



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

POVRCHOVÁ ÚPRAVA KAROSERIE AUTOMOBILU

SURFACE TREATMENT OF CAR BODY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL TALAFA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV KUBÍČEK

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Michal Talafa

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Povrchová úprava karoserie automobilu

v anglickém jazyce:

Surface treatment of car body

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Automobil jako fenomén současné doby. Vzhled, tvary a barevný odstín karoserie rozhoduje o úspěšné prodejnosti vozů. Zákazníci vyžadují stále vyšší kvalitu a trvanlivost povrchové úpravy karoserie. Postup tvorby laku na karoserii je stále náročnější.

Cíle bakalářské práce:

Popsat technologický postup úpravy povrchu karoserie s ohledem na jednotlivé používané technologie. Analyzovat působení vnějších vlivů na povrchový lak karoserie, ochranu laku pomocí volně prodejných přípravků, současné směry v barevnosti laku a vliv barevného odstínu s ohledem na bezpečnost.

Seznam odborné literatury:

1. MOHYLA, M. Technologie povrchových úprav kovů. 3vyd. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava. 2006. 156s. ISBN 80-248-1217-7.
2. SEDLÁČEK, V. Povrchy a povlaky kovů. 1vyd. Praha: Ediční středisko ČVUT Praha. 1992. 176s. ISBN 80-01-00799-5.
3. PODJUKLOVÁ, J. Speciální technologie povrchových úprav I. 1vyd. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava.1994. 76s. ISBN 80-7078-235-8.
4. www.povrchovauprava.cz

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kubíček

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

TALAFÁ Michal: Povrchová úprava karoserie automobilu.

V této práci jsou teoreticky popsány úpravy na karoseriích automobilů, zejména jejich povrchové úpravy. Tedy předúpravy před samotným nanášením lakované vrstvy. Jsou zde popsány druhy těchto předúprav, jako je odmašťování a antikorozi ochrana. Dále se zabývá nátěrovými hmotami, jejich funkcí a aplikacemi na karoserie. Jelikož se karoserie neskládá pouze z kovových částí, je další část práce zaměřena na plasty, které jsou zde používány a také jejich lakování.

Klíčová slova: karoserie, lakování, lak, odstín, plast

ABSTRACT

TALAFÁ Michal: Surface treatment of car body.

In this work, the theory describes modifications to the car bodies, especially their finishes. Thus pretreatment before the coating lacquer layers. There are described the types of pretreatment such as degreasing and corrosion protection. Also deals with the coating, and their functions and applications to the car body. Since the body does not consist only of metal, there is another part of the work focused on the plastics that are used and their painting.

Keywords: car body, painting, paint, shade, plastic

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TALAFA, M. *Povrchová úprava karoserie automobilu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kubíček..

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího diplomové práce.

V dne 26.5.2010

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Jaroslavovi Kubíčkoví za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

| | |
|------------------------------|--|
| OBSAH | |
| ZADÁNÍ | |
| ABSTRAKT | |
| BIBLIOGRAFICKÁ CITACE | |
| ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ | |
| PODĚKOVÁNÍ | |
| OBSAH | |

| | STR. |
|--|------|
| 1. ÚVOD | 9 |
| 2. ODMAŠŤOVÁNÍ | 10 |
| 2.1. ALKALICKÉ ODMAŠŤOVÁNÍ | 10 |
| 2.2. ODMAŠŤOVÁNÍ ORGANICKÝMI ROZPOUŠTĚDLY | 11 |
| 2.3. ELEKTROLYTICKÉ ODMAŠŤOVÁNÍ | 12 |
| 3. ÚPRAVA POVRCHŮ PRO ZVÝŠENÍ ANTIKOROZNÍ OCHRANY | 13 |
| 3.1. FOSFÁTOVÁNÍ | 13 |
| 3.2. CHROMÁTOVÁNÍ | 14 |
| 4. KONZERVACE DUTIN | 15 |
| 5. SKUPINY NÁTĚROVÝCH HMOT | 15 |
| 6. KOLORISTIKA | 18 |
| 6.1. PIGMENTY | 18 |
| 6.1.1. Lesklé kovové pigmenty | 19 |
| 6.1.2. Lesklé perleťové pigmenty | 20 |
| 6.2. HODNOCENÍ A VYJADŘOVÁNÍ BAREVNOST | 21 |
| 7. ZÁKLADOVÁ BARVA | 22 |
| 7.1. KATAFORÉZA | 23 |
| 8. PLNIČ | 24 |
| 9. VRCHNÍ LAK | 26 |
| 9.1. JEDNOVRSTVÉ VRCHNÍ LAKY | 27 |
| 9.2. DVOUVRSTVÉ VRCHNÍ LAKY | 27 |
| 9.3. BUDOUCÍ VÝVOJ VRCHNÍCH LAKŮ | 29 |
| 10. SUŠENÍ | 31 |
| 11. PLASTY | 32 |
| 11.1. ROZDĚLENÍ PLASTŮ | 32 |
| 11.2. LAKOVÁNÍ PLASTŮ | 34 |
| 12. OPRAVNÉ PRÁCE | 36 |

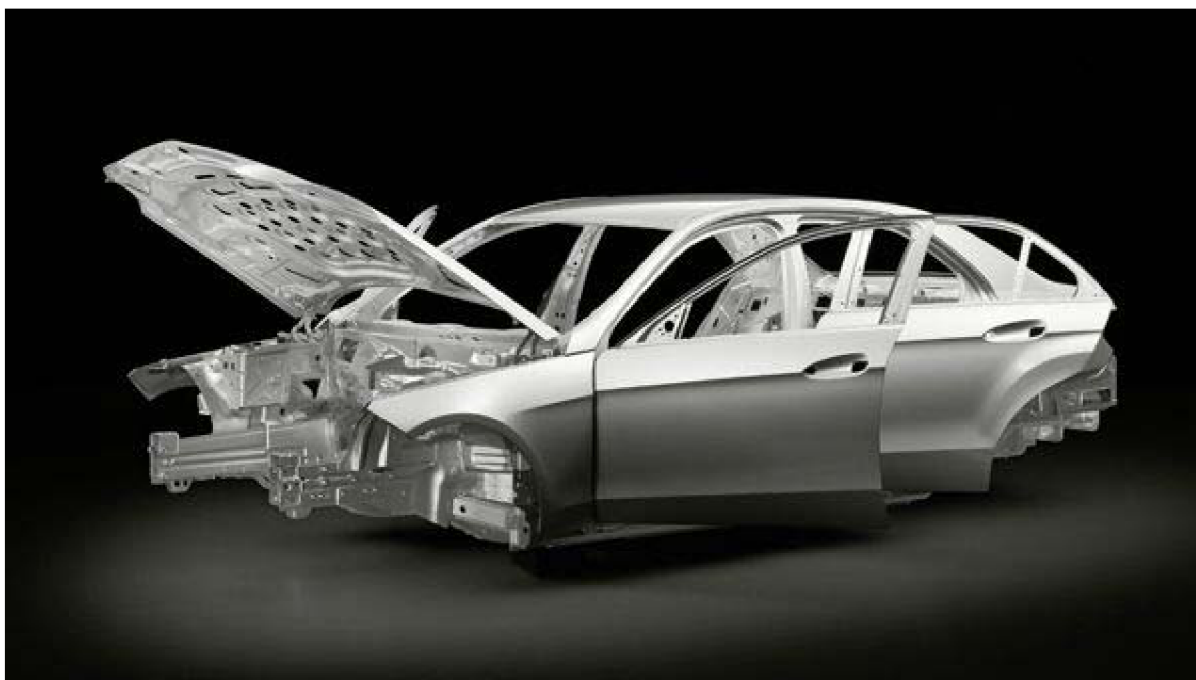
| | |
|--|----|
| 13. KONZERVACE NA DOBU PŘEPRAVY | 37 |
| 14. SOUHRNNÝ POSTUP | 37 |
| 15. ZÁVĚR | 38 |
| 16. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 39 |

1. ÚVOD

Karoserie tvoří vzhled celého automobilu. Její funkcí je ochrana posádky uvnitř vozu. V dnešní době se koncipuje tak, aby byla co nejvíc aerodynamická ale také módní. Vzhled jeden z faktorů, který při koupi ovlivňuje. S tím je také neodmyslitelně spjatý lakýrnický průmysl. Dříve bylo na výběr pouze z několika základních barev. To dnes však už neplatí. Nabízeny jsou nepřehledné odstíny, takže i náročný zákazník si může vybrat tu pravou barvu pro svůj automobil. Už to nejsou jenom unibarvy. Nyní je hlavní zájem o laky se speciálními efekty a to o metalické a perleťové laky. Ty dokážou i s obyčejnou barvou udělat módní. Jako dobrý příklad je bílá, kdy ještě nedávno byla tato barva považována za nejmíň líbivou a také nejlevnější variantu, kterou používaly zejména firemní a užitková auta. Dnes je tento odstín používán zejména u luxusních vozů v podobě laku s perleťovým efektem.

Myslím, že nebude dlouho trvat a budou představeny laky, které budou schopny měnit barvu, na kterou budeme mít zrovna náladu. Před deseti lety by to asi každý bral spíše jako námět na scénu sci-fi filmu, ale tady by nám mohly umožnit nanotechnologie, které se začínají objevovat jako nové možnosti laků.

Důležitým faktorem je také povrchová úprava karoserie. Jelikož je už standardem poskytovat několikaleté záruky na prorezivění karoserie, je důležitá korozivzdornost. Dalšími úkoly je také soudržnost a dobrá přilnavost laků na povrch, což není jednoduché, protože moderní karoserie se skládá z různých druhů materiálů. Dříve jsme se mohli setkat s celokovovou karoserií. Dnes se skládá z důvodu odlehčení a zjednodušení výroby z mnoha plastových nebo kompozitních komponentů. Dalším důležitým faktorem je také ekonomické hledisko, protože ve velkovýrobě je výroba plastových dílů mnohem levnější než kovových. Navíc některé kompozity mají mnohem lepší vlastnosti.



Obrázek 1: karoserie Mercedes-Benz třídy E [1]

2. ODMAŠŤOVÁNÍ

Je to souhrný název pro odstranění všech nečistot z povrchu kovu, kde jsou vázaný buď fyzikální absorpcí (látky tukového charakteru) nebo adhezními silami (anorganické nečistoty, kovové třísky, prach aj.). Energie vazby těchto nečistot ke kovovému povrchu je menší než u chemicky vázaných nečistot (koroze). Dají se tedy odstranit snadněji a beze změny kovového povrchu. Cílem odmašťování je uvolnit tyto nečistoty z povrchu karoserií a jejich převedení do roztoku. Odmašťovací operace lze rozdělit do tří skupin:

- Alkalické odmašťování
- Odmašťování organickými rozpouštědly
- Elektrolytické odmašťování

2.1. ALKALICKÉ ODMAŠŤOVÁNÍ

Funkce alkalického odmašťování spočívá v koloidně chemických proces (emulgace a dispergace nečistot). Přitom rozpouští i heteropolární sloučeniny, které jsou ve vodě nerozpustné. Princip spočívá v potrhání mastného filmu, následném vytěsnění a nakonec k emulgaci (případě dispergaci) uvolněných nečistot. Také musí dojít k zabránění jejich opětovnému usazení na vyčištěném povrchu karoserie. Tuto vytěšňovací schopnost zajišťuje přítomnost látek, které snižují povrchové napětí lázně a snižují také napětí na stykové ploše, tzv. tenzidů. Jejich zavedení umožnilo zvýšení kvality procesu, urychlení a snížení pracovní teploty. To také umožnilo snížit hodnoty pH a přejít na roztoky slabě alkalické až téměř neutrální. Tyto tenzidy mají většinou schopnost vytvářet micely, které obalují částičky nečistot rozptýlené v roztoku, aby se znovu neshlukovaly. Tvorbu micel podporují zejména alkalické fosforečnany a křemičitany, proto tyto soli bývají součástí odmašťovacích přípravků.

Odmašťovací přípravky tohoto typu obsahují tedy kromě tenzidů také alkalicky reagující soli jako NaOH, Na₂CO₃, fosforečnany a křemičitany. Jejich kombinace se volí podle druhu odmašťovaného kovu, které dovoluje určité rozmezí alkality lázně. Odmašťovací přípravky obsahují také komplexotvorné látky, které zabraňují vzniku nerozpustných sraženin.

Alkalické odmašťovací přípravky se aplikují ponorem nebo nástřikem. Teplota je 60÷95 °C a koncentrace 1÷10%. Pro ponor se používají ocelové vany s topnými tělesy a zařízeními pro odstranění plovoucích nečistot na hladině. Pro nástřik se používá zařízení, které se skládá z odmašťovací nástřikové kabiny, filtru a sběrné nádrže. Rozpouštědlo je čerpáno ze sběrné nádrže a tryskami rozstříkováno po karoserii. Nástřikový způsob využívá mechanického účinku dopadajícího rozpouštědla a snadněji tím vytěšňuje mastnotu z povrchu karoserie, čímž se také sníží operační doba, koncentrace lázně a pracovní teplota. Pro odmašťování před fosfátováním jsou vhodné odmašťovače bez metasilikátů. Pro tyto lázně (obsahující silikáty) je nutný okamžitý a dostatečný oplach, protože zaschlé zbytky se velmi často těžko oplachují a navíc při působení CO₂ ve vzduchu se mohou tvořit těžkorozpustné polysilikáty.

Na emulgační schopnost a vytěšňování mastnot z povrchu má také vliv teplota a mechanický účinek. Zvyšování teploty má vliv na měknutí některých tuhých mastnot (vosky), snížení viskozity, klesá povrchové napětí roztoku a tím se tedy zvyšuje i jeho vytěšňovací schopnost. Z toho plyne, že čím vyšší je teplota odmašťovacího roztoku, tím vyšší je také jeho odmašťovací účinnost. Obvyklé jsou teploty pro ponorné odmašťování 80÷95°C a pro nástřik 55÷75°C. Mechanický účinek napomáhá k porušení vrstvy mastnot a tím snadnější emulgaci nebo dispergaci. Tohoto účinku dosáhneme při aplikaci nástřikem nebo u ponoru pomocí víření.

2.2. ODMAŠŤOVÁNÍ ORGANICKÝMI ROZPOUŠŤĚDLY

Odmašťování organickými rozpouštědly je nejjednodušší způsob odmašťování s vysokou čistící mohutností. Jde také o relativně jednoduchý proces. Nevýhodou je, že nelze použít na vlhké povrchy a také se tímto způsobem nedají odstraňovat heteropolární nečistoty (anorganické soli, pot aj.). Obtížná je také likvidace těchto rozpouštědel. Dají se ovšem regenerovat destilací, což umožňuje jejich opětovné použití.

Ideální organické rozpouštědlo by mělo být kapalné za normální teploty, rozpouštět všechny mastné nečistoty, netoxické, nehořlavé, stálé a lehce regenerovatelné. V praxi takové rozpouštědlo neexistuje, ale některé se těmito vlastnostem přibližují. Většina rozpouštědel nespĺňuje podmínku netoxicity a nehořlavosti.

Čištění hořlavými rozpouštědly se většinou provádí ručně. Jejich hlavní nevýhodou je hořlavost a malá schopnost rozpouštět mastnoty z leštících past. Výhodou ovšem je jejich levnost. Mezi tyto rozpouštědla patří benzin, který je vysoce hořlavý a výbušný. Dalším zástupcem těchto rozpouštědel je petrolej. Používá se pro předběžné čištění. Na povrchu zůstává slabě mastný povrch, který se musí očistit jinými způsoby.

Mezi nehořlavá rozpouštědla patří chlorované uhlovodíky. Z nich se používají trichlorethylen a perchlorethylen. Tyto rozpouštědla mají mohutnou rozpouštěcí schopnost tuků a olejů. Mezi jejich výhody patří nehořlavost, nenapadají kov a jsou poměrně stálá. Pro jejich toxicitu se používají výhradně v uzavřeném prostředí. Mohou se také rozkládat světlem a teplem. Vznikne tím chlorovodík nebo případně jedovatý fosgen, který způsobí korozi předmětů. Proto je u těchto rozpouštědel nutná pravidelná kontrola pH a přídavky tzv. stabilizátorů rozkladu. Po znečištění mastnotami se dají regenerovat a to oddělením vody nebo destilací.

Tato rozpouštědla se dají aplikovat ponorem, nástřikem nebo odmašťování v parách. Často se používá kombinace těchto způsobů aplikace. Nejúčinnější způsob je čištění v parách. V podstatě se jedná o ponorové odmašťování, kde na karoserii působí stále čisté rozpouštědlo, které na povrchu studené karoserie kondenzuje, rozpouští nečistoty a stéká spolu s nimi do nádrže. To probíhá, dokud se karoserie nenahřeje na teplotu varu rozpouštědla, kdy páry přestanou kondenzovat. Chceme-li odstranit také mechanické nečistoty jako např. zbytky brusiv, leštících prostředků, kovový prach aj. aplikuje se neponorové odmašťování s použitím ultrazvuku a následné dočištění v parách.

2.3. ELEKTROLYTICKÉ ODMAŠŤOVÁNÍ

Elektrolytické odmašťování je ve své podstatě alkalické odmašťování za použití elektrického proudu. Fyzikálně chemické působení jednotlivých složek elektrolytu je stejné jako u alkalického odmašťování. Navíc lázni prochází také stejnosměrný proud. Adhezí síly, které vážou nečistoty a mastnoty k povrchu karoserie, jsou rušeny plyny vznikajícími na elektrodách. Elektrolytické odmašťování je poslední nezbytnou operací před pokovováním. Účelem je odstranit poslední zbytky nečistot z povrchu, které zde po předcházejícím odmašťování zůstaly ve formě monomolekulární vrstvy. Přísnější jsou také požadavky na volbu tenzidů. Ty také v některých lázních nejsou obsaženy vůbec. Na rozdíl od chemického odmašťování je příznivý účinek lázně vyvolán vyvíjejícími se plyny přímo na odmašťovaném povrchu. Kromě koncentrace, teploty, složení lázně a doby odmašťování jsou zde další dva důležité faktory- proudová hustota a polarita. Čím vyšší je proudová hustota, tím vyšší je také odmašťovací účinek. Podle způsobu zapojení můžeme tento druh odmašťování rozdělit na katodické, anodické a katodicko-anodické.

Katodické odmašťování je účinnější než anodické. Mechanický účinek vyvíjeného vodíku je dvakrát větší než kyslíku na anodě. Nevýhodou ovšem je možnost difúze vodíku do povrchu materiálu a vzniku vodíkové křehkosti. Na odmašťovaném povrchu se také mohou usazovat vylučované kovové nečistoty z lázně. Na katodě se také vylučuje alkalický kov, který je nestálý, a proto se slučuje s vodou na alkalický hydroxid. Zvýšením alkality v katodovém prostoru se zintenzivňuje odmašťování působením koncentrovaného alkalického hydroxidu. U barevných kovů může docházet ke korozi.

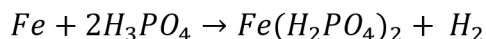
Výhodou anodického odmašťování je, že nedochází k vodíkové křehkosti. Dochází zde, kromě mechanického působení kyslíku, také k naleptávání povrchu, což umožňuje lepší přilnutí kovového povlaku. Nevýhodou je možnost reakce kyslíku s mastnotami, které se pak nesnadno odstraňují a také menší mechanický účinek kyslíku.

Katodicko-anodické odmašťování využívá kombinaci výhody vlastností obou zapojení. Odmašťovací proces probíhá z velké části při katodickém zapojení. Při anodickém zapojení se katodicky vyloučené nečistoty rozpustí a povrch mírně naleptá. Pro barevné kovy jsou nutné dvě různé vany, jinak by se po odleptání v anodickém odmašťování opět vylučovaly při katodickém odmašťování na karoserii ve formě přilnavého filmu. Pro ocel stačí pouze jedna lázeň, protože se ocel v alkalickém prostředí nerozpouští.

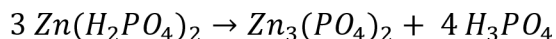
3. ÚPRAVA POVRCHŮ PRO ZVÝŠENÍ ANTIKOROZNÍ OCHRANY

3.1. FOSFÁTOVÁNÍ [2]

Fosfátování je oblíbená, relativně levná a velmi jednoduchá technologie předúpravy povrchů před lakováním. Tato technologie se využívá pro kvalitní předúpravu povrchu železných kovů, která zajišťuje zvýšenou odolnost proti korozi a dobrou přilnavost lakované vrstvy. Korozní ochrana roste s tloušťkou fosfátové vrstvy. Při fosfátování se využívá schopnosti některých kovů vytvářet primární, sekundární nebo terciární fosforečnany těchto kovů ve dvojmocné formě. Existuje také trojmocný fosforečnan železitý. Ten je ale ze všech nejméně rozpustný. Fosfátování probíhá působením kyseliny fosforečné na kov, kde vznikají na vyčištěném povrchu nerozpustné fosforečnany chemicky vázané do krystalické mřížky kovu. Chemické složení lázní se liší dle upravovaného kovu. Při fosfátování je důležité dodržovat koncentraci roztoku a teplotu lázně ($\pm 5 \div 8^\circ\text{C}$). Základní složkou lázně je roztok kyselého fosforečnanu vrstvtvorného kovu. Mezi vrstvtvorné kovy patří zinek, vápník, mangan nebo železo. U fosfátování karoserií automobilů se využívá zejména zinku. Ponoříme-li do fosfatizační lázně ocelovou karoserii, dochází na jejím povrchu k úvodní korozní reakci, při které volná kyselina rozpouští železo za současného vzniku vodíku.



Tímto dochází k úbytku volné kyseliny ve fosfatizační lázni a tím tedy i k porušení hydrolytické rovnováhy roztoku, což umožní rozklad kyselého fosforečnanu zinečnatého v lázni za vzniku terciálního fosfátu. Průběh reakce lze znázornit rovnicí:



Vznik volné kyseliny fosforečné obnoví rovnováhu roztoku. Fosforečnan zinečnatý se ukládá v krystalické formě na povrchu oceli a vytváří ochranou konverzní vrstvu. Nerozpustné fosforečnany tvořící fosfátovou vrstvu zabraňují přístupu volné kyseliny k povrchu kovu a tím brzdí reakci, která se po určité době úplně zastaví. Při vyšší teplotě probíhá chemická reakce rychleji. Proces fosfátování se také urychluje oxidačními činidly. Nejčastěji se používají dusitany, dusičnany, chlorečnany, peroxidy vodíku a jako urychlovač sůl hadroxylamínu. Jejich funkce spočívá, že jejich působením oxiduje vodík, který vzniká při úvodní korozní reakci. Železo, které přechází z upravované karoserie do fosfatizační lázně v dvojmocné formě, se oxiduje na trojmocné a vypadává z roztoku jako fosfatizační kal. Ten je tedy tvořen fosforečnanem železitým a v malém množství také fosforečnanem zinečnatým. Urychlovače tedy mohou snížit pracovní teplotu z $90 \div 98^\circ\text{C}$ na $30 \div 70^\circ\text{C}$ a zkrátit expoziční dobu z $20 \div 30$ minut na $5 \div 10$ minut při aplikaci ponorem a při aplikaci postřikem na $1 \div 3$ minuty.

V závislosti na složení lázní vznikají na upravované karoserii různé typy fosfátových vrstev, které se liší tloušťkou, četností a velikostí krystalků i krystalickou strukturou.

Například u Škody Superb, kde se fosfátování provádí ponorem celé karoserie do lázně, kde se na povrchu vyloučí vrstva krystalického zinkofosfátu silná $5\mu\text{m}$.



Obrázek 2: struktura fosfátované vrstvy [3]

3.2. CHROMÁTOVÁNÍ

Chromátování je nejrozšířenější druh pasivace. Nejčastěji se využívá pro úpravu hliníku a zinku. Při chromátování se na povrchu vytváří povlak, který se projevuje buď interferencí světla, nebo při silnější vrstvě sytými odstíny barev. Používá se zejména pro zvýšení korozní odolnosti karoserie, zvláště u neželezných částí a také pro zlepšení přilnavostech vlastností nátěrů.

Chromátovací lázně obsahují sloučeniny šestimocného chromu a tzv. aktivátory, což jsou anionty, které napomáhají vzniku filmu na povrchu upravovaného kovu. Tvorba této vrstvy spočívá v reakci kovového povlaku se složkami lázně za současné redukce šestimocného chromu. Se zvyšujícím se leskem ubývá povlaku a na jeho povrchu vytváří gelový film.

Složení, tloušťka a barva tohoto filmu závisí na složení lázně. Ochranné vlastnosti vrstvy jsou dány složením a tloušťkou vzniklé vrstvy. Po vyloučení vrstvy následují dva oplachy. Jeden je studený a druhý teplý, přičemž jeho teplota nesmí přestoupit 60°C. Při vyšší teploty mohlo dojít k porušení vrstvy.

Po oplachu následuje sušení, která musí být co nejkratší a teplota povrchu rovněž nesmí přestoupit 60°C. Překročení této hranice by mělo za následek popraskání vrstvy a následné odlupování.

Chromátování je možné aplikovat také na zinkové povlaky. Životnost chromátové vrstvy se dá dále zvýšit aplikací vodorozpustných akrylátových laků.

Pro velkou toxicitu šestimocného chromu se v dnešní době od této varianty ustupuje a nahrazuje se jinými způsoby např. tzv. titanování. Na trhu jsou také dostupné bezchromátové prostředky, které mají srovnatelnou protikorozní ochranu. Často jsou tyto náhrady jinak omezovány. S velkou pravděpodobností se nepodaří v blízké době najít náhradu, která by měla stejné vlastnosti jako šestimocný chrom. Mezi nejčastější technologie, které nahrazují chromátování se používají elektrolytické zinkové povlaky s konverzními povlaky na bázi trojmocného chromu, dále zinkové slitinové povlaky (především ZnNi) a neelektrolyticky vylučované povlaky a systém se zinkovými lamelami.

4. KONZERVACE DUTIN

V průběhu vývoje lakování byly prováděny nové inovace v povrchových úpravách, které řešil každý výrobce automobilů specificky dle svých možností technologií nebo podmínek. Řešili se problémy s vlhkostí, tedy s místy, které nejsou tak dobře chráněny před vniknutím vody nebo jiných agresivních látek. V těchto místech se nejdříve začala projevovat koroze, proto je velmi důležité tato místa utěsnit a udržovat v suchu. Nejvíce jsou postiženy tímto problémem spodní části karoserie, podvozku, spodní části boků a čel karoserie (prahy atd.), které jsou vystaveny nárazům kamení. To způsobuje poškození ochranných vrstev, proto je velice důležité zajistit potřebnou ochranu těchto částí.

Důležitá je také ochrana dutin, proti zkondenzované vodě. Velkým přínosem pro ochranu těchto míst, a také pro životní prostředí, je vyplňování dutin například technologií horkého vosku. Při teplotě 120°C. Prahy jsou takto upravovány ponorem a sloupky stříkáním, kde na každou dutinu připadá minimálně jedna speciálně nastavená tryska, po kterém se vosk usazuje na povrchu, ztéká a současně vzlíná do míst, kde se plechy stýkají. Nanášení se provádí zcela automaticky. Pro tento typ úpravy se používají materiály s obsahem 60-70% vosku ve vodné emulzi. Při použití metody zaplavení bezropouštědlovým roztaveným voskem, se konzervace provádí ozubenými vylévacími tryskami, kdy jsou dutiny vyplněny dle požadavků. Při tomto způsobu aplikace musí být karoserie předehřátá na 50-80°C, aby vrstva vosku byla co nejtenčí. Po vyplnění dutin přebytečný vosk odtéká zpět otvory do zaplavovací lázně. Tento vosk je znovu použit na další kus.

Pak se provádí nástřik spodní části karoserie a podvozku plastizolem (PVC).

Každá automobilka zařazuje tento úkon na jiné místo technologickém postupu. Někdy je zařazeno před lakování a jindy až po nalakování karoserie před opravné práce.

5. SKUPINY NÁTĚROVÝCH HMOT [4]

Vývoj nátěrových hmot a technologií povrchových úprav v České republice je charakterizován takřka dvacetiletým útlumem v období 70. - 90. let uplynulého století, kdy se nerozvíjelo lakýrnictví. V 60. letech byly používány laky na bázi oleje a řada těchto postupů, které se při lakování využívaly, byla zapomenuta. Šlo především o zhoršení kvality příprav podkladů pro lakování a snížení počtu vrstev laku. Toto období bylo poznamenáno také používání především nitrolaků a nitrokombinačních barev s vysokým obsahem škodlivých rozpouštědel. V polovině 70. let dochází k obratu, kdy na scénu přijdou jednovrstvé akrylátové dvoukomponentní laky. Podobně tomu bylo i počátkem 80. let, kdy se objevily dvouvrstvé vrchní laky (v kombinaci s bezbarvými krycími laky). Posléze se objevují jednovrstvé dvoukomponentní polyuretanové vrchní laky v kombinaci s akryláty. Posledním stupněm vývoje jsou vodou ředitelné nátěrové hmoty. S těmito technologiemi jsme se mohli začít setkávat počátkem 90. let.

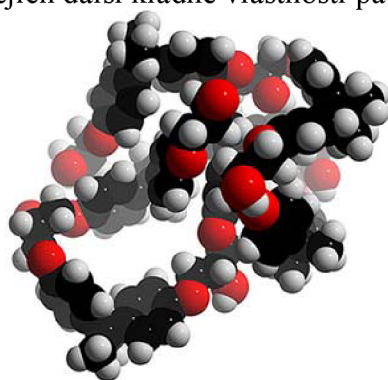
Zavedením nových nátěrových hmot a technologií vedlo také ke snížení pracnosti a času potřebného na vykonání této činnosti. Vývoj nátěrových hmot lze hodnotit ze dvou pohledů. Z pohledu ekologického a technologického. V dnešní době hraje také nezanedbatelnou roli ekonomické hledisko, což je důležité při výběru značek laků. Zde je důležitým parametrem krycí schopnost nátěrových hmot, kdy je zásadním měřítkem přepočet kilogramů barev na litry, za účelem zjistit vydatnost na metr čtvereční povrchu karoserie. Ekologická hodnota dřívějších a dnešních laků je prakticky nesrovnatelná, což souvisí s chemickou skladbou.

Při posuzování vývoje odhalíme, že dříve některé druhy nátěrových hmot, jak je známe dnes, neexistovaly. Mezi takové, co se objevily relativně nedávno patří například plniče, které plní speciální funkci. Nové jsou také přísady do laků na urychlování nebo naopak

zpomalování schnutí, matovací přísady nebo strukturovací přísady. Samotná struktura laků se vývojově posunula od jednocomponentních ke dvoukomponentním. Vývoj také zaznamenala oblast barevného efektu, kde se postupilo z unibarev k lakům s metalickým, perleťovým nebo jiným efektem. Rozvoj také zaznamenaly ostatní vlastnosti laku, jako jsou nárazuvzdornost, otěruvzdornost, barevná stálost, hloubka obrazu, výše lesku a jiné. Nově byly také vyvinuty nátěrové hmoty, které můžeme aplikovat na jiné povrchy, než jsou kovové, jako jsou třeba plasty nebo kompozitní materiály.

Mezi čtyři nejvýznamnější skupiny hmot, se kterými se můžeme v současnosti setkat při povrchových úpravách karoserií automobilů, jsou: epoxidové pryskyřice, alkydové pryskyřice, akryláty a polyuretany.

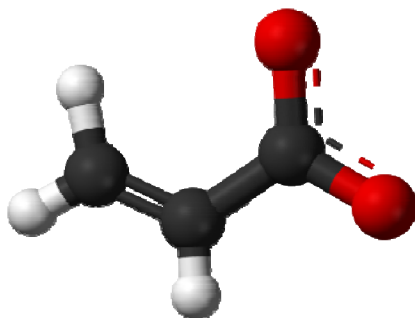
Epoxidové pryskyřice jsou polymery na bázi epoxidových pryskyřic, které patří mezi polyethery. Připravují se polykondenzací vícesytných fenolů obsahujících ethylenoxidovou skupinu. Přidáním tužidla na bázi aminu dochází u těchto lineárních polymerů k zesíťování. Tyto polymery mají velice dobrou odolnost proti chemickým vlivům, nepropouštějí vodu a jsou velice tepelně odolné. Mezi jejich další kladné vlastnosti patří ekologická nezávadnost.



Obrázek 3: molekulární struktura epoxidové pryskyřice

Alkydové pryskyřice jsou polymery na bázi polyesterových pryskyřic, které se vyrábí reakcí vícesytných alkoholů s vícefunkčními karboxylovými kyselinami. Pokud k nim přidáme izokyanátové tužidlo, vzniknou alkyd-uretanové pryskyřice, což je alkydová pryskyřice zesíťovaná příčně dvoj až trojrozměrně. Alkydové pryskyřice se výborně snášejí s pigmenty. Mají také velice dobrou plnicí schopnost a přilnavost k oceli.

Akryláty jsou polymery na bázi polyesterových pryskyřic, které se vyrábí reakcí vícesytných alkoholů s kyselinou metakrylovou. Přidáním izokyanátového tužidla vznikají akryluretany, které jsou příčně zesíťované dvoj až trojrozměrně. Tím získávají některé vlastnosti polyuretanů. Akryláty jsou odolné proti UV-záření. Mají také dobrou přilnavost k oceli a jsou ekologicky nezávadné.



Obrázek 4: molekulární struktura akrylátu

Polyuretany jsou to polymery, které vznikají polyadící vícesytných alkoholů s izokyanáty a vzniknou lineární polyuretany, které jsou pružné. Přidáním izokyanátového tužidla vznikají příčně zesíťované dvoj nebo trojrozměrné polyuretany. Mají o něco menší, ale dostatečnou pružnost, větší odolnost proti agresivnímu prostředí a jsou dostatečně tvrdé. Polyuretany mají nejlepší vlastnosti ze všech jmenovaných hmot používaných při povrchových úpravách. Jsou totiž velice dobře odolné proti chemickým vlivům, UV-záření, přilnavost na ocelové povrchy. Mají také výbornou plnicí schopnost. Nepropouští vodu a mají také dobrou snášenlivost s pigmenty. A jsou také ekologicky nezávadné.

Z hlediska ekologie je hlavním parametrem laku obsah sušiny, což je obsah pevných částic, které zůstanou po odtěkání rozpouštědla na povrchu lakované karoserie automobilu a mají vypovídající schopnost o kryvosti nebo o vydatnosti barevného odstínu. Tužidlo částečně vytěká a rozpouštědlo úplně a tím zatěžuje životní prostředí. V praxi se však tento obsah vyjadřuje pomocí obsahu těkavých látek v gramech na litr nátěrové hmoty nepřipravené k nanášení. Značí se VOC- volume organic components. Někdy se také vyjadřuje obsah těkavých látek ve směsi již připravené k nanášení, což je po přidání rozpouštědla, tužidla a popřípadě jiných látek. Vyjadřuje se také v gramech na litr nebo v procentech. Tento ukazatel se značí RFU- ready for use. Většina výrobců nátěrových hmot také řeší problémy s kryvostí některých pigmentů přidáním olova do pigmentové báze. Olovo je však klasifikováno jako jed. V případě koncentrace olova větší než 10% je klasifikováno jako nebezpečný jed, proto jsou v některých zemích tyto vrchní laky již zakázány. Z toho důvodu jsou dodávány adekvátní bezolovnaté verze pigmentových bází. Jejich nevýhodou je menší kryvost. Týká se to především žluté, okrové a oranžové barvy. Do vodou ředitelných bází se olovo již nepřidává. Tyto laky mají však daleko lepší kryvost.

6. KOLORISTIKA [4]

Koloristika je obor zabývající se problematikou posuzování (např. vlastností a užití) barev a barevných odstínů nátěrových hmot pro lakování vozidel. V poslední době se stává jednou z nejdůležitějších složek povrchových úprav vozidel.

Dnes je na výběr z velké množství odstínů a pododstínů (okolo sto až sto třicet tisíc odstínů) a stále designéri přichází s novými. Mnohdy jsou odstíny laků složité, zejména laky se speciálními efekty (metalické a perleťové). Vhodný odstín karoserie často také rozhoduje při koupi nového vozidla, vedle tvaru karoserie a dalších vlastností. Nastává ale také otázka, aby bylo možné sjednotit odstín karoserie vzhledem k tomu, že nejsou vyrobeny ze stejných materiálů. V současnosti je také důležité sjednotit odstín vzhledem k vadám vzniklých lakováním. Tím, jestli jsou odstíny laku stejné, se zabývá kolometrie, což je nauka o měření barev a barevných odstínů světla a předmětů.

Barva karoserie může mít také částečně vliv na bezpečnost provozu. Tmavé matné odstíny nejsou tak dobře viditelné při snížené viditelnosti jako laky se speciálním efektem, které lépe odráží světlo. Pro je také pravděpodobnější, že přehlédneme spíše tmavé vozidlo než například vozidlo světlé s perleťovým lakem. Existují také reflexní nálepky na karoserii, které toto riziko ještě zmenšují.

6.1. PIGMENTY

Pigmenty jsou hlavní složkou nátěrových hmot a laků. Mají důležitou roli, protože zneprůhledňují nátěrový film, vybarvují jej, nebo také v případě speciálních pigmentů dodávají speciální vlastnosti. Pigmenty se dají rozdělit na přírodní a umělé. Přírodní jsou dnes pomalu vytlačovány. Umělé jsou většinou ve formě prášku, které po smíchání s pojivem mají krycí nebo vybarvovací schopnost. Velice podobná pigmentům jsou plniva. Ty však nemají tak dobré vybarvovací a krycí schopnosti. V některých případech je mezi nimi však jen minimální rozdíl.

Dnes jsou již pigmenty na anorganické bázi, což jim dává větší barevnou stálost. O kvalitě pigmentů rozhodují jejich fyzikálně – optické vlastnosti. Jako hlavní je barevnost a krycí schopnost. Barevnost je schopnost pohlcovat určitou část světla, tedy elektromagnetického vlnění v rozmezí 380÷770 nm. Krycí schopnost je schopnost neumožnit průchod paprsku světla nalakovanou vrstvou, a tudíž zajišťují neprůhlednost. S nimi jsou spojené index lomu, velikost částecek, sytost, bělost, světlost a další. Důležitá je také struktura (fyzikální vlastnost) a reaktivita s jinými látkami (chemická). Důležitá je také světlostalost. Pigmenty se vlivem působení slunečního světla mění. Dochází k změně odstínu, tmavnutí nebo ztrátě sytosti. U organických pigmentů dochází ke ztrátě barevnosti a sytosti. U anorganických je častější změna odstínu a tmavnutí. Rozhodující vliv na jeho barevnost má chemické složení. Jednotlivé atomy nebo ionty plní funkci nositelů barevného účinku tzv. chromoforů, krvotvorných látek tzv. chromogenů nebo látek ovlivňující barevnost tzv. autochromů. Důležité je také dosažení požadované krystalické struktury, která ovlivňuje barevnost a kryvost. Pigmenty také musí být chemicky čisté látky, protože příměsi mají vliv na změnu odstínu především u pestrých barev. Přítomnost i malých množství nežádoucích látek způsobí u bílých pigmentů změnu na barevný. Další vlastností je také jejich toxicita. Některé pigmenty jsou považovány za zcela netoxické například titanová běloba. Naopak silně toxické jsou olovnaté a chromanové pigmenty.

Pigmenty můžeme rozdělit na základní a speciální. Mezi základní patří nepestré, kterou jenom kryjí a barevné pigmenty, které kryjí a ještě vybarvují. Nepestré neboli nebarevné zahrnují bílou, černou a šedou barvu. Co se týká odrazu denního bílého světla, tak bílé pigmenty odrazí 100% bílého světla. Černý pigment naopak 100% denního bílého světla pohltí. Šedý odrazí jen část bílého světla při všech vlnových délkách. Barevné pigmenty

odrážejí jen část spektra denního světla, které odpovídá jejich odstínu. Zbylou část absorbují. Skutečný barevný odstín v praxi není zcela čistý, protože neodráží pouze jednu vlnovou délku. Čím je rozsah vlnových délek odražených paprsků menší, tím je odstín sytější. Speciální pigmenty mají jiné fyzikálně-chemické vlastnosti. Dělí se na antikorozi, smaltářské a keramické, lesklé a luminiscenční. Z rozdělení vyplývají jejich specifické vlastnosti. Ty pak dávají laku specifický vzhled (např. perleťový efekt). Lesklé pigmenty rozdělujeme na perleťové a kovové.

6.1.1. Lesklé kovové pigmenty

Lesklé kovové pigmenty se také označují jako „bronze“. Jsou to lístkovitě nebo nelístkovitě upravené práškové kovy, které po nanesení dávají karoserii strukturu a kovový lesk. Nevýznamnější jsou měděné (čistá měď), hliníkové (čistý hliník) a zlaté bronze (směs mědi, zinku a hliníku v různém poměru). Částičky kovu jsou rozmístěny v laku, kde fungují jako zrcadla, takže se změnou úhlu se mění i jas barvy. Čím víc se blíží náhledový úhel úhlu totální reflexe, tak se mění i barva od tmavých tónů k jasným odstínům. Jedná-li se o lístkovitý typ, tak se kovové částičky usazují na povrchu lakované vrstvy. V případě nelístkového typu se tyto částičky rozprostírají v celém prostoru lakované vrstvy. Na celkové optické vlastnosti metalických laků má vliv velikost a vliv částiček, koncentrace a prostorová orientace. V automobilovém průmyslu se používá zejména nelístkovitý typ. Při stříkání těchto laků je důležité, aby bylo zajištěno rovnoměrné rozložení zrn



Obrázek 5: lesklý metalický pigment

6.1.2. Lesklé perleťové pigmenty

Lesklé perleťové pigmenty jsou to například slídy s povlakem oxidu titaničitého nebo jiných oxidů, chlorid-oxid bizmutitý a uhličitan olovnatý. Po metalických lacích byly vyvinuty efektivní pearlescentní a perleťové pigmenty na bázi mica částic. Ty se dají rozdělit na 6 skupin. Všechny mají stejný fyzikální základ. Tento jev se nazývá interference světla. Tento jev způsobuje, že při změně úhlu pohledu na karoserii se změní barevný tón a intenzita jasu. Jako první mica částice potažené jednou nebo více vrstvami tenkého oxidu kovu. Tyto částičky vytvářejí hluboký lesk a mezihru barev, která je způsobena vrstvenou strukturou oxidu. Další skupinou jsou částičky speciálně povrchově upraveného oxidu křemičitého. Jelikož mají šupinky stejnou tloušťku, dosahuje lak čistějšího odstínu a vysokého jasu. Třetí možností jsou povrchově upravené částičky oxidu hlinitého, které poskytují jiskřivý efekt. Čtvrtou skupinou jsou opacitní mnohvrstvé pigmenty, které vytvářejí interferenční barvy. Ty jsou velmi závislé na úhlu pohledu. Pátou variantou jsou kapalně krystalové. Ty jsou transparentní a vytvářejí barevné efekty závislé na podkladu a úhlu pohledu. Schopnost vytvářet tyto efekty je způsobena zesíťovanou strukturou. Poslední možností jsou extrémní pigmenty. Ty dosahují daleko lepšího efektu, čistoty a zářivého odrazu. Zrno nepřesahuje tloušťku 1 μm a je složeno z pěti vrstev, které jsou propojeny. Každá má jinou funkci, ale jako celek zajišťují požadovaný výsledek. Střední vrstva funguje jako zrcadlo. Další dvě vnitřní vrstvy mají funkci rozptýlit odražený paprsek světla a zbylé dvě rozptylují dopadající paprsek. Laky s perleťovým efektem existují jako dvouvrstvé nebo vícevrstvé s podstříkem a nanášejí se shodně jako metalické. Také tady je velice důležité zajistit rovnoměrné uložení perleťových zrn.



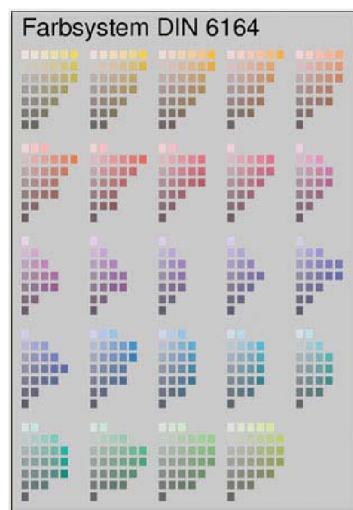
Obrázek 6: lesklý perleťový pigment

6.2. Hodnocení a vyjadřování barevnosti

Porovnání jednotlivých odstínů barev lze vizuálně srovnáním odstínu karoserie se standardem. Toto srovnání ale závisí na subjektivitě pozorovatele. K tomu aby bylo možné najít k danému odstínu standard, byly vytvářeny soubory odstínů. Nejznámější je Munsellův atlas odstínů barev z roku 1929 a 1943, který obsahoval čtyřicet map pro čtyřicet odstínů. Další pokrokovější byla Ostwaldova barevná soustava, kde byly odstraněny některé nedostatky předcházejícího souboru. Známy je také systém DIN 6164. Dnes již existuje mnoho systémů norem a vzorkovnic. K tomu, abychom mohli zaznamenat nezávisle na subjektivnosti pozorovatele a bylo také možné použít výsledky na jiných pracovištích, slouží kolorimetrie, která se zabývá zkoumáním barevných odstínů.



Obrázek 7: systém DIN 6164



Obrázek 8: systém DIN 6164- výběr některých odstínů[5]

7. ZÁKLADOVÁ BARVA

Proces lakování začíná nanášením základové barvy na povrch karoserie. Tato barva chrání povrch karoserie před korozi a tvoří základ pro vysoce kvalitní vrchní lak. Hlavní úlohou této vrstvy je tedy antikorozi ochrana. Zajišťuje také soudržnost s prvotním povrchem a návaznost na další lakované vrstvy nátěrových hmot technologického systému. Nanášení je prováděno na základě chemicko - fyzikálních vlastností a nazývá se kataforické lakování, neboli kataforeza (KTL). Z důvodu snížení zatížení životního prostředí jsou tyto barvy vodou ředitelné. Vyráběny jsou na bázi epoxidových pryskyřic a polyuretanů.

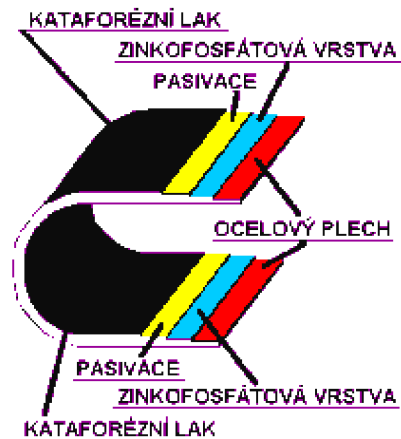
7.1. KATAFORÉZA[6]

Kataforetické lakování je jeden ze dvou druhů elektroforetického lakování. Druhým způsobem je anaforetické lakování (ATL). Podmínkou pro dosažení vysoké kvality je kvalitní předprava. Povrch karoserie musí být očištěn od mastnot, mechanických nečistot, korozních zplodin a musí být vytvořena konverzní fosfátová vrstva, která zvyšuje přilnavost laku a protikorozi ochranu. Mezi hlavní přednosti patří minimální zatížení životního prostředí, protože lázně obsahují minimální množství rozpouštědel. Důležité je i minimální množství emisí, odpadních vod a pevných odpadů.

Ačkoliv vyloučená vrstva není příliš velká, zaručuje vysokou korozní odolnost (přes 1000 hodin v solné mlze). Velkou výhodou je rovnoměrná tloušťka povlaku na celém povrchu karoserie včetně těžko dostupných míst, jako jsou hrany, rohy nebo dutiny. U toho procesu je možné nastavit tloušťku vrstvy. Vzniklý povlak je také mechanicky odolný a přilnavý.

Kataforetické lakování je také velmi hospodárné, protože zde nedochází k téměř žádným ztrátám barev a nevznikají na povrchu žádné kapky nebo závoje. Výhodou také je možnost vrchního lakování různými typy laků. Jako nevýhodu vidím poměrně vysokou cenu zařízení a nesnadnou změnu odstínu. Při tomto lakování se používají kationické nátěrové hmoty, které jsou rozpustné ve vodě. Bývají na bázi epoxidů nebo akrylátů s nízkým obsahem organických rozpouštědel obsahující částice laku ve formě polymerních kationtů.

Při lakování je karoserie zapojena jako katoda v lakovací lázni, kterou prochází stejnosměrný proud. Vlivem toho pole putují od anody ke katodě polykationty, kde reagují hydroxylovými ionty, které vznikly rozkladem vody, ztrácejí rozpustnost a vylučují se na povrchu karoserie. Čím větší je tloušťka vyloučené vrstvy na povrchu, tím vyšší je i odpor a klesá rychlost vylučování, která přednostně probíhá na místech s nejmenší tloušťkou (tedy i dutinách). Na povrchu karoserie se tedy vytvoří rovnoměrná vrstva povlaku a to i v místech těžko dostupných. Po dosažení dané tloušťky vyloučené vrstvy se proces zcela zastaví. Tloušťka závisí na velikosti napětí. Běžně se pohybuje kolem $15 \div 30 \mu\text{m}$. Elektricky vyloučená vrstva pevně přilne k povrchu. Přebytný lak se opláchně. Zadržovaná voda se z karoserie odstraní nákláněním nebo sušením.



Obrázek 9: schéma vrstev upravované karoserie[7]

Vyloučený povlak je nutné vypálit při teplotě $160 \div 180^\circ\text{C}$, kdy dochází k polymeraci a takto nanášený lak získává konečné vlastnosti. Výhodou toho procesu je, že se dá snadno automatizovat. V tomto případě je nenáročný na obslužný personál.

Kataforetický uzel se skládá z vany, cirkulace, míchání, filtrace barvy, anolytový okruh, chlazení barvy, zdroj stejnosměrného napětí. Kataforézní vana je koncipována s přepadovým oddílem a vybavena míchacím systémem. Je také napojena na odsávací systém, filtraci a chlazení barvy. Velikost vany se řídí velikostí takto upravovaných karoserií. Vnitřní povrch musí být upraven speciální povrchovou úpravou. Míchání a filtrace barvy se realizuje pomocí čerpadel a soustavou trysek v lázni. Čerpadlo odsává barvu z přepadového oddílu vany a vstříkne pomocí trysek zpět. To také zajišťuje proudění okolo karoserie. Další funkcí je také zabránění usazování pevných částic v lázni, které jsou neustále filtrovány.

Anolytový okruh slouží k odstraňování organických kyselin vznikajících při vylučování laku na karoserii. Je to nutné z důvodu udržování pH lázně. K odstraňování těchto kyselin se používají tzv. anodové dialýzové boxy. Uvnitř tohoto boxu se nachází anoda, která je oddělena od lakovací lázně semipermeabilní aniontovou membránou. Anolyt je kapalina o určité vodivosti a koncentraci. Je čerpána ze zásobních nádrží. Zvýšila se vodivost, je do nádrže dopuštěna demivoda. Anodové boxy tedy plní dvě funkce. Tvoří protipól- anodu a také odvádí z lázně přebytečnou kyselinu. Boxy mít deskové anody, ale většinou se používají tubulární boxy, protože mají rovnoměrnější průtok, menší rozměry, menší elektrický odpor a delší životnost.

Chlazení lázně je také velice důležité, protože v lázni musí být udržována stálá teplota. Jelikož se lázeň vlivem procházejícího proudu zahřívá, musí se také chladit. Využívá se k tomu deskový tepelný výměník. Regulace teploty musí být možná v úzkém rozmezí ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Zdroj stejnosměrného proudu musí být dimenzován na dosažení potřebného napětí, tak i potřebné proudové hustoty.

Oplachový systém slouží k odstranění přebytečného laku z karoserie. Využívá se k tomu permeát vzniklý ultrafiltrací. Vzniká odčerpáním roztoku z přepadu kataforézní lázně. Ultrafiltrací dojde k oddělení částic laku, který je veden zpět do lázně (retentát) a permeát obsahující nízkomolekulární látky (organická rozpouštědla, voda atp.). Ve speciálních případech se používá také oplach demivodou. Většinou jsou to oplachy postřikové (v případě demivody ponorové). Nezvyklé nejsou ani kombinace ponorového a postřikového oplachu. Oplachy ultrafiltrátem jsou řešeny protiproudou kaskádou. Hned po vynoření z kataforézní vany se provádí předoplach postřikem a nakonec je oplach čistým permeátem. Oplachová kapalina je spolu s lakem vedena zpět do kataforézní vany. To zajišťuje prakticky stoprocentní recyklaci laku.

Aby došlo k polymeraci je nutné lak vypálit a to při teplotě $160\div 180^{\circ}\text{C}$. Dodávají se různé typy pecí od komorových až po průjezdní s různými typy ohřevu vzduchu. Ten může být realizován plynem, elektricky nebo olejem. Pro ochlazení karoserií je za pecí zařazena ochlazovací zóna.



Obrázek 10: kataforézní linka[8]

8. PLNIČ[4]

Dalším krokem po nanesení základové barvy je nanášení plniče. Je to speciální nátěrová hmota o vysoké koncentraci pigmentů a zejména plniv. Ty plní hned několik funkcí, z nichž hlavní je tlumení nárazů kamení. Čím elastičtější plnič, tím lepší je ochrana karoserie před nárazy. Jelikož se výrobci automobilů snaží o snížení odporu vzduchu, což vede k takovým tvarům karoserie, kde je stále víc částí vystavováno těmto nárazům, jsou také požadavky na plniče stále vyšší.

Plniče také zlepšují vazbu mezi základovou barvou a vrchním lakem. Je to technologická vazba- lepší soudržnost vrstev a koloristická- lepší krycí schopnost vrchního laku při jeho minimální spotřebě.

Nanášení automaticky prostřednictvím elektrostatikou podporovaného způsobu stříkání (ESTA). Elektrostatická stříkací zařízení využívají toho, že se kladně a záporně nabitě částice vzájemně přitahují. Barva ve stříkací pistoli prochází silným elektrickým polem, kde se všechny částice barvy nabijí záporným nábojem, vzájemně se odpuzují a vytvářejí kužel kapiček stříkané barvy. Kladným protějškem je uzemněná karoserie nebo její díl, na který se má nanést barva. Nabité částice se pohybují ve směru siločar elektrostatického pole a s minimálními ztrátami se zachycují na povrchu stříkaného předmětu. To znamená, že při jednodušším tvaru předmětu stačí často stříkat barvu jen v jednom směru a předmět je

nalakován ze všech stran. Elektrostatickým nanášením barev se dosáhne vysoké kvality nátěru. Občas je také nanášen ručně.

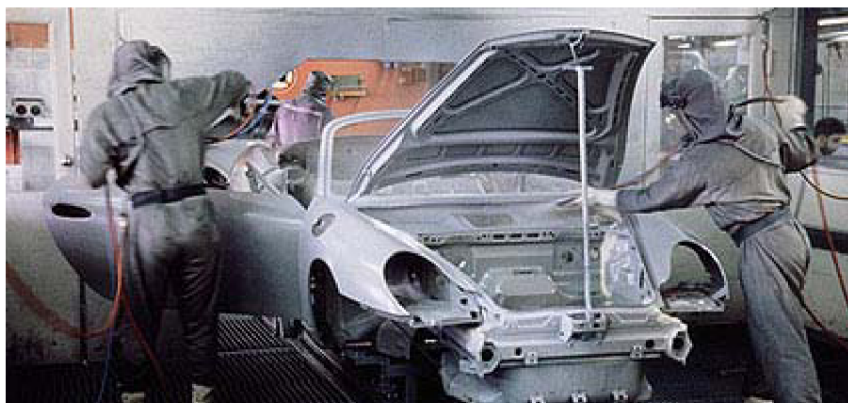
Další funkcí je zajištění efektu koloristiky. Kvalita plniče zajišťuje po jeho vyschnutí a vybroušení rovnoměrnou nasákavost, protože jsou porézní. Používají se tedy ve variantách s broušením anebo ve variantě tzv. „mokrý do mokrého“, bez nutnosti broušení se po technologickém čase odvětrávání nanáší vrchní lak. Pomineme-li tento způsob nanášení, vyžaduje konečná fáze mezi nanášením a vybroušením, jelikož je vyroben na bázi vody, přesný technický režim, který eliminuje vznik defektů.

Po zhruba třiminutovém cyklu, kdy dochází k pomalému odtékání rozpouštědel a odpařování vody, dochází k postupnému zahřátí karoserie a jejích dílů na vysoušecí teplotu kabiny, která je kolem 170°C. Tento proces se nazývá vysoušení. Pro následující nanášení krycího laku je karoserie ochlazena zpět na teplotu asi 20°C.

Před nanášením vrchního laku je potřeba povrch důkladně očistit, což se v současné době provádí většinou těmito procesy: ionizovaný vzduch, ofukování, čištění pštrosmi pery, celkový oplach karoserie včetně sušení a chlazení.

Plniče můžeme rozdělit podle druhu plniv na plniče nové generace a základové. Plniče nové generace se také označují jako křemičitá plniva. Jsou tónovatelné nebo natované přímo od výrobce.

Základový plnič je speciální nátěrová hmota, která plní funkci antikorozi ochrany, zajišťuje soudržnost s prvotním povrchem a návaznost na další vrstvy a také plní funkci plniče (varianta „mokrý do mokrého“). Tyto plniče jsou více pigmentované než vrchní laky a mají i vyšší koncentraci plniv. Proto mají vyšší odolnost proti průniku vodních par, ale mají nižší lesk. Jsou vždy pigmentované antikorozi pigmenty. Základové plniče jdou dále rozdělit podle druhu přilnavosti na standardní, reaktivní a adhezivní. Reaktivní jsou na bázi kyseliny fosforečné. Umožňují spojení s povrchem galvanizovaných a barevných kovů a to reaktivní reakcí s povrchem. Nevyžadují proto tak důkladné odmaštění a zdrsnění povrchu. Jsou ale méně odolné proti působení agresivních látek. Adhezivní jsou na bázi epoxidových pryskyřic, umožňují spojení stejně jako reaktivní s podkladem galvanizovaných a barevných kovů, ale na principu adhezivního spojení s povrchem. Vyžadují proto důkladnější odmaštění a zdrsnění. Jsou také více odolné vůči agresivním látkám, jako je benzín nebo nafta. Proto se využívají zejména v motorových prostorách.



Obrázek 11: ruční nanášení plniče na karoserii Porsche boxer[9]

9. VRCHNÍ LAK[4]

Stále rostoucí počet vozidel klade větší nároky na všechny lakovny. Vrchní lak vytváří optický vzhled automobilu a také tvoří vnější ochranu. Pro barvu a efekty je nejdůležitější částí celého lakování. Obsahuje barevné a efektní pigmenty, které vytvářejí finální vzhled celé karoserie.

Velká konkurence vede automobilky ke snaze odlišit se od konkurence již ve výběru barev. V posledních letech klesá podíl pastelových odstínů, což jsou odstíny bez zvláštních efektů, které většinou používají jen na užitková vozidla. U osobních vozidel drtivá většina odstínů již dlouhá léta dělá v efektivním laku a to s metalickým nebo perleťovým efektem. Na autosalonech také můžeme často pozorovat automobily nalakované tzv. technologií tekutý kov, která vytváří dojem, že automobil byl opravdu nalakován tekutým kovem- chromem, hliníkem atd.



Obrázek 12: Hyundai- lakování technologií tekutý kov

Nabídka odstínů laků je ovlivňována módními trendy v automobilovém průmyslu. Je také zajímavé, že oblíbenost odstínů se mění nejen s časem ale i podle regionů. V Evropě převládají konzervativnější barvy jako je černá nebo stříbrná, která je již na ústupu. Dotahují se na ni odstíny šedé. Na rozdíl od amerického kontinentu, kde jsou oblíbená červená a jiné živé barvy. V poslední době nabývá na oblibě také modrá barva a některé další efektivní odstíny. Prosazuje se také bílá barva, která se mohutně rozšiřuje zejména v segmentu luxusních automobilů, kde jsou populární její perleťové odstíny, které se nanášejí dokonce až ve čtyřech vrstvách, což dodává laku zvláštní hloubku. Módním trendem u sportovních a luxusních automobilů vyšší třídy je používání tzv. tupého lesku (flat look), který navozuje dojem luxusu, kvality a jedinečnosti. [10]

Dodavatelé ale i samotné automobilky se snaží přijít na trh s novými odstíny, které žádá jiná automobilka zatím nenabízí. Například koncern Daimler nabízí speciální odstíny řady SLK (odstín 0044 designo allanit grey a odstín 0045 designo sabbia magno), nebo řada japonských automobilek začala přidávat do laků nové tzv. xiralicke pigmenty, které jinak lámou světlo ve stínu, na slunci, ale často i při pohledu z jiného úhlu.

Pro optickou kvalitu je zvlášť důležité rovnoměrné nanášení oproštěné od nečistot, které se provádí, stejně jako u plniče, metodou elektrostatického stříkání. Vrchní laky jsou nanášeny jako jednovrstvé nebo dvouvrstvé krycí laky.

9.1. Jednovrstvé vrchní laky

Jednovrstvé vrchní laky jsou především používány na nanášení klasických odstínů tzv. unibarev, ale i tady jsou čím dál častěji nahrazovány dvouvrstevnými a vícevrstevnými laky z důvodu vyšší kvality a delší životnosti. Tyto laky jsou běžné při lakování světlých odstínů. Trend směřuje od stávajících klasických jednosložkových alkylových, polyesterových nebo akrylátových vypalovaných systémů k vyšším vytvrzovaným jednosložkovým a dvousložkovým nátěrovým hmotám, často vytvrzovaných isokyanáty.

Tyto systémy existují jak vodou ředitelné, tak rozpouštědlové, nicméně v dnešní době jsou používány pouze vodou ředitelné z důvodu ekologie.

Jako pigmenty se používají pouze světlu a povětrnosti odolné sloučeniny. Vrchní laky jsou nanášeny především automaticky, elektrostaticky s podporou rotačního rozprašování, které umožňuje v několika málo sekundách rychlé změny barvy. Předběžné stříkání a dostřikávání těžko přístupných částí se provádí manuálně (pneumaticky). Požadovaná tloušťka vrstvy suchého laku je 35 - 50 μm je nanášena v jednom nebo ve dvou stupních, je-li potřeba s krátkou mezidobou vytěkání. Poté je lak vypálen při asi 130 – 140 °C (podle pojiva) v sušárně vrchního laku.

9.2. Dvouvrstvé vrchní laky

Dvouvrstvý vrchní lak se nanáší po částech. Nejprve se nanese pigmentovaný základový lak ve dvou vrstvách a pak se nanáší transparentní lak. Dnes se často tímto způsobem nanáší i unibarvy, jelikož jsou atraktivnější, trvanlivější a dosahují větších optických hloubek.

Metallické barvy nebo barvy s perleťovým efektem jsou nanášeny ve dvou stupních (základní a vrchní lak). Pro tyto povlaky se používá technika spraymate. Základní lak je nanášen pouze v tloušťce vrstvy 10÷35 μm . Účinná tloušťka vrstvy závisí na krycí schopnosti barvy. Pro dosažení požadovaného odstínu jsou používány různě barevné plniče.

Perleťové základní laky obsahující slídu nebo pigmenty se speciálními efekty. Tyto pigmenty mají obecně nízkou krycí schopnost a je nutné nanést další vrstvu základního laku jako podklad. Obvykle je to bílý základní lak, ale pro zvýraznění interferenčních barev, jsou také používány tmavé základní laky (třívrstvé vrchní laky). Další nové efekty, jako je barvení základního laku nebo transparentní lak s rozpuštěnými barvivy nebo použití transparentních laků s obsahem fluoru (větší odpudivost nečistot).

Posledním výrazným zdrojem emisí rozpouštědel v procesu lakování, které zbyly po zavedení vodou ředitelných základních laků a plničů, jsou konvenční transparentní laky, a to buďto jednosložkové nebo dvousložkové. Tento lak je také nanášen elektrostaticky. Podíl rozpouštědla v běžném transparentním laku je 53÷57%. Vodou ředitelné systémy jsou však již používány v Německu ve společnosti Opel. Práškové transparentní laky jsou běžné u automobilky BMW a firma Daimler Chrysler používá práškové suspenze, tedy prášek dispergovaný ve vodě. Tato vrstva je nejprve mléčně bílá a stává se transparentní až v průběhu sušení, kdy se vytvoří konečný odstín laku karoserie. V současnosti jsou pro snížení emisí vznikajících z transparentních laků vyvíjena modifikovaná pojiva a vytvrzované systémy stejně jako nové dvousložkové technologie.

Tato vrstva je nejvíc vystavena vnějším vlivům, a proto musí být patřičně odolná. Kromě toho dává karoserii automobilu lesk a umožňuje zvýraznění barevných odstínů a speciálních efektů vrchního laku. Nejdříve jsou manuálně nebo automaticky nanášeny barvy na vnitřní povrchy karoserie (dveře, součástky motorového prostoru a jiné vnitřní povrchy). Další vrstvy jednobarevných základních laků, transparentních laků jsou nanášeny elektrostaticky rotačním stříkáním, podobně jako jednovrstvé laky. Tímto způsobem je nanášena také první vrstva metallických laků a laků s perleťovým efektem. Druhá vrstva je však nanášena již pneumaticky, protože tyto laky lze nanášet pouze tímto způsobem.

Na vodou ředitelné i rozpouštědlové základní laky jsou ještě před vytvrzováním po krátkém fyzikálním sušení naneseny transparentní laky metodou „wet-in-wet“ tedy metodou „mokry do mokrého“. Tloušťka této vrstvy je 30÷50 μm. Pro konvenční základní laky postačuje krátké sušení proudícím vzduchem, ale vodou ředitelné barvy jsou obvykle sušeny kombinací infračervené a ofukovací zóny. Teplota závisí na druhu použitého bezbarvého laku.



Obrázek 13: Audi Q5- lak s perleťovým efektem Meteor gray[11]



Obrázek 14: Audi Q5- detail laku s perleťovým efektem Meteor gray[11]



Obrázek 15: Lamborghini Gallardo- lak s perleťovým efektem

9.3. Budoucí vývoj vrchních laků [12]

Budoucí vývoj se zaměřuje na snížení emisí u transparentních laků a to redukcí obsahu rozpouštědel a problematických zbytků a odpadů lakování. Dále se zaměřuje na zvýšení mechanické a chemické odolnosti vůči vnějším vlivům prostředí a rozšíření možností speciálních efektů laků karoserie. Samozřejmostí jsou také nové odstíny.

V budoucích letech také povedou k mnohým inovacím nanotechnologie. Některé nanolaky se již používají. Automobilka Daimler Chrysler zavedla tzv. „Ceramic“ lak. Je to čirý lak, který je odolný proti poškrábání. Poprvé byl sériově použit v roce 2002 u modelového typu 215, poté také u Maybachu a SLR. Později začala tento lak používat automobilka Mercedes-Benz u všech svých modelových řad kromě řady A a B. Kromě těchto vozů používá nanolaky také automobilka Nissan u některých svých modelů. Spousta dalšího automobilů má tento druh laku ve fázi testování a vývoje. Karoserie, na kterých jsou nanosené tyto laky, vyžadují daleko menší údržbu. Výhodou nanolaků je vyšší chemická odolnost proti UV záření, solím nebo kyselým dešťům. Jsou také velice odolné proti mechanickým vlivům například proti poškrábání. Testy ukázaly, že odolnost je minimálně 3x větší než u běžných laků. Dosahují také o 40% vyššího lesku. Vývoj těchto laků směřuje k vynalezení samočisticího laku, který bude pracovat na tzv. lotosovém efektu. Díky jemné struktuře nanočástic jeho povrchu by měla voda a nečistoty oddělovat od povrchu karoserie bez toho, aby na ní zanechávaly stopy.



Obrázek 16: Mercedes- Benz CLS- nanolak[13]



Obrázek 17: Lamborghini Murciélago- nanolak

10. SUŠENÍ[4]

Po nanesení laku je karoserie umístěna do prostoru pro osušení, kde vytěká přebytečný lak, a odpařují se přebytečné látky. Pro konvenční základní laky postačuje krátké osušení proudícím vzduchem, ale vodou ředitelné laky jsou většinou sušeny kombinací ofukovací zóny a infračerveného záření, kde je teplota kolem 50°C. další možností jsou kondenzační sušárny s proudícím vzduchem.

Sušení urychluje odpařování z nanesených vrstev laků a vytvrzování vrstvy laku chemickou reakcí. Čas schnutí je potřebná doba, kdy dochází vlivem teploty, sikařivů a vzduchu k vytvoření meziproductů potřebných k polymeraci laku. Tuto dobu je potřeba určit specificky pro každý druh nátěru. Nátěr je sice suchý, ale nelze s ním zatím manipulovat. Je potřeba ještě čas vyzrání, což je doba, kdy dochází k vytváření polymerů lineárně nebo příčně zesíťovaných a to vlivem tužidla. Po skončení těchto reakcí dosáhne nátěrová hmota všech deklarovaných vlastností jako tvrdost, lesk, otěruvzdornost atd.

Rozlišujeme tři základní typy sušení. Prvním způsobem je fyzikální sušení, kde je barva nanášena v kapalně formě a vytvrzována na pevný povlak vypařováním rozpouštědel. Další možností je chemické vytvrzování, kde se vrstva, která je již zpevněna fyzikálním sušením, vytvrzuje chemickou reakcí. Ta probíhá při vyšších teplotách. Je tedy nutné teplo dodat, které však může urychlit reakční proces pouze v omezené míře. Třetí možností je vytvrzování reakčním sušením, kdy dvě nebo více reaktivních složek jsou smísené v daném poměru před nebo během použití. Tyto složky vytvoří pevný povlak pomocí chemické reakce. Tyto reakce mohou probíhat již za pokojových teplot kolem 20°C, ale může jí být dodáno teplo, což vede ke zrychlení celé reakce. Karoserie jsou během sušení a vytvrzování zahřáté. Zpravidla platí, že do další operace vstupuje karoserie s pokojovou teplotou jejího povrchu, proto jsou po sušení a vytvrzování ochlazovány v chladících zónách, kde proudí částečně chlazený čerstvý vzduch.

V praxi se používají konvekční a radiační sušárny, ale také jejich kombinace. Vše záleží na požadavcích na kvalitu povrchové úpravy.



Obrázek 18: tvrzení laku v infračervené sušičce[9]

11. PLASTY[4,14]

V dnešní době se stále častěji setkáváme u automobilů s karosářskými díly, které jsou vyrobeny z jiných materiálů, než jsou kovy. Autoplasty tvoří nedílnou součást moderního automobilu. Zatímco dlouhá léta se používaly plastové díly pouze uvnitř vozu nebo jako nárazníky, spoilery a kryty zrcátek, dnes nahradily na spoustě míst plechy karoserií.

Pod pojmem plast si každý představí něco jiného, třeba umělou hmotu, gumu, syntetiku, polypropylen a jiné. Vědci a jiní pracovní odhadují, že do konce roku 2015 bude každý šestý kilogram hmotnosti celého automobilu vyroben z plastu. A trend vyrábět víc částí karoserií z plastů i nadále roste. Je to také podmíněno novými materiály a sendvičovými komponenty. Dříve se jednotlivé části vyráběly odděleně. Dnes se však spojují v jeden celek (masky, nárazníky, spoilery atd.). Výhodou jsou také téměř neomezené možnosti tvarování, což je další přínos zejména pro designéry. Velice kladnou vlastností je menší hmotnost, než u kovů a také elasticita, což snižuje riziko malých poškození.

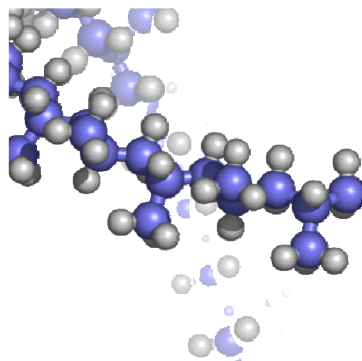
11.1. ROZDĚLENÍ PLASTŮ

Plasty můžeme rozdělit na termoplasty, elastomery a duroplasty. Termoplasty se skládají z lineárních nebo rozvětvených makromolekulárních vláken, která nejsou spojena navzájem. Tyto plasty představují převážný podíl při výrobě vozidel na základě jejich četných pozitivních vlastností. Termoplasty nebo též plastomery se vyznačují tím, že mohou být vícekrát roztaveny a znovu přestavovatelné, což je výhodou při opravách malých trhlinek nebo prasklinek, protože mohou být zavařeny. To že mohou být vícekrát roztaveny, má také velký význam v ekologii, jelikož se mohou tyto plasty recyklovat, pokud se nesmíchají s jinými.

Elastomery vznikají, pokud se spojí třeba malý počet molekul se sousedním řetězcem. Tento druh plastů už není možné přetavit a nejsou ani dále rozpustné. Mají vlastnosti podobné kaučuku. Při výrobě automobilů najdeme elastomery jako těsnění nebo jako spoilery.

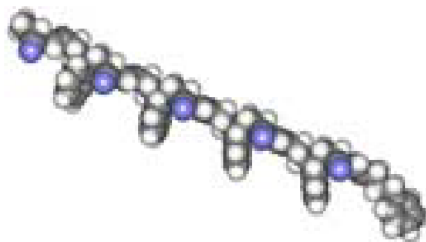
Duromery nebo též duroplasty jsou silně zesíťované. Vlastní síť vzniká z mnoha molekulových řetězců. Se vzrůstajícím zesíťováním se plast stává tvrdší a křehčí. Duroplasty jsou mimořádně odolné proti teplu, a proto se používají například jako svorkovnice v motorovém prostoru.

Jedním z nejvýznamnějších zástupců je polypropylen (PP). Tento plast se často používá ve směsi s polymerátem etylen-propylen-dienem (EPDM). Proto často můžeme na výrobním štítku vidět označení PP/EPDM. Je velice výhodný pro automobilový průmysl, protože na výrobu potřebuje velké vstřikolisy, takže se vyplatí pouze při velkovýrobě. Je používán na nástavbové díly. Pokud není záladovaný má podle svého složení potíže s přilnavostí laku, proto dříve platilo, že tento plast, respektive jako směs je nelakovatelný. Dnes však již existují prostředky na jako lakování.



Obrázek 19: struktura polypropylenu

Dalším významným zástupcem je akrylnitril-butadien-styrol (ABS). Tento plast je tuhý ale zároveň také vláčný. Je tuhý díky obsahu akrylonitrilu a vláčný kvůli obsahu butadienu. Tento druh plastu by neměl být vystavován dlouhou dobu nechráněnému slunečnímu tedy UV-záření, jelikož jako všechny kaučukové plasty ztrácejí časem vláčnost a stávají se křehkými.



Obrázek 20: struktura ABS

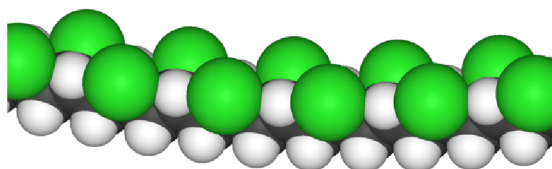
Polyamid (PA) je vláčně elastický materiál. Má ale zároveň vysokou tuhost a pevnost. Je také odolný vůči většině organických rozpouštědel. Uvnitř své molekulární struktury reverzibilně váže vodu, což znamená, že ji odebírá svému okolnímu vzduchu, nebo ji naopak předává do okolí. To je základ pro mnoho kladných vlastností. Negativní naopak je, že tato vlastnost může mít vliv na přilnavost laku, jelikož se voda ukládá i na povrchu tohoto materiálu. Využívá se například na kryty kol.

Polykarbonát (PC) jako termoplast ukazuje celou řadu výborných vlastností, které mohou v dílčích oblastech dosáhnout i jiné plasty, ale jako soubor všech vlastností je splňuje pouze polykarbonát. Má vysokou mechanickou pevnost i při velmi nízkých teplotách, které mohou dosahovat i $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Další kladnou vlastností je odolnost vůči povětrnostním vlivům.

Acrylester-styrol-acrylnitril (ASA) tvoří lesklé povrchy, které jsou odolné proti poškrábání. Díky přídavku na zmatnění mohou být vyrobeny i matné povrchy. Je možné ho vyrobit i jako transparentní. Vykazuje velmi dobrou odolnost vůči zředěným kyselinám, mycím louchům, olejům, tukům a alkoholům.

U polyuretanu (PU) se jedná o tzv. integrální pěny, které mohou být silně variabilní, jak flexibilně tak co se týká tvrdosti. Tyto pěny mají jednobuněčná jádra, která jsou směrem ven stále kompaktnější, a na povrchu jsou téměř uzavřené. Polyuretanová pěna má velmi elastické jádro s vysokou vratností tvaru. To znamená, že materiál se i po delším zdeformování vrátí zpět do původního tvaru. Speciálním typem je termoplastický polyuretan (TPU) a zesílený termoplastický polyuretan (RTPU) jsou jako termoplasty recyklovatelné, což je vzhledem k přísným recyklačním předpisům stále důležitější. Dále mají tyto plasty různorodý profil vlastností, které jsou vlastní všem polyuretanům. Mezi ně patří vysoká tuhost, tvarová stabilita při zvýšené teplotě, dobrá tuhost při náhlém ochlazení, odolnost vůči agresivním vlivům životního prostředí a jsou také dobře lakovatelné.

Polyvinylchlorid (PVC) je velice všestranný plast. To také souvisí s tím, že může být vyroben ve více možnostech od tvrdého polyvinylchloridu po měkký.



Obrázek 21: struktura PVC

11.2. LAKOVÁNÍ PLASTŮ

Touto problematikou se zabývá řada výrobců nátěrových hmot, jelikož předpisy technologií nebo skladeb se stále zpřísňují. Plasty mohou být vyrobeny ve všech barevných odstínech, přesto je nutné je lakovat. Jedním důvodem jsou estetické vlastnosti. Jde například o individuální barevnost plastových dílů, pokud jde o jiný odstín, než se běžně dodává. Lakováním je také možné dosáhnout vyššího lesku a barevné brilantnosti barvy. V neposlední řadě jde také o odstranění vad z výroby. Druhým důvodem je také ochrana plastů před povětrnostními vlivy, kterým je jako část karoserie denně vystaven. Plasty také stárnou díky těmto vlivům, ale lakování tomu do jistých mezí zabraňuje.

Problémem však zůstává, že ne každý plast jde dobře lakovat. Vyskytnou se díly, které nejsou výrobcem schválené pro lakování, kvůli zachování správné funkčnosti. Tato omezení je pak nutné plně respektovat. Takovým materiálem může být polykarbonát, který je mimořádně citlivý na rozpouštědla. Nesprávným čisticím prostředkem nebo nevhodným lakovacím přípravkem aplikovaným na tento plast může vést ke vzniku mikrotrhlin a tím ztratit svou odolnost proti nárazu.



Obrázek 22: BMW M3- zadní nárazník je vyroben z polypropylenem

Plastové díly mají dvě specifické vlastnosti- pórovitost povrchu a vysoký koeficient roztažnosti. Vše závisí na chemické struktuře. Na povrchu jsou usazeny mastnoty, a proto je před jakýmkoliv lakováním nového plastového dílu nezbytné, aby byl dokonale očištěn a odmaštěn kvůli dobré přilnavosti laku. Z důvodu vysoké produktivity práce, jsou na tyto části použity tzv. separátory, které napomáhají hladkému vyjmutí z formy lisu, které zde ulpívají a tím oddělují také lak od plastu. Dají se rozdělit na externí a interní. Externí separátory mohou být na bázi vosků nebo olejů. Dají se odstranit vhodným organickým rozpouštědlem. Interní separátory jsou obsaženy v plastových granulích (výrobní proces IMR). Jedná se převážně o stearát zinku. Je zde nutné temperování, což je zahřátí plastového dílu, aby se separátory dostaly na povrch. Také se odstraní pnutí v plastu a tím se zabrání vzniku trhlin. Občas se také objeví vzduchové vměstky vzniklé při výrobě, které se mohou případně opravit. Maximální teplota je 50-60°C. Vyšší teplota by mohla způsobit deformaci nebo dokonce degradaci

chemické struktury materiálu. Čištění se provádí organickými rozpouštědly. Je nutné intenzivní vícenásobné čištění s brusnou rohoží. Jednorázové setření na odstranění všech separátorů nestačí. Počet opakování závisí na tom, jak je díl strukturovaný. Po čištění nemůže plastový díl dál pokračovat v lakovacím procesu, jelikož je nezbytné, aby se nejdříve odpařil veškerý čisticí přípravek, který byl použit.

Hladké povrchy mají sníženou schopnost adheze. Je tedy nutné, aby povrchy byly mírně zdrsňeny, aby mohl být nanesen adhezivní sealer. Je to adhezivní nátěrová hmota, která se používá u hladkých plastových dílů karoserie. Umožňuje soudržnost s plastovým podkladem a plničem. Většinou se používají na plasty na bázi polypropylenu. U některých druhů plastů je nanesen až plnič (pórovité materiály). Další postup je již obdobný jako u kovových částí karoserie. Do laků a především plničů je přidáno změkčovadlo z důvodu vysokého koeficientu roztažnosti, které má za úkol eliminovat praskání nebo odlupování vrstev nátěrových hmot. Má také zmenšovat možnost poškození laku nárazem pevných částic jako kamínků a podobně.

Vlastnosti lakovaných plastových dílů musí být stejné jako kovových částí karoserie (optické vlastnosti, odolnost proti chemikáliím, střídavým teplotám a povětrnostním vlivům, odolnost proti mycí lince a dalším).



Obrázek 23: nalakovaná karoserie z kompozitního materiálu

12. OPRAVNÉ PRÁCE

Přes všechna opatření k zajištění bezprašnosti, nelze vyloučit vznik defektů v nátěru. Na lakovaný povrch může vniknout prach, látky narušující ovlhčení, nebo může dojít k mechanickému poškození při manipulaci. Opravné práce se provádí na povrchu vrchní laku nebo bezbarvého laku. Tato úprava začíná vybroušením defektů brusnými papíry a kameny. Opravy mohou však začít nejdříve 16-24 hodin po skončení technologického času sušení. Vše je závislé na teplotě prostředí. Je tady také možnost použít brusné a lešticí pasty, u kterých lze dobu anulovat a provádět opravy hned po vyjmutí karoserie ze sušící kabiny. Po částečném obroušení těchto míst, je provedena oprava celého nátěru.



Obrázek 24: Porsche 911 carrera- oprava drobných nedostatků jemným broušením[9]



Obrázek 25: manuální prověření kvality laku[9]

13. KONZERVACE PRO OBDOBÍ PŘEPRAVY

Pro ochranu automobilu při jeho přepravě se obvykle používají vodou ředitelné vosky. V některých starších zařízeních se ještě používají vosky s rozpouštědlem, kde je obsah rozpouštědla 70%. V poslední době jsou stále častěji pro ochranu při přepravě používány fólie nebo je tato konzervace zcela vynechána.

14. SOUHRNNÝ POSTUP

| ČÍSLO OPERACE | NÁZEV OPERACE | POPIS OPERACE |
|---------------|----------------------------------|---|
| 1. | Odmaštění | Odstranění nečistot z povrchu |
| 2. | Fosfátování a Chromátování | Předprava železných povrchů před lakováním. Zajišťuje zvýšenou odolnost proti korozi a dobrou přilnavost lakované vrstvy |
| 3. | Konzervace dutin | Vyplnění dutin horkým voskem z důvodu ochrany před korozi ze zkapalněné vody. |
| 4. | Kataforéza | Nanášení základové barvy na karoserii, která zvyšuje antikorozi ochranu. |
| 5. | Plnič | Plnič má za úkol tlumit nárazy kamínek, zlepšovat soudržnost vrstev a zlepšit krycí schopnost vrchního laku při jeho malé spotřebě. |
| 6. | Vrchní lak | Nejdůležitější z celého lakování, protože obsahuje barevné a speciální pigmenty a tím vytváří finální vzhled. |
| 7. | Oprávérenské práce | Konečná úprava laku leštěním, nebo případná oprava špatně nalakovaného dílu. |

15. ZÁVĚR

Automobil je v dnešní době pro spoustu lidí víc než dopravní prostředek, jelikož tvoří také image majitele. Proto je důležité, jak vůz vypadá, což klade nároky nejen na design, ale také na povrchové úpravy. Zákazníci dnes požadují, aby karoserie odolávaly nejen korozi, čehož je docíleno použitím dobré povrchové úpravy a kvalitních laků, ale také proti povětrnostním podmínkám (poškození kroupy). Důležitá je také odolnost proti chemickým vlivům, které na karoserii působí, ať je to v zimě posypová sůl nebo kyselá dešť. Lak musí být také světlostálý, protože je pořád vystavován UV- záření, které nesmí měnit odstín karoserie. Dá se tomu částečně předejít také aplikací vhodných ochranných prostředků, které jsou dnes na trhu.

Pokrok v povrchových úpravách a systému lakování jde neustále vpřed. Je to vidět pokud srovnáme technologie používané před třiceti lety a těmi dnešními. Způsoby úpravy, které nyní používáme, jsou mnohem efektivnější a ekologičtější. Ekologie hraje velkou roli ve vývoji nových nátěrových hmot, kdy se výrobci snaží produkovat laky vodou ředitelné. Důkazem toho je fakt, že klasické rozpouštědlové laky se používají už jenom u vrchních laků, ale i tady se již objevují ekologičtější náhrady. Tento trend můžeme také pozorovat v povrchových úpravách karoserií, kde se například upouští od používání šestimocného chromu, který je toxický. Velké požadavky jsou kladeny na bezpečnost práce, takže jsou potřebná kvalitní a bezpečná pracoviště.

Velkou změnou prošly také laky a používané barevné odstíny. Na úplném počátku automobilismu se vyráběly pouze jednobarevné karoserie bez možnosti výběru odstínu. Dnes máme možnost výběru z nepřeberného množství barev. Módním trendem jsou také laky se speciálními efekty jako metalický a s perleťovým efektem. Tyto laky tvoří základ nabídky pro běžného zákazníka. Občas se můžeme setkat s automobily, které jsou nalakované technologií tzv. „tekutého kovu“, zejména na autosalonech, kdy karoserie budí dojem, že byl opravdu nalakován kovem jako například hliníkem, chromem nebo jiným. Vyvíjí se také nanolaky, které mají jiný vzhled ve stínu, na slunci nebo při pohledu z jiného úhlu. Tato technologie bude zřejmě v budoucnu tvořit stěžejní větev všech laků. Asi nebude dlouho trvat a my si budeme moci změnit odstín karoserie automobilu dle aktuální nálady. Ve vývoji jsou laky, které dokážou měnit odstín na základě elektrického podnětu. Tento lak je vyvíjen taky na základě nanotechnologie. Budou se také daleko lépe udržovat, jelikož na nich nebudou tolik ulpívat nečistoty.

Dnes se setkáváme s karoseriemi, které nejsou už vyrobeny jenom z kovů a jeho slitin. Trendem jsou plasty a kompozitní materiály, jelikož mají podobné nebo lepší vlastnosti při menší hmotnosti. Zatím se s tímto jevem můžeme setkávat spíše u sportovních automobilů nebo závodních speciálů, ale postupně se tyto materiály prosazují i u běžných automobilů díky pokrokům ve výrobě, kdy mohou být vyrobeny kompozitní materiály za zhruba stejnou cenu jako kovové. Tomu se také musí měnit i nátěrové hmoty, aby byly schopné přilnout, dobře krýt a chránit tento materiál. Výhodou je odolnost proti korozi a tím odpadají i povrchové úpravy jako je fosfátování a chromátování. Z postupné změny materiálů usuzují, že se v budoucnu bude také měnit technologický postup povrchových úprav karoserií.

16. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Prekon.cz* [online]. 2. 12. 2009 [cit. 2010-05-24]. Nejlepší karosérii má Mercedes E. Dostupné z WWW: <http://www.prekon.cz/full_story.php?subaction=showfull&id=1259754624>.
- [2] Povrchové úpravy v autoprůmyslu - Škoda Superb. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 13. října 2004, 10, [cit. 2010-05-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/povrchove-upravy-v-autoprmyslu-skoda-superb>>.
- [3] *Chemetall.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-05-24]. Práškové a kataforézní lakovny. Dostupné z WWW: <<http://www.chemetall.cz/praskove.htm>>.
- [4] KOŠTÁL, Miloslav. *Autolakýrnik*. Plzeň : F.S. Publishing, 2004. 224 s. ISBN 80-903038-6-2.
- [5] *Webexhibits.org* [online]. 2005 [cit. 2010-05-25]. Causes of color. Dostupné z WWW: <<http://www.webexhibits.org/causesofcolor/1BB.html>>.
- [6] *Povrchovauprava.cz* [online]. 2006 [cit. 2010-05-22]. Povrchová úprava. Dostupné z WWW: <<http://www.povrchovauprava.cz/uploads/assets/casopisy/pu-2006-01.pdf>>.
- [7] *Lakum.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-05-25]. Kataforéza. Dostupné z WWW: <<http://www.lakum.cz/web/technologie/ktl/cz/?submenu=2>>.
- [8] *Ekol.cz* [online]. 2009 [cit. 2010-05-25]. Ekol. zařízení pro přípravu povrchu. Dostupné z WWW: <<http://www.ekol.cz/cs/povrchove-upravy/projekty/kataforeticka-lakovna-progiad-sudan/>>.
- [9] *Porsche.cz* [online]. 2009 [cit. 2010-05-25]. Prohlídka závodu. Dostupné z WWW: <<http://auto.porsche.cz/o-porsche/prohlidka/zuffenhausen/prochazka-vyrobou/lakovna#>>.
- [10] *Servind.cz* [online]. 2008 [cit. 2010-05-22]. Nové trendy v lakování vozidel. Dostupné z WWW: <<http://www.servind.cz/aktualita-47/nove-trendy-v-lakovani-vozidel.html>>.
- [11] *Audi.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-05-25]. Audi Q5. Dostupné z WWW: <http://www.audi.cz/cz/brand/cs/modely/q5/audi_q5/q5_multimedialne.html#source=http://www.audi.cz/cz/brand/cs/modely/q5/audi_q5/q5_multimedialne.tab_0.html&container=tabAjax>.
- [12] Nanotechnologie v automobilovém průmyslu. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 12. dubna 2006, 4, [cit. 2010-05-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/nanotechnologie-v-automobilovem-prumyslu>>.
- [13] *Zenavaute.cz* [online]. 21.6.2009 [cit. 2010-05-25]. Lahůdka Mercedes CLS 63 AMG na Chodově. Dostupné z WWW: <http://www.zenavaute.cz/data/usr_042_usr_041_1_6_30_6_2009/p1090953s.jpg>.
- [14] *Servind.cz* [online]. 2007 [cit. 2010-05-22]. Plasty a jejich lakování. Dostupné z WWW: <http://www.servind.cz/downloads/1222959419_plasty-a-jejich-lakovani.pdf>.