

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav strojírenské technologie

**POVRCHOVÉ ÚPRAVY V AUTOMOBILOVÉM
PRŮMYSLU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Martin Šilinger

Studijní obor: Technologie, materiály a ekonomika strojírenství

Vedoucí práce: doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.

Praha 2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Šilinger** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **393297**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav strojírenské technologie**
Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Povrchové úpravy v automobilovém průmyslu

Název bakalářské práce anglicky:

Surface treatment in automotive

Pokyny pro vypracování:

1. Rozbor sledované problematiky
2. Funkční vlastnosti nátěrových hmot
3. Výukové video

Seznam doporučené literatury:

Dle pokynů vedoucího

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

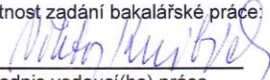
doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., ústav strojírenské technologie FS

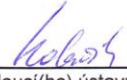
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

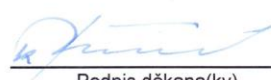
Datum zadání bakalářské práce: **31.10.2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **12.01.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: **12.01.2018**


Podpis vedoucí(ho) práce

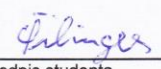

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

6.12.2017
Datum převzetí zadání


Podpis studenta

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne

.....

Martin Šilinger

Poděkování:

Děkuji doc. Ing. Viktorovi Kreibichovi, CSc. za vedení a odbornou pomoc při vypracování bakalářské práce.

Anotace:

Bakalářská práce se zabývá popisem technologie povrchových úprav, a to hlavně popisem technologického postupu povrchové úpravy karosérií automobilů. Popsány jsou jednotlivé složky protikorozní ochrany karosérií (předúpravy, fosfátování, kataforetické lakování atd.). Cílem praktické části bylo vytvoření výukového videa pro studenty Fakulty strojní Českého vysokého učení technického v Praze, které popisuje technologii povrchové úpravy v tomto odvětví.

Klíčová slova:

Povrchové úpravy, automobilový průmysl, karosérie, koroze.

Annotation:

The bachelor thesis deals with the description of the technology of surface treatment, mainly with the description of the technological process of surface treatment of car bodies. The individual parts of the corrosion protection of the bodies (pre-treatment, phosphatizing, cathaphoretic painting, etc.) were described. The aim of the practical part was to create a video for students of the Faculty of Mechanical Engineering of the Czech Technical University in Prague.

Key words:

Surface finishes, automotive, car body, corrosion.

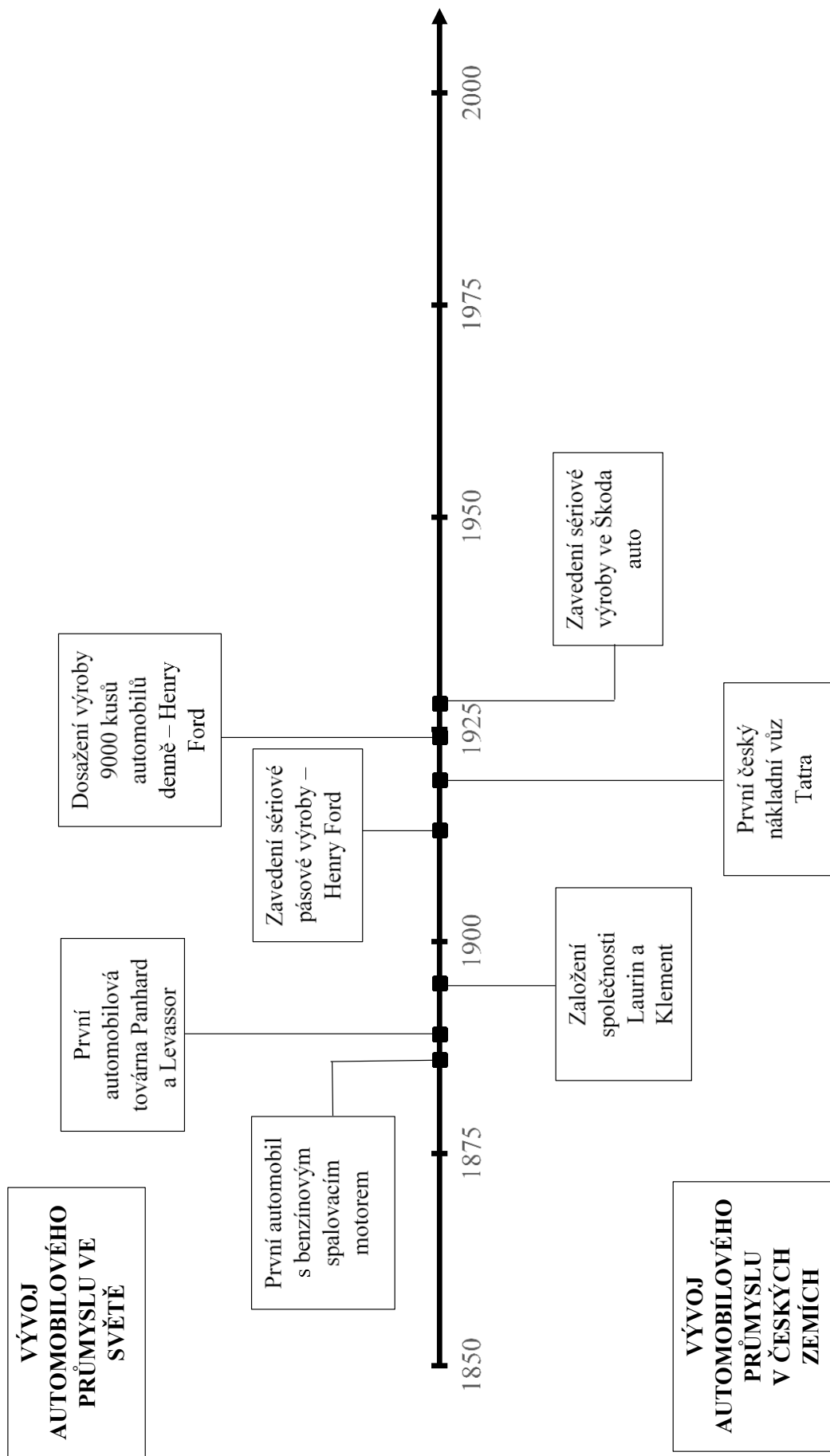
Obsah

1.	Úvod.....	8
2.	Koroze.....	12
2.1	Dělení koroze	12
2.2	Protikorozní ochrana	14
2.2.1	Volba materiálu.....	14
2.2.2	Úprava korozního prostředí	15
2.2.3	Elektrochemická ochrana	15
2.2.4	Povlaky a úprava povrchu.....	15
2.2.5	Technologicko – konstrukční řešení	16
2.3	Technologický postup povrchových úprav	18
2.3.1	Předúprava povrchu	18
2.3.2	Aplikace povrchové úpravy	20
2.4	Zkoušky korozní odolnosti	22
3.	Povrchové úpravy v automobilovém průmyslu	23
3.1	Pozinkování karosářských plechů.....	25
3.2	Předúprava povrchu	25
3.3	Kataforetické lakování	26

3.4	Utěsnění spojů.....	27
3.5	Aplikace plniče	27
3.6	Lakování	28
3.7	Konzervace dutin	28
4.	Praktická část	29
4.1	Popis videa	30
5.	Závěr	31
6.	Seznam použité literatury.....	32
7.	Seznam zdrojů výukového videa	35
8.	Seznam obrázků	38

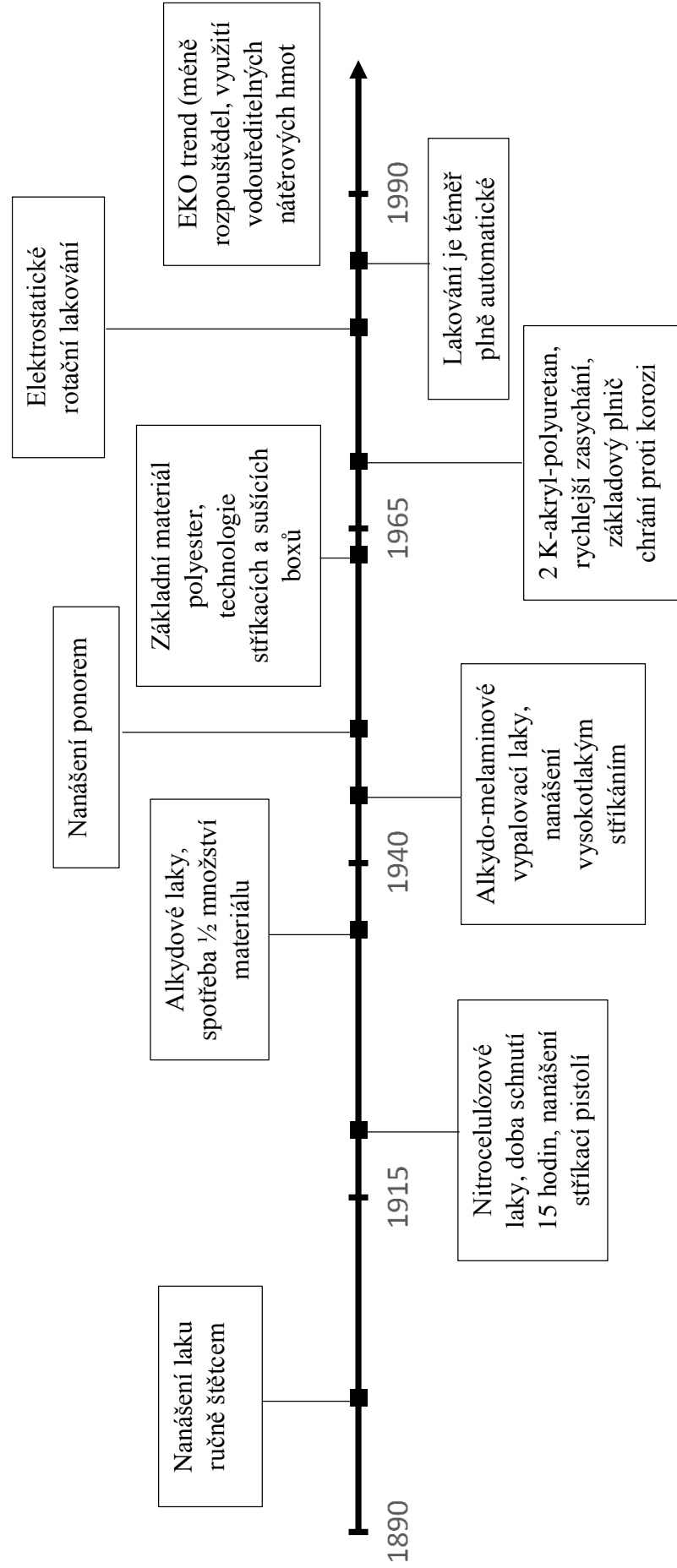
1. Úvod

Historii novodobého automobilového průmyslu datujeme do roku 1886, kdy se začaly objevovat první automobily s benzínovým spalovacím motorem Benz a Daimler. Díky úspěšnosti tohoto spalovacího motoru byl nejen použit pro výrobu aut Benz a Daimler, ale byl prodáván i dalším automobilovým společnostem (Peugeot, Panhard a Levassor). Na základech společnosti Benz a Daimler je dnes zachována jedna z největších a nejvýznamnějších firem na výrobu automobilů všech kategorií, a to při zachování průběžné vývojové a výrobní kontinuity. Výroba automobilů se dále velmi šířila převážně ve Francii, kde v roce 1889 vznikla první továrna Panhard-Levassor (dnes výrobce vojenských vozů Panhard). V českých zemích tou dobou vznikají dvě významné společnosti. Roku 1897 byla dokončena stavba automobilu Präsident ve společnosti Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gessellschaft A. G. v Kopřivnici. Tou dobou byla i založena firma Laurin a Klement v Mladé Boleslavi, která se zprvu orientovala na výrobu jízdních kol a motocyklů, a až v roce 1905 vyrobila první automobil. Dalším důležitým historickým milníkem je rok 1913, kdy je ve společnosti Ford Motor Company zavedena první sériová pásová výroba. Ta umožnila vyrobít mnohonásobně více aut s nižšími výrobními náklady, díky čemu se auto stalo dostupnější pro běžné lidi. Henry Ford technologii pásové výroby dále zdokonaloval, v roce 1922 roční výroba dosahovala 1 miliónu vozů, v roce 1923 již dvojnásobku a v roce 1924 dosáhla denní výroba na kapacitu 9 tisíc kusů. Touto technologií se inspirovala společnost Škoda – Laurin & Klement, která v roce 1928 uvádí do provozu nové výrobní budovy s organizací sériové výroby. [1] [2] [3]



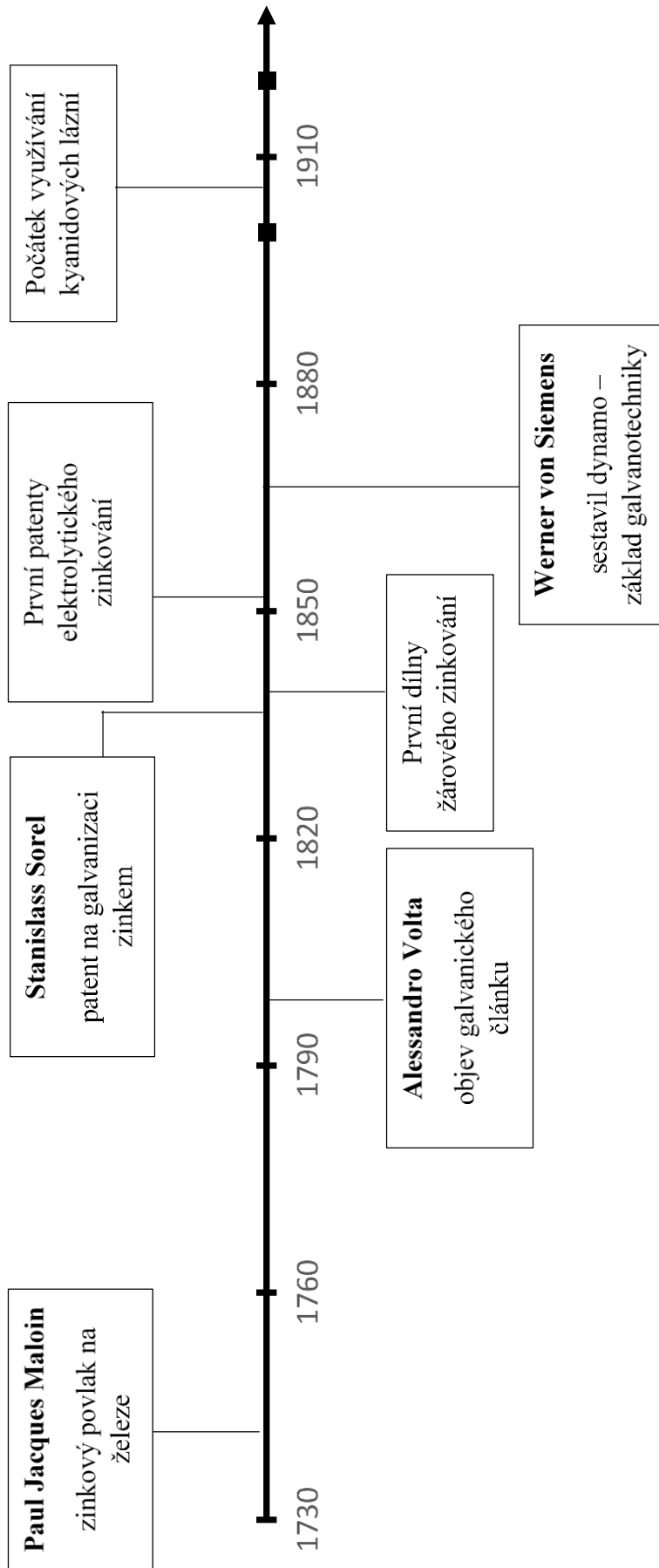
Obrázek 1 - Vývoj automobilového průmyslu [2]

**VÝVOJ NÁTĚRŮ
V AUTOMOBILOVÉM
PRŮMYSLU**



Obrázek 2 - Vývoj nátěrů v automobilovém průmyslu [27]

**VÝVOJ ZINKOVÉHO
POKOVÁNÍ**



Obrázek 3 – Vývoj zinkového pokovení [4]

2. Koroze

Korozi můžeme definovat jako samovolně probíhající nevratný proces postupného znehodnocování materiálů chemickými a fyzikálně – chemickými vlivy prostředí. Tento nežádoucí proces vede ke změnám vlastností kovů, které mohou vyvolávat významné zhoršení funkce kovů. Korozi podléhají téměř všechny materiály, např. kovy a jejich slitiny, plasty, sklo, beton a mnoho dalších. Koroze vede ke snížení primárních užitých vlastností výrobků z kovových materiálů, tj. snížení mechanických vlastností, zhoršení přestupu tepla, zhoršení estetických vlastností, což nakonec může vést k úplné ztrátě funkce a integrity kovů. Dalšími důležitými faktory koroze je korozní prostředí a korozní rychlost. Při ochraně proti korozi se tedy snažíme ovlivnit tři základní faktory korozního systému: materiál, korozní prostředí a korozní rychlost. [5] [6] [7]



Obrázek 4 - Ukázka koroze automobilu [8]

2.1 Dělení koroze

Korozní děje můžeme členit z mnoha hledisek, jako například:

- Dle korozního prostředí
 - Eklekticky nevodivá prostředí (chemická koroze)
 - Elektricky vodivá prostředí (elektro – chemická koroze)

- Dle vzhledu
 - Rovnoměrné napadení
 - Nerovnoměrné napadení
 - Skvrnité napadení
 - Bodové napadení
 - Podpovrchové napadení
 - Transkrystalové napadení
 - Mezikrystalové napadení

- Dle fyzikálních podmínek vzniku
 - Za vysokých teplot
 - Za mechanického namáhání
 - Pod napětím
 - Za přestupu tepla
 - Třením
 - Opotřebováním [9]

Automobil, a zvláště jeho karosérie jsou při provozu vystaveny těmto nepříznivým vlivům:

- střídání ročních období se změnami počasí (vlhkosti a teploty)
- klimatickým poměrům v různých částech světa (salinita ovzduší)
- exhalaci ovzduší

To vše může být příčinou vzniku koroze. Nejčastějším mechanismem vzniku koroze u aut je elektrochemická (galvanická) koroze. [10]

Všechny druhy koroze kovů a slitin v elektricky vodivém prostředí jsou svou podstatou elektrochemické děje, jejichž základem jsou anodické a katodické elektrodové reakce. Tyto dvě reakce jsou na sebe vázány a nemohou probíhat samostatně. Anodická reakce odpovídá oxidaci kovu, a tedy vlastní korozi. Katodická reakce odpovídá současné redukci některé oxidující složky, tj. vybíjení iontů vodíku, nebo redukci kyslíku rozpuštěného v elektrolytu. Korozní rychlost může být řízena anodickou, nebo katodickou reakcí, nebo oběma současně. Anodické a katodické reakce tvoří dohromady korozní děj a mohou probíhat na stejném (je-li kov zcela homogenní), nebo na jiném místě povrchu. [9]

2.2 Protikorozi ochrana

Vzniku korozních produktů můžeme předcházet pěti základními skupinami opatření:

- Volba materiálu (kovový, anorganický nekovový, polymerní)
- Úprava korozního prostředí (úprava fyzikálních parametrů, inhibice, destimulace)
- Elektrochemická ochrana (katodická a anodická ochrana)
- Povlaky a úprava povrchu (organické, kovové, anorganické nekovové)
- Konstrukční řešení

Při řešení protikorozi ochrany je třeba vycházet z důkladného rozboru výrobku či zařízení a vhodně navržená protikorozi ochrana je tak nejčastěji kombinace jednotlivých druhů opatření při současném zvážení ekonomické efektivity provádění této ochrany. Základem volby ochrany proti korozi je výběr vhodného materiálu, správné konstrukční řešení, případně výběr vhodného typu povlaku. Elektrochemickou ochranu a úpravu prostředí řadíme do specializovaných protikorozi postupů, které se využívají ve specifických případech. [6] [5]

2.2.1 Volba materiálu

Volba vhodného materiálu je základním prvkem protikorozi ochrany. Pro správný výběr materiálu je důležitá znalost jeho chování za různých podmínek a v různých prostředích. Nejvýznamnější materiál, který byl vyvinut jako náhrada klasické uhlíkové oceli je korozivzdorná ocel, což je slitina železa s obsahem chromu nad 12 % s přídavkem dalších prvků (Ni, Mo, Ti, Cu, N). Korozivzdorné oceli řadíme do třech základních skupin: chromové (feritické a martenzitické), chromniklové austenitické (nejčastěji používané) a dvoufázové (duplexní). Další významné kovy z hlediska protikorozi ochrany jsou měď a její slitiny, olovo, zinek a hliník, avšak jejich užití není tak univerzální a je vázáno na specifické podmínky. Problematika volby a použití materiálů se týká též nekovových anorganických materiálů a materiálů organických. Protikorozi ochrana i těchto materiálů je nezbytným předpokladem jejich vhodných a úspěšných aplikací. [6] [5]

2.2.2 Úprava korozního prostředí

Rychlost koroze je závislá na korozním prostředí. To je možné změnit vzájemně kombinovatelnými a souvisejícími způsoby: úpravou fyzikálních parametrů, odstraněním složek, které jsou hlavní příčinou korozního napadení (destimulací) a přidávkem látek, které brzdí korozní proces (inhibicí). [5] [6]

2.2.3 Elektrochemická ochrana

Podstatou elektrochemické ochrany je záměrná změna potenciálu kovu vůči elektrolytu, která je způsobena změnou velikosti proudu na rozhraní kov – elektrolyt. Náchylnost, nebo odolnost kovů proti korozi vyjadřují tři základní potenciálové oblasti:

- Aktivní stav kovu – oblast v níž dochází ke korozi
- Imunní stav kovu – oblast, kde koroze prakticky neprobíhá
- Pasivní stav kovu – oblast, v které je kov korozně odolný

Elektrochemická ochrana se provádí dvěma metodami:

- Katodická ochrana, při které se chráněný předmět stává katodou a je vůči působení korozních činidel imunní
- Anodická ochrana, při které se chráněný předmět stává anodou a je vůči působení korozních činidel pasivní [6]

2.2.4 Povlaky a úprava povrchu

Povlaky, resp. povrchové úpravy materiálů jsou nejrozšířenějším způsobem protikorozi ochrany. V praxi není možné vždy využít protikorozi materiály, jako např. vysokolegovanou ocel, a to z důvodu nevyhovujících mechanických i technologických vlastností, navíc jejich využití bývá často ekonomicky nevýhodné. Z těchto důvodů se hojně používají povlaky, které zanechají materiálu jeho mechanické a technologické vlastnosti a chrání ho před korozi, čímž je dosaženo delší životnosti.

Z hlediska protikorozní ochrany můžeme rozdělit povlaky dle mechanismu působení na:

- Povlaky, které poskytují katodickou ochranu (zinkové povlaky na oceli)
- Povlaky, které poskytují bariérovou ochranu (povlak z nátěrové hmoty)
- Povlaky, které mají inhibiční účinek (chromátování zinku)
- Obohacení povrchu kovu legujícím prvkem (difúzní chromátování) [5] [6]

Nejčastěji používaným typem jsou organické povlaky, které vzniknou aplikací nátěrové hmoty. Ty zajišťují základnímu materiálu především bariérovou ochranu, v některých případech doplněnou o inhibitory koroze. Ochranný účinek povlaků z nátěrových hmot je velmi závislý nejen na kvalitě samotné nátěrové hmoty, ale hlavně na kvalitě předúpravy povrchu. [6] [5]

Dalším důležitým typem povrchové úpravy je kovový povlak zajišťující katodickou ochranu, jako např. u pozinkovaných plechů. Při této ochraně dochází ke korozi povlaku a ochraně základního kovu (povlak je obětovanou anodou). [5]

2.2.5 Technologicko – konstrukční řešení

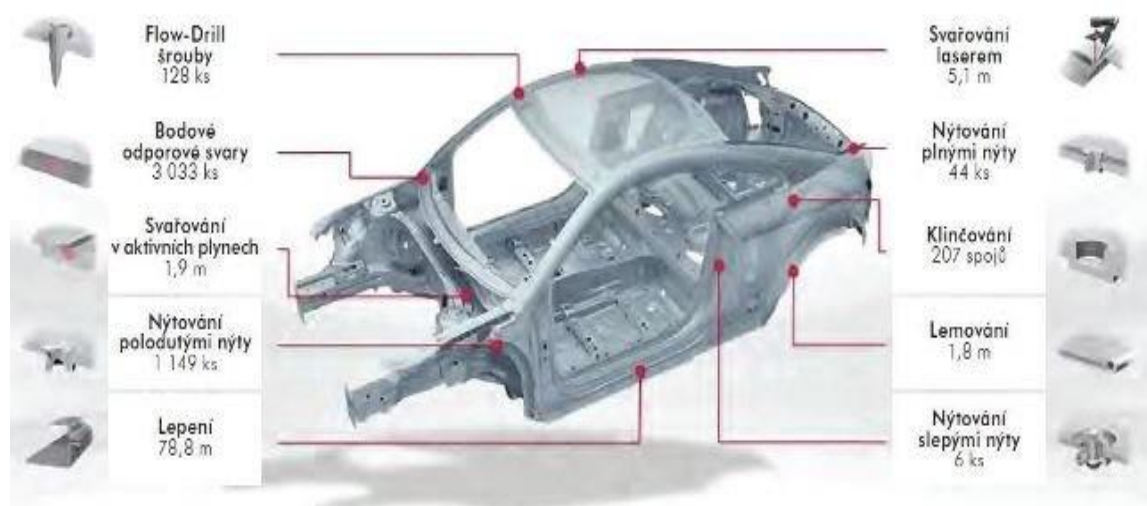
Při navrhování a projektování strojů a zařízení je třeba dbát na co nejmenší korozní namáhání. Každý konstruktér by tak měl dbát na dodržení hlavních zásad:

- Zkrácení doby styku povrchu s prostředím
- Zrovnoměnění korozních podmínek
- Přizpůsobení konstrukce povrchovým úpravám [7]

Typickým příkladem nevhodného řešení z praxe, známým i široké laické veřejnosti, je uchycení předních blatníků ke skeletu u typových řad automobilů Škoda 1000 MB až Škoda Felicia. V prostorech podběhů se hromadily nečistoty a vlhkost, které korozi značně urychlovaly.

Strojírenské operace, jako je svařování, tváření a obrábění, mohou výrazně snížit odolnost proti korozi, a to i u materiálů, které by mohly být samy o sobě dostatečně korozně odolné. U svarových spojů je důležitá vhodná kombinace základního a svarového kovu, technologie svařování a konstrukce spoje. Při nevhodné volbě mohou svarové spoje být příčinou vzniku makročlanků a štěrbin. Při tváření vzniká v materiálu pnutí, které může být příčinou vzniku koroze. Proto je důležité po tvářecí operaci vhodně zvolit tepelné zpracování. Obráběním můžeme snížit výskyt koroze. Hladké povrchy jsou odolnější než povrchy s větší drsností, a tak je vhodné využívat ty technologie, které nám zaručí co nejmenší drsnost. [6] [5]

Jak je vidět na obrázku 5, pro každou část karoserie je volena jiná technologie spojování materiálu. Části vyráběné z pozinkovaného ocelového plechu se k sobě svařují tavící se elektrodou, kdy přídatným materiálem je svařovací drát na bázi mědi a jako ochranný plyn je použit argon s přídavkem kyslíku. Je zde asi poloviční hodnota vneseného tepla proti běžnému svařování. Spoj nepodléhá korozi. Pro některé části karoserie (střecha, výztuhy) se využívají plechy ze slitiny hliníku s přidaným křemíkem a hořčíkem. Spojování těchto plechů se provádí obvykle svařováním v ochranných atmosférách WIG nebo MIG, nebo mechanicky pomocí šroubů a matic nebo nýtování. Výhodou je vysoká pevnost, tuhost a tvarová stálost karoserie při její nízké hmotnosti, dále odolnost hliníku proti korozi. [28]



Stoupající komplexnost spojovací techniky u smíšených konstrukcí

Obrázek 5 - Možnosti konstrukčního řešení z hlediska volby spojů u smíšených konstrukcí [11]

2.3 Technologický postup povrchových úprav

Pro správnou funkci a korozní odolnost povrchové úpravy materiálů je důležité vhodně navrhnout technologický postup a dbát na jeho dodržení. Technolog má možnost vybrat si z více možných technologií a je důležité zvolit pro každý konkrétní případ tu nejvhodnější. Vhodnost povrchové úpravy závisí na více faktorech, jako jsou technická a estetická funkce a v neposlední řadě výše nákladů. Samotný technologický postup se skládá z předúpravy povrchu a aplikace povrchové úpravy. [6]

2.3.1 Předúprava povrchu

Kvalitní předúprava povrchu je nezbytným předpokladem technologického postupu u povrchové úpravy materiálu. U technologií pokovování, jako např. u galvanického pokovování by nečistoty na povrchu materiálu mohly znemožnit proces vylučování kovu a také zhoršit přilnavost. Naproti tomu u povlaků vytvořených z nátěrových hmot není kladen tak veliký důraz na čistotu povrchu, ale spíše na jeho mechanickou předúpravu (zdrsnění povrchu), která zajistí lepší přilnavost povlaku k podkladu a tím zaručí delší životnost nátěru. Předběžné úpravy povrchu můžeme dělit na mechanické (broušení, leštění, omílání) a chemické a elektrochemické (odmašťování, odrezování, moření). [7] [6]

- Mechanické předúpravy povrchu

Mechanické předúpravy povrchu jsou způsoby zpracování, jimiž vytváříme na povrchu předmětu požadovanou jakost a kvalitu povrchu. Účelem těchto úprav je pak odstranění korozních produktů a nečistot z povrchu, zajištění podmínek pro vyhovující přilnavost povlaků, zvyšování korozní odolnosti, vytvoření povrchu, kterým se zlepší mechanické vlastnosti a také vytvoření povrchu s odpovídajícím vzhledem. Mezi mechanické předúpravy povrchu řadíme broušení, leštění, kartáčování, omílání, otrýskávání a další.

Broušení, leštění a kartáčování jsou nejrozšířenější způsoby mechanických předúprav povrchu. Používají se hlavně před galvanickým pokovováním nebo jako konečné úpravy. Při broušení se používají nástroje s brusivem, které postupně vybrušují povrch na požadovanou drsnost (od hrubšího brusiva po jemnější). Kartáčování se používá při odstraňování nečistot z povrchu (např. korozních produktů nebo starých nátěrů), ale také jako operace po broušení, pro odstranění oxidické vrstvy, která při broušení vznikla.

Nástroje jsou drátěné kartáče (pro čištění a matování) nebo kartáče z umělých a přírodních vláken (pro dokončovací operace). Leštění je operace, při níž jsou z povrchu odstraněny stopy po předchozím jemném broušení nebo kartáčování a díky ní lze dosáhnout velmi nízké drsnosti. Leštění je prováděno pomocí textilního kotouče a leštící pasty. [7] [6]

Omílání je technologie vhodná pro úpravy většího množství malých dílů a je možné jí použít i jako finální úpravu. Při omílání je z povrchu odebírán materiál. Omílání je využíváno pro vyhlazování, broušení, leštění, k zaoblení hran, k odstranění okují nebo také k povrchovému zpevnění součástí. Omílání je možné provádět v rotačních, vibračních nebo odstředivých strojích a jeho principem je vzájemné působení omílaných výrobků a omílacích prostředků. Omílací prostředky se nejčastěji vyrábějí z korundu, kovu ale i z organických materiálů. [7] [6]

Otryskávání je další z technologií mechanických předúprav povrchu. Otryskáním lze dokonale odstranit starý nátěr, korozi a nečistoty z povrchu různých materiálů, ale také dosáhnout vhodné drsnosti povrchu. Principem této technologie je opracování povrchu materiálu prudkým proudem jemných abrazivních částic. Nejpoužívanější materiály pro otryskávání jsou mletý korund, ocelová drť nebo kuličky a sekaný drát. [6]

- Chemické předúpravy povrchu

Cílem chemických, resp. elektrochemických předúprav povrchu je odstranění nečistot z povrchu před dalšími úpravami. Nečistoty na povrchu mohou být cizí nečistoty, které jsou ke kovu vázány pouze adhezními silami (kovový prach, zbytky leštících prostředků) anebo vlastní nečistoty, které jsou k povrchu vázány chemickou vazbou (korozní zplodiny). Mezi chemické předúpravy povrchu řadíme odmašťování, moření, odrezování a leštění. [7] [6]

Úkolem odmašťování je odstranění ulpělých nečistot z povrchu, které jsou vázány fyzikální adsorpcí nebo adhezními silami. Tyto nečistoty jsou při procesu odmašťování převedeny do roztoku nebo emulze a je zabráněno jejich zpětnému vyloučení na kovovém povrchu. Používají se tři základní postupy odmašťování, a to odmašťování v organických rozpouštědlech, ve vodných alkalických roztocích nebo odmašťování emulzí. [6] [7]

Moření je způsob chemické předúpravy povrchu, který se využívá hlavně k odstranění korozních produktů z povrchu. Ty mohou vzniknout např. při tepelném zpracování anebo při atmosférické korozi. Odstranění korozních produktů probíhá rozpouštěním v kyselině, kde se nejčastěji používá kyselina solná a sírová. Při galvanickém pokovování se používá speciální druh moření, tzv. dekapování, pro odstranění tenkých oxidových vrstev, vznikajících např. působením kyslíku při anodickém odmašťování. [7] [6]

Pro odstranění rzi z ocelových předmětů se využívá technologie odrezování. Při odrezování se používají minerální kyseliny, které obsahují inhibitory a látky usnadňující penetraci. Při tomto procesu jsou převedeny korozní vrstvy na komplexy s vysokou adhezí tvořící anodickou ochranu. Při odrezování se nejčastěji používá kyselina fosforečná a aplikace probíhá ponorem nebo natíráním. [7] [6]

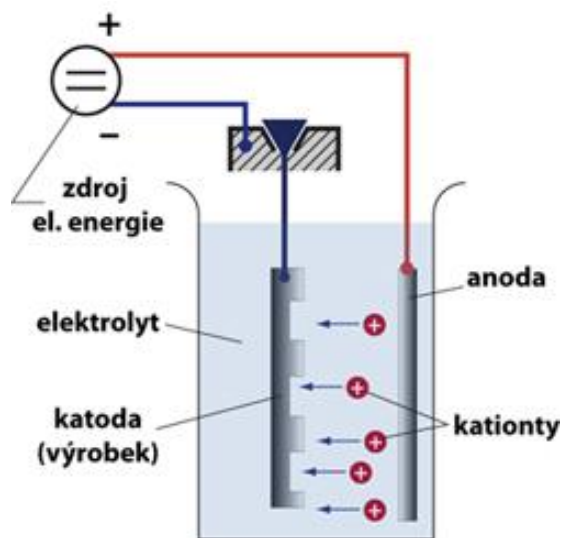
Technologie chemického a elektrochemického leštění se využívá pro odstranění drobných vrcholků a nerovností na povrchu s cílem získání hladkého povrchu. Typická lázeň pro elektrolytické leštění obsahuje stejné objemy kyseliny sírové a kyseliny ortofosforečné. Rozdíl mezi chemickým a elektrochemickým leštěním oproti mechanickému leštění je v dosažení větší odrazivosti povrchu, větší efektivitě a kvalitě, ale je náročnější z hlediska ekologické likvidace lázní a hygieny práce. [7] [6] [12]

2.3.2 Aplikace povrchové úpravy

Existuje více možností aplikace povrchové úpravy, které se od sebe navzájem liší použitým materiálem pro tvorbu povlaku a zvolenou technologií jeho vytváření. Anorganické povlaky dělíme na kovové povlaky a nekovové povlaky, organické povlaky dělíme na povlaky z nátěrových hmot a povlaky z plastů. [7] [6]

Pro získání kovového povlaku je možno volit z více technologií, např. galvanické pokovování, žárové pokovování, chemické pokovování, mechanické pokovování, chemicko-tepelné zpracování a pokovení. [7] [6]

Elektrolytické neboli galvanické pokovování probíhá na základě elektrolýzy. Kationty dané látky se na katodě redukují z roztoku a potahují vodivý předmět tenkou vrstvou materiálu. Galvanické pokovování se užívá především pro vytvoření vrstvy s požadovanými vlastnosti (např. odolnosti vůči otěru a obrusu, proti korozi, pro kluzkost, estetické vlastnosti apod.) na povrchu, který tyto vlastnosti postrádá. Obvykle vylučovanými kovy (anoda) bývají zinek, kadmium, měď, nikl, chrom, cín, stříbro a mosaz. Technologický postup galvanického pokovování se skládá z: chemického odmašťování, oplachu, elektrochemického odmašťování, oplachu, dekapování, oplachu, pokovení, oplachu, sušení. [13] [6] [7]



Obrázek 6 - Princip galvanického pokovení [14]

Principem žárového pokovování je ponoření očištěného předmětu přes tavidlo do roztaveného kovu, kde vznikne reakce mezi základním a povlakovaným materiálem a tím vznikne na předmětu kovový povlak. Pro povlakování se používá zinek, cín, hliník a slitiny olova. Nejčastějším způsobem žárového pokovování je žárové zinkování, kterým se upravuje veliký sortiment výrobků, jako např. plechy, dráty, pletivo, trubky atd. [6] [7]

Další možností povrchové úpravy jsou organické povlaky z nátěrových hmot. Nátěrová hmota je tekutá až pastovitá hmota, která po nanesení na povrch vytváří souvislý film. Ochranného povlaku je docíleno nanesením nátěrové hmoty a následným vytvrzením.

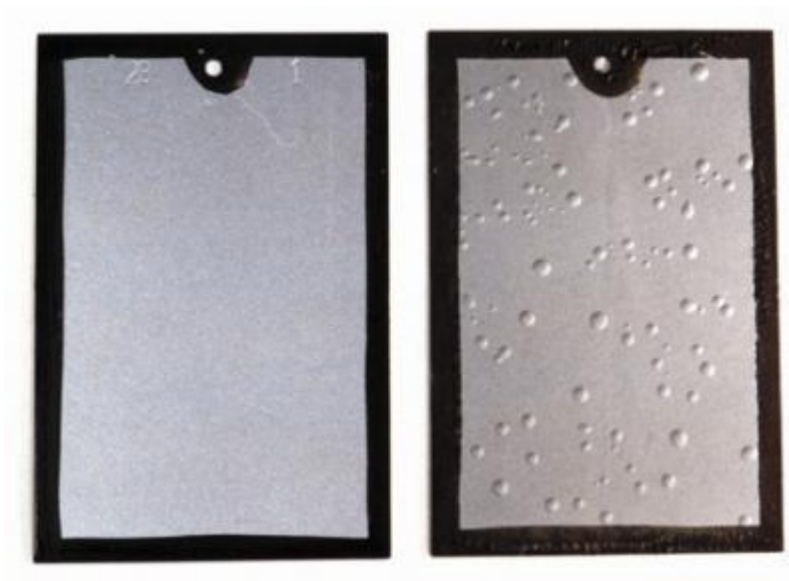
Mezi způsoby nanášení nátěrových hmot řadíme ruční nanášení, nanášení pneumatickým stříkáním, vysokotlaké stříkání, stříkání v elektrostatickém poli, máčení atd. Vhodnou technologii nanášení nátěrových hmot volíme podle množství povlakovaných předmětů, podle jejich velikosti a podle základního materiálu. [6] [7]

2.4 Zkoušky korozní odolnosti

Povrchové úpravy zajišťují základnímu materiálu především protikorozní ochranu. K zjištění jejich funkčnosti, odolnosti a trvanlivosti se používají zkoušky korozní odolnosti, které základně dělíme na laboratorní zkoušky a zkoušky v přírodních nebo provozních podmínkách. V praxi se používají nejčastěji dva základní typy laboratorních zkoušek:

- Kondenzační test

Principem těchto zkoušek je expozice vzorků v prostředí s mírně zvýšenou teplotou (okolo 40 °C) a takřka se 100 % relativní vlhkostí. Tato zkouška je vhodná pro zhodnocení ochranné účinnosti nátěrů, konzervačních prostředků i dalších typů povrchových úprav. Tam, kde je vyžadována vyšší míra protikorozní odolnosti, nebo tam kde je potřeba simulovat průmyslové prostředí, bývá tato zkouška modifikována přidáním oxidu siřičitého do zkušební komory. Nátěrové hmoty jsou testovány dle normy ČSN EN ISO 3231 – Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám s obsahem oxidu siřičitého. Kovové a jiné anorganické povlaky jsou testovány dle normy ČSN ISO 6988 – Zkouška oxidem siřičitým s povšechnou kondenzací vlhkosti. [15] [16] [17] [7]



Obrázek 7 - Vlevo zkušební vzorek s nátěrovým systémem, vpravo vzorek po teplotně-vlhkostní zkoušce s výrazným zpuchýřováním [15]

- Zkoušky v solné mlze

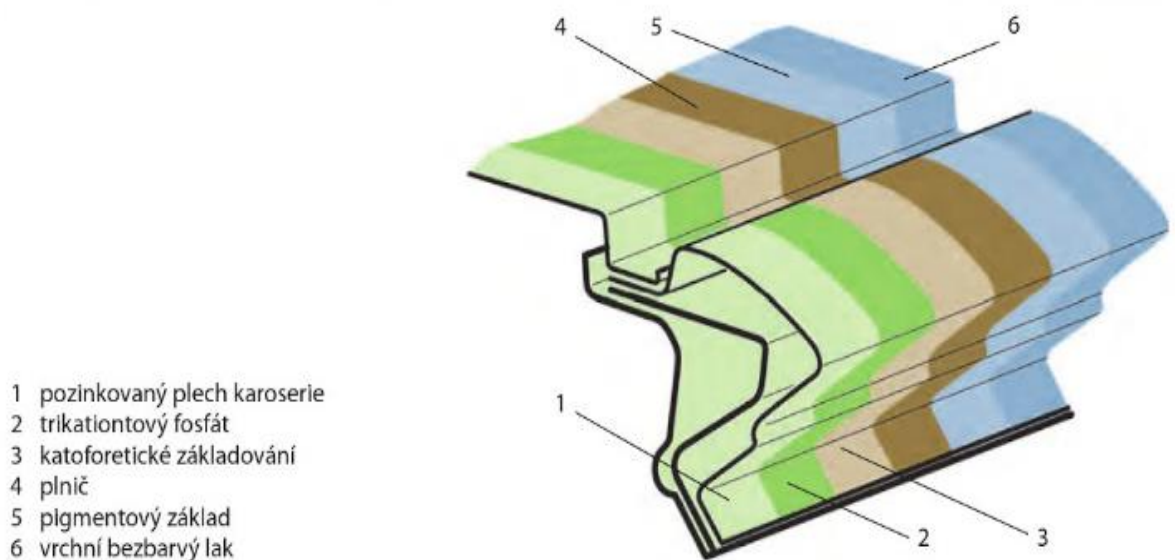
Princip zkoušky spočívá v expozici zkušební vzorku v uzavřeném zkušebním prostoru, kde je za pomoci speciální trysky kontinuálně atomizován roztok NaCl v destilované vodě, a tak je vytvářena solná mlha. Tato zkouška se vyvinula ve více variant, které se od sebe liší např. koncentrací NaCl, ale hlavně rozdělením na zkoušku kontinuální dle normy ČSN EN ISO 9227 – Zkoušky solnou mlhou, či zkoušku cyklickou dle normy ČSN EN ISO 11997-1 - Stanovení odolnosti při cyklických korozních zkouškách – Část 1: Solná mlha/sucho/vlhkost. [15] [18] [19]

3. Povrchové úpravy v automobilovém průmyslu

Způsoby ochrany povrchu se v automobilovém průmyslu dlouhá léta zdokonalovaly a stále se dále zdokonalují. Většina automobilových společností poskytuje při nákupu nového vozu záruku 12 let na neprorezavění karosérie. Především karosérie jsou každodenně vystavovány nepříznivým vlivům okolního prostředí (vlhkost, změna teploty, salinita, drobné mechanické poškození atd.) a tak je na správnou ochranu proti korozi kladen velký důraz. [20]

Díky neustálému zvyšování efektivity sériové pásové výroby jsou automobilové společnosti schopny vyrábět velké množství aut v krátkém časovém úseku. Jednotlivé kroky povrchových úprav však vyžadují svůj čas, a tak se klade velký důraz na zdokonalování technologických postupů, vývoji rychleschnoucích nátěrových hmot a co největší možné automatizaci.

Na začátku procesu výroby automobilů je pozinkovaný plech, který je tvářen a svařován do výsledné podoby karosérie. Následují jednotlivé kroky samotné povrchové úpravy, která zahrnuje předúpravu povrchu, katarézu, aplikaci plniče, lakování a celý proces je zakončen kontrolou jakosti. [21]



Obrázek 8 – Systém antikorozičních vrstev na povrchu karosérie [20]



Obrázek 9 – Procesy lakování a funkce jednotlivých povlaků a vrstev [22]

3.1 Pozinkování karosářských plechů

Zinek patří do skupiny neušlechtilých kovů s tendencí pasivace. V kontaktu s ocelí vystupuje jako anoda a převádí ocel do imunního stavu. Zinková vrstva na plechu podstatně zvyšuje korozní odolnost celkového ochranného systému. V místech karosérie, kde vlastní nátěrový systém není úplný, nebo je méně kvalitní, dokáže výrazně oddálit korozi a podkorodování a to hlavně ve spárách a dutinách. Vrstva zinku se na karosářských pleších vytváří technologií žárového, ale i elektrolytického zinkování. Největší výhodou využití zinku je jeho výborná korozní ochrana, a i relativně nízká cena. [23]

3.2 Předúprava povrchu

Po procesu svařování míří karosérie na linku předúprav. Zde je nejprve mechanicky očištěná od možných větších nečistot, které na ní ulpěly při předchozích operacích (lisování, svařování). Po tomto mechanickém očištění a následné kontrole postupuje karosérie dále. [20]

Aby nátěry řádně přilnuly k plechům, uskutečňuje se předúprava povrchu, která v sobě zahrnuje odmaštění a následné fosfátování. Odmaštění se ve většině automobilových společností provádí postříkem. Karosérie je umístěná na dopravníku, kde je řádně zajištěná proti případnému pádu. Takto vjíždí do čistící komory, kde je pomocí postříku zbavená nečistot a mastnoty. Roztok reaguje s mastnotou a vzniká emulze, která stéká dolů a je odstraněna. Tato technologie je vhodná i díky nevelkému ekologickému zatížení. [20] [24]

Po odmaštění následuje fosfátování. Tato technologie se využívá z důvodu zvýšení protikorozní ochrany, pro zajištění dobré přilnavosti dalších vrstev, a navíc je ekonomicky výhodná. Fosfátování se provádí ponorem celé karosérie do lázně, kde reakcí fosfatizační lázně vzniká na povrchu krystalická vrstva nerozpustných fosforečnanů. Povrch karosérie je pak ošetřen chemicky vyloučenou vrstvou krystalického zinkofosfátu o tloušťce přibližně 5 μ m. [20] [21] [24]

Poslední krok na lince předúprav je oplach a následné sušení. Oplach je prováděn demineralizovanou vodou, která z povrchu karosérie smývá chemikálie a anorganické soli. Sušení probíhá v sušícím tunelu s cirkulujícím vzduchem. [20] [24]

3.3 Kataforetické lakování

Kataforeza je způsob elektroforetického nanášení nátěrové hmoty, který patří k nejhospodárnějším způsobům lakování ocelových pozinkovaných plechů. Přednostmi této technologie jsou nízké zatížení životního prostředí, a to díky minimálnímu obsahu rozpouštědel v lázni, vysoká účinnost procesu (využití více než 99 % barvicího materiálu), krátká doba nanášení a rovnoměrná tloušťka výsledné vrstvy. Kataforeticky vyloučená základová barva je nositelem výborné protikorozní ochrany. Umožňuje jako jeden z faktorů udělení až dvanáctileté záruky od automobilových společností na neprorezavění karosérie. Proces kataforetického lakování je plně automatizovaný. [24] [21] [20]

Pro kataforetické lakování se využívají kationické nátěrové hmoty na bázi epoxidů nebo akrylátů. Tyto nátěrové hmoty obsahují částice laků ve formě polymerních kationtů a nízké množství rozpouštědel. Nanášení probíhá ponorem celé karosérie do lakovací lázně, kdy je karosérie zapojena jako katoda. Působením stejnosměrného napětí mezi výrobkem a protielektrodou (anodou) se vytvoří elektrické pole, které usměrní pohyb polykationtů směrem ke katodě. Na povrchu karosérie se vylučují hydroxylové ionty, a tím dochází k tvorbě rovnoměrného povlaku na celém povrchu včetně těžko přístupných míst. Výsledná tloušťka závisí především na velikosti použitého napětí a běžně se pohybuje mezi 17-25 μm . Vyloučený povlak je pak nutno vypálit při teplotách 160-180 $^{\circ}\text{C}$, kdy dochází k polymeraci a povlak získává konečné vlastnosti. [20] [25] [24]

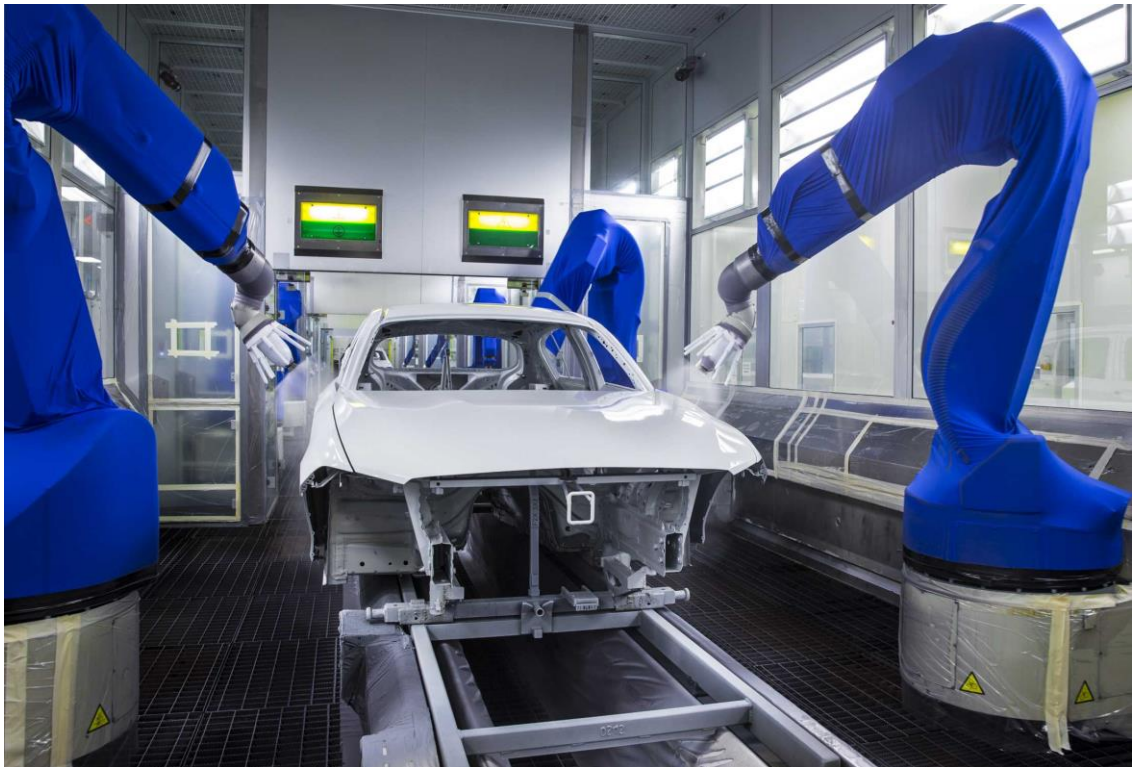
3.4 Utěsnění spojů

V další části pracovní linky je každá karosérie opatřena utěšňovací bezrospouštědlovou hmotou – plastisol na bázi měkčeného PVC. Plastisol se aplikuje díky jeho vysoké odolnosti proti roztokům soli a proti mechanickému poškození abrazí. Má výbornou přilnavost a velmi dlouhou životnost. Ve spojích a spárách je materiál automaticky nanášen ve tvaru housenky. Spodní část karosérie je ošetřena nástřikem materiálu. Po nanesení následuje proces tzv. předželatizace, což je fyzikálně-chemický proces restrukturalizace nátěrové hmoty. Ta probíhá při teplotě minimálně 100 $^{\circ}\text{C}$ po dobu přibližně čtyř minut. [20] [21]

3.5 Aplikace plniče

Na karosérii se v následujícím kroku nanáší vodou ředitelný plnič. Technologie nanášení je většinou plně automatizovaná a probíhá pomocí zařízení s rotačními zvonky. Rychlost otáčení těchto zvonů je 20000-40000 otáček za minutu, což zajišťuje stejnoměrný nános barvy a minimální odpad. Tato aplikace probíhá v elektrostatickém poli, kde jsou nabitě částičky barvy přitahovány ke karosérii a nejsou tak rozptylovány do okolí. Plnič je následně vypalován, a to ve dvou stupních:

- 1) při teplotě 70 $^{\circ}\text{C}$ po dobu pěti minut
- 2) při teplotě 160 $^{\circ}\text{C}$ po dobu patnácti minut [20]



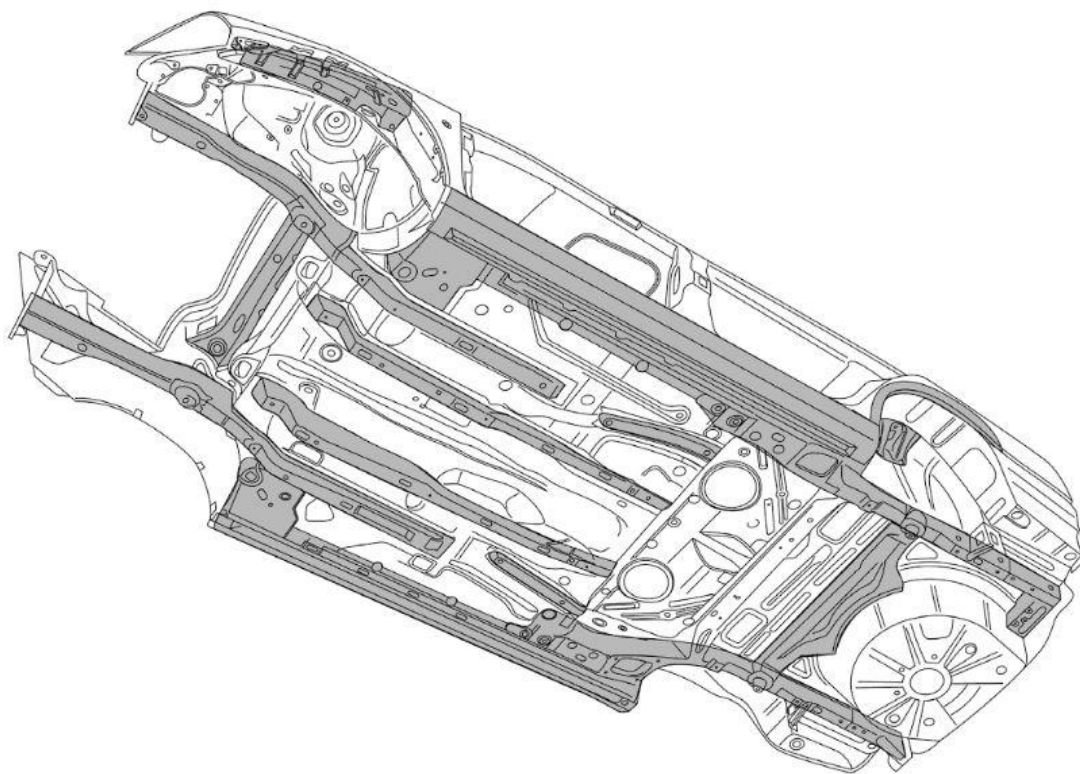
Obrázek 10 – Automatizované nanášení plniče na povrch karosérie [26]

3.6 Lakování

Po aplikaci plniče následuje nanesení pigmentové vrstvy, která již dává autu výsledný barevný odstín. Touto vrstvou může být buď pigmentový základ (pigment bez metalizového efektu) nebo metalíza. Toto nanášení opět probíhá pomocí zařízení s rotačními zvony. Po následném mezisušení (při teplotě 170 °C) je na karosérii nanášen bezbarvý lak, který poskytuje karosérii výsledný lesk a lepší odolnost proti vnějším vlivům okolního prostředí (UV záření, imise z ovzduší i další chemické vlivy). I lak musí být následně vypálen, a to při teplotě 140 °C po dobu 20 minut. [20] [21]

3.7 Konzervace dutin

Aby byla protikorozní ochrana kompletní následuje poslední krok, a to je konzervace dutin. Ta probíhá vodouředitelným voskem, který je pomocí trysek vstřikován do dutin. Vosk je zahřátý na teplotu 120°C. Konzervační vosk vytvoří na vnitřních plochách vrstvu 25-45 µm. Díky jeho velmi dobré penetraci se dostane i do kapilárních spár v dutinách, čímž zabrání koroznímu napadení těchto partií. [20] [21]



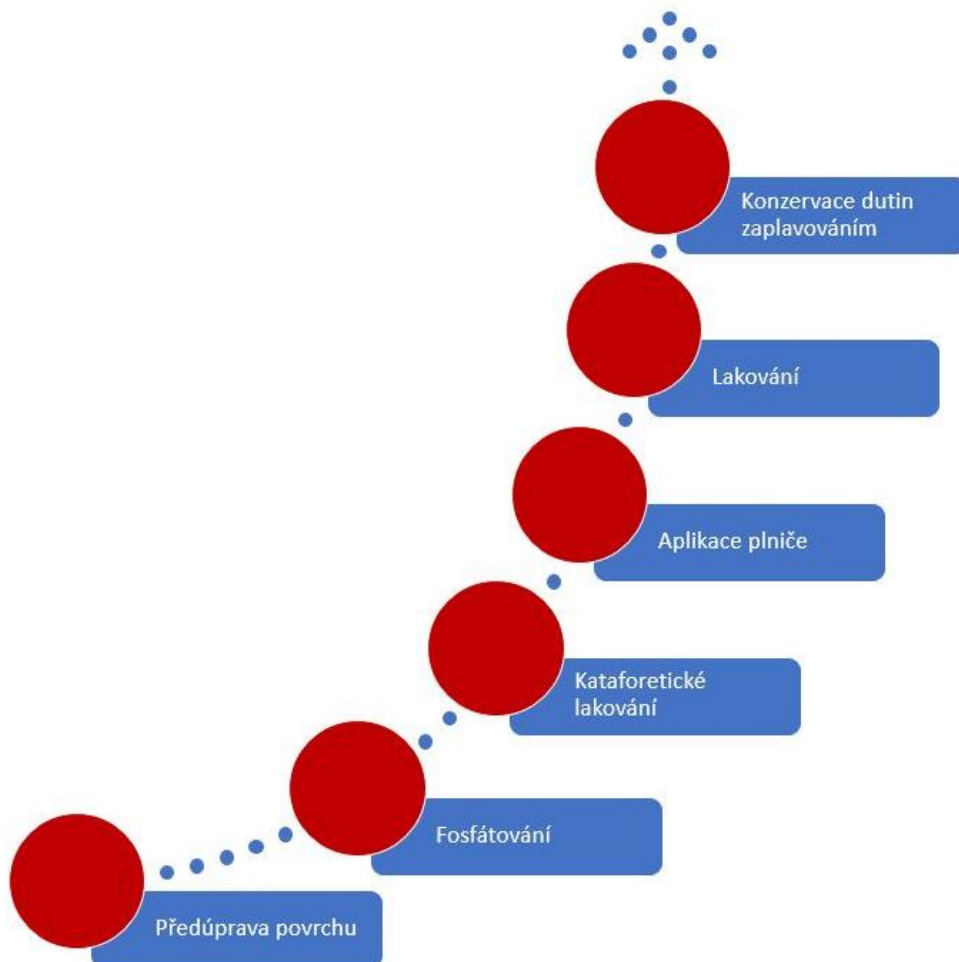
Obrázek 11 – Přehled konzervovaných dutin [20]

4. Praktická část

Cílem praktické části mé bakalářské práce bylo vytvoření výukového videa pro studenty Fakulty strojní Českého vysokého učení technického v Praze. Toto video se zabývá problematikou povrchových úprav v automobilovém průmyslu. Na videu mohou studenti názorně vidět, jak vypadá proces povrchových úprav automobilů v praxi.

4.1 Popis videa

V úvodu videa je shrnuta historie vývoje automobilového průmyslu, jak ve světě, tak i na území České republiky. V další části se video věnuje popisu koroze a korozního prostředí. Znalost této problematiky je klíčová pro pochopení nutnosti povrchových úprav a pro vhodný výběr mezi jednotlivými technologiemi ošetření povrchu. Následně se video zaměřuje na porovnání stupně automatizace povrchových úprav v minulém století a dnes. Dále je znázorněn postup výroby karosérie. Konečně video popisuje celý technologický postup povrchové úpravy karosérie, který v sobě zahrnuje předúpravy povrchu, fosfátování, kataforetické lakování, aplikaci plniče, lakování, konzervaci dutin a dopravu karosérie k výsledné montáži.



Obrázek 12 – Technologický postup povrchové úpravy automobilu

5. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat problematiku povrchových úprav v automobilovém průmyslu a vytvořit výukové video, které se této problematice věnuje. V úvodu jsou graficky znázorněny historické souvislosti, které jsou spjaty s oborem povrchových úprav v automobilovém průmyslu, a to historie zinkového pokovení, vývoj nátěrů v automobilovém průmyslu a také samotná historie vývoje automobilového průmyslu.

V teoretické části jsem se v úvodu věnoval vzniku koroze, jako hlavní příčině nutnosti povrchových úprav. Dále jsou popsány možnosti ochrany povrchu, jako je pokovení materiálu, ochrana povrchu pomocí nátěrových hmot a jiné. V další části práce je popsán technologický postup vzniku povrchových úprav a zkoušky korozní odolnosti.

Závěrem jsem se v teoretické části věnoval ochraně povrchu karosérií. Popsal jsem technologický postup ochrany povrchu karosérií tak, jak je v dnešní době prováděn ve většině automobilových společností.

V praktické části jsem vytvořil výukové video pro studenty Fakulty strojní Českého vysokého učení technického v Praze, které ukazuje postup povrchových úprav automobilů v praxi.

6. Seznam použité literatury

- [1] REMEK, Branko. *Vývoj automobilu a spalovacího motoru*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2004. ISBN 80-010-2939-5.
- [2] BRNĚNSKÉ VELETRHY A VÝSTAVY. *Století motorismu: Automobil v českých zemích*. Brno: Brněnské veletrhy a výstavy, 2001.
- [3] NOVÁK, Petr. *Motory v zemědělské praxi: Průvodce expozicí*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1992.
- [4] *Světové vynálezy v datech: Malé encyklopedie*. Praha: Mladá fronta, 1977. ISBN 23-071-77.
- [5] NOVÁK, Pavel. *Koroze kovů* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://ukmki.vscht.cz/files/uzel/0016736/Koroze%20kov%C5%AF.pdf?redirected>
- [6] KREIBICH, Viktor. *Teorie a technologie povrchových úprav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1996. ISBN 80-010-1472-X.
- [7] KREIBICH, Viktor. *Koroze a technologie povrchových úprav*. 2. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1991.
- [8] How to Get Rid of Vehicle Rust. *Autoevolution* [online]. 31. 07. 2016 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.autoevolution.com/news/how-to-get-rid-of-vehicle-rust-36116.html>
- [9] NOVÁK, Pavel. Druhy koroze kovů. *Koroze a ochrana materiálu*. 2005, **49**(4), 75-82.
- [10] APETAUR, Milan. *Karosérie*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1985.
- [11] ŠANOVEC, Jan. Lehké konstrukce karoserií osobních automobilů. *MM Průmyslové spektrum*. Praha: MM publishing, 2016, (3), 94.
- [12] ALENKA, Kosmač. *Elektrolytické leštění korozivzdorných ocelí*. Brusel: Euro Inox, 2009. ISBN 978-2-87997-319-7.
- [13] Galvanické pokovení. In: *Profer* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: http://www.profer.cz/data/Files/pages/galvanicke-pokovovani_136947046083.141.pdf

- [14] Galvanické pokovení. In: *Galvanovna Omega* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://www.galvanovnaomega.cz/pokov/pokoveni.html>
- [15] VALEŠ, Miroslav. Zkoušení povrchových úprav a ochran. *MM Průmyslové spektrum*. Praha: MM publishing, 2011, (4), 60.
- [16] ČSN ISO 6988. *Kovové a jiné anorganické povlaky. Zkouška oxidem siřičitým s povšechnou kondenzací vlhkosti*. Praha: ÚNMZ, 1994.
- [17] ČSN EN ISO 3231. *Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti vlhkým atmosférám s obsahem oxidu siřičitého*. Praha: ÚNMZ, 1998.
- [18] ČSN EN ISO 11997-1. *Nátěrové hmoty - Stanovení odolnosti při cyklických korozních zkouškách - Část 1: Solná mlha/sucho/vlhkost*. Praha: ÚNMZ, 2006.
- [19] ČSN EN ISO 9227. *Korozní zkoušky v umělých atmosférách - Zkoušky solnou mlhou*. Praha: ÚNMZ, 2013.
- [20] SCHWARZ, Jiří. *Automobily Škoda Octavia II: Octavia, Octavia Combi, 4x4, Octavia RS, Scout. 2.*, přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2962-6.
- [21] ČUMPELÍK, Jiří. Povrchové úpravy v autoprůmyslu – Škoda Superb. *MM Průmyslové spektrum*. Praha: MM publishing, 2004, (10), 58.
- [22] Proces lakovania a výroby automobilov. In: *Lestene aut* [online]. 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://www.lestenieaut.sk/proces.html>
- [23] Metody tváření kovů a plastů. In: *Katedra strojírenské technologie Technické univerzity v Liberci* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/mtk/MTK2.pdf
- [24] HOLOUBEK, Vít. Kataforetické lakování. *Povrchové úpravy: Odborný časopis pro průmysl, stavebnictví a řemeslníky*. Praha: Press agency, 2005, (4).
- [25] Kataforetické lakování. *Lakol s. r. o.* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://www.lakol.cz/project/katoforeza/>

- [26] BMW Group Plant Leipzig, Paint shop. In: *BMW Group* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.press.bmwgroup.com/global/photo/detail/P90201762/bmw-group-plant-leipzig-paint-shop-production-of-bmw-1-series-5-door-application-of-paint-10-2015>
- [27] Historická vozidla. *Servind* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: http://www.servind.cz/media/document/historicka_vozidla.pdf
- [28] KHOREL, Ladislav. Kovové materiály a polotovary pro výrobu karoserií. In: *Integrovaná střední škola technická* [online]. 2.9.2013 [cit. 2017-12-13]. Dostupné z: http://www.isstvm.cz/sites/default/files/stranka/206/vy_32_inovace_tec_3u_kh_13_01.pptx.

7. Seznam zdrojů výukového videa

- [1] *BMW Paint Shop* [online]. 26. 9. 2012 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=O0ScFQ1rbe4>
- [2] *New 2017 BMW Paint Shop in Munich* [online]. 4. 6. 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=jV43KiHss7U>
- [3] *Ford motor company 1960s automobile production & design 49744* [online]. 30. 1. 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=AlibGVQQMpA>
- [4] *Supercar Traffic Jam Singapore - Scuderia FSG* [online]. 12. 4. 2015 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=YFeBF5hnBh0&t=142s>
- [5] *Konzervace dutin WAGNER HDWA (CZ)* [online]. 9. 1. 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DOhxUjJ5qyY&t=1s>
- [6] *Factory to Forecourt - Paint Shop* [online]. 18. 6. 2013 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=q6ymiQO3sPI>
- [7] NEWCOMB, Doug. Connected Car Data Is the New Oil. In: *PC mag* [online]. 14. 4. 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.pcmag.com/news/353085/connected-car-data-is-the-new-oil>
- [8] Daimler Motorkutsche (1886) – Benzínový kočár. In: *Auto cz* [online]. 15. 7. 2007 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://blog.auto.cz/sleeper/2007-07/daimler-motorkutsche-1886-benzinovy-kocar/>
- [9] Panhard et Levassor, un siècle d'industrie avenue d'Ivry. In: *Des usines à Paris* [online]. 22. 6. 2014 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://lafabriquedeparis.blogspot.cz/2014/06/panhard-et-levassor-un-siecle.html>
- [10] 50 Years Ago – Skoda Octavia Was Born. In: *Czech folks* [online]. 5. 2. 2009 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://czechfolks.com/2009/02/05/50-years-ago-skoda-octavia-was-born-skoda-octavia-se-narodila-pred-50-lety/>

- [11] EMP, Alex. Henry Ford: Horseless Carriages, Zero Emissions and Driverless Cars. In: *QAD* [online]. 5. 1. 2017 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://blog.qad.com/2017/01/henry-ford/>
- [12] Před 65 lety zemřel Henry Ford. In: *Týden* [online]. 7. 4. 2012 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: https://www.tyden.cz/rubriky/auta/aktuality/pred-65-lety-zemrel-henry-ford-postavil-ameriku-na-kola_230578.html
- [13] *Nákladní auta minulosti* [online]. 2. 6. 2014 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://rudlaa.blog.cz/1406/tatra-nw-tl-2-tl-4>
- [14] *110 Jahre Skoda: Vom Fahrrad zum Happy End* [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.auto-online.ch/Neuigkeiten/110-Jahre-Skoda-Vom-Fahrrad-zum-Happy-End.html>
- [15] Preventing Rust Know Where It Forms. In: *Car warranty* [online]. 20. 6. 2014 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://www.gocarwarranty.co.uk/news/preventing-rust-know-where-it-forms/333984#.WILHBIXiYdU>
- [16] SPENCER, Sivglia. Counter corrosion with rust prevention car maintenance tips. In: *Used cars in Orlando FL* [online]. 5. 11. 2015 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://usedcars.toyotaofclermont.com/2015/counter-corrosion-with-rust-prevention-car-maintenance-tips/>
- [17] YOUNG, Matthew. CAR RUST: PREVENTION AND REMOVAL STRATEGIES. In: *Carwashing* [online]. 16. 11. 2015 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.carwash.com/car-rust-prevention-removal-strategies/>
- [18] Rattle under car heat. In: *RX-8* [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <https://www.rx8club.com/attachments/rx-8-discussion-3/185724d1339040155-rattle-under-car-heat-shield-corrosion-4.jpg>
- [19] Car rust. In: *Toyota of Clermont* [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://blog.toyotaofclermont.com/wp-content/uploads/2014/08/car-rust.jpg>

[20] Metodika výpočtu korozních přídavků konstrukčních prvků z patinujících ocelí. In: *Konstrukce* [online]. 22. 3. 2011 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/metodika-vypoctu-koroznich-pridavku-konstrukcnich-prvku-z-patinujicich-oceli/>

[21] Proces lakovania a výroby automobilov. In: *Lestene aut* [online]. 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://www.lestenieaut.sk/proces.html>

8. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vývoj automobilového průmyslu [2]

Obrázek 2 - Vývoj nátěrů v automobilovém průmyslu [27]

Obrázek 3 – Vývoj zinkového pokovení [4]

Obrázek 4 - Ukázka koroze automobilu [8]

Obrázek 5 - Možnosti konstrukčního řešení z hlediska volby spojů u smíšených konstrukcí [11]

Obrázek 6 - Princip galvanického pokovení [14]

Obrázek 7 - Vlevo zkušební vzorek s nátěrovým systémem, vpravo vzorek po teplotně-vlhkostní zkoušce s výrazným zpuchýřováním [15]

Obrázek 8 – Systém antikoročních vrstev na povrchu karosérie [20]

Obrázek 9 – Procesy lakování a funkce jednotlivých vrstev [22]

Obrázek 10 – Automatizované nanášení plniče na povrch karosérie [26]

Obrázek 11 – Přehled konzervovaných dutin [20]

Obrázek 12 – Technologický postup povrchové úpravy automobilu