, č. 4. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/udrzitelny-rozvoj-technologie-povrchovych-uprav.html>
- [4] Protikorozní ochrana povlaky. [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni\\_inzenyrstvi\\_se/koroze/o\\_povlak.htm#obr3](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni_inzenyrstvi_se/koroze/o_povlak.htm#obr3)
- [5] KREIBICH, Viktor. *Vzdělávání zaměstnanců a rozvoj lidských zdrojů společnosti TOKOZ a.s.: Předúpravy povrchu*. Praha, 2011.
- [6] RAL: COLOURS. *Vzorník barev* [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.ral.cz/vzornik-barev/3hw-ral-k7-classic/4p>
- [7] Kontrola jakosti povlakových systémů. [online]. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: [http://www.kmm.zcu.cz/Blahova/CDPOU/content/data/cviceni\\_5.pdf](http://www.kmm.zcu.cz/Blahova/CDPOU/content/data/cviceni_5.pdf)
- [8] HLAVÁČEK, Vratislav. Použití povlaků z PTFE ve střežírénství. *Povrcháři* [online]. 2008, roč. 2008, č. 5, s. 9-10 [cit. 2013-05-18]. DOI: 1802-9833. Dostupné z: [http://www.povrchari.cz/kestazeni/201107\\_povrchari.pdf](http://www.povrchari.cz/kestazeni/201107_povrchari.pdf)
- [9] Technologie II: Zpracování plastů. In: [online]. [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/12.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/12.htm)
- [10] Kontrola jakosti povlakových systémů. [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: [http://www.kmm.zcu.cz/Blahova/CDPOU/content/data/cviceni\\_4.pdf](http://www.kmm.zcu.cz/Blahova/CDPOU/content/data/cviceni_4.pdf)
- [11] STRATIL, Jaroslav. Recyklace a regenerace práškových nátěrových hmot, *Povrcháři* [online]. 2009, roč. 2009, č. 10, s. 14 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: [http://povrchari.cz/kestazeni/200910\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/200910_povrchari.pdf)

- [12] SAVA Trade, spol. s. r. o. *Práškové barvy: Řešení chyb* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.savatrade.cz/praskove-barvy/reseni-chyb>
- [13] KREIBICH, Viktor. *Vzdělávání zaměstnanců a rozvoj lidských zdrojů společnosti TOKOZ a.s.: Práškové plasty*. Praha, 2011.
- [14] *MM Průmyslové spektrum: Když se řekne práškování*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2001, 13.4.2011, roč. 2001, č. 4. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/kdyz-se-rekne-praskovani.html>
- [15] ZÍMA, Josef. Zařízení GLADIÁTOR pro nanášení ochranných termoplastických povlaků za pomoci nástřiku plamenem. *Povrcháři* [online]. 2009, roč. 2009, č. 10, s. 2-4 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: [http://povrchari.cz/kestazeni/200910\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/200910_povrchari.pdf)
- [16] KREIBICH, Viktor. *Vzdělávání zaměstnanců a rozvoj lidských zdrojů společnosti TOKOZ a.s.: Úvod do povrchových úprav*. Praha, 2011.
- [17] JEŽEK, Josef. Práškové lakovny hromadné výroby. *Povrcháři* [online]. 2010, roč. 2010, č. 8, s. 3-4 [cit. 2013-05-18]. DOI: 1802-9833. Dostupné z: [http://povrchari.cz/kestazeni/201008\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/201008_povrchari.pdf)
- [18] KREIBICH, Viktor. Práškové plasty, *Povrcháři* [online]. 2009, roč. 2009, č. 1, s. 2-5 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: [http://povrchari.cz/kestazeni/200901\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/200901_povrchari.pdf)
- [19] *MM Průmyslové spektrum: Požadavky na kvalitu povrchových úprav organickými povlaky*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2007, 20.6.2007, roč. 2007, č. 6. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/kdyz-se-rekne-praskovani.html>
- [20] KRAUS, Václav. *Povrchy a jejich úpravy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2000, 216 s. ISBN 80-708-2668-1.
- [21] ĎURČOVIČOVÁ, Eva. Termoplastická prášková farba. *Povrcháři* [online]. 2010, roč. 2010, č. 4, s. 2-3 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: [http://povrchari.cz/kestazeni/201004\\_povrchari.pdf](http://povrchari.cz/kestazeni/201004_povrchari.pdf)
- [22] *MM Průmyslové spektrum*. Praha: SEND Předplatné s.r.o, 2002, 16.5:2002, č. 5. ISSN 1212-2572. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/povrchove-upravy-kovu.html>
- [23] JEŽEK, Josef. JEVAN: Když se řekne práškování. [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: [http://www.jevan.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12:kdy-se-rekne-praskovani&catid=1:lanky&Itemid=14&lang=en](http://www.jevan.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=12:kdy-se-rekne-praskovani&catid=1:lanky&Itemid=14&lang=en)

- [24] *Koroze kovů: Postupy protikorozi ochrany* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni\\_inzenyrstvi\\_se/koroze/o\\_uvod.ht](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/korozni_inzenyrstvi_se/koroze/o_uvod.ht)
- [25] KREIBICH, Viktor. *Vzdělávání zaměstnanců a rozvoj lidských zdrojů společnosti TOKOZ a.s.: Rozdělení práškových plastů*. Praha, 2011
- [26] SZELAG, Petr. *Vzdělávání zaměstnanců a rozvoj lidských zdrojů společnosti TOKOZ a.s.: Chemické metody přípravy povrchu pod nátěry*. Praha, 2011
- [27] DUCHÁČEK, Vratislav. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 278 s. ISBN 80-708-0617-6.
- [28] FEDRIZZI, Lorenzo. FURBETH, Wolfram. MONTEMOR, Fátima. (2011) *Self-Healing Properties of New Surface Treatments*. (EFC 58).. null.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Al	Hliník
AC	Akrylát
C	Uhlík
Cr	Chrom
Cu	Měď
CVD	Chemická depozice páry
EP	Epoxidové pryskyřice
Fe	Železo
FEP	Tetrafluoretylen - hexafluorpropylen
Mg	Horčík
Ni	Nikl
P	Fosfor
PEP	Epoxipolyesterové pryskyřice
PES	Polyester
PTFE	Polytetrafluoretylen (teflon)
PVC	Polyvinylchlorid
PVD	Fyzikální depozice páry
S	Síra
Ti	Titan
UV	Ultrafialové záření

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Schéma povrchu před čištěním [12] .....	15	
Obr. 2. Schematický průběh čištění (odmašťování) [12].....	16	
Obr. 3. Rozdělení postupu povlakování [4] .....	17	
Obr. 4. Vzorkovnice K- 7- RAL classic. [26].....	24	
Obr. 5. Značení barev v RAL DESIGN [17] .....	24	
Obr. 6. Schéma principu elektrostatického nabíjení práškového plastu [13] .....	27	
Obr. 7. Schéma nanášení práškového plastu elektrostatickým stříkáním (vznik efektu Faradayovy klece). [13].....	28	
Obr. 8. Schéma principu tribostatického nabíjení práškového plastu. [13] .....	29	
Obr. 9. Schéma stříkání práškového plastu [13] .....	29	
Obr. 10. Ruční stříkací tribo pistole Prsten 031 [25] .....	30	
Obr. 11. Ruční stříkací tribo souprava Progress 1ZP [25] .....	31	
Obr. 12. Ruční stříkací tribo soustava Progress 1AK [25] .....	31	
Obr. 13. Mechanizovaná stříkací tribo linka. [25] .....	32	
Obr. 14. Špatné zavěšení předmětu na dopravník [13].....	33	
Obr. 15. Správné zavěšení předmětu na dopravník [13].....	33	
Obr. 16. Malý a velký předmět vedle sebe při automatickém stříkání [13].....	34	
Obr. 17. Polytetrafluoren (PTFE) [28].....	36	
Obr. 18. Zařízení GLADIÁTOR pro nanášení ochranných termoplastických povlaků [19] .....	38	
Obr. 19. Nanášení plastů naválcováním [24].....	39	
Obr. 20. Zařízení pro měření stupně zamaštění postřikovou metodou. [24] .....	44	
Obr. 21. Mřížkový řez [28] .....	45	
Obr. 22. Mřížkový řez pro nátěry dle celkové tloušťky povlaku. [24] .....	46	
Obr. 23. Stupeň 1 [28] .....	Obr. 24. Stupeň 2 [28] .....	47
Obr. 25. Stupeň 3 [28] .....	Obr. 26. Stupeň 4 [28] .....	47
Obr. 27. Stříkací komora s cyklonem na krystalizaci prášku. [13].....	48	
Obr. 28. Stříkací komora s recyklací filtrem. [13].....	48	

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Kvalitativní ukazatele předúpravy povrchu [12] .....	13
Tab. 2. Dělení organických nátěrů dle pojivové báze [4] .....	20
Tab. 3. Typy filmotvorných látek [24] .....	21
Tab. 4. Porovnání dvou nejběžnějších technik nanášení práškových plastů. [13].....	35
Tab. 5. Parametry kvality povlakových systémů [24] .....	42
Tab. 6. Hodnocení přilnavosti mřížkovým řezem [24].....	46
Tab. 7. Porovnání způsobu recyklace. [13] .....	49