

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

STOČ

Nástřik a testování přilnavosti nátěrových systémů na kovových a sklolaminátových površích

Student:

DINEV IVAN

Ostrava 2007

OBSAH:

1. Úvod do problematiky.....	3
2. Charakteristika kovových a sklolaminátových povrchů.....	3
2.1 Sklolamináty	4
2.2 Kovy.....	4
3. Úprava povrchu materiálu před aplikací nátěrového systému.....	5
3.1 Mechanické úpravy povrchu.....	5
3.2 Chemické úpravy povrchu.....	6
3.3 Nátěrové hmoty.....	6
4. Cíl práce.....	7
5. Metodika experimentálních prací.....	8
6. Popis experimentálních zkoušek.....	8
6.1. Měření drsnosti podkladového materiálu dle ČSN EN ISO 4287.....	8
6.2. Stanovení tloušťky mokrého a suchého nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808.....	9
6.2.1. Stanovení tloušťky mokré vrstvy nátěrového filmu (WFT).....	9
6.2.2. Stanovení tloušťky suché vrstvy nátěrového filmu (DFT).....	9
6.3. Měření přilnavosti nátěrových systémů.....	9
6.3.1. Odtrhová zkouška přilnavosti dle ČSN EN 24624.....	9
6.3.2. Mřížková zkouška přilnavosti dle ČSN ISO 2409.....	10
6.4. Korozní zkouška v umělé atmosféře – zkouška solnou mlhou (ČSN ISO 9227).....	11
6.5. Popis vstupních materiálů.....	12
6.6 Úprava kovového vzorku před aplikováním nátěru.....	13
6.7 Aplikace základní a krycí nátěrové hmoty.....	13
7. Výsledky experimentálních prací pro kovový vzorek.....	13
7.1. Měření drsnosti kotvícího povrchu.....	13
7.2. Naměřené tloušťky suchého základního nátěru PERMACOR® 2004–EP.....	14
7.3. Naměřené tloušťky systému PERMACOR®(základní+vrchní nátěr).....	15
7.4. Měření přilnavosti nátěrového systému – odtrhová zkouška.....	15
7.5. Měření přilnavosti nátěrového systému – mřížková zkouška.....	16
8. Závěr.....	16
9. Použitá literatura.....	17
10. Příloha.....	18

Abstrakt

V dnešní době je kladen značný důraz na vzhled a ochrannou funkci nátěrů aplikovaných na různé podkladové materiály. Při výběru nátěrových hmot a jejich následné aplikaci, dáváme zřetel na vlastnosti upravovaného materiálu a také na vlastnosti samotného nátěru. Je potřeba stanovení technologického postupu zhotovení nátěrových systémů pro dosažení potřebných kvalitativních vlastností.

Práce se zabývá nástřikem a testováním přilnavosti nátěrových systémů na kovové a sklolaminátové povrchy, volbou technologického postupu, včetně potřebného zařízení a technologického rozboru hlavních výhod, předností a nedostatků.

1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Tato práce se zabývá nástřikem a testováním přilnavosti nátěrových systémů na kovových a sklolaminátových površích.

Velmi důležitý je zejména vnější efekt, vzhled a také ochranná funkce kovového a sklolaminátového povrchu. Při výběru nátěrové hmoty a její následné aplikaci, dáváme zřetel na vlastnosti upravovaného materiálu a také na vlastnosti jednotlivých nátěrových systémů vhodných pro aplikaci.

Při používání nátěrových hmot se klade rostoucí nárok nejen na pracovníky, kteří aplikační procesy zajišťují, ale i na potřebné materiály, strojní vybavení a ekologický vliv. Je potřeba stanovení technologického postupu aplikace nátěrových systémů pro dosažení potřebných vlastností. Výsledný nátěr je podroben experimentálními zkouškami a následnému vyhodnocení.

V projektu jsou uvedeny technologické postupy, včetně potřebného zařízení a technologického rozboru hlavních výhod, předností a nedostatků.

Hlavní cíle této práce jsou:

- popis vlastností kovových a sklolaminátových povrchů,
- popis vlastností nátěrových systémů vhodných pro aplikaci na kovové a sklolaminátové povrchy,
- návrh metodiky experimentálních prací,
- provedení a vyhodnocení experimentální zkoušky,

2. CHARAKTERISTIKA KOVOVÝCH A SKLOLAMINÁTOVÝCH POVRCHŮ

Povrch

Všechny kovové i nekovové předměty ohraničuje jejich povrch, který je v kontaktu s okolním prostředím. Dochází ke vzájemnému styku kovových, nekovových, kapalných a plynných fází. Povrchová vrstva se vytváří na povrchu kovu či nekovu. Skutečný povrch je povrch omezující těleso a odděluje jej od okolního prostředí.

2.1 Sklolamináty

Jedná se o makroskopické kompozity polymerních a nepolymerních složek, vyrobených vrstvením tkanin nebo rohoží takovým způsobem, aby bylo dosaženo požadované pevnosti a tuhosti se zřetelem na podmínky namáhání výrobku. Polymerní složkou jsou nenasyčené polyestery.

Vlastnosti sklolaminátů

Korozní odolností sklolaminátů rozumíme schopnost odolávat účinkům nízkomolekulárních látek v kapalně nebo plynné fázi a působení tepelné energie a energie záření [2].

Vytvrzené pryskyřice se vyznačují transparentí, vysokým leskem, odolností vůči vodě, olejům, slabým kyselinám, alkáliím, organickým rozpouštědlům, dobrými mechanickými a elektroizolačními vlastnostmi.

Polyesterové vyztužené hmoty (skelné lamináty) spojují nízkou hustotu s vysokými mechanickými pevnostmi. Proti kovům mají výhodu v odolnosti proti povětrnostním vlivům i různým chemikáliím, v propustnosti světla, izolaci tepla, zvuku a elektřiny. Běžné typy lze používat od -50°C do 100°C , speciální typy až do 150°C . Polyesterové skelné lamináty jsou vynikajícím konstrukčním materiálem s rozsáhlými aplikacemi například v dopravní technice (stavba vozidel, člunů, lodí a letadel), ve stavebnictví, elektrotechnickém a nábytkářském průmyslu apod.

2.2 Kovy

Vlastnosti povrchu kovů

Tyto vlastnosti jsou významné při tzv. heterogenních dějích, např. korozi a katalýze. Povrch představuje rozhraní, na němž je spád elektrostatického potenciálu spojeného s určitým nábojem dvojvrstvy a mění se na něm koncentrace určité chemické látky. Díky nevyváženosti energetického pole u povrchu materiálu vzniká povrchové napětí a povrchová energie (nejhustěji obsazeným krystalovým rovinám přísluší nejmenší povrchová energie).

Atomy kovů se snaží maximálně zaplnit prostor za působení velkých vazebních sil. Proto také kovy krystalují v nejhustěji uspořádaných mřížkách a mají vysoké koordinační číslo.

Koroze kovů

Podstata koroze kovů

Korozi definujeme jako znehodnocování materiálu způsobenou vlivem chemického nebo fyzikálního prostředí. Tyto fyzikálně-chemické děje mají za následek částečné nebo úplné rozrušení materiálu. Kromě kovů a jejich slitin korozi podléhají také plastické hmoty, keramické, sklovité, silikátové a jiné, jedná se o téměř veškeré materiály.

Klasifikace korozního prostředí je dána stupněm korozní agresivity a je rozdělena do pěti skupin označených C1 až C5. V normě ČSN ISO 9226 Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér. Stanovení rychlosti standardních vzorků pro určení **korozní agresivity je klasifikace korozního prostředí rozdělena:**

- C1 - velmi nízká
- C2 - nízká
- C3 - střední
- C4 - vysoká
- C5- I - velmi vysoká (průmyslová)
- C5 - M - velmi vysoká (přímořská)

3. Úprava povrchu materiálu před aplikací nátěrového systému

Základní povrch materiálu musí být zbaven vlhkosti, všech nečistot a zplodin, které by zhoršily jakost celkové povrchové úpravy. Špatně provedená předúprava se nemusí projevit hned po dokončení nátěrového systému, ale až po čase. Důsledkem je porušení celistvosti a přilnavosti povlaku.

Povaha znečištění povrchu kovu může být:

Bez chemické vazby

Jedná se o karbon, prach, zbytky brusiv a kovů po předchozích mechanických úpravách, mastnoty, formovací písek, vápno, anorganické soli. Tyto nečistoty jsou na povrchu nebo v dutinách přidržovány pouze fyzikálními silami. Mohou být různé tloušťky a vlhkosti. Takto znečištěný povrch se upravuje procesem, který se nazývá odmašťování

Zplodiny chemických přeměn po tepelném opracování

Jsou to okuje, směs bezvodých oxidů železa a rez, směs oxidů železa s obsahem volné i vázané vody, houbovitě struktury se schopností absorbovat z okolí další vlhkost i s rozpuštěnými chemickými látkami. Tyto korozní zplodiny mají pod nátěrem schopnost narůstat a porušovat povlak i mechanicky. Souvislá a neporušená zaokujená vrstva je schopna odolávat korozi pod nátěrem, avšak její mechanická křehkost je příčinou snadného porušení kotevní plochy. Takto znečištěný povrch se upravuje mechanickými procesy (omílání, broušení, kartáčování, otryskávání) nebo chemickými procesy (mořením).

Při hodnocení kvality povrchu před aplikací nátěru je důležité kromě čistoty povrchu sledovat i jeho tvar a stupeň drsnosti. Povrch mírně zdrsňený má lepší kotvení a přilnavost nátěru než povrch vysoce hlazený nebo leštěný.

Před nanášením nátěrových hmot musíme brát zřetel na povrchovou vlhkost nebo vlhkost v pórech a mikroskopických trhlinách. Dešťová i kondenzovaná voda může v okolí průmyslových exhalací obsahovat větší či menší procento rozpuštěných plynů agresivní povahy, zejména oxidů dusíku a síry. I některé druhy mastnot se chemicky mění v látky s kyselou reakcí.

3.1 Mechanické úpravy povrchu

Jestliže na znečištěný povrch (zkorodovaný, zaokujený) působí vnější mechanická síla, nastává narušení, uvolňování a odstraňování zplodin. Povrch se čistí abrazivními materiály s dostatečnou kinetickou energií, aby nárazem na povrch výrobku uvolnily zakotvené nečistoty.

Mezi mechanické úpravy povrchu patří ruční nebo mechanizované otloukání (oklepávání) různými druhy kladívek, oškrabávání stěrkami, kartáčování, tryskání, omílání, broušení, leštění.

Účelem těchto úprav je:

- čištění povrchu materiálu (odstranění okují)
- vytvoření podmínek pro zakotvení povlaku
- zlepšení mechanických vlastností
- vzhledové požadavky

Způsoby mechanických úprav

- tryskání
- omílání
- broušení
- kartáčování
- leštění

3.2 Chemické úpravy povrchu

Jedná se způsob úpravy, při které dochází k reakci mezi chemickými činidly s nečistotami na povrchu materiálu, popřípadě i s povrchem materiálu.

Odmašťování

Pod pojem odmašťování patří mimo odstraňování mastnot všeho druhu i zbavování povrchu kovu přidružených nečistot v mastnotách (prach, saze, ohrus, vlákna). Odmašťování je časově nejnáročnější, ale taky nejdůležitější operací povrchové předúpravy.

Procesy odmašťování dělíme podle použitého prostředku na odmašťování:

- v alkalických roztocích,
- v organických rozpouštědlech,
- elektrolytickým odmašťováním,
- v neutrálních roztocích,
- emulzním odmašťováním,
- opalováním,
- vysokotlaké kapalinné odmašťování.

3.3 Nátěrové hmoty

Pod pojmem nátěrové hmoty se rozumí všechny hmoty, které jsou nanášeny v tekutém, těstovitém nebo práškovém stavu a vytvoří nátěrový film požadovaných vlastností.

Rozdělení nátěrových hmot

Dle charakteristických vlastností se nátěrové hmoty dělí na:

- **transparentní** –laky, fermeže
- **pigmentované** – email, tmel, barva

Dle účelu použití se nátěrové hmoty dělí na:

- **vnitřní** –v interiéru
- **venkovní** – odolávající povětrnostním podm. a slunečnímu záření,
- **speciální** – chemicky odolné, používané pro vysoké teploty apod.

Dle použití a pořadí v nátěrovém systému se nátěrové hmoty dělí na:

- **napouštěcí** – k napouštění savých materiálů (dřevo, beton, apod.),
- **základní** – první nátěr aplikovaný na nenatřený nebo nenapuštěný podklad nebo první vrstva obnovovacího nátěru,
- **vyrovnávací** – nátěrové hmoty určené k vyrovnávání nerovnosti povrchu, k vytvoření hladkého rovnoměrného povrchu a k zaplnění pórů,
- **podkladové** – nátěrové hmoty používané jako mezivrstva mezi základním a vrchním nátěrem,
- **vrchní** – poslední vrstva nátěrového systému. Chrání všechny ostatní vrstvy nátěrového systému.
- **maskovací** – nátěrové hmoty používané pro účely maskování, např. ve vojenském průmyslu.

Dle způsobu tvorby nátěrového filmu se dělí na:

- **zasychající chemickými pochody** – v nátěrových filmech dochází v průběhu zasychání k chemickým pochodům, **zasychající fyzikálními pochody** – v nátěrových filmech dochází v průběhu zasychání pouze k odtěkání rozpouštědel. **zasychající fyzikálně-chemickými pochody** – v nátěrových filmech dochází v průběhu zasychání k odtěkání rozpouštědel a k chemickým pochodům.

Dle podmínek zasychání se nátěrové hmoty dělí na:

- **na vzduchu schnoucí** – k zasychání nátěrových filmů dochází za normálních podmínek (20°C),
- **vhodné k přísoušení** – k zasychání dochází jak za normálních podmínek, tak při zvýšených teplotách,
- **vypalovací** – k zasychání nátěrového filmu dochází za zvýšené teploty (*nad 100°C*),
- **vytvrzané zářením** – speciální typ nátěrové hmoty, u které dochází k vytvrzení působením záření (*UV, IR apod.*),
- **tavné** – vytvářejí povlak roztavením a zchladnutím.

Složení nátěrových hmot

Pro výrobu nátěrových hmot se používá nesčetné množství surovin, které lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- **filmotvorné látky** (*pojiva, změkčovadla*),
- **pigmenty a plniva**,
- **těkavé složky** (*rozpouštědla, ředidla*),
- **ostatní přísady** (*aditiva*).

4 Cíl práce

Práce se zabývá nástřikem a testováním přilnavosti nátěrových systémů na kovové a sklolaminátové povrchy, volbou technologického postupu, včetně potřebného zařízení a technologického rozboru hlavních výhod, předností a nedostatků.

5 Metodika experimentálních prací

Stanovení drsnosti podkladového vzorku

Měření drsnosti podkladového materiálu (ČSN EN ISO 4287).

Stanovení tloušťky jednotlivých povlaků (pro nátěry):

Nátěrové hmoty – stanovení tloušťky nátěru – ČSN EN ISO 2808

Zkoušky přilnavosti:

Nátěrové hmoty: Odtrhová zkouška přilnavosti
dle ČSN EN 24624 (ISO 4624:1978)

Nátěrové hmoty: Mřížková zkouška dle ČSN ISO 2409

Korozní zkoušky:

Korozní zkouška v umělých atmosférách – zkouška solnou komorou dle ČSN ISO 9227

6 Popis experimentálních zkoušek

6.1. Měření drsnosti podkladového materiálu dle ČSN EN ISO 4287

Tato mezinárodní norma stanoví termíny, definice a parametry pro určování struktury povrchu (*drsnost, vlnitost, základní profil*) profilovou metodou. [4]

Drsnost povrchu je charakterizována různými parametry. K nejdůležitějším patří:

R_a – průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu [μm],

R_z – největší výška profilu [μm],

R_p – největší výška výstupku profilu [μm],

R_v – největší hloubka prohlubně profilu [μm].

Pro měření drsnosti podkladového materiálu byl použit měřicí přístroj – drsnoměr – ***Mitutoyo Surftest SJ 301***. Jde o měřicí přístroj typu stylus na měření drsnosti povrchu. Mitutoyo Surftest SJ-301 je schopen hodnotit povrchové textury s nejrůznějšími parametry podle různých národních a mezinárodních norem. Výsledky měření jsou zobrazovány digitálně/graficky na dotykovém panelu a výstup je na zabudované tiskárně.

Parametry měření:

- standard měření: **ISO 1997**,
- $\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$,
- parametry měření: **R_a, R_z**,

6.2. Stanovení tloušťky mokrého a suchého nátěrového filmu dle ČSN EN ISO 2808

Norma ČSN EN ISO 2808 se zabývá měřením tloušťky organických povlaků.

6.2.1. Stanovení tloušťky mokré vrstvy nátěrového filmu (WFT)

Stanovení tloušťky mokrého filmu bude provedeno pomocí měřicího hřebenu, vyrobený z korozivzdorné oceli, který není napadán rozpouštědly nátěrové hmoty.

Postup:

Bezprostředně po nanesení nátěrové hmoty se měřicí hřeben pevně přitiskne k podkladu tak, že jeho zuby jsou kolmo k rovině povrchu. Měřicí hřeben se oddálí a určí se nekratší zub, který je ještě potřísněn nátěrovou hmotou. Zaznamená se tloušťka, která odpovídá průměrné hodnotě mezi posledním nepotřísněným a prvním potřísněným zubem. Měření poskytuje přibližné údaje o tloušťce mokré vrstvy.

6.2.2. Stanovení tloušťky suché vrstvy nátěrového filmu (DFT)

Pro stanovení tloušťky suché vrstvy nátěrového filmu (*DFT*) byla použita nedestruktivní metoda.

Určení tloušťky nátěru aplikovaného na zkušební vzorek byl použit digitální přístroj ELCOMETER 456. Toto zařízení pracuje na principu přijímání odražených magnetických vln od kovového povrchu. Hodnota se objeví na displeji hned po dotknutí čidla měřeného povrchu

6.3. Měření přilnavosti nátěrových systémů

Měření přilnavosti nátěrových systémů lze hodnotit destruktivními metodami a to odtrhovou zkouškou přilnavosti dle ČSN EN 24624 a mřížkovou zkouškou přilnavosti dle ČSN ISO 2409.

6.3.1. Odtrhová zkouška přilnavosti dle ČSN EN 24624

Norma ČSN EN 24624 stanoví postup provedení odtrhové zkoušky na jednovrstvém nebo vícevrstevném nátěrovém systému připravených z nátěrových hmot nebo podobných produktů. Výsledkem zkoušky je minimální tahové napětí, které se musí vynaložit k roztržení nejslabší mezifáze (*adhezní lom*) nebo nejslabší složky (*kohezní lom*) zkušebního uspořádání. [6] Přilnavost nátěrových systémů musí být nejméně **3 MPa**.

Zkušební prostředky a pomůcky:

- **zkušební přístroj – odtrhoměr – ELCOMETER F106** (*měřicí rozsah 0 – 22 MPa*).
- **zkušební váleček** – normalizovaný zkušební hliníkový váleček
- **řezný nástroj** – slouží k obřezání zkušeb. Válečku až na povrch vzorku
- **lepidlo** – dvousložkové epoxidové lepidlo **ARALDITE**

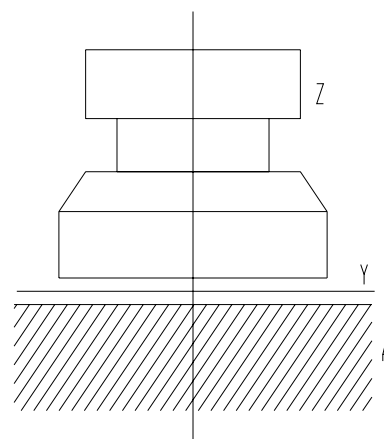
Postup odtrhové zkoušky:

1. Jemné obroušení válečku i nátěru smirkovým papírem
2. Namíchání se dvousložkového lepidla ARALDITE HARDENER a ARALDITE RESINE v poměru 1:1.
3. Nanesení lepidla na funkční plochu válečku a přilepení k nátěru.
4. Doba vytvrzení je 24 hodin.
5. Řezným nástrojem se prořízne nátěr až na podklad.
6. Na váleček se umístí vnější prsteneček a nasune se trhací přístroj.
7. Následně se provede odtrhová zkouška.
8. Odečtení hodnoty odtrhové pevnosti (napětí v tahu v MPa).
9. Posouzení lomové plochy.

Charakteristika lomu

Výsledek se udává jako procentuální podíl plochy zkušebního válečku, připadající na některou charakteristickou polohu lomu ve zkoušeném systému a to na adhezní, kohezní a adhezně – kohezní lom. K zápisu zjištěných výsledků lze účelně použít následující schéma:

A	Kohezní lom v podkladu.
A/B	Adhezní lom mezi podkladem a prvním nátěrem.
B	Kohezní lom prvního nátěru.
B/C	Adhezní lom mezi prvním a druhým nátěrem.
C	Kohezní lom druhého nátěru.
-/Y	Adhezní lom mezi posledním nátěrem a lepidlem.
Y	Kohezní lom v lepidle.
Y/Z	Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním válečkem.



6.3.2 Mřížková zkouška přilnavosti dle ČSN ISO 2409

Norma ČSN ISO 2409 specifikuje zkušební metodu pro určení odolnosti nátěru k oddělení od podkladu, když nátěr je porušen mřížkovým řezem až k podkladu.

Zkušební prostředky a pomůcky:

Pro mřížkovou zkoušku byla použita sada **ELCOMETER 141 Paint Inspection Gauge**:

- Řezný břit s rukojetí
- Adhezní pásku, ISO 2409
[šířka - 25 mm, přilnavost 10 ± 1 N na 25 mm šířky
(dle IEC 454-2)]
- Lupa
- Štěteček (kartáček)

Postup zkoušky

Vzorek se položí na rovnou a neohebnou podložku. Speciálním řezným nástrojem (vyřizne 6 rovnoběžných stejně vzdálených drážek) se provede jeden řez do nátěru v jednom směru a ve směru kolmém na původní směr řez druhý. Řezy musí proniknout až k podkladu. Mřížkové řezy musí být ve vzdálenosti nejméně 5 mm od hran. Měkkým štětcem lehce projedeme podél obou úhlopříček mřížky. Samolepicí pásku nalepíme do středu mřížky rovnoběžně s jedním svazkem řezů. Pro zajištění dobrého kontaktu pásky s nátěrem, přejede se páska konečky prstů. Samolepicí pásku se uchopí za volný konec a stáhne za dobu (0,5 – 1,0) sekundy pod úhlem přibližně 60°. Zhodnocení výsledků zkoušky – zhodnocení se provádí bezprostředně po stažení samolepicí pásky dle Tabulky 1.

Tabulka 1 Klasifikace zkušebních výsledků mřížkové zkoušky:

Klasifikace	Popis
0	Řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec není poškozen.
1	Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %.
2	Nátěr je nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen o více než 5% a méně než 15% celkové plochy.
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15%, ale menší než 35%.
4	Na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více jak 35%, ale méně než z 65%.
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4.

6.4. Korozní zkouška v umělé atmosféře – zkouška solnou mlhou (ČSN ISO 9227)

Pro zjištění korozní odolnosti nátěrových systémů byla použita korozní zkouška v umělých atmosférách – zkouška solnou komorou dle ČSN ISO 9227 [8].

Korozní zkouška solnou mlhou byla provedena metodou NSS – v mlze neutrálního roztoku chloridu sodného:

- expozice 240 hodin
- 5% roztoku NaCl
- teplotě $t = 35^{\circ}\text{C}$
- pH 6,5÷7,2

Zkušební prostředky a pomůcky

- **Korozní komora typ S 400 M TR, Leibisch.**

Postup zkoušky

- Zhotovení nátěrového filmu na podkladovém materiálu.

- Hrany a odvrácené strany zkušebních vzorků musí být opatřeny vhodným povlakem (*nátěrovou hmotou*) nebo přelepeny lepicí páskou.
- Umístění vzorků do korozní komory.
- Po skončení zkoušky se vzorky vyjmou a před oplachem se nechají 0,5 až 1 hodinu oschnout, aby se snížilo nebezpečí odstranění korozních zplodin. Pak se vzorky opláchnou nebo ponoří do čisté tekoucí vody o teplotě nepřesahující 40 °C a poté se ihned osuší proudem vzduchu.
- Vyhodnocení zkoušky – vyhodnocení zkoušky je provedeno vizuální kontrolou a destruktivními zkouškami stanovujícími přilnavost nátěrových systémů (*odtrhová zkouška přilnavosti dle ČSN EN 24624, mřížková zkouška přilnavosti dle ČSN ISO 2409*).

6.5. Popis vstupních materiálů

Charakteristika kovového materiálu vzorku

Jako vzorek byl zvolen plech tloušťky 4 mm z materiálu 11343 o rozměru 150x100 a 250x100 shodný s materiálem rámu vozidla Kaipan 57.

Jedná se o konstrukční ocel, vhodnou ke svařování součástí menších tlouštěk namáhané staticky popř. i mírně dynamicky.

Mechanické vlastnosti

$$R_e = 180 - 210 \text{ MPa}$$

$$R_m = 340 - 420 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{D\text{stat}} = 90 - 125 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{D\text{mijivé}} = 15 - 105 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{D\text{střídavé}} = 60 - 80 \text{ MPa}$$

Zkoušené nátěrové hmoty pro kovový vzorek

Jedná se o systém nátěrových hmot Permacor®, který se skládá ze základního a vrchního nátěru.

1. PERMACOR® 2004 - EP- základový materiál s obsahem železité slídy

Technické listy barvy jsou 1. Příloze
PERMACOR® 2004 - EP

2. PERMACOR® 2230/VHS - PUR-Very High Solid- vrchní nátěr

Technické listy barvy jsou v 2. Příloze
PERMACOR® 2230/VHS - PUR

Na těchto nátěrových hmotách byly provedeny, na základě požadavků, experimentální zkoušky vedoucí k zjištění jejich přilnavosti, vhodnosti a korozní odolnosti.

Odmašťovací přípravek

Pro odmašťování byl použit odmašťovací přípravek SIMPLE GREEN.

6.6 Úprava kovového vzorku před aplikováním nátěru**Úprava vzorků před aplikováním nátěru**

Před odmaštěním a aplikací jednotlivých nátěrových hmot byla provedena předúprava ocelového podkladu obroušením, aby se dosáhlo drsnějšího povrchu, který přispívá ke zlepšení přilnavosti těchto nátěrů. K obroušení bylo použito el. brusky s lamelovým kotoučem hrubosti abraziva 80.

Odmaštění bylo provedeno v prostředku SIMPLE GREEN, který je zásaditý a ekologicky odbouratelný. Odmaštění vzorků bylo aplikováno ponorem v lázni o koncentraci 1:10 po dobu 5 min. Během ponoru se lázni vířilo kvůli intenzivnějšímu účinku lázně na mastnoty na povrchu kovu. Po té následoval intenzivní oplach ve studené vodě 1min. Osušení povrchu vzorku proběhlo v peci při teplotě 100 °C po dobu 5 min.

Vlastnosti lázně:

Roztok SIMPLE GREEN	pH	Teplota
Před aplikací	9,53	20,5
Po aplikaci	9,45	18,5

6.7. Aplikace základní a krycí nátěrové hmoty

Příprava a aplikace nátěrové hmoty byla provedena dle technického listu příslušné nátěrové hmoty.

Základní i krycí nátěr byl aplikován plochým štětcem o průměrné tloušťce mokré vrstvy 120 μm. Měření je provedeno pomocí měřícího hřebenu dle kap. 6.2.1

Ověření tloušťky suché vrstvy nátěru se provede elektronickým přístrojem ELCOMETER 45, dle kap. 6.2.2

Tabulka 2 Atmosférické podmínky během aplikace nátěrové hmoty:

Označení nátěrové hmoty	Teplota [°C]	Relativní vlhkost vzduchu [%]
PERMACOR® 2004 – EP	21	39
PERMACOR® 2230/VHS - PUR	20,2	42

7.Výsledky experimentálních prací pro kovový vzorek**7.1. Měření drsnosti kotvícího povrchu**

Tabulka 3 Stanovení R_a - Střední aritmetické úchylny profilu

Číslo vzorku	Číslo měření					Průměrná hodnota R_a [μm]
	1	2	3	4	5	
1	3,94	4,4	5,65	4,85	3,94	3,94
2	5,02	4,74	4,40	3,06	4,53	4,35

Tabulka 4 Stanovení R_z - Největší výšky profilu

Číslo vzorku	Číslo měření					Průměrná hodnota R_z [μm]
	1	2	3	4	5	
1	27,04	34,76	33,12	29,78	28,76	30,692
2	32,62	34,54	33,75	28,33	35,35	32,918

7.2. Naměřené tloušťky suchého základního nátěru PERMACOR® 2004 – EP

Tloušťka nátěrového systému byla měřena na 10-ti místech vzorku minimálně 1 cm od okraje.

Tabulka 5 Měření tloušťky suché vrstvy nátěrového systému

číslo měření	číslo vzorku						
	1	2	3	4	5	6	7
1	140	96	71,2	82,3	93	125	96,5
2	107	103	82,4	73,5	95,1	104	117
3	108	93,4	81,1	121	93,4	96	106
4	106	94	78	102	97,7	106	120
5	109	95,3	74,9	127	87,4	115	122
6	122	87,2	73,8	101	86,1	122	93,2
7	117	82,5	73,2	95,8	80	111	103
8	140	91	74,1	105	85,9	93,1	119
9	105	101	77	91,3	83,7	105	110
10	138	95,7	93,4	105	86,7	108	111
průměrná tloušťka základního nátěru [μm]	119,2	93,91	77,91	100,39	88,9	108,51	109,77
číslo měření	číslo vzorku						
	8	9	10	11	12	13	14
1	87	115	109,5	101	87	108	94,9
2	92,3	110	108	102,4	93,4	121	96,2
3	97	104	92	100,3	91,6	98,4	94
4	105	109,2	98,1	98	86	108,4	98
5	102	93,5	93,4	99,3	89	102	105
6	10,2	98	98,7	88	95	106	103,4
7	96	118	101,4	89,2	86,4	105,8	87
8	92,5	106,4	102	93	84	107,2	93,7
9	95	109	103,4	96,6	83,5	111	96
10	101	88	113	97	93	101	94,6
průměrná tloušťka základního nátěru [μm]	87,8	105,11	101,95	96,48	88,89	106,88	96,28

7.3. Naměřené tloušťky systému PERMACOR®(základní+vrchní nátěr)

Měření bylo provedeno pro všech 7 vzorcích. Na každém vzorku bylo vykonáno 10 náhodných měření minimálně 1 cm od okraje.

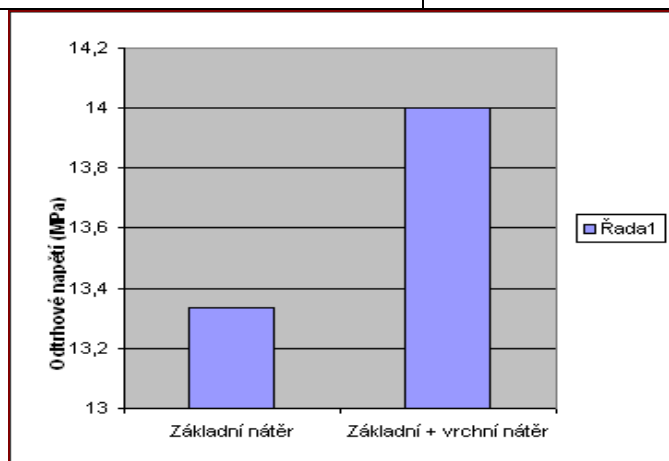
Tabulka 6 Měření tloušťky suché vrstvy nátěrového systému

číslo měření	Číslo vzorku						
	8	9	10	11	12	13	14
1	216	227	219	194	211	190	175
2	201	235	202	196	197	191	181
3	201	228	194	188	234	181	226
4	232	205	192	207	208	179	211
5	200	225	210	196	224	212	212
6	207	241	190	198	220	183	177
7	204	193	196	214	194	220	183
8	215	224	208	184	196	203	193
9	209	230	196	207	190	182	175
10	226	219	205	208	213	202	182
Průměrná tloušťka nátěrového systému [μm]	211,1	222,7	201,2	199,2	208,7	194,3	191,5
Průměrná tloušťka vrchního nátěru [μm]	123,3	117,59	99,25	102,72	119,81	87,42	95,22

7.4. Měření přilnavosti nátěrového systému – odtrhová zkouška

Tabulka 7 Odtrhová zkouška přilnavosti

Číslo měření	Základní nátěr	Základní + vrchní nátěr
	Vzorek číslo 7	Vzorek číslo 10
1	12MPa, 100%-/Y	15MPa, 50%B, 50%Y/Z
2	14MPa, 5%A/B, 95%-/Y	15MPa, 80%, 5%-/Y, 15%Y/Z
3	14MPa, 100%-/Y	12MPa, 45%B, 55%Y/Z



Graf 1 Odtrhová zkouška přilnavosti

Podle naměřených hodnot aplikované nátěry mají velmi vysokou odtrhovou pevnost, což značí o velmi dobré přilnavosti a soudržnosti nátěrových hmot.

7.5. Měření přilnavosti nátěrového systému – mřížková zkouška

Tabulka 8 Mřížková zkouška přilnavosti

Č. vzor.	Povrchová úprava	Klasifikace	Popis
7	Základ	0	řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec nebyl poškozen
10	Základ+vrch	0	řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec nebyl poškozen

Mřížková zkouška prokázala velmi dobrou přilnavost nátěrového systému.

8. Závěr:

Cílem této práce je nástřik a testování přilnavosti nátěrových systémů na kovových a sklolaminátových površích.

V rámci této práce bylo provedeno měření přilnavosti nátěrových systémů aplikovaných na ocelovém plechu jakostně shodných s materiálem rámu automobilu Kaipan 57.

Na testovaných vzorcích, byly provedeny následující měření: Měření přilnavosti a korozní zkouška v umělé atmosféře.

Měření přilnavosti těchto nátěrových systémů byla provedena pomocí mřížkové a odtrhové zkoušky přilnavosti.

Výsledky měření prokázaly velmi dobrou přilnavost k materiálu.

Práce byla realizována za finanční podpory ze státních prostředků prostřednictvím projektu 2E06013 MŠMT národní program výzkumu II, „Popularizace výzkumu mezi studenty prostřednictvím stavby prototypu sportovního automobilu - StudentCar.“

9. Použitá literatura:

- [1] Mohyla, M.: Technologie povrchových úprav kovů. 1. vydání, VŠB, Ostrava, 1995
- [2] Pluhař, J. a Korita, J.: Strojírenské materiály.
- [3] Podjuklová, J.: Speciální technologie povrchových úprav I. Učební texty, VŠB – TU Ostrava, 1997
- [4] ČSN EN ISO 4287. *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu : Profilová metoda. Termíny, definice a parametry struktury povrchu.* Praha : Český normalizační institut, 1999.
- [5] ČSN EN ISO 2808. *Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru.* Praha : Český normalizační institut, 2000.
- [6] ČSN ISO EN 24624 (ISO 4624:1978). *Nátěrové hmoty – Odtrhová zkouška.* Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1992
- [7] ČSN ISO 2409. *Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška.* Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1992.
- [8] ČSN ISO 9227. *Korozní zkoušky v umělých atmosférách. Zkoušky solnou mlhou.* Praha : Český normalizační institut, 1993.

10. Příloha

1. PERMACOR® 2004 - EP základový materiál s obsahem železité slídy
2. PERMACOR® 2230/VHS - PUR-Very High Solid- vrchní nátěr