

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Česká zemědělská
univerzita v Praze

Karoserie a její ochrana proti korozi

bakalářská práce

Vedoucí práce: Bc. Ing. Petr Hrabě, Ph.D.

Autor práce: Martin Koutník

PRAHA 2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Koutník

Zemědělské inženýrství
Inženýrství údržby

Název práce

Karoserie a její ochrana proti korozi

Název anglicky

Bodywork and its corrosion protection

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je shromáždit a analyzovat aktuální poznatky o karoserii a její možné ochraně proti korozi. Na základě závěrů z literárního rozboru předmětné problematiky stanoví bakalář přínos práce.

Metodika

Současný stav řešeného problému (literární rešerše).

Cíle práce a metody jejího vypracování.

Přínos a závěry práce.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

Ochrana, povlaky, povrch materiálů

Doporučené zdroje informací

BARDAL, E.: Corrosion and protection. London, New York, Springer, 2005.

Časopisy, firemní literatura, katalogy, prospekty, normy.

HLUCHÝ, M., HANĚK, V.: Strojírenská technologie 2. 2. díl, Korozie, základy obrábění, výrobní postupy. Praha, Scientia, 2001.

CHUCHVALEC, Petr.: Studium inhibice koroze. Disertační práce, Praha, VŠCHT, 2003.

KNOTKOVÁ, D., KREISLOVÁ, K.: Korozní agresivita atmosféry a metody predikce atmosférické koroze. Praha, SVÚOM, 2010.

REVIE, R., W., UHLIG, H., H.: Corrosion and corrosion control : an introduction to corrosion science and engineering. Hoboken, Wiley, 2008.

SCHWEITZER, P., A.: Corrosion engineering handbook : atmospheric and media corrosion of metals. Fundamentals of metallic corrosion. Boca Raton, CRC Press, 2007.

Vědecká literatura: Journal of Materials Processing Technology, Strojírenská technologie, Journal of materials science, Journal of material processing technology, Manufacturing technology.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Bc. Ing. Petr Hrabě, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra materiálů a strojírenské technologie

Elektronicky schváleno dne 15. 1. 2019

prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „**Karoserie a její ochrana proti korozi**“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 13. 5. 2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce, kterým je Bc. Ing. Petr Hrabě, Ph.D., rodině a přátelům za vstřícnost, trpělivost a odborné vedení práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá korozi karoserie vozidel, jejímu základnímu popisu a rozdělení, trendy ochrany proti korozi v automobilovém průmyslu a v neposlední řadě opravou karoserie již napadené korozi. Práce popisuje vhodné antikorozi opatření při výrobě vozidel, jako je volba materiálu, konstrukční opatření a následně nátěrovými hmotami. Dále se zabývá opravou koroze na ojetých vozidlech zahrnujícím její odstranění, broušení, tmelení a nanášení nátěrových hmot.

Klíčová slova: koroze, ochrana, povlaky, povrch materiálu, karoserie

Bodywork and its corrosion protection

Abstract

The Bachelor Thesis deals with description, division and trends in protection against corrosion of vehicle bodywork. It also describes protection in automotive industry and repairing already corroded bodywork. There are mentioned proper ways to prevent corrosion in manufacturing cars, as choice of materials, construction proceeding and coatings. It also deals with repairing corroded used vehicles included removing rust parts, grinding, cementing and application of coatings.

Keywords: corrosion, protection, coatings, surface, bodywork

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Metodika práce.....	2
4. Koroze.....	3
4.1. Definice koroze.....	3
4.2. Význam koroze.....	4
4.3. Druhy koroze	4
4.3.1. Rovnoměrné – nerovnoměrné napadení	4
4.3.2. Galvanické napadení	5
4.3.3. Eroze, kavitace, vibrace	5
4.3.4. Štěrbinová, nitková koroze	5
4.3.5. Důlková a bodová koroze	5
4.3.6. Selektivní napadení slitin.....	5
4.3.7. Mezikrystalová koroze.....	5
4.4. Faktory urychlující korozi	5
4.4.1. Únava materiálu	5
4.4.2. Mechanické namáhání.....	6
4.4.3. Vibrační koroze.....	6
4.4.4. Koroze bludnými proudy	6
5. Metody ochrany proti korozi.....	6
5.1. Ochrana proti korozi volbou materiálu.....	6
5.2. Ochrana proti korozi konstrukční úpravou	7
5.3. Ochrana proti korozi povrchovou úpravou.....	8
5.3.1. Předúpravy povrchů	8

5.3.2.	Procesy čištění	8
5.3.3.	Chemické procesy	9
5.3.4.	Mechanické procesy.....	10
5.3.5.	Antikorozi ochranné prvky na výrobcích ze železných kovů.....	12
5.3.6.	Ochranné pokovení	14
5.3.7.	Antikorozi ochrana hliníkových součástí.....	14
6.	Metody ochrany proti korozi karosérií.....	15
6.1.	Volba materiálu karoserie.....	15
6.1.1.	Ocelové plechy.....	16
6.1.2.	Pozinkovaný ocelový plech	16
6.1.3.	Lehké kovy.....	16
6.1.4.	Plasty.....	17
6.2.	Konstrukční opatření	19
6.2.1.	Konzervace karoserie a dutin.....	20
6.3.	Povrchové úpravy, nátěrové systémy, antikorozi vrstvy	20
6.3.1.	Proces aplikace nátěrových systémů.....	20
7.	Oprava koroze ojetého vozidla	24
7.1.	Diagnostika.....	24
7.1.1.	Poškozující faktory	25
7.2.	Proces opravy poškozené karoserie.....	26
7.2.1.	Odstranění koroze	26
7.2.2.	Příprava před lakováním	27
7.2.3.	Lakování	30
7.2.4.	Opravy eventuálních vad	32
8.	Závěr	33
9.	Citovaná literatura.....	34

10.	Seznam obrázků	36
11.	Seznam tabulek	38

1. Úvod

Ochrana proti korozi osobních automobilů dosáhla v poslední době velmi dobré účinnosti, takže je zcela běžné, že výrobci automobilů poskytují zákazníkům i desetiletou záruku proti prorezavění. Karoserie je nejen záležitostí estetickou, ale je to zároveň nosná konstrukce celého vozu. Ochrana proti korozi je tedy i otázkou bezpečnosti.

Ale i přes využití všech možných technologických postupů, jako v dnešní době již samozřejmě používání pozinkovaných plechů v kombinaci s katodovou ochranou a minimálně pěti vrstvami nátěrových hmot, je koroze karoserie stále obrovský světový problém. Životnost celé karoserie je v podstatě určována odolností karoserie proti korozi. Kvalitní antikorozní ochrana není zárukou absolutní ochrany proti korozi, pouze ji dokáže velmi dobře oddálit a snížit její dopady.

Také musíme uvážit, že podle údajů Svazu dovozců automobilů je průměrné stáří vozidel v České republice 15,27 roku. Se staršími vozy se pojí i starší technologie ochrany proti korozi a tím i její nižší účinnost. To způsobuje vysokou poptávku po odstraňování a opravě napadených karoserií v rámci servisu.

První část bakalářské práce popisuje korozi, její druhy a faktory které urychlují její průběh. Následně charakterizují všeobecné metody ochrany proti korozi výběrem materiálu, konstrukčním opatřením a převážná část se věnuje povrchovým úpravám. Následuje kapitola, kde představují konkrétní antikorozní metody pro karoserii, a kde je také významná část věnovaná vhodné úpravě povrchu a povlakům. V poslední části práce uvádím do tématu možnosti oprav korozi poškozené části karoserie.

Téma bakalářské práce jsem si vybral nejen na základě vlastního zájmu o tento problém, ale i kvůli osobní zkušenosti z autoservisu, kde mám praxi.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je stručný popis koroze, její základní rozdělení a uvedení základních faktorů ovlivňující korozi. Další část pojednává o metodách ochrany proti korozi ve strojírenství obecně, ať už povrchovou úpravou, volbou materiálu nebo konstrukční úpravou. To navazuje na metody ochrany proti korozi karoserií konkrétně s příkladem procesu aplikace nátěrových systémů. V závěru práce shrnuje možnosti opravy již napadených částí s ohledem na praxi.

3. Metodika práce

Využitím literární rešerše uvést do tématu koroze. Popsat možnosti ochrany proti korozi při výrobě. Nastínit současný stav řešeného problému a na základě osobních zkušeností autora shrnout závěry o možnostech oprav.

4. Koroze

4.1. Definice koroze

Koroze je samostatně probíhající nevratný proces postupného narušování a znehodnocování materiálů chemickými a fyzikálně-chemickými vlivy prostředí. Korozí podléhají téměř všechny materiály, tzn. nejen kovy a jejich slitiny, ale i nekovové materiály, jako například materiály anorganické – silikátové a keramické (sklo, beton) i materiály organické (pryž, plasty) a další.

Narušení materiálu může být různé, např. změna vzhledu povrchu materiálu (zmatnění, ztráta barvy), nebo jeho rozpad (porušení celistvosti v celém průřezu).

Koroze je vzájemné působení materiálů a prostředí. K tomu přistupuje časový průběh reakce, tj. rychlost koroze, která je závislá na dalších vlivech korozního systému materiál–prostředí. Při ochraně proti korozi se tedy snažíme ovlivňovat tři základní faktory korozního systému: materiál, korozní prostředí a korozní rychlost. (Novotný, 1999)

Samovolný průběh koroze je způsoben snahou materiálu vrátit se do původního, neuspořádaného stavu s menší volnou entalpií. Hlavním znakem koroze je znehodnocování materiálu na rozdíl od podobných, ale žádoucích reakcí, jako například leptání. Snahou korozní vědy a techniky je nalézt způsob, jak průběh koroze zpomalit. (Kreibich, 1999)



Obrázek 1 Ilustrace koroze 1. Dostupné z (Asociace korozních inženýrů, z.s., 2012)

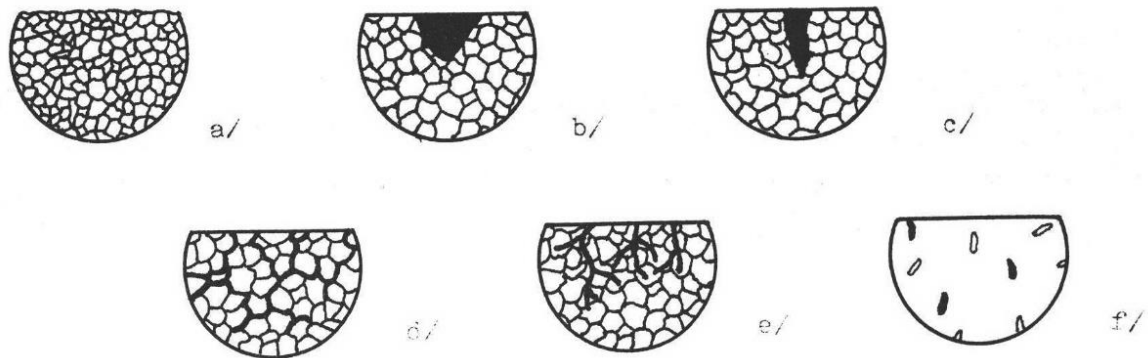


Obrázek 2 Ilustrace koroze 2. Dostupné z (Asociace korozních inženýrů, z.s., 2012)

4.2. Význam koroze

Náklady způsobené korozi kovů jsou v ekonomicky vyspělých zemích odhadovány na 3–5 % HDP. Pro Českou republiku to znamená přes 200 miliard Kč ročně, cca 20 000 Kč na obyvatele/rok. Naprostá většina ztrát je ukrytá v cenách produktů běžné denní spotřeby, jako je elektrická energie, automobily, střešní krytiny, elektrozařízení aj. Korozní ztráty zahrnují náklady na náhradu zařízení, výrobku nebo části budovy, záložní zařízení, systémy antikorozi ochrany, omezení produktivity, ekologické škody a mnoho dalších. (Asociace korozních inženýrů, z.s., 2012)

4.3. Druhy koroze



Obrázek 3 Druhy korozního napadení: a) rovnoměrná, b) důlková, c) bodová, d) mezikrystalová, e) transkrystalová, f) selektivní. Převzato z (Novotný, 1999)

Kovy jsou napadeny nejen různou rychlostí koroze, ale i rozdílnými druhy korozního napadení. Rozlišujeme napadení rovnoměrné, nerovnoměrné a skvrnité, galvanické, korozně erozivní nebo kavitační, korozně vibrační, štěrbinové nebo nitkové, podpovrchové, důlkové a bodové, delaminační, selektivní, mezikrystalové, pod napětím a korozně únavové. (Mamlouk, 2011)

4.3.1. Rovnoměrné – nerovnoměrné napadení

Koroze vzniká na mnoha různých místech rovnoměrně, množství těchto míst závisí na reaktivitě daného kovu a prostředí, ve kterém se nachází.

U nerovnoměrného a skvrnitého napadení vzniká koroze také v různých místech, ale počet míst aktivních je mnohem menší. Vznikají korozní centra nezasahující do hloubky. Při delším působení prostředí může dojít k přechodu na rovnoměrné napadení. (Macek, a další, 2004)

4.3.2. Galvanické napadení

Lokální napadení je způsobené rozdílností kovů, složení prostředí nebo korozních zplodin. Hloubka napadení je podstatně větší a různorodá na jednotlivých částech povrchu. Příčinou této koroze bývají galvanické články, např. styk korozně odlišných kovů, rozdílného provzdušnění, rozdílné teploty a další. (Claisse, 2016)

4.3.3. Eroze, kavitace, vibrace

Erozivním, vibračním nebo kavitačním opotřebením jsou na povrchu kovu narušovány pasivační vrstvy a stabilizovaná forma koroze se mění na složitý degradační proces. (Macek, a další, 2004)

4.3.4. Štěrbínová, nitková koroze

Příčinou těchto druhů koroze je vniknutí korozního prostředí ke kovu úzkou mezerou nebo póry na ochranném, nejčastěji organickém, povlaku. Čím intenzivnější vniknutí povlakem, tím je větší počet korozních produktů a může dojít k odloupávání povlaků po celém obvodu. (Macek, a další, 2004)

4.3.5. Důlková a bodová koroze

Důlkové a bodové napadení sice zasahuje jen malou část povrchu, ale proniká do značné hloubky kovu a může vést k jeho úplnému proděravění. Při rozdílu korozní odolnosti jednotlivých částí povrchu bývá nejzřetelnější. (Macek, a další, 2004)

4.3.6. Selektivní napadení slitin

Slitiny s fázovou strukturou jsou v určitém prostředí napadeny korozi jen jedné fáze. Takto například dochází k odzinkování mosazí. (Macek, a další, 2004)

4.3.7. Mezikrystalová koroze

Příčinou mezikrystalové koroze je podstatně rychlejší průběh v oblasti hranice zrn než v oblasti zrna samotného. Důvodem bývá nejčastěji karbid, nebo nitrid vyloučený na hranicích zrn, který ochuzuje okolí o pasivační schopnost. (Macek, a další, 2004)

4.4. Faktory urychlující korozi

4.4.1. Únava materiálu

Když je materiál namáhán za současného vlivu korozního prostředí, vzniká korozní únava materiálu již při menším napětí, než je mez únavy materiálu. (Dillinger, 2007)

4.4.2. Mechanické namáhání

Napětí je soustředěno na hranicích zrn, anebo ve vrubech. Vlivem napětí je zmenšován elektroodvový potenciál. Pevnost materiálu se snižuje i bez jasných změn na povrchu materiálu. Vyskytuje se také na za studena tvářených materiálech, např. v ohybech trubek. (Dillinger, 2007)

4.4.3. Vibrační koroze

Vibrační koroze vzniká při tření a současném vibračním pohybu na mezní hodnotě součinitele tření. (Řeřábek, 2009)

4.4.4. Koroze bludnými proudy

Koroze způsobená bludnými proudy se tvoří v místech, kde vniká nekontrolovaný proud z kladného pólu. Toto místo nazýváme anodou a tvoří se na něm značná koroze. Nejčastějším zdrojem bludného proudu bývá elektrická dráha (Dillinger, 2007)

5. Metody ochrany proti korozi

5.1. Ochrana proti korozi volbou materiálu

Volba materiálu je první a základní rozhodnutí, které musí konstruktér při řešení problému koroze udělat. Z ocelí korozi nejlépe odolávají oceli korozivzdorné. Obecně platí to, že čím více je kov homogenní, a čím více je zbaven vnitřního pnutí, tím lépe odolává korozi.

Mimo korozivzdorné oceli se stále častěji využívá pozinkování ocelí. A to zejména u výrobků, které přicházejí do kontaktu s ovzduším (externí, nosné konstrukce, podvozky automobilů apod.).

Vyšší odolnost proti atmosférické korozi mají oceli s vyšším obsahem hliníku (Al). Zvýšenou odolnost proti korozi mají i oceli s obsahem mědi (Cu). Pro ochranu proti korozi využívá také neželezných kovů, jejich slitin, popřípadě plastů. (Machek, 2002)

Volba materiálu je nejlepší a nejlevnější formou ochrany proti korozi. K tomu je potřeba znát odolnosti jednotlivých materiálů proti různým vlivům prostředí, viz tabulku.

Tabulka 1 Korozní odolnost kovových materiálů v různých prostředích. Upraveno z (Dillinger, 2007)

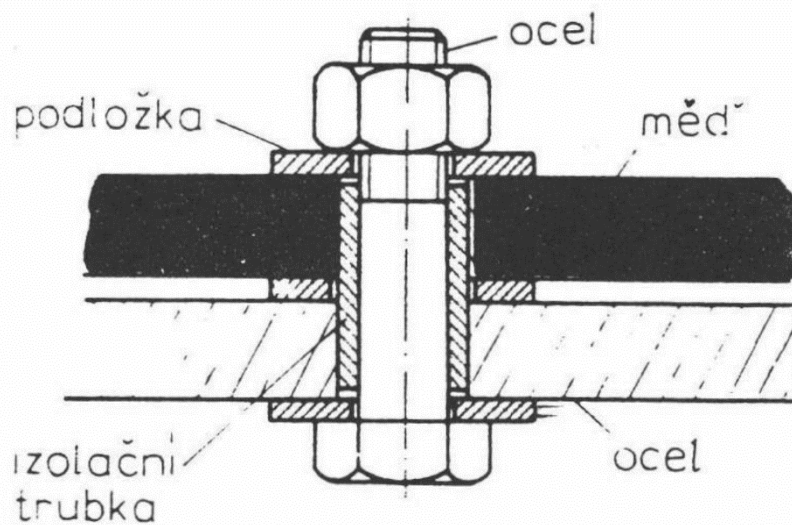
Materiál	Popis odolnosti proti korozi	Suchý vzduch v místnosti	Venkovní atmosféra	Průmyslové ovzduší	Mořské ovzduší	Mořská voda
Nelegované a nízko legované oceli	Malá odolnost. Bez ochrany použitelné jen v suchých místnostech	Velmi dobrá odolnost (stálost)	Malá odolnost	Malá odolnost	Nepoužitelné	Nepoužitelné
Korozivzdorná ocel	Odolná proti korozi vlhkem, neodolává agresivním chemikáliím	Velmi dobrá odolnost (stálost)	Velmi dobrá odolnost (stálost)	Dobrá odolnost	Dobrá odolnost	Dobrá odolnost
Hliník a slitiny hliníku	Odolný proti korozi. Menší odolnost mají slitiny obsahující měď	Velmi dobrá odolnost (stálost)	Dobrá odolnost	Dobrá odolnost	Dobrá odolnost	Velmi dobrá odolnost (stálost) až malá odolnost
Měď a slitiny mědi (bronz, mosaz)	Dobře odolné, a to zvláště slitiny obsahující nikl	Velmi dobrá odolnost (stálost)	Velmi dobrá odolnost (stálost)	Dobrá odolnost	Dobrá odolnost	Velmi dobrá odolnost (stálost) až malá odolnost

5.2. Ochrana proti korozi konstrukční úpravou

Stroje i jednotlivé části by se měly konstruovat vzhledem k těmto hlavním zásadám:

- a) Používat hladké a jednoduché tvary jednotlivých prvků. Povrch součástí by měl být hladký, např. broušený nebo leštěný. To snižuje stykovou plochu s prostředím a na takovém povrchu se hůře udržují nečistoty a atmosférická vlhkost. (Machek, 2002)
- b) Vyvarovat se ostrých koutů nebo ostrých přechodů. V těchto místech by se mohl udržovat prach a nečistoty, které společně s atmosférickou vlhkostí tvoří elektrochemický článek. (Dillinger, 2007)
- c) Nosné konstrukce navrhovat se silnostěnnými prvky, které svou pevnost, na rozdíl od tenkostěnných soustav, ztrácejí pomaleji. (Machek, 2002)
- d) Přizpůsobit konstrukci předpokládaným povrchovým úpravám. Navržené řešení musí nejen umožnit provedení, ale i pozdější obnovení povrchových úprav a ochranných nátěrů. (Novotný, 1999)
- e) Vyloučit spáry a dutiny přístupné vlhkosti, kde je kapilární silou nasávaná vlhkost, která způsobuje tzv. spárovou korozi. Duté konstrukce buď hermeticky uzavřít, nebo konstruovat s otvory pro odvod vlhkosti. (Dillinger, 2007)
- f) Vyhýbat se kontaktu různých kovů s rozdílným elektrodovým potenciálem, a to z důvodu kontaktní koroze. Není-li to možné, měly by být díly od sebe izolovány

vložkou z jiného kovu s nízkým elektroodovým potenciálem, nebo plastem. (Machek, 2002)



Obrázek 4 Izolační spoj dvou různých materiálů. Dostupné z (Machek, 2002)

5.3. Ochrana proti korozi povrchovou úpravou

5.3.1. Předúpravy povrchů

Každá povrchová úprava požaduje čistý povrch, který zajišťuje správnou adhezi. Proces čištění se vykonává nejen před započítím, ale i po úpravě samotné. Cílem je z povrchu odstranit oxidy, mastnoty, nečistoty, okuje a jiné škodlivé složky. Čištění bývá často velmi nákladné a vyžaduje mnoho času. Při výběru metody čištění se tedy zvažuje jak kvalita, tak i výdaje, tzn. že před výběrem metody čištění je třeba uvážit, co chceme čistit, jakou intenzitou chceme čistit, dostupnost a kapacitu prostředků a v neposlední řadě celkové možné náklady. (Bednář, 2009)

5.3.2. Procesy čištění

Procesy čištění zahrnují několik metod:

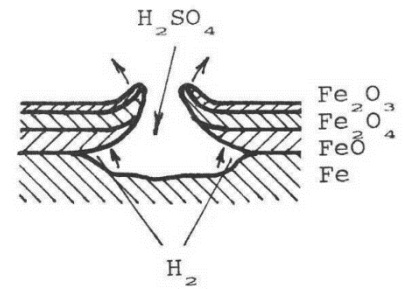
- Parou, čistou ohřátou vodou (obráběcí, řezné, brusné kapaliny)
- Chemické procesy
- Mechanické procesy (převážně rez, okuje)

Metody čištění jsou kombinovány vzhledem k nákladům a požadované kvalitě.

5.3.3. Chemické procesy

5.3.3.1. Moření kyselinou

Jedná se o nejběžnější metodu pro odstraňování nežádoucích oxidů (okují) na velkých produktech. Kyselina sírová nebo chlorovodíková je nanášena na součást, nebo je součást ponořena do nádrže s roztokem. To způsobuje vysoké náklady na údržbu a špatné pracovní podmínky. Čištění ocelových částí kyselinou může absorbovaným vodíkem způsobit „vodíkovou křehkost“. Z tohoto důvodu jsou do mořících roztoků přidávány inhibitory, které redukuje tento efekt. (Bednář, 2009)



Obrázek 5 Působení kyseliny sírové.

Dostupné z (Mohyla, 2000)

5.3.3.2. Rozpouštědla

Použití rozpouštědel je koncipováno k odstranění olejů a maziv. Může být provedeno v lázních při pokojové teplotě, nebo použitím páry. Poté, co se pára vysráží na součásti a zředí olej nebo mazivo, zůstává na součásti stále tenká vrstva oleje, která sice na chvíli zabrání korozi, ale zároveň musí následovat další čisticí procesy. Užívanými rozpouštědly jsou alifatické uhlovodíky (petrolej, benzin), chlorované uhlovodíky. (Bednář, 2009)

5.3.3.3. Alkalické čištění

Alkalický čistič je vhodný jako obecné odmašťovadlo v kovodělném průmyslu. Účinně odstraňuje obráběcí a řezné kapaliny z výrobků před další povrchovou úpravou. Vhodný je též na čištění povrchů strojních zařízení od zaschlých olejových nánosů. Nenapadá lakované povrchy a nezpůsobuje korozi. Je levný, používá vodu a poměrně levné sloučeniny. Není vhodný pro Al, Zn, Sn nebo mosaz.

Alkalické čističe obsahují alkalické soli, polyfosfáty, křemičitany, organické a anorganické přísady a detergenty (čisticí prostředky), emulgátory a smáčedla. Čištění probíhá emulsifikací, disperzí, saponifikací (zmýdlením) nebo kombinací těchto procesů. (Bednář, 2009)

5.3.3.4. Elektrolytické čištění

Alkalické čističe jsou používány spolu s elektrickým proudem procházejícím lázní. To způsobuje tvorbu kyslíku na kladném pólu a vodíku na pólu záporném. Proces narušuje olejový film, který drží nečistoty na povrchu kovové součásti, a ten je poté připraven na galvanizaci. Tento proces se používá pouze po předchozím, jiném čisticím procesu. (Novotný, 1999)

Tabulka 2 Životnost nátěrových systémů v závislosti na způsobu předúpravy povrchu. Upraveno z (Novotný, 1999)

Způsob předúpravy povrchu	Životnost nátěru (roky)	
	4-vrstvý nátěrový systém	2-vrstvý nátěrový systém
Ruční kartáčování	2,3	1,2
Moření	9,6	4,6
Otryskávání	10,3	6,3

5.3.4. Mechanické procesy

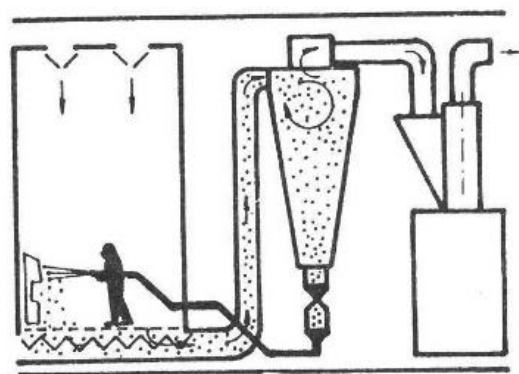
Do mechanických procesů se řadí takové způsoby předúpravy, kterými součásti netváříme na přesný, výkresem stanovený tvar, jako např. u třískového obrábění, ale vytváříme určitou jakost povrchu součásti. Cílem takových úprav je:

- a) Očištění povrchu (rez, okuje)
- b) Zvýšení přilnavosti povrchu pro následující vrstvy
- c) Zajištění podmínek pro zvýšenou odolnost vůči korozi

Tyto základní požadavky se dají docílit mechanickými úpravami povrchu, mezi které řadíme otryskávání, omílání, broušení apod.

5.3.4.1. Otryskávání

Cílem otryskávání je očistit povrch od korozních produktů, nečistot apod. Další důležitá vlastnost otryskávání je zdrsnění povrchu součásti, která zaručuje lepší přilnavost. Při otryskávání jsou stlačeným vzduchem, tlakem vody, metacím kolem, nebo kombinací unášeny volné částice různých materiálů na součást. Volné částice poté drsní povrch na základě tvrdosti, velikosti, tvaru a rychlosti zrna. Dopadem tupých a tvrdých částic na povrch součásti nedochází k odběru materiálu, ale k očištění povrchu, jeho zpevnění a tvorbě malých důlků. Nejpoužívanějšími materiály jsou drcený korund, ocelové

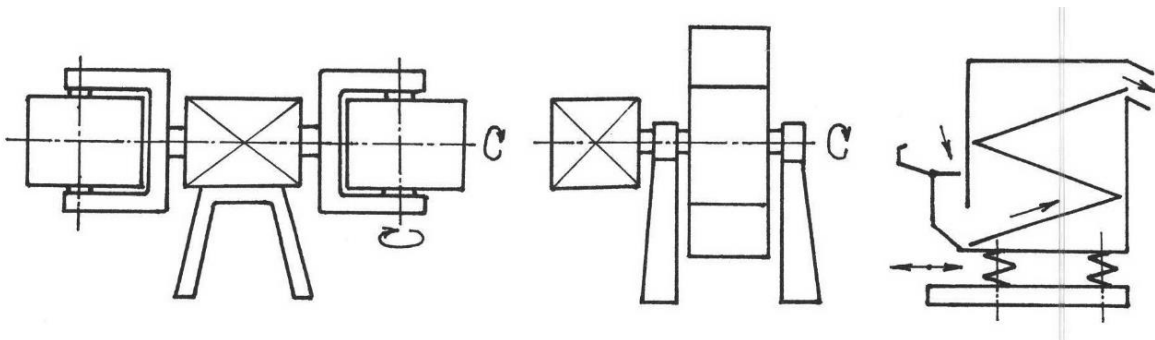


Obrázek 6 Otryskávání. Dostupné z (Novotný, 1999)

kuličky, nebo nasekaný ocelový drát, popřípadě křemičitý písek. (Novotný, 1999)

5.3.4.2. Omílání

Omílání funguje na principu odebrání materiálu a jeho vyhlazování použitím vzájemného působení omílaných výrobků a omílacích prostředků, popřípadě kapaliny s chemickými prostředky. Tato technologie se využívá převážně pro hromadnou úpravu menších dílů ve velkých sériích. Omílání se používá pro úpravu povrchu jako brusná a leštící operace (až 0,3 Ra), k zaoblování hran, k odstranění okují, odgrotování, i k povrchovému zpevnění. (Novotný, 1999)



Obrázek 7 Schéma omílání. Zleva odstředivé, rotační, vibrační. Převzato z (Novotný, 1999)

Podle druhu stroje rozlišujeme omílání vibrační, rotační, nebo odstředivé. Jako omílací tělesa volíme brusiva a brusné kameny, nosné kameny, které tvoří podklad pro brusivo. Používají se přírodní, nebo umělé kameny, jako např. křemen, žula, čedič, umělý korund, kovová tělesa apod. (Mohyla, 2000)



Obrázek 8 Omílací tělíska. Dostupné: <https://cz.rosler.com/cz-cs/produkty/provozni-materialy/plastova-brusna-teliska/>

5.3.4.3. Broušení, leštění, kartáčování

Broušení, kartáčování a leštění jsou nejrozšířenější způsoby mechanických úprav povrchů. Provádí se jak ručně, tak strojově.

Při broušení se ubírají z povrchu součásti třísky, jejichž velikost a tvar závisí na použitém brusivu a způsobu broušení. Můžeme brousit kotoučem, brusným pásem, skládanými kotouči apod. Vždy volíme nástroje od drsnějších postupně po jemnější. Broušení předchází leštění, v jistých případech to může být finální operace. (Novotný, 1999)

Leštěním, za účelem dosažení velmi nízké drsnosti, odstraňujeme nejjemnější stopy po předchozím jemném broušení nebo kartáčování. Vliv na výslednou drsnost má leštící nástroj, jeho obvodová rychlost, ale i použitá leštící pasta.

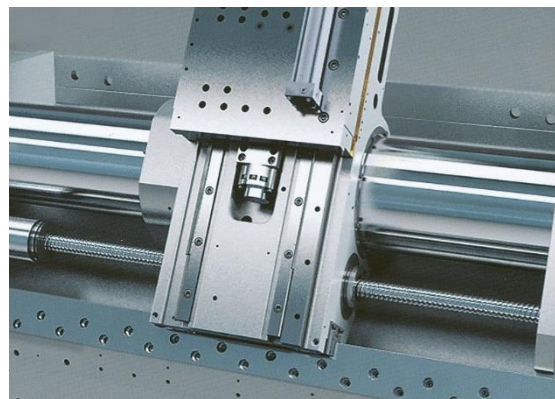
Kartáčování se používá jednak pro čistící procesy, jako je odstranění hrubých nečistot, jednak jako operace po broušení nebo před leštěním pro zjemnění povrchu součásti, resp. pro odstranění oxidické vrstvy, která vznikla po předchozím broušení. Používají se drátěné kartáče nebo měkké, pružné kotouče z přírodních, nebo syntetických vláken. (Novotný, 1999)

Tabulka 3 Volba zrnitosti při broušení.

Volba zrnitosti při broušení oceli:	
Hrubování	60 – 80
Hlazení	120 – 180
Jemné hlazení	180 – 240
Předlešťování	240 – 320
Jemné předlešťování	400 – 800

5.3.5. Antikorozní ochranné prvky na výrobcích ze železných kovů

Antikorozní ochrana součástí z nelegovaných, nízko legovaných ocelí, nebo litiny spočívá v nanesení tenké vrstvy ochranného povlaku. Ochranná látka se volí na základě požadavků trvanlivosti, vlastnosti povrchu a druhu korozivních látek.



Obrázek 9 Vedení supportu. (Borovan, 2018)

5.3.5.1. *Ochrana holého povrchu ocelových částí*

Povrch některých součástí musí kvůli své funkci (např. kluzné plochy, vřetena, ozubená kola apod.) zůstat holý, respektive bez ochranného nátěru. Za předpokladu, že jsou tyto plochy hladké (broušené, lapované, honovené), je možné chránit vrstvou ochranného tuku nebo oleje. (Dillinger, 2007)

5.3.5.2. *Ochrana chemickou úpravou*

Při chemické úpravě povrchu se součásti ponoří do lázně, ve které se chemickou reakcí vytvoří ochranná porézní vrstva pevně spojená s povrchem o tloušťce několik μm . Tato porézní vrstva lépe váže konzervační olej odpuzující vodu. K chemickým úpravám řadíme fosfátování, chromátování nebo brynýrování. Chemické úpravy nejsou dostatečnou ochranou součástí pro venkovní použití, protože nemají dlouhodobou odolnost proti venkovní vlhkosti. Proto např. fosfátová vrstva u karoserií automobilů tvoří pouze základ pro další vrstvy a nátěry. (Dillinger, 2007)

5.3.5.3. *Antikorozní nátěry*

Používají se pro ochranu krycích nebo nosných součástí strojů kvůli ochraně vůči vlivům okolí. Nátěry tvoří jednodušou vrstvou a vydrží v řádu několika let.

Největší vliv na trvanlivost nátěru má předchozí úprava a ošetření povrchu. Povrch musí být čistý, odmaštěný a zbavený rzi. Očištění od rzi se dá provést broušením, otryskáváním apod. (viz kapitolu Mechanické procesy). Odmaštění lze provést např. horkou párou či chemicky (viz kapitolu Chemické procesy). Přílnavost nátěrové hmoty jde vylepšit fosfátováním, kterým zároveň zvýšíme odolnost proti rezivění pod nátěrem. Hliníkové díly se pod lakem chrání například eloxováním (viz kapitolu Antikorozní ochrana hliníkových součástí).

Nátěrové hmoty se mohou nanášet stlačeným vzduchem, formou prášku, ponořením do lázně nebo elektrostaticky. Jednoduché nátěry se skládají většinou ze dvou vrstev (základní a krycí). Trvanlivé nátěrové systémy např. na karoseriích automobilů mohou mít až 6 vrstev. (Dillinger, 2007)

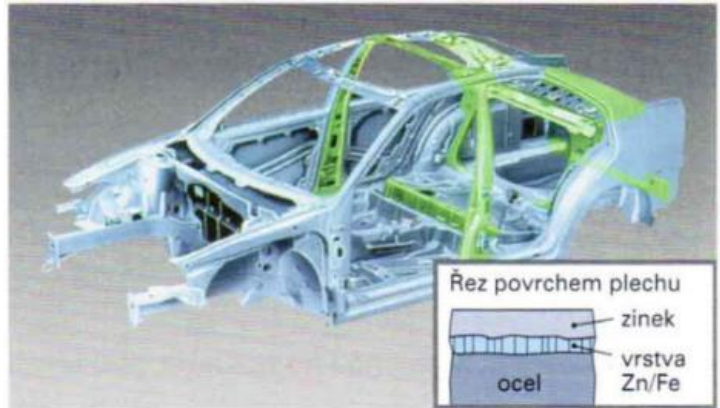
5.3.6. Ochranné pokovení

5.3.6.1. Žárové pozinkování

Vrstva zinku dobře chrání ocelové plechy před venkovními vlivy. Nanáší se ponořením součásti do roztaveného zinku (>419,5 °C).

5.3.6.2. Galvanické pokovení

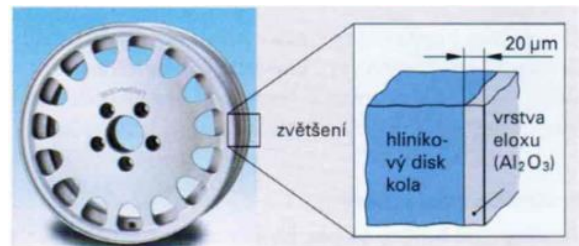
Galvanické pokovení se používá jako ochranná vrstva odolná proti korozi a také jako vrstva zlepšující vzhled součásti. Pro lepší odolnost se nanáší nejprve měď, poté chrom.



Obrázek 10 Pozinkování karoserie. Převzato z (Dillinger, 2007)

5.3.7. Antikorozní ochrana hliníkových součástí

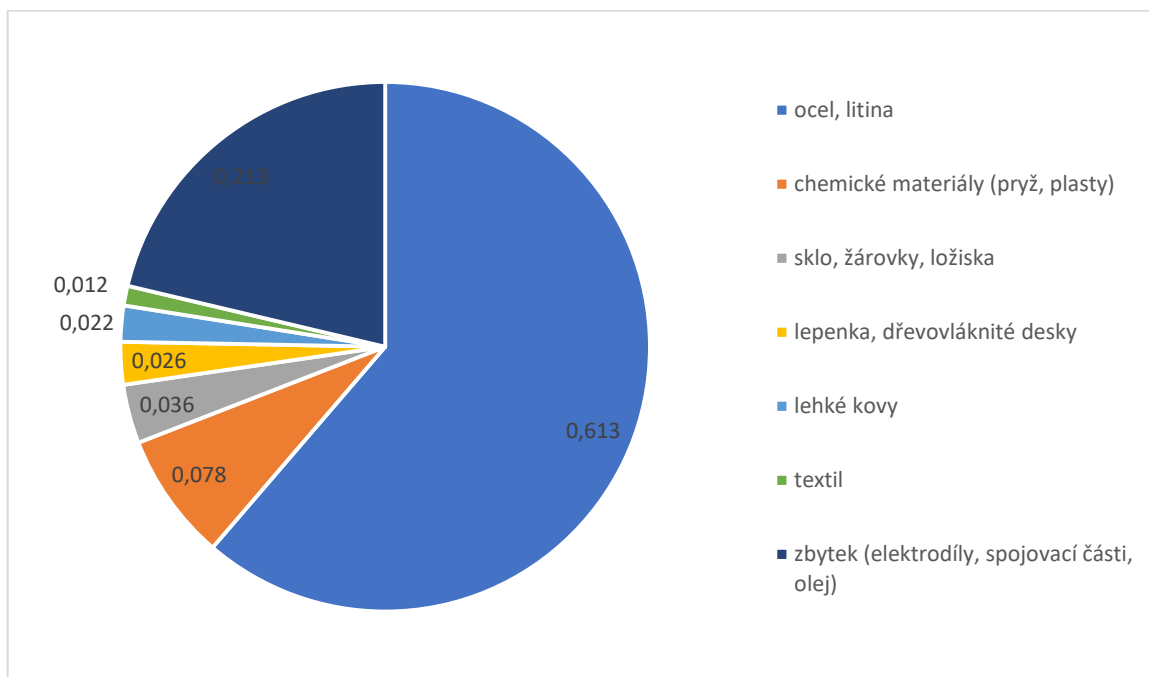
Antikorozní ochrana hliníku se provádí např. eloxováním (anodickou oxidací), kdy jsou hliníkové součásti zavěšeny v galvanické lázni jako anody. Na součástech se tvoří tvrdá vrstva oxidu hlinitého, která se nazývá elox. Eloxová vrstva ponechává původní kovový vzhled součásti. (Dillinger, 2007)



Obrázek 11 Eloxování disku. Převzato z (Dillinger, 2007)

6. Metody ochrany proti korozi karosérií

Oproti jiným, sériově vyráběným, strojírenským výrobkům je rozmanitost použitých konstrukčních materiálů na výrobu karosérií vysoká. V grafu můžeme vidět přehled jednotlivých materiálových skupin.



Obrázek 12 Hmotnostní podíly materiálových skupin. Upraveno z (Vlk, 2003)

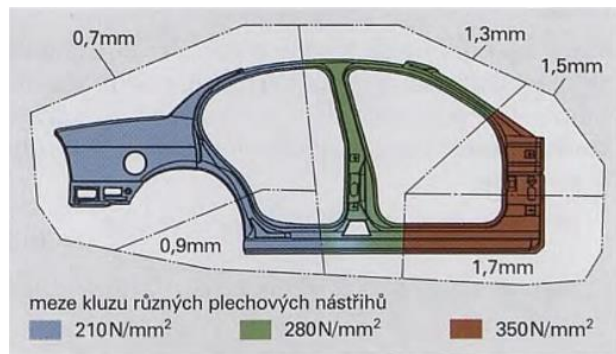
Největší podíl na životnosti karoserie má její odolnost proti korozi. Dnešní karoserie jsou svou tuhostí a pevností konstruovány tak, aby i při jízdě po nezpevněných, velmi špatných vozovkách nedocházelo k jejich mechanickému poškození. Pro vyšší životnost karoserie věnujeme velkou pozornost antikorozi ochraně. Postupy jednotlivých výrobců se sice liší, avšak v základu se provádí následovně. (Vlk, 2003)

6.1. Volba materiálu karoserie

Materiály na výrobu karosérií jsou převážně ocelové plechy, pozinkované ocelové plechy a profily z těchto materiálů. Ve stavbě karosérií se ve stále větší míře využívají také plastické materiály. (Vlk, 2003)

6.1.1. Ocelové plechy

Většina částí karoserie se vyrábí z pevných a vysokopevnostních ocelových plechů. Ocelové plechy se dodávají v tabulích, pásech a svitcích. Pevné plechy pro výrobu karoserií mají mez kluzu do cca 400 N/mm², oproti normálním karosářským plechům, kde se tato hodnota pohybuje okolo 180 N/mm². Tloušťka plechu se pohybuje v rozmezí od 0,5 mm do 2 mm. Kvůli snaze o snížení hmotnosti se využívá sestavení velkorozměrového dílu z vícero menších dílů – metoda „tailored blanks“. Nástřihy s různou pevností a tloušťkou se na odpovídající tvary (např. celé postranice) svařují podle potřeby. (Vlk, 2003) (Gscheidle, 2001)



Obrázek 13 „tailored blanks“. (Gscheidle, 2001)

6.1.2. Pozinkovaný ocelový plech

Z důvodů nutnosti dosažení dlouholeté odolnosti vůči korozi přecházejí výrobci k plechům pozinkovaným. Podlahové plechy se pozinkují ponorem, u plechů určených pro povrchové součásti se kvůli poptávce po vyšší kvalitě povrchu využívá galvanické pozinkování. (Vlk, 2003)

6.1.3. Lehké kovy

Využití hliníkových plechů je vzhledem k celkovým výhodám a nevýhodám stále jen částečné. Díly z hliníkových slitin jsou asi 3x dražší než slitiny ocelové. Naopak celková hmotnost je o 30 % nižší a náklady na výrobu jsou vzhledem k snazší formovatelnosti o něco menší. (Vlk, 2003) (Beroun, 2003)

Hliník se při výrobě používá jen jako slitina, a to převážně s křemíkem nebo hořčíkem. Z důvodu menší pevnosti hliníkových slitin musí být díly nosné struktury zhotoveny z plechů o větší tloušťce. Hliníkové slitiny dobře odolávají korozi. Ale z důvodů nemožnosti zhotovení všech dílů a spojovacích částí z hliníku vzniká ve spojovacích místech větší riziko koroze. Toto riziko lze snížit použitím eloxovaných plechů, ale s jejím použitím vzrůstají také náklady, což je nežádoucí. Také vznikají problémy při svařování a pájení. (Vlk, 2003)

Proto se použití hliníkových slitin omezuje na vnitřní plechové díly nebo díly z tvárné slitiny. Dále se používají na kapoty, víka a kryty. Odlitky z hliníkových slitin se využívají pro

některé díly kování, výztuhy nárazníků nebo například pro příčná ramena u přední nápravy. Hliníkové slitiny se používají také k výrobě litých kol. (Vlk, 2003)



Obrázek 14 Přední sekce automobilu z hliníku.
(European Aluminium Association, 2013)



Obrázek 15 Rameno nápravy.
<https://www.autodoc.cz/febi-bilstein/1877552>

6.1.4. Plasty

V současné době používáme plasty na výrobu nejrůznějších dílů karoserie (nárazníky, blatníky, kapoty, prahy), krycí díly podvozku, lišty, podběhy a díly ve vnitřním vybavení.

Výhodami plastových materiálů jsou malá specifická hmotnost, vysoká tuhost a pevnost, dobré akustické tlumení, lehká montovatelnost, snadné tvarování, výroba bez nutnosti dopracování a odolnost proti korozi. (Gscheidle, 2001)

Druh plastu pro použití se volí především podle jeho mechanických a teplotních vlastností.



Obrázek 16 Plastová ochrana kufříku Škoda Superb III.



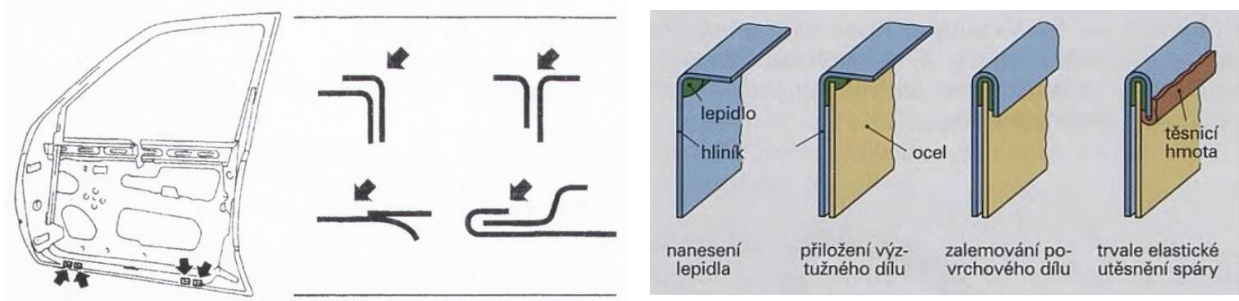
Obrázek 17 Plastový podběh Škoda Superb III.

Tabulka 4 Označování plastů a některé jejich vlastnosti. Upraveno z (Vlk, 2003)

Zkratka	Název plastu	Obchodní název	Příklad užití
ABS	akrylonitril-butadien- styren	Teluran	Kryty kol
EP	Epoxidové pryskyřice	CHSEpoxiester	Kompozity
PA	Polyamidy	Silon, Nylon	Pouzdra, ovládací prvky
PC	Polykarbonát	Makrolon, Lexan	Skla světel
PE	Polyethylen	Hostalen	Tepelná izolace
PP	polypropylen	Hostalen PP	Nárazníky
PU	Polyuretan	Elastoflex, Moltan	Nárazníky, držadla, sedáky
PVC	Polyvinylchlorid	Novodur	Vnitřní koženky
UP	Nenasycený polyester	Prepeg	Karoseriové díly
PMMA	Polymethylmetakrylát	Plexisklo	Dříve skla směrovek
PS	Polystyren		Ovládací prvky v interiéru
PBTP	Polytereftalát	Ultradur	Ovládací prvky v interiéru
PF	Fenolformaldehydová pryskyřice	Bakelit	Elektroskřínky
MF	Melanimformaldehyd. pryskyřice		elektrosoučásti

6.2. Konstrukční opatření

Různá konstrukční opatření prospívají ke zvýšení ochrany proti korozi. Příkladem může být poloha lepených spojů a utěsnění. Výhodné umístění otvorů pro větrání a způsoby tvarování spojů dveřních plechů pro zvýšení antikorozi ochrany znázorňuje Obrázek 18.



Obrázek 18 Poloha větracích otvorů a možnost tvarování spojů.
(Vlk, 2003)

Obrázek 19 Ochrana proti korozi v lemu. (Gscheidle, 2001)

Na ochranu proti korozi má vliv i poloha a tvary odtokových děr v podlaze vozidla. Neméně důležitá je ochrana podvozku vozidla, který je opatřen kryty z PVC, které brání mechanickému poškození a urychlení koroze. Dnes jsou již standardem plastové podběhy, které také brání mechanickému poškození. Jako příklad konstrukčního opatření je výrazné zapuštění kol u vozidla Škoda Kodiaq oproti staršímu modelu Yeti. Touto úpravou se zabránilo poškozování laku odlétajícími kamínky v oblasti blatníků a dveří (viz obrázek 21)



Obrázek 20 Škoda Yeti. https://www.the-blueprints.com/vectordrawings/show/11791/skoda_yeti/



Obrázek 21 Škoda Kodiaq.

<https://www.autoweb.cz/fotogalerie-skoda-kodiaq-kompletni-technicke-informace-a-tiskova-mapa-2016/10/>

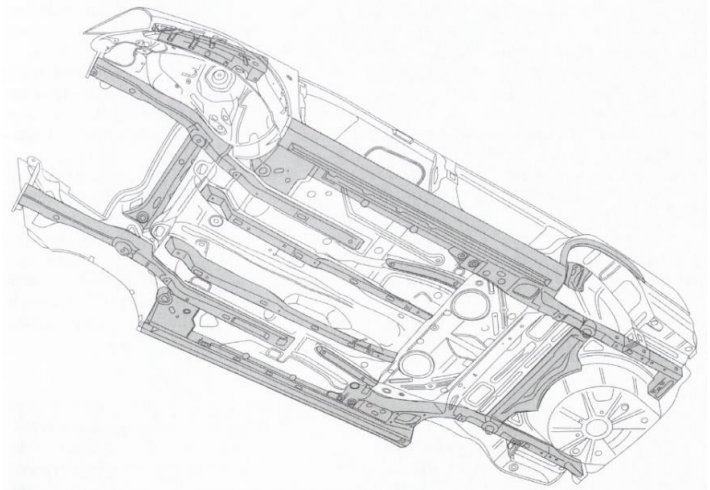


Obrázek 22 Oplastování podvozku.

<https://oborudow.ru/cs/elektrooborudovanie/chem-luchshe-obrabotat-salon-avtomobilya-ot-korrozii-podgotovka-avtomobilya-k/>

6.2.1. Konzervace karoserie a dutin

Po dokončení aplikace nátěrových hmot se provádí konzervace dutin karoserie vodou ředitelným voskem. Vosk se nanáší k tomu určenými otvory v karoserii vrstvou cca 25 – 40 μm . Vosk velmi dobře penetruje a dostává se i do kapilárních spár v dutinách, čímž efektivně brání koroznímu napadení v těchto částech. (Schwarz, 2010)



Obrázek 23 Dutiny karoserie. Dostupné z (Schwarz, 2010)

6.3. Povrchové úpravy, nátěrové systémy, antikoroziční vrstvy

Dobré ochranné vlastnosti nátěrového systému, a tím i životnosti karoserie, dosáhneme pouze za použití kvalitního antikorozičního nátěru s vysokou přilnavostí. Nanášení základu lze provádět mnohými lakařskými materiály i technologiemi. Zvolený způsob základování musí vycházet z důkladné analýzy konkrétního případu lakování, aby se dosáhlo optimálních parametrů celé antikoroziční ochrany. Ekonomické i technologické požadavky automobilového průmyslu na lakování a antikoroziční ochranu jsou vysoké. Tyto požadavky lze splnit pouze spojením perfektních chemických předúprav, fosfatizace a elektroforézního lakování. (Vlk, 2003)

6.3.1. Proces aplikace nátěrových systémů

6.3.1.1. Příprava

Ocelové výlisky, ze kterých je karoserie tvořena, jsou vyrobeny výhradně z plechů pozinkovaných, které zaručují vysoké antikoroziční vlastnosti. Vlastní nátěrový systém se nanáší na okovanou karoserii, tzn. samotný skelet i s namontovanými dveřmi, kapotou, blatníky i zadním víkem. Pro dobré přilnutí nátěrů k částem karoserie probíhá předúprava karoserie v uzavřené lince. Začíná se důkladným odmaštěním povrchu a jeho aktivací. (Vlk, 2003)

6.3.1.2. Fosfátování karoserie

Následuje fosfátování celé karoserie. Při ponoru se vytváří vrstva jemně krystalického trikationtového fosfátu (zinek, mangan, nikl). K zajištění vytvoření fosfátové vrstvy ve všech dutinách i na spodku karoserie se noří celá karoserie. Dalším krokem je bezchrómová pasivace a oplach v lázni demineralizované vody. (Vlk, 2003) (Schwarz, 2010)

6.3.1.3. Utěsnění

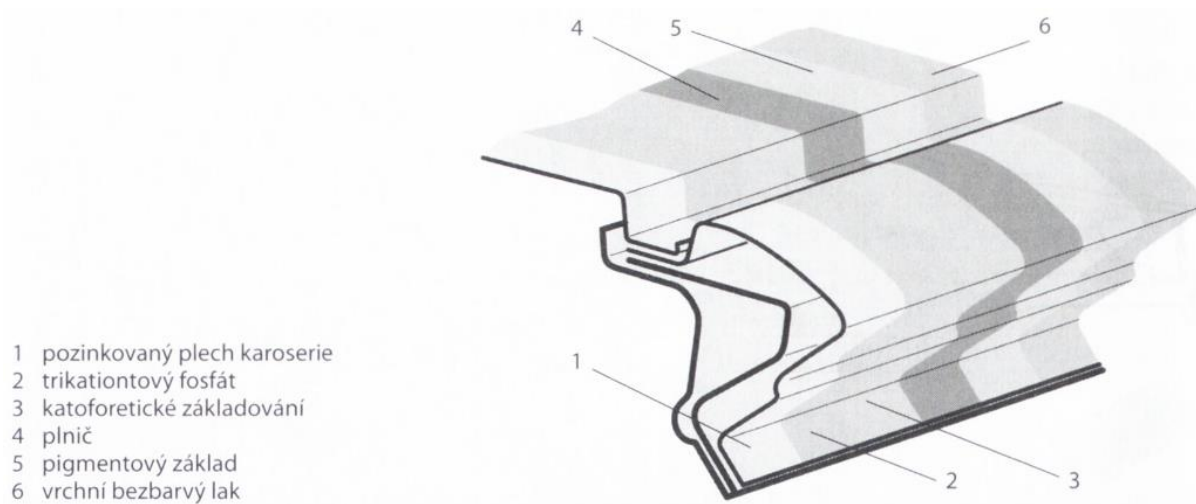
V další fázi je každá karoserie utěsněna utěšňovací hmotou bez rozpouštědla (plastisol na bázi PVC). Těsnění se provádí pásovými nánosy, nebo nástřikem. Těsnicí hmota má dlouhou životnost, vysokou přilnavost, výbornou odolnost proti mechanickému poškození a proti roztokům soli. (Vlk, 2003) (Schwarz, 2010)



Obrázek 24 Aplikace těsnicí hmoty. Dostupné z Škoda Storyboard

6.3.1.4. Proces želatizace

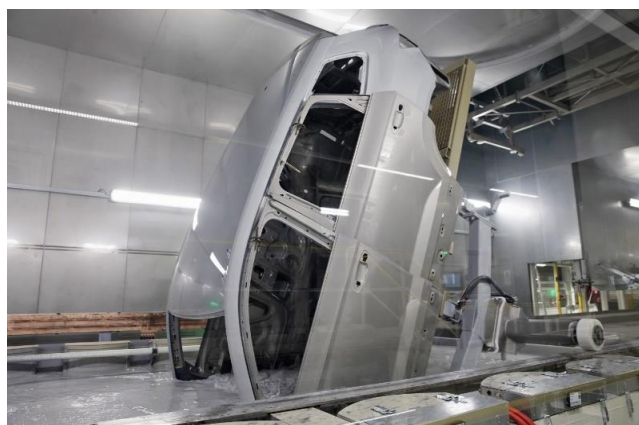
Proces začíná předželatizací. Předželatizace je fyzikálně chemický proces restrukturalizace nátěrové hmoty a probíhá při minimální teplotě 100 °C po dobu 4 minut. Tento proces končí zároveň s vypalováním (vysoušením) plniče, který se nanáší v další fázi. (Schwarz, 2010)



Obrázek 25 Schéma povlaků karoserie. (Schwarz, 2010)

6.3.1.5. Základová barva

Současně s procesem želatizace se při opětovném ponoru celé karoserie vyloučí katodórou (elektrochemický pochod) vrstva základové barvy. Ponorem celé karoserie se opět zajistí vytvoření vrstvy na všech částech včetně dutin. Tato vrstva zajišťuje výbornou přilnavost dalších vrstev a antikorozi ochranu. Jako ilustrace konkrétního postupu slouží Obrázek 26. Případné defekty na povrchových dílech karoserie se ručně přebrousí. (Vlk, 2003)



Obrázek 26 Kataforická lázeň. Dostupné z Škoda Storyboard

6.3.1.6. Plnič

Třetí nátěrovou vrstvou je vodou ředitelný plnič. Automatickým zařízením s rotačními zvony se stříká vrstva v elektrostatickém poli, které zajišťuje rovnoměrný nános hmoty a minimalizuje odpad. Částičky barvy nejsou rozptýlovány do okolí díky vzájemnému působení nabitých částic a karoserie v elektrostatickém poli – přitahují se. Plnič může mít několik barevných odstínů, které se volí podle barvy vrchního laku. V další fázi se plnič vypaluje, a to ve dvou stupních: 1. stupeň při teplotě cca 70 °C po dobu 5 minut a 2. stupeň při teplotě cca 165 °C po dobu 15 minut. Plnič je následně dobrušován pro odstranění nedokonalostí. (Schwarz, 2010)

6.3.1.7. *Pigmentový základ, metalíza*

Po vyčištění povrchu se nanáší další vrstva, kterou je buď pigmentový základ bez metalického efektu, nebo metalíza ve zvoleném odstínu. Možnost výběru odstínu je obrovská, nicméně automobilky volí pro své modely řádově jednotky až nižší desítky možností výběru. (Schwarz, 2010)

Pigmentová vrstva prochází mezusušením, aby z vrstvy vytékala voda.

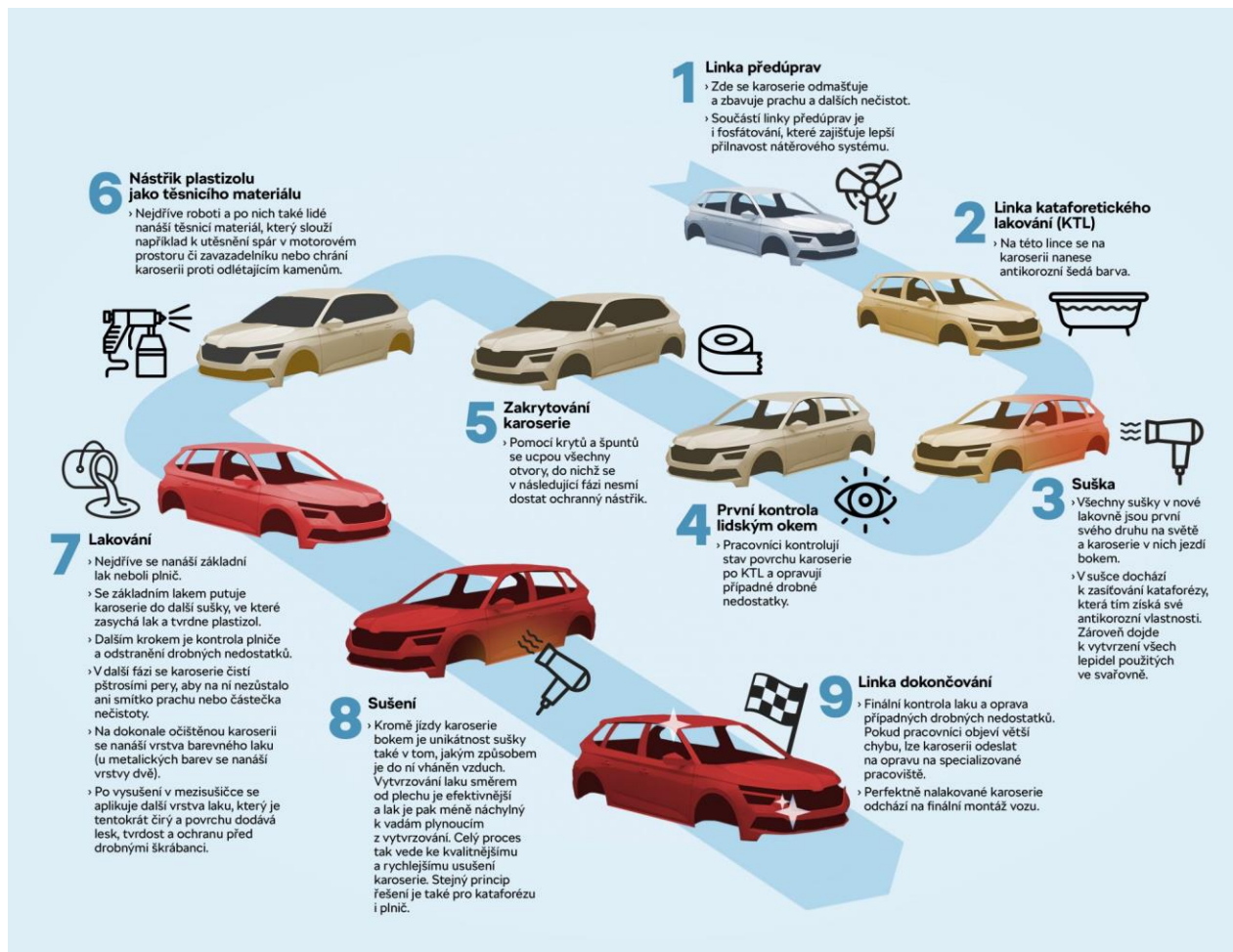


Obrázek 27 Lakovací roboti aplikující bezbarvý lak. Dostupné z Škoda Storyboard

6.3.1.8. *Bezbarvý lak*

Jako poslední vrstva nátěrové hmoty je nanášen bezbarvý lak. Ten je na povrch nanášen rozstříkem při teplotě cca 70 °C a následně se vypaluje při teplotě cca 140 °C po dobu 20 minut. Bezbarvý lak dodává povrchu nejen výsledný lesk, ale i slušnou ochranu proti mechanickému poškození. Celý proces lakování probíhá kontinuálně v automatickém cyklu. Na závěr se kontroluje výsledná kvalita a odstraňují se nedostatky. (Schwarz, 2010)

Tento proces aplikace nátěrových hmot je spíše obecný a jednotlivé automobilky mají své postupy a technologie, kterými se snaží o nejlepší antikorozi ochranu s ohledem na výsledné náklady. Jako ilustrace konkrétního postupu slouží Obrázek 26.



Obrázek 28 Lakovna Škoda Auto krok za krokem. Dostupné z Škoda Storyboard

7. Oprava koroze ojetého vozidla

7.1. Diagnostika

Oprava karoserie, která je napadena korozi, začíná diagnostikou poškození karoserie. Při vyhledávání napadení se soustředíme především na místa:

- Kde je poškozen nátěrový systém
- Kde nejčastěji dochází k mechanickému poškození
- Kde se může hromadit vlhkost a nečistoty
- Kde se stýkají různé díly

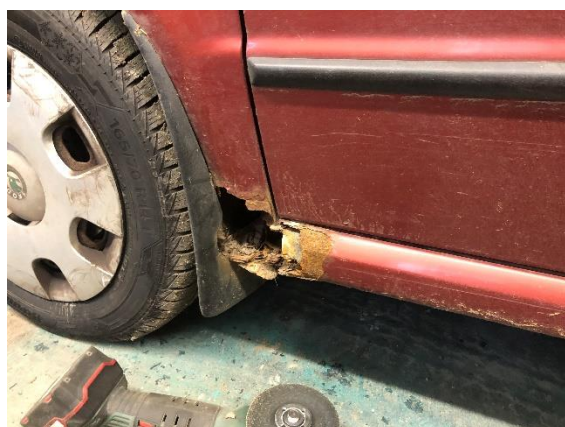
Po nalezení napadených míst zjišťujeme rozsah poškození. I malé stopy rzi jsou nepříznivým faktorem ovlivňujícím trvanlivost nátěrového systému, protože mohou být základem širšího korozního napadení.

7.1.1. Poškozující faktory

- Voda, především dešťová, smíšená s odmrazovacími prostředky (posypová sůl)
- Bláto. Samo o sobě není nebezpečnější než voda, ale po zaschnutí se stává brusivem, který při mechanickém kontaktu silně poškozuje nátěrový systém
- Prach s tvrdými zrny vytváří rovněž brusnou hmotu
- Sluneční záření obsahující ultrafialové a infračervené záření. Povrch karoserie nejen zahřívají, ale poškozují ji svým radiačním účinkem
- Střídání teplot jakéhokoli původu.
- Asfaltové a dehtové látky z vozovek
- Odlétající kamínky z vozovek, nesprávná manipulace s vozem

„Současné vozy mají již z výroby pozinkovanou karoserii dostatečně chráněnou proti korozi. Přesto je vhodné alespoň jedenkrát ročně prohlédnout spodek vozidla a všechny větší nebo menší oděrky a šrámy ošetřit vhodným protikorozním prostředkem. Ochrane dutin karoserie metodou ML je třeba věnovat pozornost alespoň vždy po dvou letech, neboť vlivem dlouhodobé vlhkosti může i zde započít koroze“

- Škoda Fabia II; Obsluha, údržba a opravy



Obrázek 29 Zkorodovaný práh Fabie I.



Obrázek 30 Zkorodovaný práh Fabie II.

7.2. Proces opravy poškozené karoserie

Pokud je povrch již napaden korozí, musíme v první řadě zvážit, jestli je ekonomicky výhodné (vzhledem k požadované životnosti) provádět opravu povrchových úprav, nebo opravu odstraněním části (vyříznutí, vystřížení) a náhradou za novou, nebo výměnou celého dílu za nový.



Obrázek 31 Příklad zvolení opravy povrchových úprav.



Obrázek 32 Příklad zvolení opravy povrchových úprav - detail.

7.2.1. Odstranění koroze

7.2.1.1. Oprava povrchových úprav

Pokud se rozhodneme pro opravu povrchových úprav, zvolíme (dle rozsahu napadení) očištění povrchu smirkovým papírem, brusným kotoučem nebo jiným strojním, nebo ručním zařízením. Poté použijeme chemický odstraňovač koroze – oplachový nebo bezoplachový – a postupujeme standardním postupem. Pokud se koroze úplně neodstraní, za půl roku až za rok se puchýře objeví znovu. (Košťál, 2004)

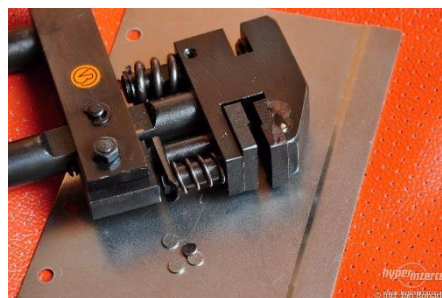


Obrázek 33 Zčernání povrchu působením odrezovače.

7.2.1.2. *Oprava odstraněním napadené části*

Pokud je koroze rozsáhlejší a nevyplatí se vyměnit celý díl za nový, opravujeme díl přivařením záplaty. Na krajích prorezivělé části je plech zeslabený a musíme jej před svařováním odstranit. Vhodný nástroj na odstranění koroze napadeného plechu je např. úhlová bruska. Velikost otvoru volíme podle rozsahu napadení a také vzhledem k dalším postupům. Rovné části se lépe tvarují a lícují.

Záplatu můžeme buď vyrobit na těsno, nebo s přesahem a pomocí karosářských falcovacích kleští plech naohýbáme, proděravíme, osadíme a přibodujeme. Po svaření následuje broušení svarových švů a kontrola povrchu.



Obrázek 34 Falcovací kleště. Zdroj: <https://hyperinzerce.cz/>

Některé části karoserie mohou mít složitý tvar, který je problematický vytvořit. Na trhu však existuje široký sortiment opravných částí dílů (prahy, lemy, spodky blatníků).

7.2.1.3. *Výměna napadeného dílu za nový*

Pokud je díl demontovatelný a rozsah napadení je takový, že se nevyplatí oprava, je nejlepší volbou výměna dílu za nový. V tomto případě je potřeba věnovat pozornost antikorozi přípravě dílu před nanášením nátěrových vrstev, jeho slícování (nepřesnosti z výroby) a kontrole části karoserie, na kterou díl patří.

Jelikož nové díly nejsou z výroby fosfátované a ani jinak chráněné proti korozi, je potřeba udělat několik opatření. Na vnitřní nepohledové části je možné nanášet antikorozi asfaltovo-kaučukové nátěry. Ty však nejsou vhodné jako první vrstva na čistém plechu. Pro zvýšení přilnavosti a životnosti je nutné plech nejdříve základovat reaktivní základovou barvou. Základová barva se nanáší pneumatickou stříkací pistolí, nechá se uschnout a poté teprve následuje asfaltovo-kaučukový nátěr. Dutiny, např. prahů, je nutné konzervovat přípravkem na konzervaci dutin. (Škunov, 2014)

7.2.2. **Příprava před lakováním**

Přípravné práce jsou velmi důležitým krokem při opravě karoserie, protože určují výsledný vzhled opravovaného dílu a samotnou trvanlivost nátěrů. Přípravovaný díl, pokud je nový, je možné pouze přelakovat bez předchozího rovnání a tmelení, je ale potřeba věnovat zvýšenou pozornost při kontrole povrchu. (Škunov, 2014)

7.2.2.1. *Mytí a odmašťování*

Před zahájením přípravných prací je potřeba opravovaný díl umýt a odmastit. Díl můžeme umýt vodou s přídavkem saponátu. Odmaštění provádíme chemickým odmašťovadlem, nejčastěji ředidlo C 6000 nebo podobné.

7.2.2.2. *Tmelení*

Nanesením tmelu odstraníme drobné nerovnosti. Při přípravě dílu se snažíme, aby byla vrstva tmelu co nejtenčí. Tmelením docílíme toho, že bude opravovaná část povrchu stejná jako část původní.

Před nanesením tmelu je nutné tmelený povrch vybrousit na sucho brusivem o drsnosti cca 80 – 120. Pokud je potřeba tmelit větší nerovnosti, můžeme použít nejprve tmel s přídavkem uhlíkových vláken pro zvýšení pevnosti a na závěr použít klasický plnicí polyesterový tmel.



Obrázek 35 Tmelení prahu Škoda Fabia II.

Na nanášení tmelu na povrch karoserie používáme plechové nebo plastové stěrky. Tmel si připravíme, nabíráme vhodnou stěrkou a nanášíme na povrch. Poté tmel roztíráme a snažíme se dosáhnout požadovaného tvaru povrchu. Nesnažíme se odstranit všechny nerovnosti hned, tmel nanášíme v několika vrstvách. (Škunov, 2014)

7.2.2.3. *Broušení tmelených povrchů*

Tmelené povrchy se brousí ručně nebo bruskou. Dokončovací broušení se ale vždy provádí ručně. Pro ruční broušení můžeme použít různé brusné bloky z měkké nebo tvrdé gumy. Vibrační excentrická bruska nezanechává stopy jako u ručního broušení a je také výkonnější. Na druhou stranu, při nesprávné manipulaci může lehce dojít k probroušení tmelové vrstvy a znehodnocení předchozí práce.

Tmel je nutné brousit za sucha, protože polyesterové tmely jsou velmi hydrofobické, tmel nasákne vodu a následně způsobí korozi plechu, nebo při sušení, kdy se ohřátá voda vypařuje, vystupuje ven z povrchu a vytváří puchýře. (Škunov, 2014)



Obrázek 36 Tmelení poškozené karoserie Suzuki Swift.



Obrázek 37 Tmelení poškozené karoserie Suzuki Swift - celek.

Tmel brousíme po jeho dostatečném ztvrdnutí, jinak tmel ulpívá na abrazivu. Z počátku brousíme hrubým abrazivem 80 a vždy před nanesením další vrstvy tmelu povrch přebrousíme abrazivem minimálně 120, aby tmel nepoklesl do hrubých rýh. Konečné broušení tmelu před nanesením plniče se provádí abrazivem 240–320.

7.2.2.4. *Kontrola broušeného povrchu*

Kontrola broušeného povrchu se provádí obdobně jako kontrola povrchu rovaného. Rozdíl je ve velikosti defektů. Díl se po vyrovnávací fázi shoduje přibližně, kdežto po zatmelení musí být podobnost maximální. Hlavním cílem je dosáhnout vizuální shody opravovaného dílu s originálem. (Škunov, 2014)

Další způsob kontroly je kontrola hmatem. Zlehka přejíždíme dlaní nebo prsty po vybroušeném povrchu a dotekem hledáme a posuzujeme tvar a velikost defektů. Pokud cítíme, že se povrch nemění, povrch je rovný, pokud cítíme změnu, jedná se o defekt. Ke kontrole hmatem je potřeba vlastní zkušenost.

7.2.2.5. Plnicí základová barva

Plnič se nanáší ve 2–3 vrstvách na zatmelené obroušené plochy. Plnicí základová barva vyplní drobné rýhy vzniklé při broušení a vytvoří se přilnavý podklad pro další nátěrové hmoty. Odstín plniče volíme vzhledem k doporučení výrobce nátěrové hmoty. U některých odstínů může mít barva plniče vliv na výsledný odstín dílu. Plnič nanášíme pneumatickou stříkací pistolí.



Obrázek 38 Kontrola plniče Suzuki Swift.



Obrázek 39 Vrstva plniče Suzuki Swift.



Obrázek 40 Vrstva plniče Tatra 815.

7.2.2.6. Broušení před lakováním

Po zaschnutí plniče je potřeba povrch znovu obrousit. Broušením odstraníme drobné rýhy, sjednotíme povrch a zdrsíme ho, aby na něj přilnula další vrstva. Plnič brousíme pod vodou brusivem minimálně 400 pro dvousložkovou barvu, nebo minimálně 800 pro bázi pod bezbarvý lak. Broušením odstraníme přechody mezi plničem a původním lakem, které by se mohly projevit na výsledném povrchu. Zbytek lakovaného dílu s původním nátěrem zmatníme jemnějším abrazivem (např. Trizakt P3000).

7.2.3. Lakování

Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím výslednou kvalitu vrchního laku je příprava. Všechny doposud uvedené kroky tvoří asi 90 % veškerého času stráveného na opravě karoserie. Lakování zabere maximálně 10-15 % času, ale podíl laku na kvalitě vnějšího vzhledu opravovaného automobilu je téměř 100 %. (Škunov, 2014)



Obrázek 41 Karoserie po opravě.

Vrchní lak tvoří vnější ochranu karoserie a zároveň vytváří estetický dojem. Pro barvu a efekty je vrchní lak nejdůležitější částí lakování. Obsahuje barevné pigmenty, které vytváří finální vzhled. Metalické barvy obsahují kovová zrna, která jsou náročná na kvalitu nanášení. Pro optickou kvalitu je důležité rovnoměrné nanášení, které bude obsahovat co nejméně nečistot. (Košťál, 2004)

7.2.3.1. *Pigmentový vrchní lak*

Pigmentový vrchní lak určuje barevný odstín výsledné skladby povrchové úpravy. Může tvořit finální vrstvu (systém SOLID), nebo vrstvu, která bude zakryta bezbarvým lakem (systém BC). V systému SOLID se tato vrstva nanáší jako poslední, tudíž musí zajišťovat požadované vlastnosti finální vrstvy, jako je tvrdost, otěruvzdornost, lesk apod. (Košťál, 2004)

Výhodou SOLID systému je nižší náročnost na kvalitu povrchu na který se nanáší. Plně můžeme brousit abrazivem o hrubosti 400, jehož nerovnosti systém spolehlivě „zaliže“. Vzhledem k absenci vrstvy bezbarvého vrchního laku jsou další výhodou nižší náklady a nižší technologická náročnost.

Nevýhodou pigmentového vrchního laku je nižší lesk, špatná aplikace „do rozstříku“ a nižší odolnost proti mechanickému opotřebení.

SOLID systémy jsou nanášeny ve dvou až čtyřech vrstvách (50-70 μm) a nejčastěji jsou aplikovány na užitkových vozech a na automobilech v nižší cenové relaci.

Pigmentová vrstva pod bezbarvý lak je velmi náročná na předchozí přípravu povrchu. Nanesený povlak je tenký – cca 20 μm – a projeví se na něm i menší nedostatky předchozích úprav. V případě, že se výsledný odstín neshoduje s opravovaným dílem, ale tato odchylka je v určité toleranci, použijeme technologii rozstříku, kdy pigmentovou vrstvu nanášíme nerovnoměrně od opravované části k původnímu dílu s postupným snižováním množství nanášeného laku. Tím docílíme pohledovou jednodušnost odstínu karoserie.

Při aplikaci systému BC (pod bezbarvý lak) dbáme zvýšené pozornosti čistotě povrchu před nanesením bezbarvého laku. Povrch můžeme zbavit prachu antistatickou utěrkou a stlačeným vzduchem.

7.2.3.2. *Bezbarvý lak*

Bezbarvé krycí laky neobsahují žádné pigmenty ani plnidla. Je od nich vyžadován vysoký lesk, slitý a hladký povrch odpovídající estetickým požadavkům. V porovnání

s jednovrstvým systémem vykazuje bezbarvý lak vyšší odolnost vůči vlivům okolního prostředí.

Nanáší se ve dvou až třech vrstvách pneumatickou stříkací pistolí. Při nanášení na rozstřík je potřeba bezbarvý lak nanášet alespoň do hrany, ale lepší je nalakovat celý díl, aby se předešlo viditelnosti nástřiku. Výjimečně lze nanášet do rozstříku, v tom případě volíme přechod v nejužším místě dílu a dbáme na kvalitu dalších úprav.

7.2.4. Opravy eventuálních vad

Po nanesení poslední vrstvy následuje kontrola naneseného povlaku a oprava možných defektů. Na vrchním laku může ulpět prach, drobné nečistoty, hmyz nebo může vrchní lak stéct.

Odstranění těchto vad se provádí broušením pod vodou abrazivem o hrubosti 2000, následným broušením abrazivem 3000 a konečným leštěním. Tímto postupem se můžeme nejen zbavit nedokonalostí na vrchním laku, ale také jím můžeme odstranit případné přechody. Leštěním originálních dílů docílíme jejich oživení a výslednému sjednocení odstínů.

8. Závěr

Problematika ochrany proti korozi karoserií je téma, které bude stále aktuální. Úplné zaručení odolnosti proti koroznímu napadení není možné, pouze kvalitní prevencí můžeme případné problémy oddálit. I přes vyspělé technologie povrchových úprav je téma opravy poškozené karoserie stále velmi důležité.

Cílem práce bylo uvedení do tématu koroze. Ze získaných poznatků bych chtěl upozornit na důležitost výzkumu v oblasti povrchových úprav. Oproti volbě materiálu je tato cesta ekonomicky výhodnější a efektivnější. Jen důrazem na kvalitní povrchovou úpravu vyrobených automobilů lze předcházet pozdějším problémům z koroze.

Vzhledem k aktuální situaci v České republice je momentálně důležitější téma opravy karoserie již napadené. Je to problém, který bude ještě dlouhou dobu zaměstnávat spoustu lidí, protože při opravě poškozené karoserie je ruční práce nenahraditelná.

Pro zvládnutí rizik koroze u ojetého automobilu je potřeba znát základy korozních dějů, faktory které ji ovlivňují a druhy koroze. Je žádoucí znát postupy jak poškození předcházet a na jejich základě provádět pravidelnou kontrolu a údržbu. Zvláštní pozornost bychom měli věnovat prevenci. Pravidelné mytí auta speciálními přípravky, pravidelná kontrola v servisu a včasné ošetření jakéhokoli narušení povrchové ochrany je základem pro dlouhodobý provoz a razantně snižuje nebezpečí větších škod.

9. Citovaná literatura

Asociace korozních inženýrů, z.s. 2012. O nás: Asociace korozních inženýrů. *Asociace korozních inženýrů*. [Online] 2012. [Citace: 12. Duben 2021.] <https://www.aki-koroze.cz/onas.php>.

Bednář, Bohumír. 2009. *Engineering technology I*. Praha : České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04376.

Beroun, Stanislav. 2003. *Základy automobilové techniky*. Mladá Boleslav : Škoda Auto Vysoká Škola, 2003. ISBN 80-239-0659-3.

Borovan, Petr. 2018. Zákaznické dny společnosti CNC invest. *Technický týdeník*. [Online] 27. Prosinec 2018. [Citace: 13. Březen 2021.] https://www.technickytydenik.cz/rubriky/obrabeci-stroje-a-prislusenstvi/zakaznicke-dny-spolecnosti-cnc-invest_45870.html.

Claisse, Peter A. 2016. *Civil engineering materials*. Oxford : Elsevier Ltd., 2016. ISBN 978-0-08-100275-9.

Dillinger, Josef. 2007. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha : Europa Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.

European Aluminium Association. 2013. *The aluminium automotive manual*. místo neznámé : European Aluminium Association, 2013.

Gscheidle, Rolf. 2001. *Příručka pro automechanika*. Praha : Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

Košťál, Miloslav. 2004. *Autolakýrník*. Plzeň : F.S. Publishing, 2004. ISBN 80-903038-6-2.

Kreibich, Viktor. 1999. *Teorie a technologie povrchových úprav*. Praha : ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01472-X.

Macek, Karel, Zuna, Petr a Janovec, Jiří. 2004. *Fyzikální metalurgie*. Praha : ČVUT, 2004. ISBN 978-80-01-02935-0.

Machek, Václav. 2002. *Nauka o materiálu: kovy a kovové materiály 2. část.* Praha : ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02568-3.

Mamlouk, Michael S. 2011. *Materials for civil and construction engineers.* Cape Town : Prentice Hall, 2011. ISBN 0-13-611058-3.

Mohyla, Miroslav. 2000. *Technologie povrchových úprav kovů.* Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2000. ISBN 80-7078-953-0.

Novotný, Jiří. 1999. *Technologie I: (slévání, tváření, svařování a povrchové úpravy).* Praha : ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01420-7.

Řeřábek, Antonín. 2009. *Stavba a provoz strojů 2.* Praha : Scientia, 2009. ISBN 978-80-86960-21-0.

Schwarz, Jiří. 2010. *Automobily Škoda Octavia II.* Praha : Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2962-6.

Škunov, Igor. 2014. *Opravy automobilových karoserií.* Brno : CPress, 2014. ISBN 978-80-264-0565-8.

Vlk, František. 2003. *Automobilová technická příručka.* Brno : František Vlk, 2003. ISBN 80-238-9681-4.

Vlk, František. 2003. *Stavba motorových vozidel.* Brno : František Vlk, 2003. ISBN 80-238-8757-2.

10. Seznam obrázků

<u>OBRÁZEK 1 ILUSTRACE KOROZE 1. DOSTUPNÉ Z (ASOCIACE KOROZNÍCH INŽENÝRŮ, Z.S., 2012)</u>	3
<u>OBRÁZEK 2 ILUSTRACE KOROZE 2. DOSTUPNÉ Z (ASOCIACE KOROZNÍCH INŽENÝRŮ, Z.S., 2012)</u>	3
<u>OBRÁZEK 3 DRUHY KOROZNÍHO NAPADENÍ: A) ROVNOMĚRNÁ, B) DŮLKOVÁ, C) BODOVÁ, D) MEZIKRYSTALOVÁ, E) TRANSKRYSTALOVÁ, F) SELEKTIVNÍ. PŘEVZATO Z (NOVOTNÝ, 1999)</u>	4
<u>OBRÁZEK 4 IZOLAČNÍ SPOJ DVOU RŮZNÝCH MATERIÁLŮ. DOSTUPNÉ Z (MACHEK, 2002)</u>	8
<u>OBRÁZEK 5 PŮSOBENÍ KYSELINY SÍROVÉ. DOSTUPNÉ Z (MOHYLA, 2000)</u>	9
<u>OBRÁZEK 6 OTRYSKÁVÁNÍ. DOSTUPNÉ Z (NOVOTNÝ, 1999)</u>	10
<u>OBRÁZEK 7 SCHÉMA OMÍLÁNÍ. ZLEVA ODSTŘEDIVÉ, ROTAČNÍ, VIBRAČNÍ. PŘEVZATO Z (NOVOTNÝ, 1999)</u>	11
<u>OBRÁZEK 8 OMÍLACÍ TĚLÍSKA. DOSTUPNÉ: HTTPS://CZ.ROSLER.COM/CZ-CS/PRODUKTY/PROVOZNI-MATERIALY/PLASTOVA-BRUSNA-TELISKA/</u>	11
<u>OBRÁZEK 9 VEDENÍ SUPPORTU. (BOROVAN, 2018)</u>	12
<u>OBRÁZEK 10 POZINKOVÁNÍ KAROSERIE. PŘEVZATO Z (DILLINGER, 2007)</u>	14
<u>OBRÁZEK 11 ELOXOVÁNÍ DISKU. PŘEVZATO Z (DILLINGER, 2007)</u>	14
<u>OBRÁZEK 12 HMOTNOSTNÍ PODÍLY MATERIÁLOVÝCH SKUPIN. UPRAVENO Z (VLK, 2003)</u>	15
<u>OBRÁZEK 13 „TAILORED BLANKS“. (GSCHIEDLE, 2001)</u>	16
<u>OBRÁZEK 14 PŘEDNÍ SEKCE AUTOMOBILU Z HLINÍKU. (EUROPIAN ALUMINIUM ASSOCIATION, 2013)</u>	17
<u>OBRÁZEK 15 RAMENO NÁPRAVY. HTTPS://WWW.AUTODOC.CZ/FEBI-BILSTEIN/1877552</u>	17
<u>OBRÁZEK 16 PLASTOVÁ OCHRANA KUFRU ŠKODA SUPERB III.</u>	17
<u>OBRÁZEK 17 PLASTOVÝ PODBĚH ŠKODA SUPERB III.</u>	17
<u>OBRÁZEK 18 POLOHA VĚTRACÍCH OTVORŮ A MOŽNOST TVAROVÁNÍ SPOJŮ. (VLK, 2003)</u>	19
<u>OBRÁZEK 19 OCHRANA PROTI KOROZI V LEMU. (GSCHIEDLE, 2001)</u>	19
<u>OBRÁZEK 20 ŠKODA YETI. HTTPS://WWW.THE-BLUEPRINTS.COM/VECTORDRAWINGS/SHOW/11791/SKODA YETI/</u>	19
<u>OBRÁZEK 21 ŠKODA KODIAQ. HTTPS://WWW.AUTOWEB.CZ/FOTOGALERIE-SKODA-KODIAQ-KOMPLETNI-TECHNICKE-INFORMACE-A-TISKOVA-MAPA-2016/10/</u>	19
<u>OBRÁZEK 22 OPLASTOVÁNÍ PODVOZKU. HTTPS://OBORUDOW.RU/CS/ELEKTROOBORUDOVANIE/CHEM-LUCHSHE-OBABOTAT-SALON-AVTOMOBILYA-OT-KORROZII-PODGOTOVKA-AVTOMOBILYA-K/</u>	19
<u>OBRÁZEK 23 DUTINY KAROSERIE. DOSTUPNÉ Z (SCHWARZ, 2010)</u>	20
<u>OBRÁZEK 24 APLIKACE TĚSNÍCÍ HMOTY. DOSTUPNÉ Z ŠKODA STORYBOARD</u>	21
<u>OBRÁZEK 25 SCHÉMA POVLAKŮ KAROSERIE. (SCHWARZ, 2010)</u>	22
<u>OBRÁZEK 26 KATAFORICKÁ LÁZEŇ. DOSTUPNÉ Z ŠKODA STORYBOARD</u>	22
<u>OBRÁZEK 27 LAKOVACÍ ROBOTI APLIKUJÍCÍ BEZBARVÝ LAK. DOSTUPNÉ Z ŠKODA STORYBOARD</u>	23
<u>OBRÁZEK 28 LAKOVNA ŠKODA AUTO KROK ZA KROKEM. DOSTUPNÉ Z ŠKODA STORYBOARD</u>	24
<u>OBRÁZEK 29 ZKORODOVANÝ PRÁH FABIE I.</u>	25
<u>OBRÁZEK 30 ZKORODOVANÝ PRÁH FABIE II.</u>	25
<u>OBRÁZEK 31 PŘÍKLAD ZVOLENÍ OPRAVY POVRCHOVÝCH ÚPRAV.</u>	26

<u>OBRÁZEK 32 PŘÍKLAD ZVOLENÍ OPRAVY POVRCHOVÝCH ÚPRAV - DETAIL.</u>	26
<u>OBRÁZEK 33 ZČERNÁNÍ POVRCHU PŮSOBENÍM ODREZOVAČE.</u>	26
<u>OBRÁZEK 34 FALCOVACÍ KLEŠTĚ. ZDROJ: HTTPS://HYPERINZERCE.CZ/</u>	27
<u>OBRÁZEK 35 TMELENÍ PRAHU ŠKODA FABIA II.</u>	28
<u>OBRÁZEK 36 TMELENÍ POŠKOZENÉ KAROSERIE SUZUKI SWIFT.</u>	29
<u>OBRÁZEK 37 TMELENÍ POŠKOZENÉ KAROSERIE SUZUKI SWIFT - CELEK.</u>	29
<u>OBRÁZEK 38 KONTROLA PLNIČE SUZUKI SWIFT.</u>	30
<u>OBRÁZEK 39 VRSTVA PLNIČE TATRA 815.</u>	30
<u>OBRÁZEK 40 VRSTVA PLNIČE SUZUKI SWIFT.</u>	30
<u>OBRÁZEK 41 KAROSERIE PO OPRAVĚ.</u>	30

11. Seznam tabulek

<u>TABULKA 1 KOROZNÍ ODOLNOST KOVOVÝCH MATERIÁLŮ V RŮZNÝCH PROSTŘEDÍCH. UPRAVENO Z (DILLINGER, 2007)</u>	7
<u>TABULKA 2 ŽIVOTNOST NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ V ZÁVISLOSTI NA ZPŮSOBU PŘEDÚPRAVY POVRCHU. UPRAVENO Z (NOVOTNÝ, 1999)</u>	10
<u>TABULKA 3 VOLBA ZRNITOSTI PŘI BROUŠENÍ.</u>	12
<u>TABULKA 4 OZNAČOVÁNÍ PLASTŮ A NĚKTERÉ JEJICH VLASTNOSTI. UPRAVENO Z (VLK, 2003)</u>	18