Vliv procesních parametrů na lesk PUR barev

Jiří Mikulec

Bakalářská práce
2024

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav inženýrství polymerů

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Jiří Mikulec**
Osobní číslo:	**T19374**
Studijní program:	**B0711A130009 Materiály a technologie**
Specializace:	**Polymerní materiály a technologie**
Forma studia:	**Kombinovaná**
Téma práce:	**Vliv procesních parametrů na lesk PUR barev**

Zásady pro vypracování

Pro povrchovou úpravu plastových součástí určených pro automobilový průmysl se používají dvousložkové polyuretanové vodou ředitelné barvy. Na výslednou kvalitu naneseného povlaku má vliv řada faktorů. Cílem této práce je sledování vlivu aplikační teploty, vlhkosti a tloušťky nástřiku na výsledný lesk. Nejprve proveďte podrobnou rešerši na zadané téma. V rámci práce navrhněte vhodné metody pro sledování těchto vlivů. Připravte série zkušebních vzorků. Vzorky otestujte a naměřené výsledky přehledně zpracujte a diskutujte.

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

Seznam doporučené literatury:

1. FREITAG, Werner a Dieter STOYE, ed. *Paints, coatings and solvents*. 2nd, completely rev. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1998, xvii, 414 s. ISBN 3527288635.
2. GUO, Qipeng, ed. *Thermosets: structure, properties, and applications*. Second edition. Amsterdam: Elsevier, [2018], xxiii, 689 s. ISBN 978-0-08-101021-1.
3. DODIUK, Hanna a Sidney H. GOODMAN, ed. *Handbook of thermoset plastics*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, c2014, xxv, 768 s. PDL handbook series. ISBN 9781455731077.
4. Vědecké publikace dostupné v databázích knihovny UTB.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Simona Mrkvičková, Ph.D.**
Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

Ing. Jana Navrátilová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 4. března 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA
BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

…….

podpis studenta

ABSTRAKT

Hlavní cíl této bakalářské práce spočívá především v charakterizaci vlastností a chování PUR 2K vodou ředitelného laku určeného pro plastové interiérové součásti automobilů. Naším cílem bylo pochopit chování laku tak, abychom byly schopni odstranit nežádoucí diferenci výsledného lesku lakovaných výrobků, aniž by to mělo vliv na efektivitu produkce výroby a zároveň povede k potlačení nebo snížení efektu rozdílného lesku za daný časový úsek. Z toho důvodu byly připraveny různé směsi laků a aplikovány za přesně daných procesních podmínek.

Kromě charakterizace lakovací směsi byla definována i lakovaná deska, respektive byla stanovena tloušťka vrstvy laku na několika místech.

Klíčová slova: 2K PUR lak, lesk, teplota, tloušťka lakované vrstvy, viskozita, vlhkost

ABSTRACT

The main aim of this bachelor thesis is mainly to characterize the properties and behaviour of PUR 2K water-based paint designed for plastic interior components of automobiles. Our aim was to understand the behaviour of the varnish so that we would be able to remove the undesirable differentiation of the resulting gloss of the lacquered products without affecting the production efficiency while at the same time reducing the effect of the different gloss over a given period of time. For this reason, different mixtures of varnishes ***are*** prepared and applied under precise procedural conditions. In addition to the characterization of the varnish mixture, the varnish plate was defined, respectively, the thickness of the layer of varnish was determined in several places.

Keywords: 2K PUR varnish, viscosity, thickness of varnish layer, gloss, temperature, humidity

Chtěl bych poděkovat paní Ing. Simoně Mrkvičkové, Ph.D. za cenné rady, připomínky, trpělivost a čas, který mi věnovala. Rád bych také poděkoval svým rodičům a sestře za podporu po celou dobu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD **9**
I TEORETICKÁ ČÁST **10**
1 NÁTĚROVÉ SYSTÉMY **11**
1.1 SLOŽENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT 11
1.1.1 Pojiva 11
1.1.2 Změkčovadla 12
1.1.3 Pigmenty 12
1.1.4 Aditiva 12
1.1.5 Těkavé složky 12
1.1.6 Plniva 13
1.1.7 Barviva 13
1.2 ROZDĚLENÍ NÁTĚROVÝCH HMOT 13
1.2.1 Dělení nátěrových hmot podle použitého rozpouštědla 13
1.2.2 Dělení dle chemického složení pojiva 14
1.3 APLIKACE NÁTĚROVÝCH HMOT 16
1.3.1 Stříkání vzduchem (rozprašování neboli atomizace) 16
1.3.2 Elektrokinetické nanášení 17
1.3.3 Namáčení 17
1.3.4 Válečkové nanášení 18
1.3.5 Nanášení štětcem 18
1.3.6 Sítotisk 18
1.3.7 Lakování clonou 18
1.3.8 Polévání 18
2 POLYURETANOVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY **19**
2.2 CHEMISMUS REAKCE 19
2.3 TYPY POLYURETANOVÝCH BAREV 20
2.4.1 Měření lesku 23
2.4.2 Měření tloušťky nátěru 27
2.4.3 Měření viskozity 30
II PRAKTICKÁ ČÁST **33**
3 POUŽITÉ MATERIÁLY, STROJE, ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJE **34**
3.1 MATERIÁLY 34
3.2 STROJE A ZAŘÍZENÍ 34
3.3 MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE 39
4 PŘÍPRAVA VZORKŮ A MĚŘENÍ **40**
4.1 SADA VZORKŮ ALEXIT COMFORTLACK CR 349-44 (ADAPTER) 41
4.2 SADA VZORKŮ ZHOTOVENÝCH Z BARVY ALEXIT 349-56 (DAG) 42
4.3 SADA VZORKŮ BARVY ALEXIT AIRBAG COATING 349-48 (FIAT) 45

4.4 SADA VZORKŮ ALEXIT AIRBAG COATING 349-81(DACIA) 46
4.5 SADA VZORKŮ BARVY AKZONOBEL – SENOSOFT 519.400 (FORD) 47
ZÁVĚR 48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 49
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 52
SEZNAM OBRÁZKŮ 53
SEZNAM TABULEK 54
SEZNAM PŘÍLOH 55

ÚVOD

Automobilový průmysl dosáhl ve 21. století nebývalého rozmachu. Vzniká spousta nových výrobců aut a s tím také jejich subdodavatelů jako jsou vysokotlaké lisovny a v jejich návaznosti lakovny, které tvoří přidanou hodnotu lisovaných produktů jejich následným lakováním. Nároky zákazníků se zvyšují každým rokem a tím se roste tlak na kvalitu a efektivitu lakoven.

Lakování interiérových plastových součástí aut je náročný proces nejen vzhledem k vysokým nárokům na vzhled polo finálních a finálních výrobků ale i na certifikaci výrobců. V dnešní době je nutnou samozřejmostí ISO 9001 a dále nadstavbová norma IATF – Internacional Automotive Task Force, která každoročně zpřísňuje podmínky na kvalitu produktů, ale zároveň bere v potaz i dopady výroby na životní prostředí.

V důsledku všech uvedených vlivů se proces lakování zaměřil na používání polyuretanových barev na vodní bázi. To vede k výraznému snižování škodlivých emisí. Po celém světě je řada výzkumných týmů, které se zabývají výzkumem a vývojem nových uretanových polymerů, tvrdidel a aditiv, aby dále zdokonalovaly a vylepšovaly vlastnosti těchto laků.

Vnitřní vybavení aut je složeno z mnoha různorodých lakovaných plastových doplňků jako jsou například bezpečnostní prvky – airbagy, masky palubních přístrojů madla a kliky dveří a v neposlední řadě kryty přihrádek nebo reproduktorů. Je běžným zvykem, že pro jedno auto je mnoho výrobců těchto součástí a aby celkový dojem z interiéru byl bezvadný je potřeba dokonalé barevné souhry. Jedna velmi důležitá vlastnost použitých barev je lesk.

A na tuto vlastnost jsem se soustředil ve své bakalářské práci. Udržet výslednou hodnotu lesku v zákazníkem požadované toleranci je poměrně komplikovaná záležitost, která závisí na mnoha faktorech ve složení barvy a také procesních parametrech jako je tloušťka laku, teplota a vlhkost v lakovací kabině.

V teoretické rovině práce je nastíněn vývoj a klasifikace barev, způsoby aplikace a normy měření. V praktické části je hlavně zdokumentován vliv tloušťky nástřiku na lesk produktu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 NÁTĚROVÉ SYSTÉMY

Nátěrové systémy jsou nedílnou součástí výrobků a rozhodují o finálním vzhledu, životnosti ale i funkčních vlastnostech výrobků. Nátěrové systémy jsou povrchové úpravy na bázi organických povlaků a patří mezi nejvýznamnější povrchové úpravy vůbec. V automobilovém průmyslu je klíčovým parametrem při aplikaci povrchových úprav dodržet vysoké nároky na kvalitu a bezpečnost nátěrových hmot a při tom plně respektovat požadavky na ochranu zdraví a životního prostředí. Součástí nátěrových systémů jsou nátěrové hmoty, které jsou definované dle normy ČSN EN ISO 4618:2023 jako: „*Produkt v kapalné, pastovité nebo v práškovité podobě, který po nanesení na podklad vytváří vrstvu mající ochranné, dekorativní, anebo jiné specifické vlastnosti*“. Nátěrový systém je tvořen nejen vhodnou kombinací jednotlivých vrstev nátěrů stejné či několika různých nátěrových hmot, ale i dalšími podsystémy jako je technologie nanášení, příprava povrchu, kontrola kvality apod. [1;2]

Vlastní složení nátěrových hmot se výrazně liší podle způsobu nanášení, druhu substrátu (plast, dřevo, kov sklo), ekologického zatížení či pořizovacích nákladů. Nátěrové hmoty většinou tvoří pojiva (pryskyřice), rozpouštědla, pigmenty a různá aditiva a další složky. Nejdůležitější složkou nátěrových hmot jsou pojiva (filmotvorné složky), protože z velké části určují jak vlastnosti tekuté hmoty, tak i vytvrzeného filmu. Výběr pojiva určuje způsob nanášení nátěrového hmoty, přilnavost k podkladu, chování při sušení (vytvrzování), mechanické vlastnosti, chemickou odolnost a odolnost vůči povětrnostním vlivům. Rozpouštědla ani pigmenty nemusejí být vždy přítomny (bezrozpouštědlové a transparentní systémy). Přidávaná aditiva zásadním způsobem modifikují reologické chování nátěrové hmoty a rychlost vytvrzování. Můžeme je rozdělit na těkavé (organická rozpouštědla) a netěkavé přísady (pryskyřice, změkčovadla, barviva, pigmenty a plniva). Každá z těchto složek plní svou specifickou funkci [2;3;4;]

1.1 Složení nátěrových hmot

Nátěrové hmoty jsou složeny z většího množství komponent – pojiva, rozpouštědla či disperzní prostředí (voda), aditiva, barviva, pigmenty, změkčovadla, plniva a další. [2;3]

1.1.1 Pojiva

Základem všech typů nátěrových hmot jsou pojiva případně pryskyřice, které umožňují vytvoření tenkého polymerního filmu. Pojiva významně ovlivňují vlastnosti výsledných

filmů, jako je tvrdost, přilnavost nebo chemická odolnost a také, řídí většinu fyzikálních, chemických a mechanických vlastností nanesených filmů. Tvoří ji makromolekuly o relativní molekulové hmotnosti 500 až 30 000, jako např. polyakryláty, kopolymery vinyl chloridu, které jsou vhodné k vytvoření filmu bez chemické reakce. Naopak pojiva alkydová, fenolická, epoxidová, a nebo polyizokyanátová musí být chemicky vytvrzena za použití vytvrzovacích činidel. [2;3;4;5;6]

1.1.2 Změkčovadla

Substance, která činí barvu měkčí a flexibilní, zlepšují adhezi – většinou estery dikarboxylových kyselin. [3]

1.1.3 Pigmenty

Krystalické pevné látky v práškové formě, které jsou odpovědné za barevnost a kryvost. Jsou nerozpustné v organických rozpouštědlech a pojivech. Jsou rozděleny na anorganické (nejčastěji používaným pigmentem je titanová běloba – oxid titaničitý, zinková běloba, saze atd.). organické (vykazují vysokou kryvost), organokovové a kovové (jemně mleté kovy jako hliník, zinek, měď). [7]

1.1.4 Aditiva

Jsou přidávána v malém množství za účelem zlepšení nebo modifikace jedné nebo více vlastností, jako jsou například povrchově aktivní látky, které ovlivňují smáčení substrátů nátěrovými hmotami. Dále aditiva ovlivňující rychlost vytvrzování, schnutí filmu, omezují tvorbu pěny, zlepšují roztékání, zajišťují ochranu proti UV záření, korozi, prostředky proti usazování pigmentů nebo plniv, ochrana proti růstu bakterií a další. [3]

1.1.5 Těkavé složky

Rozpouštědla – jsou velmi důležitou složkou. Jejich hlavní role spočívá v převedení pojiva, tzn. filmotvorné látky do tekutého stavu. Hlavním účelem rozpouštědel je jejich využití při výrobě a nanášení nátěrových hmot, primárně se používají ke kontrole viskozity, povrchového napětí a hustoty (dle zvolené metody nanášení), ovlivňují tokové vlastnosti, vznik homogenní vrstvy, výslednou tloušťku filmu, dobu vytvrzování, lesk atd. Je využíváno mnoho typů organických rozpouštědel (VOC), avšak se stále se zpřísňujícími požadavky na snížení emisí je vyvíjeno značné úsilí o snižování jejich obsahu. Náhradou organických rozpouštědel jako primárního nosiče je voda. V současné době jsou také vyvíjeny

alternativní systémy nátěrových hmot, jako jsou UV vytvrditelné, práškové, nebo vodou ředitelné nebo systémy s vysokým obsahem pevných látek. Ideální rozpouštědlo by mělo být dostatečně těkavé, netoxické, s dobrou rozpustností a v neposlední řadě nízkými náklady na jejich výrobu. [2;3;4;5;6;7]

Ředidla – používají se k ředění nátěrových hmot pro zlepšení zpracovatelnosti, aplikace.

1.1.6 Plniva

Látky v práškové nebo granulované formě, nerozpustné v použitém pojivu či rozpouštědle. Používá se k modifikaci fyzikálních vlastností nátěrové hmoty. [1]

1.1.7 Barviva

Organické sloučeniny rozpustné v pojivech sloužící k tvorbě transparentní barevné vrstvy.

1.2 Rozdělení nátěrových hmot

V současné době existuje velké množství různých typů nátěrových hmot, které můžeme dělit podle různých hledisek například dle chemického složení, podle způsobu aplikace, podle oblasti použití, podle způsobu vytvrzování, podle počtu složek, apod.

1.2.1 Dělení nátěrových hmot podle použitého rozpouštědla

Z hlediska chemického složení můžeme rozdělit nátěrové hmoty podle typu použitého rozpouštědla na:

1.2.1.1 Rozpouštědlové systémy

Filmotvorná složka je rozpuštěna v organickém rozpouštědle nebo jejich směsi.

1.2.1.2 Vodou ředitelné systémy

Nátěrové hmoty na vodní bázi (disperzním prostředí je voda) neboli nesprávně nazývané vodou ředitelné systémy byly vyvinuty v roce 1950 s cílem nahradit běžná organická rozpouštědla pomocí vody, aby se snížila toxicita, respektive VOC (volatile organic compound) – což jsou těkavé organické látky, které jsou schopné reagovat s oxidy dusíku a můžou škodit lidskému zdraví a ozónové vrstvě. Systémy na vodní bázi jsou schopné snížit množství škodlivin až o 66 %. [8;9;10]

Nevýhodou těchto systémů je, že molekuly vody mají vysoký dipólový moment, proto má voda vysoký bod varu a vysoké odpařovací teplo a trvá dlouho, než se z nátěru voda odpaří, proto je potřeba dodávat energii k vypaření a schnutí nátěru.

Většina pigmentů používaná pro konvenční nátěry je vhodná i pro vodou ředitelné laky a barvy. Disperze a stabilizace pigmentů v polymerních disperzích je složitější, proto byla vyvinuta nová aditiva k odstranění a potlačení nerovnoměrné disperze. Na vodou ředitelné systémy má velký vliv teplota a vlhkost – barvy musí být chráněny proti mrazu a nástřik by měl být proveden za relativní vlhkosti 50-80 %. [3;8;9;10]

1.2.2 Dělení dle chemického složení pojiva

1.2.2.1 Olejové nátěrové hmoty

Jsou nejstarší organické nátěrové materiály. V Číně byly známy už více než před 2000 lety. Složení je disperze pigmentů a plnidel v pojidle pryskyřičného laku s přísadou vysychavých olejů a sušidel. Povrchový nátěr je odolný vůči povětrnostním vlivům a vyznačuje se dobrou životností nátěru. Nevýhodou je občasné žloutnutí laku a nemožnost kombinace s jinými nátěrovými hmotami. [3;6]

1.2.2.2 Celulózové

Obsahují nitrocelulózu a jedná se o směsi pojiv, změkčovadel a pigmentů rozpuštěných či dispergovaných v organických rozpouštědlech. Nitrocelulózové nátěrové systémy mají velmi rychlé zasychání filmu, ke kterému dochází odpařováním použitého rozpouštědla. [6]

1.2.2.3 Chlorované kaučukové nátěry

Přírodní nebo syntetický kaučuk je degradován na nízkou molekulární hmotnost a rozpuštěn v tetrachlormetanu. Můžou být kombinovány s alkydy nebo akryly pro nejrůznější kombinace zlepšení vlastností. [6]

1.2.2.4 Vinylové

Nátěry obsahují vinylovou skupinu CH_2=CH, v naprosté většině fyzikální zasychání. Často používané jsou různé speciální deriváty jako fluoropolymery nebo např. styrenové kopolymery. [6]

1.2.2.5 Akrylové

Jsou známé od roku 1930, jedny z nejpoužívanějších typů barev. Akrylové laky patří mezi jednu z největších skupin v oblasti nátěrových hmot. Základ těchto barev tvoří kopolymery akrylátových a metakrylátových esterů. Mezi jejich velké přednosti patří vysoká odolnost vůči povětrnostním a chemickým vlivům. Poskytují vysoký lesk. Oproti ostatním lakům se vyznačují nízkou viskozitou. Při nanášení těchto laků dochází k obtížím s regulací tloušťky nanesené vrstvy laku. [6]

1.2.2.6 Polyesterové

Existuje mnoho nejrůznějších typů s velkou variabilitou v použití. Polyesterové nátěrové hmoty se označují jako vysoko sušinové bezrozpouštědlové nátěrové hmoty na bázi nenasycených polyesterových pryskyřic. Jedná se tedy o produkty z vícefunkčních nenasycených alkoholů a vícesytných nenasycených kyselin. Kromě hydroxylových nebo karboxylových skupin mohou také obsahovat další funkční skupiny umožňující jejich zesíťování (akrylové nebo epoxidové). Jedná se o velmi významnou skupinu nátěrových hmot zajišťující dobré vlastnosti výsledného filmu. [3]

1.2.2.7 Polyuretanové

Dříve se jako polyuretanové barvy považovaly ty, které měly vysoce reaktivní izokyanátové skupiny se složkou obsahující kyselý vodík nebo hydroxyl pro chemické vytvrzování. Nicméně dnes jsou do polyuretanových barev zahrnuty různé další deriváty. Množství celosvětově používaných polyuretanových laků roste a je odhadováno na více 500 000 tun ročně. Průmyslové využití má hlavně toluen diizokyanát, hexametyl diizokyanát, metyléndifenyl diizokyanát a 1,1-metylenbis(4-izokyanáto) cyklohexan. Polyuretany na vodné bázi obsahují do 30 % izokyanátu v sušině. Existují 2 systémy jednosložkové – 1K (1 komponentní) a dvousložkové – 2K (2 komponentní). Jednosložkové jsou vytvrzovány atmosférickým kyslíkem nebo reakcí NCO skupin s atmosférickou vlhkostí. Dvousložkové jsou vytvrzovány reakcí NCO skupin s OH skupinami. [3;9]

1.2.2.8 Epoxidové

Vyžadují reakci s tvrdidlem, existuje velké množství různých druhů s nejrůznějšími vlastnostmi jako odolnost proti chemikáliím, vysoká tvrdost, korozi. [3]

1.2.2.9 Silikonové

Polysiloxany nebo silikony, jedná se o univerzální nátěrové materiály vykazující vysokou tepelnou stabilitu, transparentnost, nízkou povrchovou energií a vysokou teplotou skelného přechodu. Tyto vlastnosti zajišťují vynikající vodoodpudivost, odolnost proti povětrnostním vlivům, UV záření a tepelnému namáhání. [3]

1.3 Aplikace nátěrových hmot

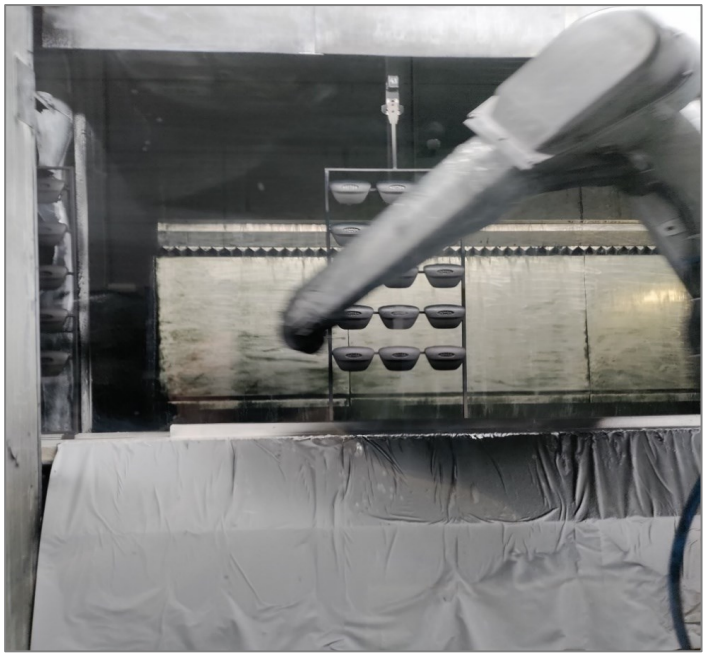
K nanášení barev a laků se používají různé metody:

1.3.1 Stříkání vzduchem (rozprašování neboli atomizace)

a) Nanášení pomocí vysoce stlačeného vzduchu (0,2-0,7 MPa). Atomizace částic nátěru na velikost 10–100 mikrometrů má spoustu výhod – velmi jemný nástřik, univerzální a jednoduché použití, rychlá změna barev, vhodný pro speciální efekty (obr. 1). Nevýhodou je nebezpečí defektů nástřiku kvůli sprejové mlze, vyžaduje ventilaci a stabilní zdroj stlačeného vzduchu, zkušenost při lakování. [3]

b) Nanášení pomocí nízko stlačeného vzduchu – (0,02-0,2 MPa), částice jsou velikosti 20-300 mikrometrů. Výhodou je jednorázová aplikace vyšší tloušťky, vhodné pro vysoko viskózní barvy. [3]

U dvou komponentních systémů musí být obě složky promíchány těsně před aplikací. Výhodou je nízká teplota vytěkání (pokojová teplota), lepší kvalita filmu nástřiku, vysoká mechanická, chemická a klimatická odolnost. Nevýhodou je drahé a komplikované technické vybavení na vytvrzování – horkovzdušné pece – vytápění je plynové nebo elektrické. Dále je nutné zařízení na míchání přesného poměru barvy a tvrdidla. Tyto nátěrové hmoty jsou vhodné pro průmyslové lakování plastů. [3]



Obrázek 1 Vysokotlaké vzduchové lakování [vlastní]

1.3.2 Elektrokinetické nanášení

Používá se na práškové barvy. Technologie elektrokinetického nanášení spočívá v nabíjení částic prášku o stěnu stříkací pistole. Prášek je unášen tlakem vzduchu, který je přiváděn do pistole. Pohybem vzduchu je unášen prášek, který je otírán o stěnu trubice stříkací pistole a tím je nabíjen. Takto nabité částice mají kladnou polaritu. Pro trubici je tím získán záporný náboj, který přechází do země přes uzemnění pistole. Lakovaný předmět musí být také uzemněn. [3]

1.3.3 Namáčení

Jedna z nejstarších a velmi jednoduchých metod. Je lehce automatizovaná a má nízkou spotřebu laku. Bohužel je těžce kontrolovatelná tloušťka vrstvy laku a s tím spojené defekty jako např. stékající kapky. Při máčení dochází k vložení výrobku do lakovací lázně, poté je vytažen k odkapání nadměrné lakovací vrstvy a dopraven do sušárny. Tam dochází k odpaření rozpouštědel a vytvrzení laku. Komplikace mohou nastat u složitějších předmětů, které obsahující různé dutiny nebo může docházet k hromadění laku na hranách produktů. [6]

1.3.4 Válečkové nanášení

Pro válečky platí, že čím jemnější váleček, tím hladší povrch malby nebo nátěru, a zároveň také méně nasáté barvy na jedno namočení. V současné době se metoda také používá pro různé dekorativní efekty. [6;13]

1.3.5 Nanášení štětcem

Obecně platí, že pro vtírání nátěrové hmoty do podkladu jsou vhodnější štětec. Nejčastěji používáme ploché štětce, protože nabízejí více možností, jak vést stopu, a při namáčení lze dobře kontrolovat, kolik barvy nabíráme. Oválné štětce volíme pro lakování rovných ploch pro rychlejší práci a při průhledném nátěru nejsou tolik vidět nepřesnosti. [6;13]

1.3.6 Sítotisk

Plochý, rotační, se sítotiskem se nejčastěji setkáme v oblasti potisku textilu, uplatňuje se však i při přenosu barvy na další materiály od kovu přes kůži po plasty. Při tisku se využívá forma v podobě jemného síta, která se v netisknoucích místech vyplňuje speciálním lakem. Při protlačení barvy pak dojde k přenosu jen v těch místech, která nebyla zaplněná.[4]

1.3.7 Lakování clonou

Je vhodnou metodou především pro aplikaci na větší, ploché komponenty. Princip spočívá v tom, že je lak nanášen ze zásobníku s podélnou štěrbinou na předměty pohybující se na dopravních pásech pod ním Tloušťka nanesené vrstvy je v řízena viskozitou laku, šířkou štěrbiny v polévací hlavě a rychlostí posuvu dopravního pásu. Výhodou metody je kontrola přetoku laku, který se nechytí na substrátu, kdy dochází k hromadění tohoto laku ve sběrné lázni, ze které je po přefiltrování vrácen zpět do licí hlavy. [6]

1.3.8 Polévání

Nanášení laku metodou polévání je vhodná pro lakování předmětů se složitými geometrickými tvary zejména pro sériovou výrobu. Nanášecí hlava se dá do pohybu po naprogramované trajektorii (definované tvarem a rozměry desky), aby po obvodě staticky umístěné desky dopadl nanášený lak a došlo tak k vytvoření povrchového filmu. Množství naneseného laku lze regulovat pomocí geometrie polévací hlavy nebo rychlostí pohybu samotné polévací trysky. Přebytečný lak, který odkapává, je postupně shromažďován, přefiltrován a následně znovu zaveden zpět do lakovacího procesu.[6]

2 POLYURETANOVÉ NÁTĚROVÉ HMOTY

2.1 Historie polyuretanů a jejich vývoj

V roce 1937 Otto Bayer, významný německý vědec se svými spolupracovníky poprvé syntetizoval polyuretany z 1,4-butanu a oktanu-1,8-diisokyanátu a později z hexanu-1,6-diisokyanátu, pod názvem Igamid U nebo Perlon U. [12]

V roce 1940 začala průmyslová výroba. Vzhledem k nedostatku surovin se výroba polyuretanů vyvíjela pomalu. Do konce druhé světové války používány pouze pro vojenské účely při konstrukci letadel.

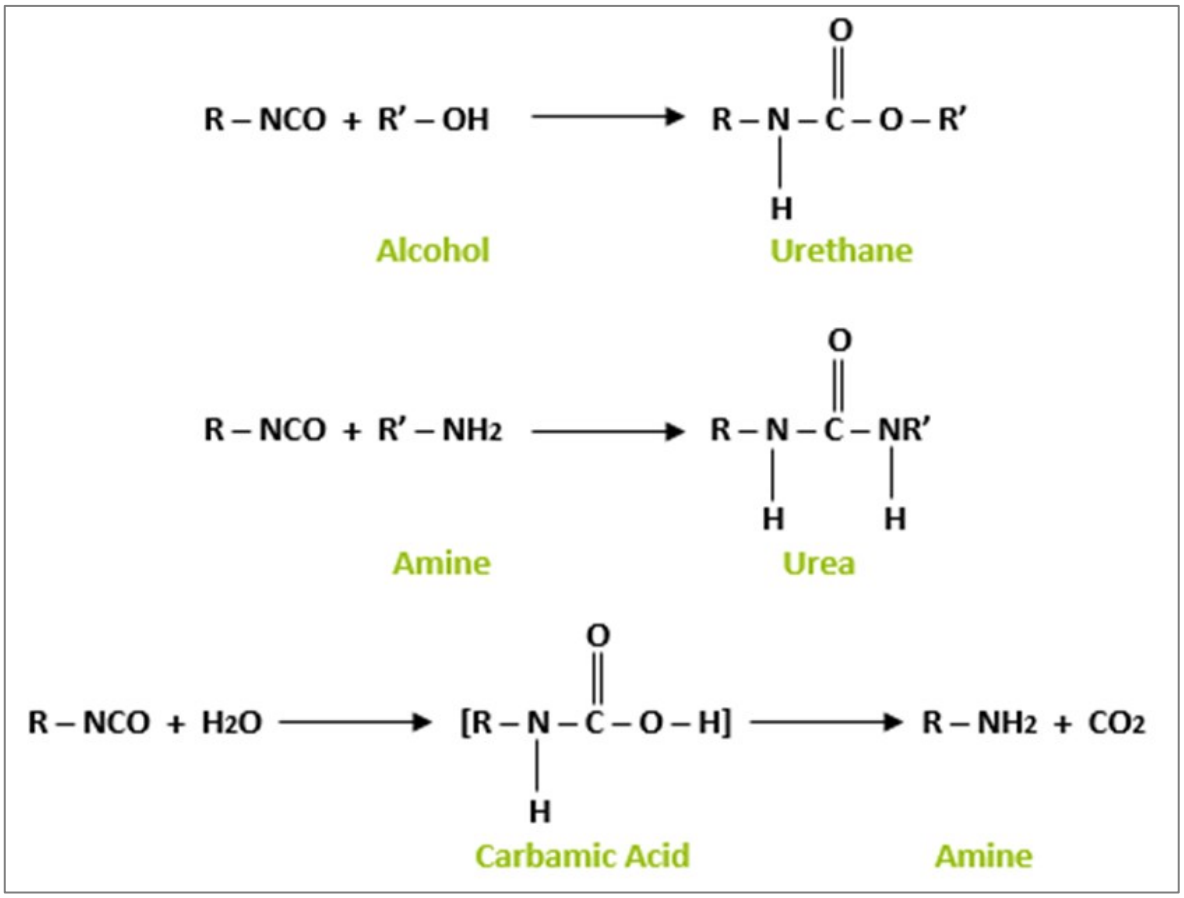
V roce 1952 už bylo k dispozici 100 tun důležitého toluen diizokyanátu (TDI). Od roku 1952 do roku 1954 byly vyvinuty polyesterové pěny, což dále zvýšilo zájem o polyuretany. Ve 21. století rychle rostla celosvětová spotřeba polyuretanů a v roce 2007 se spotřebovala spotřeba přes desítku milionů tun. Roční tempo růstu spotřeby polyuretanů je kolem 5 %. [13]

2.2 Chemismus reakce

Polyuretany vznikají polyadicí mezi dvěma monomery. Při reakci dochází k přesmyku atomu vodíku z jednoho monomeru na druhý. Reakce probíhá mezi funkční skupinou izokyanátu a alkoholem.

Vlastnosti polyuretanů se mohou lišit v širokém rozsahu v závislosti na stupni zesíťování nebo použitých izokyanátových a alkoholických komponentů, případně dalších aditiv.

Když isokyanátová skupina (-N=C=O) reaguje s alkoholem (R-OH), vede to k tvorbě polyuretanu díky uretanové vazbě v řetězci. Pokud isokyanátová skupina (-N=C=O) reaguje s aminem (R-NH2), vede to k tvorbě polymočovinové sloučeniny. V případě reakce polyisokyanátové skupiny (-N=C=O) s vodou, vzniká kyselina karbamová a následně disociuje na oxid uhličitý a aminovou sloučeninu (obr. 2).



Obrázek 2 Základní reakce polyuretanů [14]

2.3 Typy polyuretanových barev

Podle American Society for Testing and Materials (ASTM) se polyuretanové barvy dělí na šest základních skupin. [15]

Typ I.

1K (jedno komponentní) nereaktivní polyuretanové nátěry tvořené nenasycenými alifatickými estery bez volných izokyanátových skupin. Vytvrzení probíhá oxidačním síťováním nenasycených skupin a odpařením rozpouštědla. Obvykle jsou reakčním produktem multifunkčního izokyanátu a polyhydrického esteru kyselin rostlinných olejů jako je sójový nebo lněný olej. Uplatnění najdou ve stavebnictví pro nátěry a údržbu podlah, vrchní nátěry, poskytují lepší vlastnosti než nemodifikované alkydy. [15, 16]

Typ II.

1K polyuretanový systém vytvrzovaný vlhkostí. Obsahuje volné izokyanátové skupiny, které jsou schopny reagovat se vzdušnou vlhkostí. Obsahuje polyesterové nebo polyetherové

předpolymery, reagující za vzniku převážně močovinových vazeb – polyuretanový/polymočovinový povlak. Z důvodu zabránění předčasného zareagování při skladování se používá blokování izokyanátových skupin. Používají se pro povrchové úpravy usní a betonu. [14;15]

Typ III.

1K, teplem tvrditelné polyuretanové nátěry. Vytvrzování probíhá tepelným uvolněním blokačních činidel, což má za následek regeneraci aktivních izokyanátových skupin, které budou následně reagovat s aktivními vodíkovými skupinami. Používá se při potahování cívek a elektrických drátů [14;15;16]

Typ IV.

2K (dvousložkové) rozpouštědlové polyuretanové hmoty. Jedna složka obsahuje předpolymer polyisokyanát nebo produkt s volnými izokyanátovými skupinami a druhou složku tvoří polyol včetně síťovacího činidla, katalyzátoru, urychlovačem. Katalyzátory jsou sloučeniny jako kovové napthenáty nebo terciární aminy. Síťovací činidla jsou glykoly nebo jiné monomerní, multihydroxyl – nebo amin-funkční sloučeniny. Vytvrzování probíhá při normální nebo zvýšené teplotě. Používá se na povrchovou úpravu plastů, dřeva a lodní nátěry. [14;15;16]

Typ V.

Dvousložkové nátěry s vysokým obsahem sušiny (>50 %). Jednu složku tvoří předpolymer, zakončený izokyanátem nebo multifunkční izokyanát, a druhá složka se skládá z polymeru, jenž obsahuje aktivní vodíkové skupiny, polyoly. Těmito nízkomolekulárními polymery jsou obvykle polyestery, polyethery nebo akryláty. Druhý komponent může, ale nemusí obsahovat katalyzátor. Jsou považovány za vysoce funkční nátěry s omezenou dobou zpracovatelnosti, která může komplikovat jejich aplikaci. Používají se na povrchové úpravy kůže, dřeva, bezbarvé laky v automobilovém průmyslu, nátěry letadel, nákladních automobilů, autobusů a nátěry pro údržbu průmyslových konstrukcí. [14;15;16]

Typ VI.

Jednosložkový nereaktivní lak s nízkým obsahem pevných látek (<20 %) s obsahem rozpouštědel. Neobsahuje volné izokyanátové skupiny. Tvorba filmu se uskutečňuje

odpařením rozpuštědla. Tyto filmy mají velmi vysoký lesk a používají se v textilním průmyslu. [14;15;16]

Kromě těchto výše zmíněných 6 základních skupin Sonnenschein dále uvádí ještě další tři skupiny polyuretanových nátěrů:

Práškové povlaky

Jednosložkové reaktivní systémy využívající kaprolaktam popř. 1,2,4-triazolem blokované alifatické isokyanáty, zejména IPDI (Isoforondiisokyanát) a H_{12}MDI (hydrogenovaný methylendifenyldiisokyanát), polyester a epoxidem modifikované měkké segmenty. Viskozita musí být kontrolována a udržována na nízké hodnotě, aby byla zajištěna koalescence prášků během aplikace a vytvrzování. Používají se na automobilové vnější panely a díly, dráty, transformátory, reflexní povrchy, kovové povrchy, venkovní zahradní nábytek 14;16]

Systémy vytvrzované zářením

Nátěry s vysokým obsahem pevných látek, vynikají rychlým vytvrzením, vysokým leskem, ale jsou nevhodné pro domácí použití nebo pro nátěry tvarově složitých výrobků. Film vzniká reakcí předpolymeru zakončeného izokyanátovou skupinou s hydroxyl-funkcionalizovaným akrylátem nebo metakrylátem. Aby mohlo dojít k vytvrzení pomocí záření je nutné, aby byl do směsi přimíchán fotoiniciátor. Používají se na nátěry dřevěných podlah, skříní, pro úpravu kovových povrchů a plastů. [16]

Polyuretanové nátěry na vodní bázi

Používají se jedno i dvousložkové systémy na bázi alifatických i aromatických isokyanátů. Jejich velkou výhodnou je snížení VOC, proto jejich aplikace ve všech odvětvích neustále narůstají. Používají se jako nátěry na dřevo, dekorativní nátěry, na umělé kůže, textil, plasty, jako inkousty, ve stavebnictví a automobilovém průmyslu. Lze použít i hybridní technologie, jako jsou uralkydy a polyuretanové akryláty. Mohou být použity i s vodou rozpustnými organickými rozpouštědly pro lepší rozpustnost složek. Nevýhodnou je ale rychlost vytvrzování/schnutí. [16]

Připravují se blokově nebo v rozpouštědle tak, že se nejprve připraví ionomerový předpolymer, který se neutralizuje a poté se řetězec prodlužuje na požadovanou molekulární hmotnost. Polymer se pak disperguje ve vodě. Známé jsou oba kationtové i aniontové systémy. Kationtové systémy používají diol s obsahem aminu, jako je diethanolamin, metyldiethanolamin, N,N-bis(hydroxyethyl)-a-aminopyridin, lysin, N-hydroxyethyl-

piperidin a podobné sloučeniny. Aniontové systémy používají diol s obsahem karboxylové kyseliny, jako je kyselina dimethylolpropionová (2,2-bis(hydroxymetyl) propionová), kyselina dihydroxybenzoová, sulfonové kyseliny jako kyselina 2-hydroxymethyl-3-hydroxypropansulfonová a podobné sloučeniny.

Polyuretany různých typů se používají v řadě oblastí. Mnohé z nich byly zmíněny výše. Dvě vlastnosti polyuretanových laků, na které se často pohlíží jako na nevýhody, jsou vysoká pořizovací cena a potenciálně nebezpečné izokyanáty, které se používají při výrobě nebo jako vytvrzovací prostředky. Výrobcům nátěrových hmot se však podařilo vyvinout metody bezpečného zacházení a používání při aplikaci. [13]

2.4 Základní vlastnosti nátěrových hmot

2.4.1 Měření lesku

Pro měření lesku se používá norma ČSN EN ISO 2813 (67 3036). Lesk (Gloss) je optická vlastnost povrchu charakterizující jeho schopnost zrcadlově odrážet světlo. [17]

2.4.1.1 Číslo lesku (gloss value)

100násobek poměru světelného toku odraženého od vzorku a světelného toku odraženého od povrchu skla s indexem lomu 1,567 při vlnové délce 587,6 nm ve směru zrcadlového odrazu pro specifikovaný úhel odrazu a specifikované úhly zdroje světla a receptoru. [17]

Lesk je vizuální vjem vznikající při pohledu na povrch. Zrcadlový odraz předmětů je tím výraznější, čím více směrově se světlo odráží od povrchu. U vysoce lesklých povrchů se světlo odráží pouze v hlavním směru zrcadlového odrazu. U matných povrchů se světlo odráží nejen v hlavním směru zrcadlového odrazu, ale navíc se difuzně rozptyluje do všech směrů. Čím rovnoměrněji se světlo rozptyluje do prostoru, tím menší je intenzita jeho směrované složky a tím matnější se povrch jeví. Princip měření lesku vychází z měření směrově odraženého světla. V této souvislosti se jeho intenzita měří v definovaném rozsahu úhlů kolem úhlu odrazu. Intenzita odraženého světla závisí na materiálu povrchu a na úhlu dopadu. U povrchů s nátěrem se tedy při vyšším úhlu dopadu odráží více světla. Zbylé světlo se láme na rozhraní vzduch/nátěr a dochází k difuzi a/nebo absorpci světla uvnitř nátěru. Čísla lesku nezávisí na intenzitě dopadajícího světla, ale na odrazných vlastnostech černého leštěného skleněného standardu s předepsaným indexem lomu.

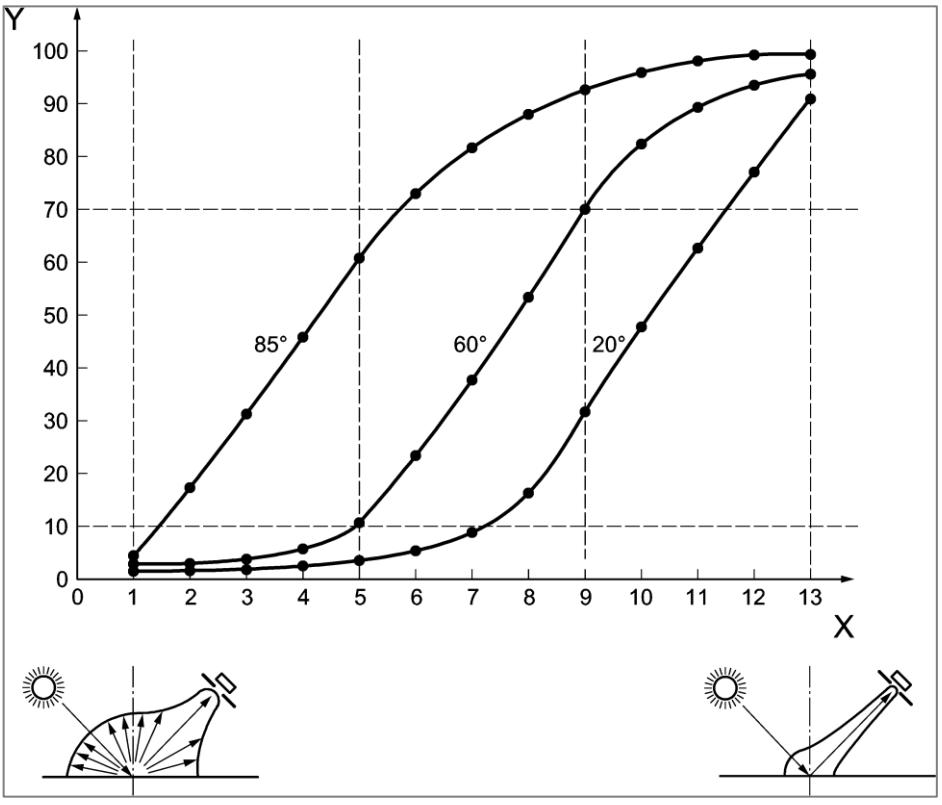
Vjem lesku se pro různé úhly pohledu může značně měnit. Např. matné povrchy se mohou při letmém dopadu světla a nízkém úhlu pohledu zdát lesklé, protože za těchto podmínek odrazu se velká část světla odráží směrově a rovněž intenzita difuze je nízká. Pro každé číslo lesku musí být uvedena geometrie. [17]

Vzhledem k nelineárnosti charakteristik lze lesk pro každý úhel měření rozlišovat jen ve specifickém rozsahu (obr. 3). V praxi se (v závislosti na stupni lesku povrchu vzorku) osvědčily tyto úhly měření:

– 20° pro vysoce lesklé povrchy;

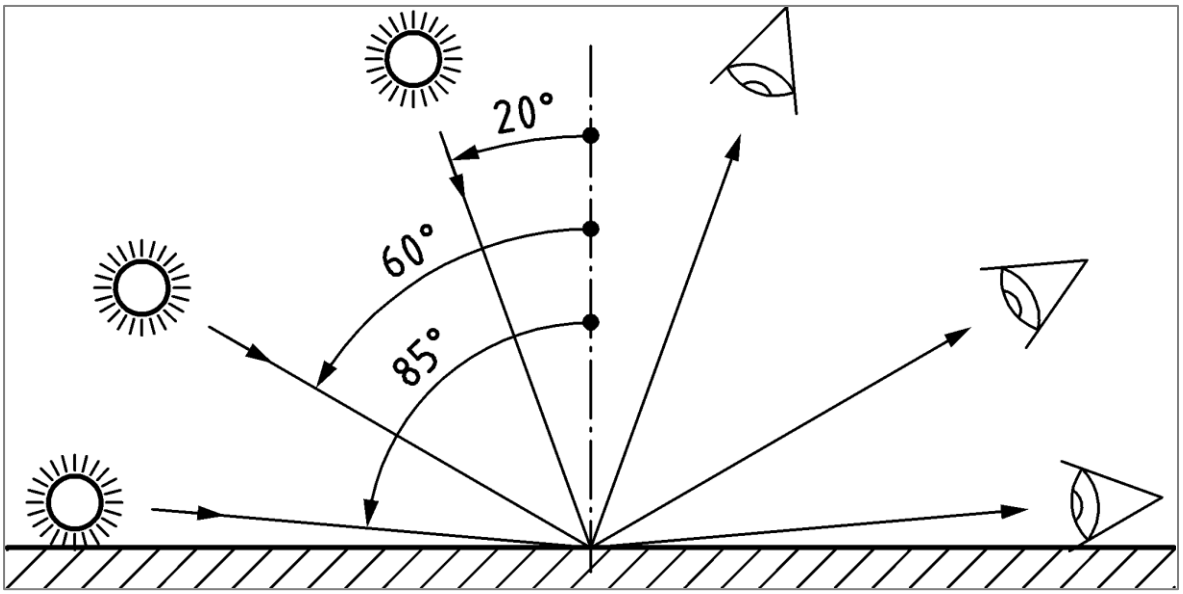
– 60° pro pololesklé povrchy;

– 85° pro matné povrchy. [17]



Obrázek 3 Křivky lesku [17]

(Y číslo lesku, X rostoucí vjem lesku od matného k lesklému)



Obrázek 4 Úhly měření lesku [17]

2.4.1.2 Výběr geometrie

Optimální geometrie se specifikuje na základě čísla lesku zkušebního vzorku pro úhel měření 60°.

Metodu s geometrií 60° lze použít pro všechny nátěry. Pro vysoce lesklé nebo matné nátěry může být vhodnější geometrie 20° nebo 85°. Pro vysoce lesklé nátěry, jejichž čísla lesku při geometrii 60° jsou vyšší než přibližně 70 GU (jednotek lesku), metoda s geometrií 20° umožňuje lepší rozlišení (obr. 4). Pro matné nátěry, jejichž čísla lesku při geometrii 60° jsou nižší než přibližně 10 GU (jednotek lesku), metoda s geometrií 85° umožňuje lepší rozlišení. [17]

2.4.1.3 Standard nulového lesku C (pracovní etalon)

Rovná destička zhotovená z kovu, skla nebo pevného plastu (např. z PMMA) s povlakem nebo bez povlaku, přičemž lesk je pro všechny geometrie menší než 0,1 GU. U drsných, nerovných nebo texturovaných povrchů jsou porovnávací měření podobných zkušebních vzorků přípustná pouze tehdy, jestliže rozměry textur jsou malé v porovnání s rozměrem osvětlené měřené plochy. Typ textury (např. pomerančová kůra, stopy po štětci atd.) musí být uveden v protokolu o zkoušce. U zkušebních vzorků s rozeznatelnou anizotropií (směrovostí) lesku musí být brán v úvahu i směr měření ve vztahu ke směru anizotropie a musí být uveden v protokolu o zkoušce. Při srovnávacích měřeních (zejména v případě sporu) musí být obecně zachován stejný směr měření.

Při měření lesku se vždy vypočte průměr na měřené ploše. V důsledku toho může být pro leskoměry s malou měřenou plochou zapotřebí větší počet jednotlivých měření rozložených po povrchu.

Na zakřiveném nebo nerovném povrchu se měření lesku podle této mezinárodní normy dají provádět pouze jako porovnávací. Na konvexním zakřiveném povrchu lze porovnávací měření provádět při shodných nátěrových hmotách a shodných parametrech nanášení, jakož i shodném směru měření se zařízením pro nastavení polohy. Naměřené hodnoty však často neodpovídají vizuálně vnímanému lesku ani číslům lesku pro stejně natřené rovné zkušební vzorky.

Změny teploty a vysoká vlhkost mohou vyvolat chyby měření způsobené kondenzací vlhkosti na leskoměru a na zkušebním vzorku. V tomto případě může být nezbytné vyčkat s měřením, až se teploty vyrovnají. S povrchy standardů se musí zacházet opatrně a musí se udržovat čisté. [17]

Obrázek 5 Leskoměr – úhel měření 60° [vlastní]

Obrázek 6 Spektrofotometr – úhel měření lesku 45° [vlastní]

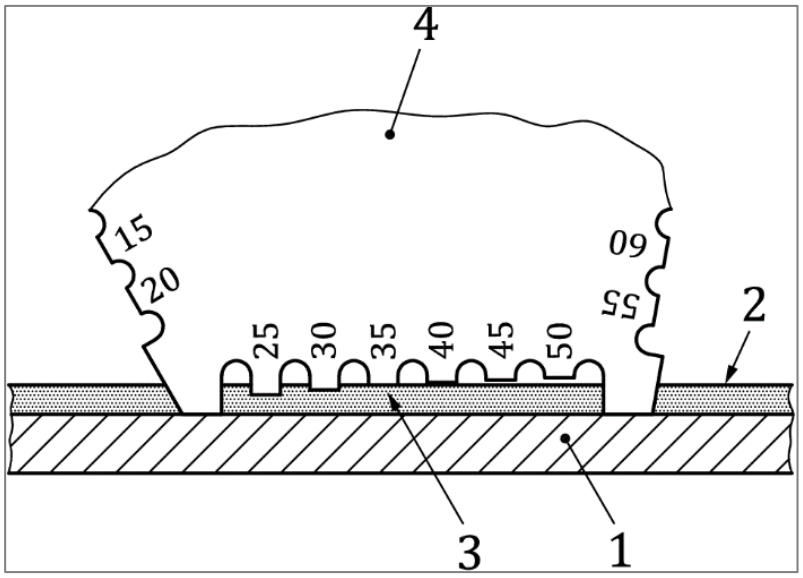
2.4.2 Měření tloušťky nátěru

Pro stanovení tloušťky nástřiku se používá norma ČSN EB ISO 2808 (67 3061). [18]

2.4.2.1 Stanovení tloušťky mokrého filmu

Mechanickými postupy se dosáhne toho, že měřicí zařízení projde skrz povlak nacházející se na povrchu podkladu. Rozdíl mezi body kontaktu s podkladem a s povrchem povlaku, kterého se dotýká horní část měřicího zařízení odpovídá tloušťce mokrého filmu, kterou lze odečíst.

Měřicí hřeben je plochá deska vyrobená z korozně odolného materiálu se zuby podél svého okraje. Referenční zuby v rozích desky tvoří základní linii, podél které jsou seřazeny vnitřní zuby tak, že vytváří odstupňovanou řadu mezer. Každý zub je označen odpovídající hodnotou mezery. Maximální tloušťka, kterou lze měřit komerčně dostupnými měřicími hřebeny, je obvykle 2000 μm a nejmenší rozdíl mezi jednotlivými stupni je obvykle 5 μm. [18]



Obrázek 7 Schéma měření tloušťky mokrého povlaku [18]
1-podklad, 2-povlak, 3-bod smáčení, 4- měřicí hřeben

2.4.2.2 Stanovení tloušťky suchého laku

Fototermická metoda

Tloušťka laku se stanoví z rozdílu mezi dobou vyzáření tepelné vlny k povlaku a dobou detekce zpětně vyzářené vlny (tepelné nebo ultrazvukové). Všechny fototermické metody bez ohledu na způsob použitého buzení nebo metody detekce využívají stejný princip: periodické nebo pulzní dodávání energie ve formě tepla do vzorku a následnou detekci místního zvýšení teploty. Naměřený časový rozdíl se porovnává s hodnotami získanými přístrojem pro filmy známé tloušťky za konstantních podmínek (budící energie, délka pulzu, frekvence buzení atd.) [18]

Fototermická metoda je v zásadě vhodná pro všechny kombinace nátěr-podklad. Lze ji použít i ke stanovení tloušťky jednotlivých vrstev ve vícevrstvých lakovaných systémech, pokud se jednotlivé vrstvy navzájem dostatečně liší svou tepelnou vodivostí a odrazovými vlastnostmi. [18]

Gravimetrická metoda

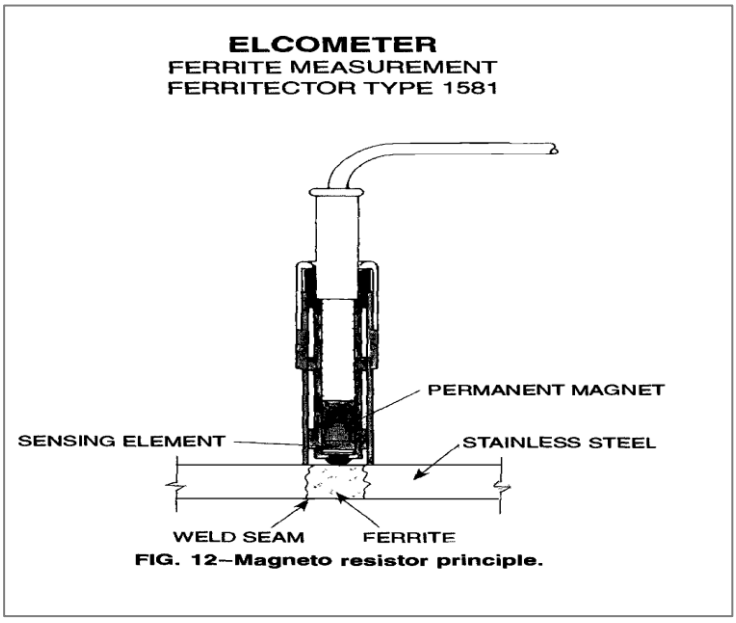
Tloušťka suchého filmu t_d v mikrometrech se vypočte z rozdílu mezi hmotností vzorku bez povlaku a hmotností vzorku s lakem. Použitím gravimetrické metody se získá průměrná hodnota tloušťky suchého filmu na celé ploše povrchu s lakem. Především při nanášení laku stříkáním musí být zadní strana vzorku zakryta, aby se zabránilo chybám měření způsobeným částečným nanesením laku na zadní stranu (přestřikem). [18]

Magnetická metoda

Tloušťka filmu se stanoví na základě vzájemného působení magnetického pole a kovového podkladu. [18]

Elkometr 345 - tento přístroj obsahuje magnet pro stanovení tloušťky filmu ze změn v magnetickém poli magnetu vyvolaných podkladem. Magnetické pole se měří Hallovou sondou. [15]

Obrázek 8 Elkometr 345 [vlastní]



Obrázek 9 Schéma elkometru [vlastní, návod k použití]

Mikroanalýza elektronovou sondou

Mikroanalýza elektronovou sondou byla poprvé vyvinuta v roce 1951 Castingem. Electron probe microanalysis (EPMA) povoluje analyzovat složení homogenních materiálů v oblasti několika mikronů od povrchu. EPMA lze provádět pomocí dvou různých přístupů: vlnově disperzní rentgenovou spektroskopií (WDS) nebo energickou disperzní rentgenovou spektroskopií (EDS).[19]

Statistiky měření tloušťky filmu

Vzhledem k tomu, že v procesu nanášení laku lze očekávat mnoho náhodných odchylek, je vhodné klasifikovat tloušťku povlaku pomocí statistické analýzy. Mnoho národních specifikací totiž při rozpoznávání těchto odchylek využívá statistický přístup. Zdrojů těchto odchylek je mnoho a lze zde uvést pouze několik příkladů – chyba obsluhy při měření, záznam chyby, kolísání v důsledku povrchu nebo zakřivení či složení, lokální kolísání substrátu v důsledku lokální tepelné úpravy nebo v důsledku tváření nebo opracování inkluze v materiálu nebo v laku atd. Vliv těchto faktorů lze značně snížit statisticky významným počtem naměřených hodnot pro každou oblast laku, který má být měřen. Tuto skupinu naměřených hodnot pak lze shrnout pomocí střední hodnoty a buď směrodatné odchylky, nebo rozsahu, aby se ukázal průměr a rozpětí naměřených hodnot o průměru. [18;19]

2.4.3 Měření viskozity

Kinematická viskozita je míra odporu toku kapaliny při působení gravitační síly. Je určená poměrem dynamické viskozity kapaliny k její hustotě.

Newtonské kapaliny

Do této kategorie kapalin patří ideální kapaliny, které jsou dokonale tekuté. Při jejich pohybu nevznikají mezi stýkajícími vrstvami vůbec žádné smykové, tangenciální síly. To znamená, že viskozita není ovlivněná smykovým napětím a gradientem rychlosti. [20;21]

Nenewtonské kapaliny

Jejich závislost se všeobecně vyjadřuje tak, že poměr smykového napětí ku gradientu rychlosti není konstantní a je nelineární. Tento poměr se nazývá zdánlivá viskozita, která není látkovou konstantou.

Zdánlivá viskozita má význam jen tedy, pokud známe hodnotu smykové deformace anebo gradientu rychlosti. Tok kapalin můžeme matematický vyjádřit pomocí reologických stavových rovnic, které vyjadřují vztah mezi smykovým napětím a deformací kapaliny. Viskozita je závislá na fyzikálních veličinách:

a) teplotě

Viskozita je závislá na teplotě, která ji výrazné mění. Se zvyšující se teplotou (zahřívání) kapaliny viskozita klesá a při klesající teplotě (ochlazení) viskozita roste.

b) tlaku

Při zvětšujícím se tlaku viskozita roste. Výrazněji se projevuje při nižších teplotách kapaliny. Výraznější změna viskozity nastává při vyšších tlacích a do 100MPa se neuvažuje. [21]

2.4.3.1 Měření viskozity pomocí výtokového pohárku

Nátěrové hmoty – Stanovení výtokové doby výtokovými pohárky (ISO 2431:2019) [20;21]

Výtoková doba (flow time) *t* je čas, který uplyne od okamžiku, kdy nátěrová hmota začne vytékat z otvoru naplněného výtokového pohárku, do doby, kdy se proud vytékajícího materiálu poprvé přeruší v blízkosti výtokového otvoru.

Obrázek 10 Výtokový pohárek [vlastní]

Tryska výtokového pohárku musí být zhotovena z korozivzdorné oceli nebo ze slinutého karbidu. Vlastní pohárek musí být vyroben z materiálu, který je odolný proti korozi a nepůsobí na něj zkoušené produkty.

Vnitřní povrchy výtokových pohárků včetně trysek musí být hladké tak, aby nedošlo k zachycení vzorku nebo měřeného materiálu. Standardní úprava povrchu musí mít maximální drsnost R_a (definované podle ISO 4287) nepřesahující 0,5 μm. [20;21]

Relativní vlhkost

Pro lakování je důležité sledovat relativní vlhkost vzduchu – při nízké vlhkosti lak brzy zasychá a zaprašuje povrchovou vrstvu, při vysoké vlhkosti může docházet k potečení. Optimální vlhkost definují výrobci barev as obvykle se pohybuje mezi 40 % až 60%

Teplota ovzduší

Je další důležitý faktor, který ovlivňuje lakovací proces. Průmyslové lakovací kabiny obvykle bývají napojeny na technologická zařízení, která dokáží regulovat teplotu a vlhkost.

Teploměry také pracují s různými stupnicemi – Celsiovou, Fahrenheitovou či Kelvinovou. Na Celsiové stupnici se bod mrazu nachází na 0°, u Fahrenheitovy na 32° a u Kelvinovi 273,16°.[22]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 POUŽITÉ MATERIÁLY, STROJE, ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJE

3.1 Materiály

Polyuretanové dvousložkové barvy od společnosti Mankiewicz a AkzoNobel, s vysokým obsahem sušiny, kde jednu složku tvoří předpolymer, zakončený izokyanátem a druhá složka se skládá z polymeru, jenž obsahuje aktivní vodíkové skupiny (typ V. dle ASTM).

3.1.1 Seznam barev Mankiewicz

1) ALEXIT Comfortlack CR 349-44 (Adapter)
2) ALEXIT 349-56 (DAG)
3) ALEXIT Airbag Coating 349-48 (Fiat)
4) ALEXIT Airbag Coating 349-81 (Dacia)

3.1.2 Seznam barev AkzoNobel

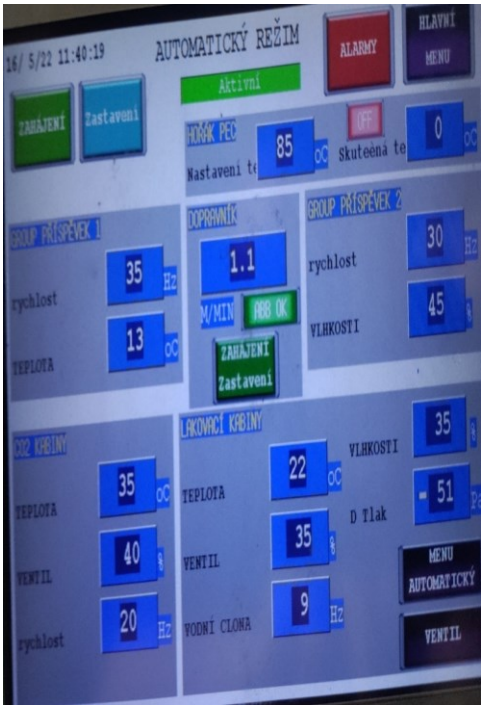
SENOSOFT–2 K-Hydrolack-Airbag 05-4379-519.400 (Ford)

3.2 Stroje a zařízení

1) Lakovací robot od firmy FANUC, Czech s.r.o. řada P-250, lakovací kabina + ovládání vlhčení a provozní teploty + dopravník

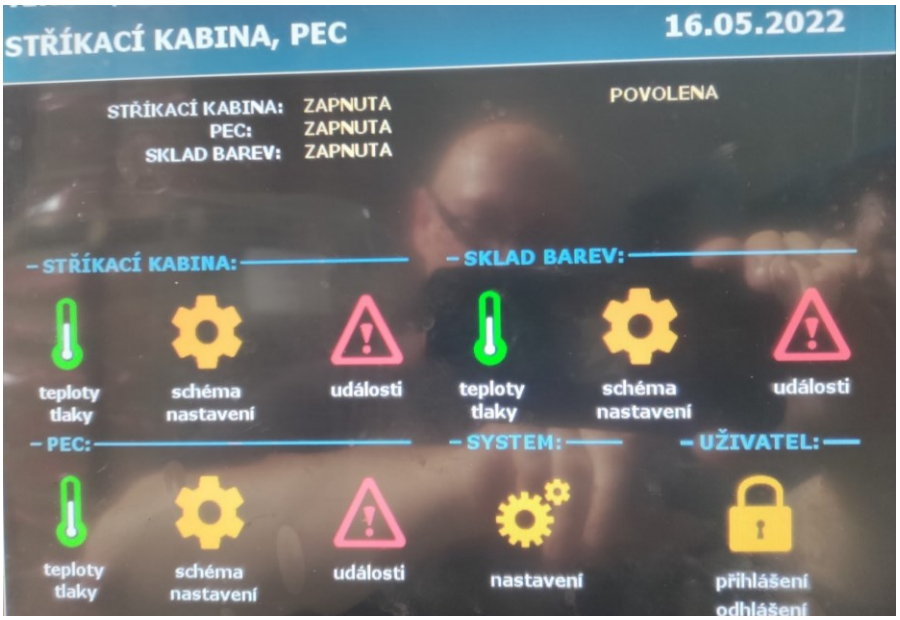
Obrázek 11 Lakovací robot [vlastní]

Na obrázku 11 je zachycen robot, který na základě vloženého programu automaticky provádí lakování výrobků zavěšených na speciální nosné konstrukci na dopravníku.



Obrázek 12 Ovládání dopravníku [vlastní]

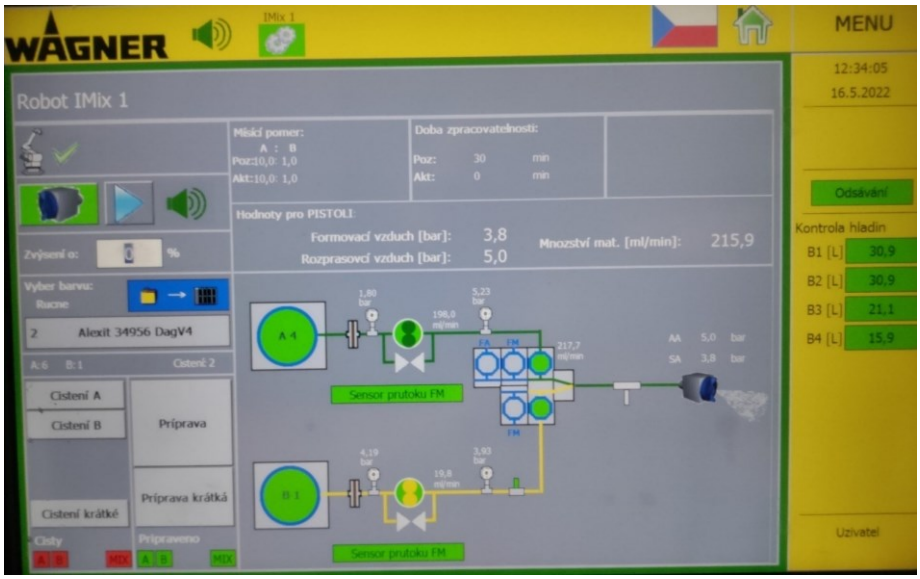
Obrázek 12 znázorňuje digitální panel ovládání dopravníku, pomocí kterého se může měnit rychlost dopravníku a tím i rychlost lakování.



Obrázek 13 Ovládání pece, vlhčení, teploty [vlastní]

Obrázek 13 ukazuje další ovládací panel, pomocí kterého se volí důležité parametry lakování, a to teplota a vlhkost v lakovací kabině a teplota v sušící peci. Optimální hodnoty jsou doporučeny výrobcem barvy.

2) Intellimix od firmy Wagner, WAtech a.s.,je zařízení pomocí kterého se volí číslo barvového okruhu a typ tvrdidla, jejich mísící poměr a průtok laku.



Obrázek 14 Intellimix [vlastní]

3) Tlakové zásobníky na tvrdidla – pomocí Intellimixu se navolí z které nádrže bude robot lakovat

Obrázek 15 Tlakové zásobníky tvrdidel [vlastní]

4) Barvové okruhy – 25kg zásobníky na barvu

Obrázek 16 Barvové okruhy [vlastní]

5) Míchadlo – barva se musí důkladně promíchat, popřípadě naředit, aby získala požadované parametry.

Obrázek 17 Pneumatické míchadlo [vlastní]

Rozprašovací pistol pro vysokotlaké vzduchové stříkání, tryska, jehla, rozprašovací hlava.

Obrázek 18 Lakovací pistol od firmy Wagner, a.s. [vlastní]

Obrázek 19 Jehla a tryska [vlastní]

Obrázek 20 Rozprašovací hlava [vlastní]

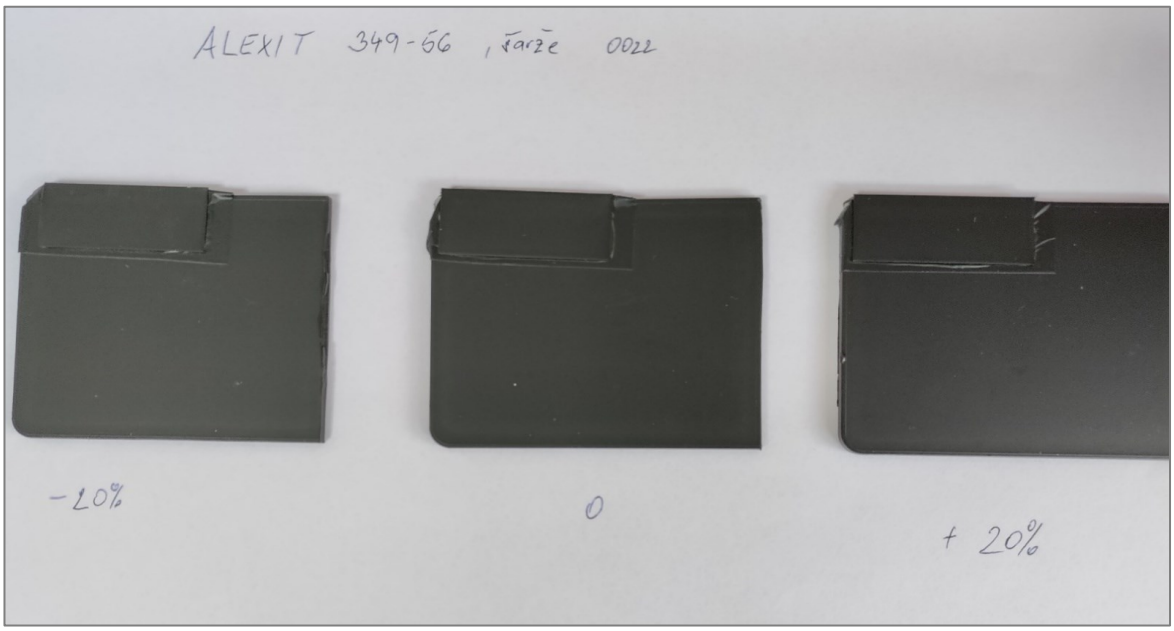
3.3 Měřící přístroje

Byly použity přístroje na měření lesku – leskoměr BYK (s úhlem měření 60°), spektrofotometr BYK (s úhlem měření 45°), dále Elkometr 345 na měření suché tloušťky nástřiku a automatický záznam měření teploty a vlhkosti v lakovací kabině a vypalovací peci.

4 PŘÍPRAVA VZORKŮ A MĚŘENÍ

I když se jedná o vodou ředitelné laky je potřeba důsledně dbát bezpečnosti práce s chemickými látkami – viz příloha příklad bezpečnostních listů.

Byla připravena sada vzorků (lakovaných plastových destiček), na kterých byla zároveň umístěna ocelová destička pro měření tloušťky nástřiku. Barvy byly důkladně promíchány po dobu 30 minut a byly naředěny na požadovanou viskozitu udávanou technologickým předpisem pro každé dané lakování. Po důkladném vytvrzení vzorku v plynové sušičce byl změřen lesk každé vzorované destičky a jejich tloušťka. Lesk byl měřen pomocí spektrofotometru BYK pod úhlem 45° a poté bylo provedeno kontrolní měření lesku pomocí leskoměru BYK pod úhlem 60°. Vzorky měřené leskoměrem vykazovaly hodnotu lesku o 0,1 GU větší, než když byly měřeny spektrofotometrem.

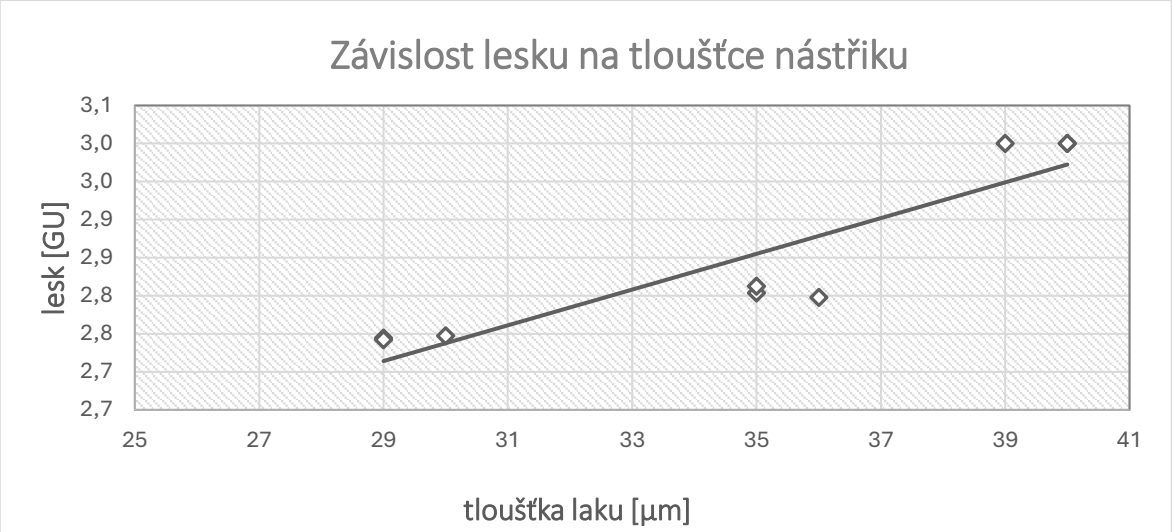


Obrázek 21 Destičky se vzorkem nástřiku [vlastní]

4.1 Sada vzorků ALEXIT Comfortlack CR 349-44 (Adapter)

Tabulka 1 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky sady vzorků Alexit 349-44 (Adapter)

Sample	Comment:	N	Color scale			tloušťka	Gloss
CIELab			L*	a*	b*	[µm]	
Adapter - 0	05/20/22 09:49:47pm	3	21,59	-0,25	-0,42	29	2,7
Adapter - 0	05/20/22 09:50:04pm	3	21,62	-0,25	-0,41	30	2,7
Adapter - 0	05/20/22 09:50:17pm	3	21,60	-0,25	-0,42	29	2,7
Adapter - 10	05/20/22 09:50:43pm	3	21,41	-0,23	-0,40	35	2,8
Adapter - 10	05/20/22 09:50:57pm	3	21,38	-0,23	-0,41	35	2,8
Adapter - 10	05/20/22 09:51:10pm	3	21,45	-0,25	-0,41	36	2,8
Adapter - 20	05/20/22 09:51:30pm	3	21,59	-0,25	-0,45	39	3,0
Adapter - 20	05/20/22 09:51:43pm	3	21,62	-0,27	-0,45	40	3,0
Adapter - 20	05/20/22 09:51:57pm	3	21,59	-0,26	-0,46	40	3,0



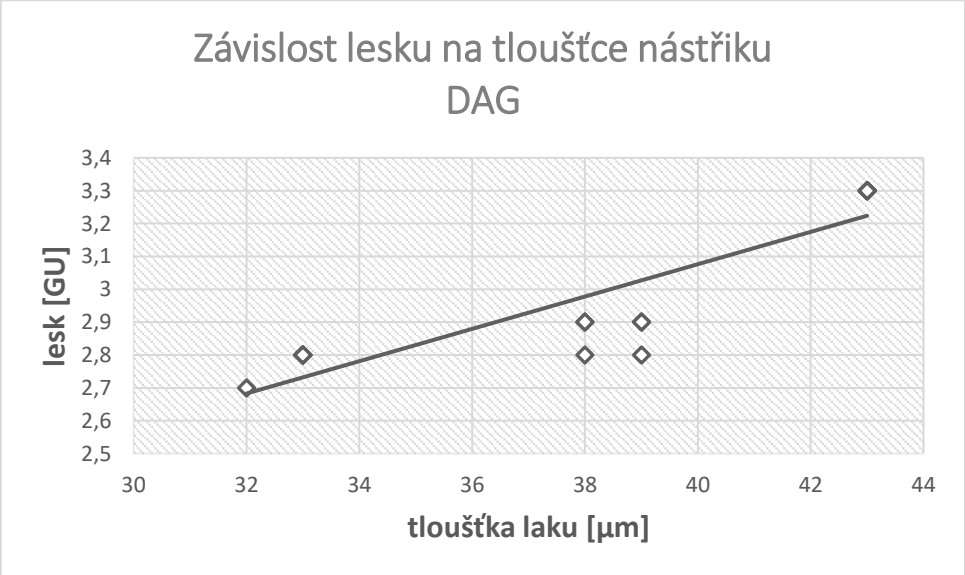
Obrázek 22 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku
Alexit Comfortlack 349-44 (ADAPTER)

Z tabulky a grafu je názorně vidět, jak se při zvýšené tloušťce nástřiku téměř lineárně zvyšuje lesk na měřeném vzorku.

4.2 Sada vzorků zhotovených z barvy Alexit 349-56 (DAG)

Tabulka 2 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky nástřiku barvy Alexit 349-56

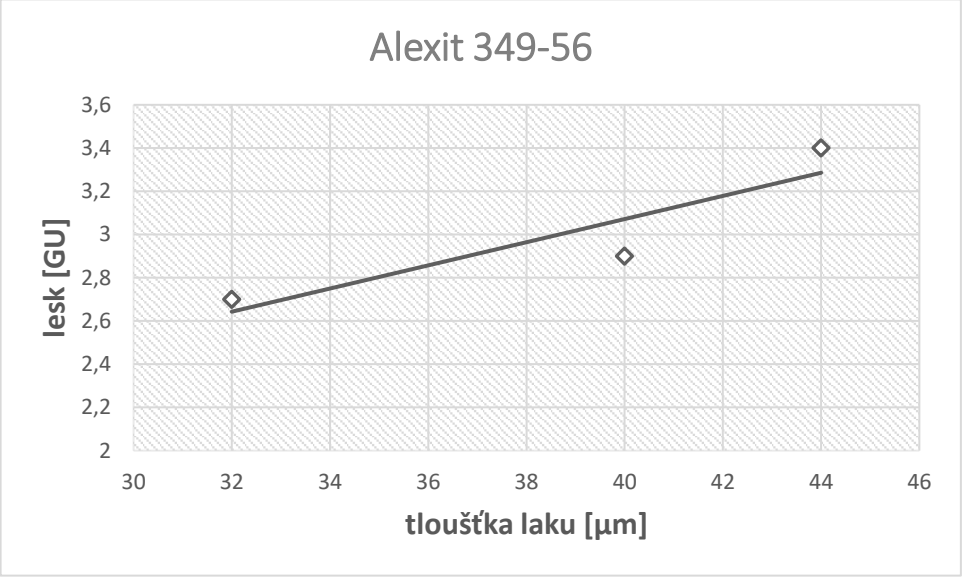
Sample	Comment:	N	Color scale			tloušťka	Lesk
CIELab			L*	a*	b*	[µm]	
DAG - 0	05/20/22 10:22:23pm	3	20,10	-0,48	-1,05	32	2,7
DAG - 0	05/20/22 10:22:37pm	3	20,14	-0,50	-1,03	33	2,8
DAG - 0	05/20/22 10:22:51pm	3	20,15	-0,52	-1,02	33	2,8
DAG - 0	05/20/22 10:23:05pm	3	20,10	-0,51	-1,02	33	2,8
DAG - 0	05/20/22 10:23:19pm	3	20,13	-0,53	-1,03	33	2,8
DAG - 0	05/20/22 10:23:29pm	3	20,06	-0,51	-1,03	33	2,8
DAG - 20	05/20/22 10:23:46pm	3	19,70	-0,53	-1,07	38	2,9
DAG - 20	05/20/22 10:23:59pm	3	19,86	-0,53	-1,06	38	2,9
DAG - 20	05/20/22 10:24:14pm	3	19,80	-0,51	-1,08	39	2,9
DAG - 20	05/20/22 10:24:24pm	3	19,93	-0,52	-1,10	38	2,8
DAG - 20	05/20/22 10:24:40pm	3	19,77	-0,53	-1,07	39	2,9
DAG - 20	05/20/22 10:24:54pm	3	19,94	-0,54	-1,08	39	2,8
DAG - 40	05/20/22 10:25:11pm	3	18,38	-0,54	-1,09	43	3,3
DAG - 40	05/20/22 10:25:22pm	3	18,51	-0,50	-1,09	43	3,3
DAG - 40	05/20/22 10:25:37pm	3	18,43	-0,53	-1,12	43	3,3
DAG - 40	05/20/22 10:25:48pm	3	18,63	-0,50	-1,08	43	3,3
DAG - 40	05/20/22 10:26:00pm	3	18,52	-0,51	-1,09	43	3,3
DAG - 40	05/20/22 10:26:10pm	3	18,42	-0,54	-1,11	43	3,3



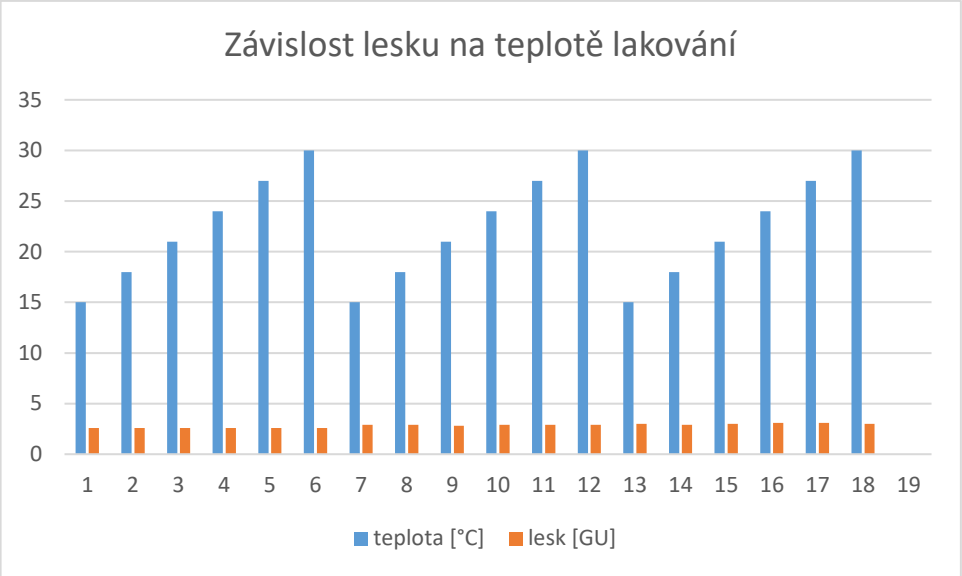
Obrázek 23 Graf závislosti lesku na tloušťce vrstvy barvy Alexit 349-56 (DAG)

Tabulka 3 Naměřená data lesku a tloušťky nástřiku při různých teplotách a vlhkosti u barvy Alexit 349-56

Sample CIELab	Comment:	N	Color scale L*	a*	b*	teplota°C	vlhkost%	Gloss	tloušťka
Dag 1.1	05/2/22 09:59:54pm	3	20,91	-0,22	-0,51	15	76,00	2,6	31
Dag 1.2	05/2/22 10:00:07pm	3	20,93	-0,21	-0,51	18	69,00	2,6	32
Dag 1.3	05/2/22 10:00:19pm	3	20,84	-0,25	-0,53	21	59,00	2,6	32
Dag 1.4	05/2/22 10:00:32pm	3	20,79	-0,21	-0,53	24	51,00	2,6	32
Dag 1.5	05/2/22 10:00:44pm	3	20,93	-0,23	-0,53	27	42,00	2,6	32
Dag 1.6	05/2/22 10:00:55pm	3	21,00	-0,23	-0,53	30	35,00	2,6	32
Dag 2.1	05/2/22 10:01:13pm	3	20,30	-0,24	-0,54	15	76,00	2,9	39
Dag 2.2	05/2/22 10:01:24pm	3	20,32	-0,25	-0,54	18	69,00	2,9	40
Dag 2.3	05/2/22 10:01:37pm	3	20,33	-0,24	-0,55	21	59,00	2,8	40
Dag 2.4	05/2/22 10:01:49pm	3	20,24	-0,26	-0,55	24	51,00	2,9	39
Dag 2.5	05/2/22 10:02:05pm	3	20,14	-0,25	-0,54	27	42,00	2,9	40
Dag 2.6	05/2/22 10:02:16pm	3	20,19	-0,26	-0,59	30	35,00	2,9	40
Dag 3.1	05/2/22 10:02:35pm	3	19,64	-0,24	-0,63	15	76,00	3,0	43
Dag 3.2	05/2/22 10:02:46pm	3	19,66	-0,25	-0,62	18	69,00	2,9	44
Dag 3.3	05/2/22 10:03:00pm	3	19,72	-0,26	-0,62	21	59,00	3,0	44
Dag 3.4	05/2/22 10:03:13pm	3	19,57	-0,27	-0,62	24	51,00	3,1	44
Dag 3.5	05/2/22 10:03:27pm	3	19,68	-0,27	-0,59	27	42,00	3,1	44
Dag 3.6	05/2/22 10:03:38pm	3	19,69	-0,27	-0,62	30	35,00	3,0	44



Obrázek 24 Graf závislosti lesku na tloušťce vrstvy barvy Alexit 349-56 v rozmezí teploty 15-30 °C



Obrázek 25 Závislost lesku na teplotě lakování

Obrázek 26 Závislost lesku na vlhkosti vzduchu

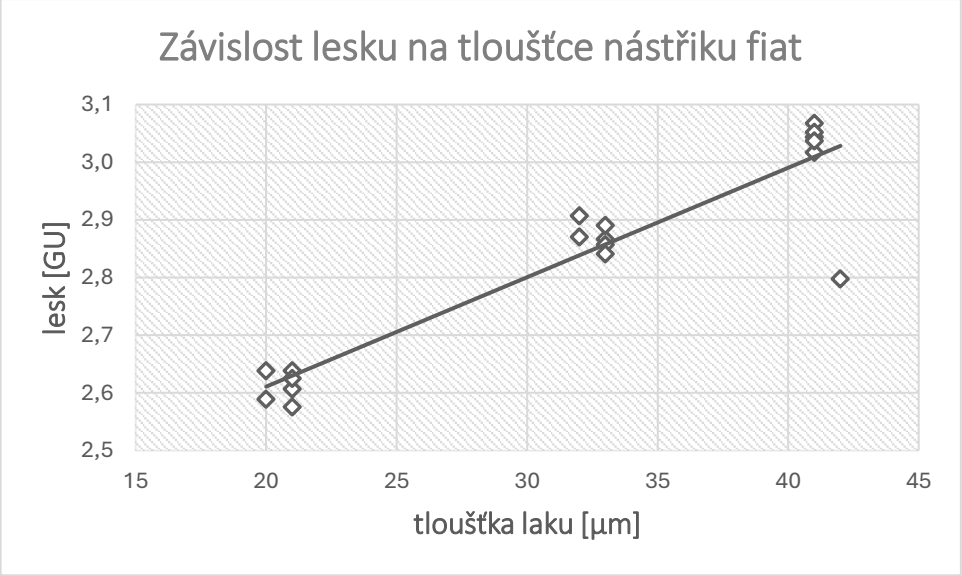
Byla provedena tři měření sledovaných hodnot, přičemž během lakování teplota v kabině skokově rostla po 3 °C a vlhkost vzduchu klesala v závislosti na rostoucí teplotě.

Z tabulek i grafů je vidět že se zvyšující se tloušťkou nátěru se zvyšuje i lesk. Změna lesku v závislosti na změně teploty a vlhkosti nebyla pozorovatelná.

4.3 Sada vzorků barvy Alexit Airbag coating 349-48 (Fiat)

Tabulka 4 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky barvy Alexit 349-48 (Fiat)

Sample	Comment:	N	Color scale			tloušťka	Gloss
CIELab			L*	a*	b*	[µm]	
Fiat 1	05/2/22 09:59:54pm	3	20,91	-0,22	-0,51	21	2,6
Fiat 1	05/2/22 10:00:07pm	3	20,93	-0,21	-0,51	21	2,6
Fiat 1	05/2/22 10:00:19pm	3	20,84	-0,25	-0,53	21	2,6
Fiat 1	05/2/22 10:00:32pm	3	20,79	-0,21	-0,53	20	2,6
Fiat 1	05/2/22 10:00:44pm	3	20,93	-0,23	-0,53	21	2,6
Fiat 1	05/2/22 10:00:55pm	3	21,00	-0,23	-0,53	20	2,6
Fiat 2	05/2/22 10:01:13pm	3	20,30	-0,24	-0,54	33	2,9
Fiat 2	05/2/22 10:01:24pm	3	20,32	-0,25	-0,54	33	2,9
Fiat 2	05/2/22 10:01:37pm	3	20,33	-0,24	-0,55	33	2,8
Fiat 2	05/2/22 10:01:49pm	3	20,24	-0,26	-0,55	32	2,9
Fiat 2	05/2/22 10:02:05pm	3	20,14	-0,25	-0,54	32	2,9
Fiat 2	05/2/22 10:02:16pm	3	20,19	-0,26	-0,59	33	2,9
Fiat 3	05/2/22 10:02:35pm	3	19,64	-0,24	-0,63	41	3,0
Fiat 3	05/2/22 10:02:46pm	3	19,66	-0,25	-0,62	42	2,8
Fiat 3	05/2/22 10:03:00pm	3	19,72	-0,26	-0,62	41	3,0
Fiat 3	05/2/22 10:03:13pm	3	19,57	-0,27	-0,62	41	3,1
Fiat 3	05/2/22 10:03:27pm	3	19,68	-0,27	-0,59	41	3,1
Fiat 3	05/2/22 10:03:38pm	3	19,69	-0,27	-0,62	41	3,0



Obrázek 27 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku barvy Alexit Airbag coating 349-48 (Fiat)

4.4 Sada vzorků ALEXIT Airbag Coating 349-81(Dacia)

Tabulka 5 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky Alexit 349-81 (Dacia)

Vzorek	Tloušťka [µm]	Lesk [GU]
Dacia - 1	21	3,1
Dacia - 1	21	3,1
Dacia - 1	21	3,1
Dacia - 1	21	3,1
Dacia - 1	21	3,1
Dacia - 2	31	3,4
Dacia - 2	31	3,4
Dacia - 2	31	3,4
Dacia - 2	31	3,4
Dacia - 2	31	3,4
Dacia - 3	35	3,5
Dacia - 3	35	3,5
Dacia - 3	35	3,5
Dacia - 3	35	3,5
Dacia - 3	35	3,5

Obrázek 28 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku barvy Alexit Airbag coating 349-81 (Dacia)

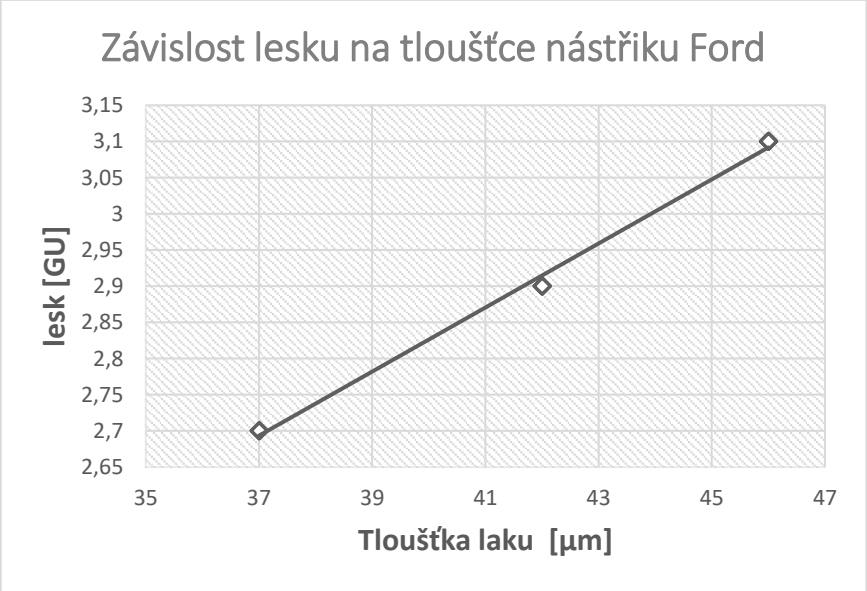
Opět je zřejmý nárůst lesku se stoupající tloušťkou laku.

4.5 Sada vzorků barvy AkzoNobel – Senosoft 519.400 (Ford)

V přiložené tabulce je zaznamenána tloušťka a lesk nástřiku měřená pomocí leskoměru BYK.

Tabulka 6 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky nástřiku Senosoft 519-400

Vzorek	Tloušťka [µm]	Lesk [GU]
Ford V36X - 1	37	2,7
Ford V36X - 1	37	2,7
Ford V36X - 1	37	2,7
Ford V36X - 2	42	2,9
Ford V36X - 2	42	2,9
Ford V36X - 2	42	2,9
Ford V36X - 3	46	3,1
Ford V36X - 3	46	3,1
Ford V36X - 3	46	3,1



Obrázek 29 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku barvy Senosoft 519.400 (Ford)

Z tabulky i grafu je opět zřetelně vidět, že se zvyšující se tloušťkou nátěru se lineárně zvyšuje lesk.

ZÁVĚR

V teoretické části této bakalářské práce bylo popsáno rozdělení nátěrových hmot, jejich složení a aplikační metody nanášení na lakované povrchy. Bližší zaměření bylo věnováno polyuretanovým nátěrovým hmotám, u nichž byl uveden chemismus reakce během vzniku, rozčlenění na typy dle způsobu vytvrzování a popsána metodika měření základních vlastností nátěrových hmot, jako jsou stupeň lesku, tloušťka nátěru a kinematická viskozita.

Cílem práce bylo v praktické části provést měření závislosti lesku povrchu lakovaného vzorku vytipovanými polyuretanovými nátěrovými hmotami na tloušťce nástřiku. Připraveno bylo celkem pět různých nátěrových hmot od dvou výrobců. Jednalo se o dvoukomponentní polyuretanové laky, používané v oboru průmyslového lakování plastových dílů pro interiéry automobilů, které lze zařadit dle členění ASTM do typu V.

Nátěrové hmoty byly před nástřikem smíchány s tvrdidlem dle poměrů uváděných výrobcem pomocí automatického systému Intellmix a nanášeny na plastové podklady vysokotlakým robotickým stříkáním. V lakovací kabině byla během aplikace měřena teplota a vlhkost vzduchu. Každá nátěrová hmota byla aplikována při různém průtoku na tři různé vzorky, přičemž průtok byl zvyšován tak, aby bylo docíleno zvýšení tloušťky nátěru. U vzorku nátěrové hmoty zn. Alexit 349-56 byla během tří nástřiků postupně zvyšována teplota v lakovací kabině v rozmezí 15-30 °C.

Pro měření lesku nalakovaných vzorků byl použit spektrofotometr, a poté byla provedena kontrolní měření pomocí leskoměru. Rozdíl v naměřených hodnotách byl zjištěn pod úrovní tolerance měřidel. Měření lesku při takto nízkých hodnotách neproběhlo za optimální geometrie dle ČSN EN ISO 2813 (67 3036) z důvodu absence vhodného měřícího přístroje. Zvolená měřidla jsou však obecně akceptována jak výrobci nátěrových hmot, tak zákazníkem. Z výsledků měření lesku všech provedených vzorků vyplývá, že stupeň lesku je téměř lineárně závislý na tloušťce nátěru, což bylo zdokumentováno a závislost byla graficky vyhodnocena.

Vliv změny teploty a vlhkosti se nepodařilo prokázat, i když z praxe je tato závislost známa a pozorována. Pravděpodobně by bylo potřeba dosáhnout větších změn teplot a vlhkostí při lakování vzorků. Vzhledem k tomu, že testování probíhalo při kontinuální výrobě, nebylo možno dosáhnout větších změn těchto parametrů, aby nebyla dotčena kvalita výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] - SVÚOM S.R.O., IČO 25794787, RNDR. PAVEL DUŠEK, CSC. ČSN EN ISO 4618 67 0010, *Nátěrové hmoty – Slovník (ISO 4618:2023)*. Touto normou se nahrazuje ČSN EN ISO 4618 (67 0010) z března 2018. Česká agentura pro standardizaci, 2023.

[2] - KALENDOVÁ, Andrea a KALENDA, Petr. *Technologie nátěrových hmot I pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-7194-691-5.

[3] - STOYE, Dieter a FREITAG, Werner (ed.). *Paints, Coatings and Solvents*. 2. Weinheim: Wiley-VCH, 1998. ISBN 3-527-28863-5.

[4] - MANNARI, Vijaj a PATEL, Chintankumar J. *Understanding Coatings Raw Materials*. Hanover: Vincentz Network, 2015. ISBN 978-3-86630-603-5.

[5] - WINKELAAR, Adrie. *Coatings Basics*. Hanover: Wiley-VCH, 2018. ISBN 978-3-86630-802-2.

[6] - LUKAVSKÝ, Ladislav; BOUŠKA, Stanislav a FIALA, Václav. *Nátěrové hmoty - 1. díl*. 3. upravené vyd. Praha: Merkur, 1993. ISBN 80-7032-301-9.

[7] - BIŇOVCOVÁ, Lenka. *STUDIUM CHEMICKÉ ODOLNOSTI PUR POVLAKŮ VPROSTŘEDÍ ACETALŮ*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně,Fakulta chemická, 2009.

[8] - BRANNON, Helen Luise. *The Development of Novel Adhesion Promoters for Waterborne Coatings and Polypropylene Car Bumpers*. Degree of Doctor of Engineering. Unpublished: School of Chemical Engineering College of Engineering and Physical Sciences The University of Birmingham, 2014. Dostupné také z: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:135299141.

[9] - KENNETH, Tran; YANG, Liu; MOHSEN, Soleimani a MITCHELL, Winnik A. *Waterborne 2-component polyurethane coatings based on acrylic polyols with secondary alcohols, Progress in Organic Coatings*. Online. 2024, roč. 2024, č. 108374. ELsevier, 2024. ISSN 0300-9440. Dostupné z: https://doi.org/org/10.1016/j.porgcoat.2024.108374. [cit. 2024-05-08].

[10] - MELCHIORS, Martin; SONNTAG, Michael; KOBUSCH, Claus a JÜRGENS, Eberhard. *Recent developments in aqueous two-component polyurethane (2K-PUR) coatings, Progress in Organic Coatings*. Online. 2020, roč. 2020, č. Volume 40. ELsevier, 2020. ISSN 0300-9440. Dostupné z: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300944000001235. [cit. 2024-05-08].

[11] - GANZ, Kristin; KOBER, Sascha a MACHATKA, Milan. *Barva – struktura – povrch*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0264-9.

[12] - BELLIS, Mary. The History of Polyurethane - Otto Bayer. Online. 2020, s. 1. Dostupné z: https://www.thoughtco.com/history-of-polyurethane-otto-bayer-4072797. [cit. 2024-05-07].

[13] - KOLESKE, Joseph V. *Paint and Coating Testing Manual*. Online. 1995, vol. 14th Edition, no. MNL 17. ASTM International, 1995. Dostupné z: knovel.com, https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt004FR3U5/paint-coating-testing/ definitions. [cit. 2024-05-13].

[14] - SHIKHA, Jain. Polyurethane Coatings: An Introduction. Online. 2021, s. 1. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/polyurethane-coatings-introduction-dr-shikha-jain. [cit. 2024-05-16].

[15] - KOLESKE, Joseph V. (ed.). *Paint and Coating Testing Manual*. Fifteenth Edition of the Gardner-Sward Handbook. U.S.A , Bridgeport, NJ: ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012. ISBN 978-0-8031-7017-9. Dostupné také z: https://www.astm.org/mnl17-2nd-eb.html.

[16] - SONNENSCHEIN, Mark F. *Polyurethanes - Science, Technology, Markets, and Trends*. Online. 2nd Edition. Wiley-VCH, 2021. Dostupné z: https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012XOAG3 /polyurethanes-science/adhesives-coatings-industries. [cit. 2024-05-16].

[17] - ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN ISO 2813 673036, *Nátěrové hmoty – Stanovení čísla lesku*. Nahrazuje ČSN ISO 2813 (673036) z června 2015. Praha, 2016.

[18] - SVÚOM S.R.O., IČO 25794787, RNDR. PAVEL DUŠEK, CSC. ČSN ISO 2808 67 3061, *Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru*. Nahrazuje ČSN ISO 2808 (673061) z října 2007. Česká agentura pro standardizaci, 2020.

[19] - GIURLANI, Walter; BERRETTI, Enrico; INNOCENTI, Massimo a LAVACCHI, Alessandro. Measuring the Thickness of Metal Coatings: A Review of the Methods. Online. *Coatings*. 2020, vol. 10, no. 12. ISSN 2079-6412. Dostupné z: https://doi.org/10.3390/coatings10121211. [cit. 2024-05-13].

[20] -SVÚOM S.R.O., IČO 25794787, RNDR. PAVEL DUŠEK, CSC. ČSN ISO 2431 673013, *Nátěrové hmoty – Stanovení výtokové doby výtokovými pohárky*. Nahrazuje ČSN ISO 2031 (673013) z června 2012. Česká agentura pro standardizaci, 2020.

[21] - *Viskozita tekutin a její měření*. Online. Ostrava VŠB-TU Ostrava: Scripta, 2010. Dostupné z: https://adoc.pub/viskozita-tekutin-a-jeji-meni.html. [cit. 2024-05-05].

[22] - ČESKÉ KALIBRAČNÍ SDRUŽENÍ V BRNĚ, IČO 60575719, ING. MIROSLAV POSPÍŠIL. ČSN EN 13190, *Číselníkové teploměry*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2003.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

1K	Jedno komponentní
2K	Dvou komponentní
ASTM	American Society for Testing and Materials
ČSN	Česká technická norma
GU	Gloss unit
Obr	Obrázek
PUR	Polyuretan
PMMA	Polymetylmetakrylát
Tab	Tabulka
TDI	toluen diizokyanát

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vysokotlaké vzduchové lakování [vlastní] 17
Obrázek 2 Základní reakce polyuretanů [14] 20
Obrázek 3 Křivky lesku [17] 24
Obrázek 4 Úhly měření lesku [17] 25
Obrázek 5 Leskoměr – úhel měření 60° [vlastní] 26
Obrázek 6 Spektrofotometr – úhel měření lesku 45° [vlastní] 27
Obrázek 7 Schéma měření tloušťky mokrého povlaku [18] 28
Obrázek 8 Elkometr 345 [vlastní] 29
Obrázek 9 Schéma elkometru [vlastní, návod k použití] 29
Obrázek 10 Výtokový pohárek [vlastní] 31
Obrázek 11 Lakovací robot [vlastní] 34
Obrázek 12 Ovládání dopravníku [vlastní] 35
Obrázek 13 Ovládání pece, vlhčení, teploty [vlastní] 35
Obrázek 14 Intellimix [vlastní] 36
Obrázek 15 Tlakové zásobníky tvrdidel [vlastní] 36
Obrázek 16 Barvové okruhy [vlastní] 37
Obrázek 17 Pneumatické míchadlo [vlastní] 37
Obrázek 18 Lakovací pistol od firmy Wagner, a.s. [vlastní] 38
Obrázek 19 Jehla a tryska [vlastní] 38
Obrázek 20 Rozprašovací hlava [vlastní] 39
Obrázek 21 Destičky se vzorkem nástřiku [vlastní] 40
Obrázek 22 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku 41
Obrázek 23 Graf závislosti lesku na tloušťce vrstvy barvy Alexit 349-56 (DAG) 42
Obrázek 24 Graf závislosti lesku na tloušťce vrstvy barvy Alexit 349-56 43
Obrázek 25 Závislost lesku na teplotě lakování 44
Obrázek 26 Závislost lesku na vlhkosti vzduchu 44
Obrázek 27 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku barvy Alexit 45
Obrázek 28 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku 46
Obrázek 29 Graf závislosti lesku na tloušťce nástřiku 47
Obrázek 30 Kontrola vlhkosti v lakovací komoře 47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky sady vzorků Alexit 349-44 (Adapter).....41

Tabulka 2 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky nástřiku barvy Alexit 349-56.....42

Tabulka 3 Naměřená data lesku a tloušťky nástřiku při různých teplotách a vlhkosti u barvy Alexit 349-56.....43

Tabulka 4 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky barvy Alexit 349-48 (Fiat).....45

Tabulka 5 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky Alexit 349-81 (Dacia).....46

Tabulka 6 Naměřené hodnoty lesku a tloušťky nástřiku Senosoft 519-400.....47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Technický list ALEXIT 349-48, 1

Příloha P II: Technický list ALEXIT 349-48, 2

Příloha P III: Technický list ALEXIT 349-48, 3

Příloha P IV: Technický list ALEXIT 349-44, 1

Příloha P V: Technický list ALEXIT 349-44, 2

Příloha P VI: Technický list SENOSOFT 519-400, 1

Příloha P VII: Technický list SENOSOFT 519-400, 2

Příloha P VIII: Technický list SENOSOFT 519-400, 3

Příloha P IX: Technický list ALEXIT 349-56, 1

Příloha P X: Technický list ALEXIT 349-56, 2

Příloha P XI: Technický list ALEXIT 349-56, 3

PŘÍLOHA P I: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-48, 1

Automotive Coatings

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future

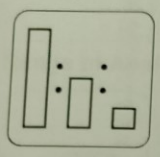
ALEXIT® Airbag Coating 349-48

Technical Datasheet 349-48

Trade Names and Packaging

Material	Trade name	Container size [net]
Base material	ALEXIT Airbag Cover 349-48	10 kg, 25 kg
Hardener	ALEXIT Härter 345-77	6 kg, 25 kg

Mixing

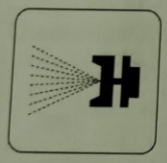


For manual admixing		
	Base	Hardener
Trade name	ALEXIT Airbag Coating 349-48	ALEXIT Härter 345-77
By weight	10	1
By volume	10	1

Pot Life

45 min at 20 °C

Application



	Compressed air spraying
Addition of water	5 % max
Nozzle size	0.8 - 1.4 mm
Atomizing pressure	4.0 - 5.0 bar

Please observe the technical recommendations of the equipment manufacturers.
We recommend the use of an automatic two-component mixing and dosing system to ensure reliable application.

Drying

	Drying time
Flash-off time at 25 - 35 °C	10 - 20 min
Oven-drying at 80 °C	30 min

The temperature specified is the object temperature.

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Str. 189
21107 Hamburg, Germany
Tel. +49 (40) 751030
Fax +49 (40) 75103510

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future
www.mankiewicz.com

PŘÍLOHA P II: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-48, 2

Automotive Coatings

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future

ALEXIT® Airbag Coating 349-48

Technical Datasheet 349-48

Characteristics

- Waterborne, polyurethane-based two-component topcoat
- Excellent optical and haptic properties
- Very good resistance to scratching and fingerprints
- Very high cold elasticity
- Good light resistance
- Particularly suitable for the coating of automobile airbag covers
- The surface properties correspond with the requirements of the automotive industry
- NMP-free in accordance with the permissible limit of the EU Directive No. 1272/2008

Range of Application

For efficient upgrading of plastic surfaces on the automotive interior sector.

Colour and Gloss

Colour: available in colour shades for industrial series production

Gloss: dull mat, mat

Theoretical Coverage

Area	Quantity	Film thickness
approx. 350 m²	1 kg	1 µm

Recommended dry film thickness: 20 - 30 µm

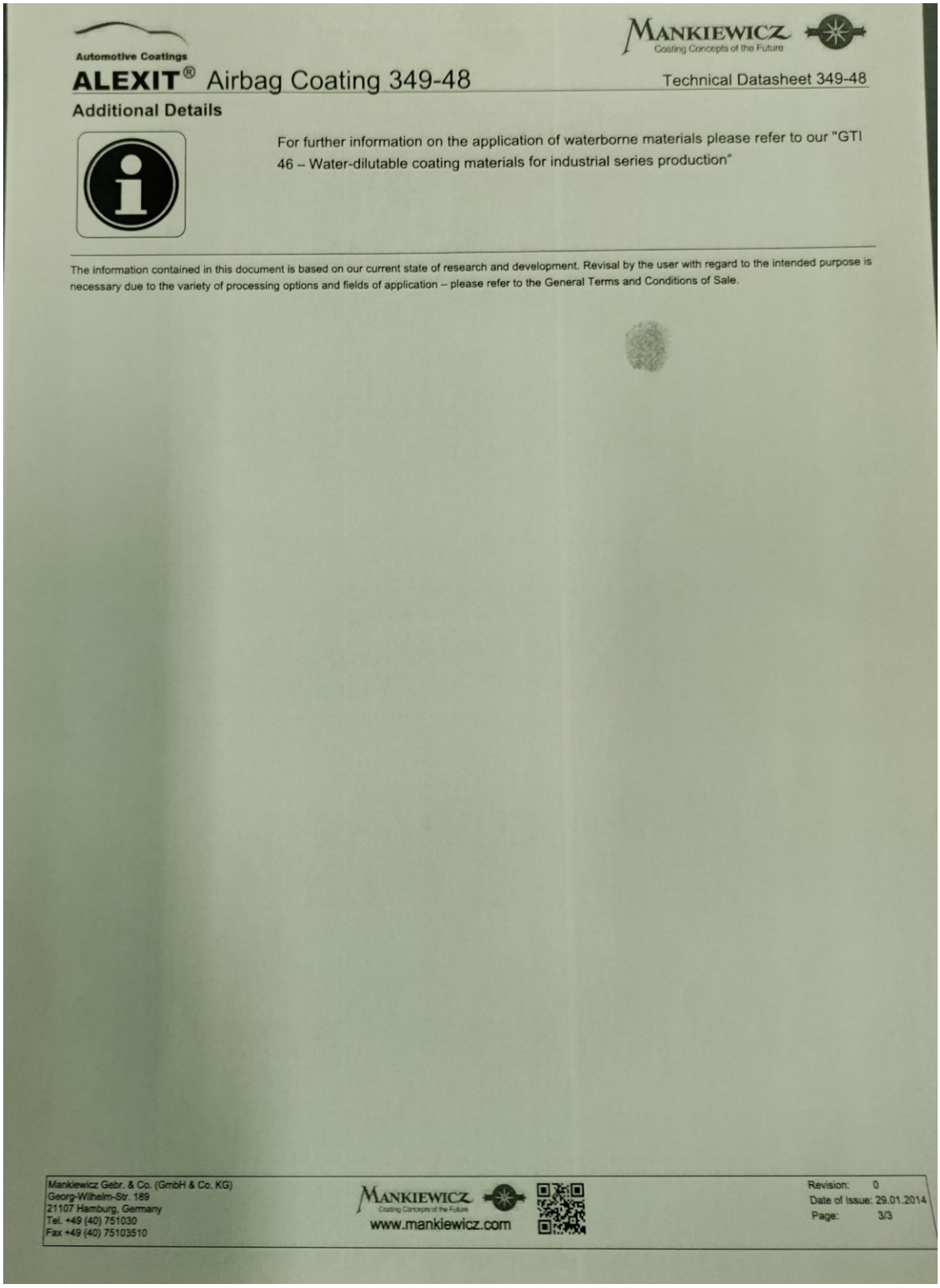
Surface Pre-treatment

- Is usually applied directly onto the appropriately cleand / pre-treated substrate.
- Single-layer application possible on most thermoplastics and duromers.
- Polyolefins such as PP/EPDM must be pre-treated with CELEROL Haftvermittler (alternatively / additionally: Oxidative pre-treatment such as, e.g. flame treatment, fluorination, plasma).

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Str. 189
21107 Hamburg, Germany
Tel. +49 (40) 751030
Fax +49 (40) 75103510

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future
www.mankiewicz.com

PŘÍLOHA P III: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-48, 3



Automotive Coatings

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future

ALEXIT® Airbag Coating 349-48

Technical Datasheet 349-48

Additional Details

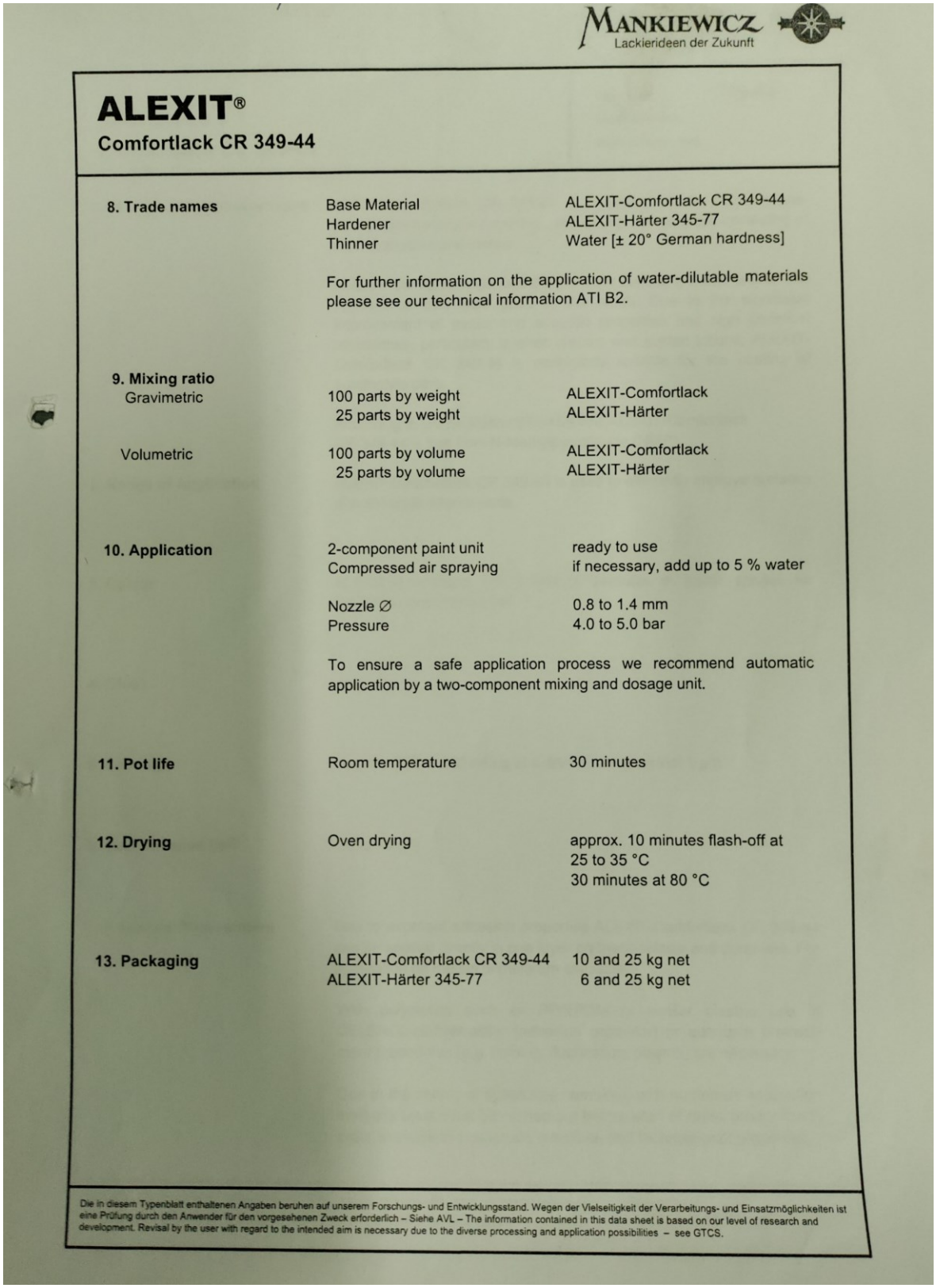
For further information on the application of waterborne materials please refer to our "GTI 46 – Water-dilutable coating materials for industrial series production"

The information contained in this document is based on our current state of research and development. Revisal by the user with regard to the intended purpose is necessary due to the variety of processing options and fields of application – please refer to the General Terms and Conditions of Sale.

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Str. 189
21107 Hamburg, Germany
Tel. +49 (40) 751030
Fax +49 (40) 75103510

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future
www.mankiewicz.com

PŘÍLOHA P IV: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-44, 1



MANKIEWICZ
Lackierideen der Zukunft

ALEXIT®
Comfortlack CR 349-44

8. Trade names	Base Material	ALEXIT-Comfortlack CR 349-44
	Hardener	ALEXIT-Härter 345-77
	Thinner	Water [± 20° German hardness]
	For further information on the application of water-dilutable materials please see our technical information ATI B2.	
9. Mixing ratio		
Gravimetric	100 parts by weight	ALEXIT-Comfortlack
	25 parts by weight	ALEXIT-Härter
Volumetric	100 parts by volume	ALEXIT-Comfortlack
	25 parts by volume	ALEXIT-Härter
10. Application	2-component paint unit	ready to use
	Compressed air spraying	if necessary, add up to 5 % water
	Nozzle ∅	0.8 to 1.4 mm
	Pressure	4.0 to 5.0 bar
	To ensure a safe application process we recommend automatic application by a two-component mixing and dosage unit.	
11. Pot life	Room temperature	30 minutes
12. Drying	Oven drying	approx. 10 minutes flash-off at 25 to 35 °C 30 minutes at 80 °C
13. Packaging	ALEXIT-Comfortlack CR 349-44	10 and 25 kg net
	ALEXIT-Härter 345-77	6 and 25 kg net

Die in diesem Typenblatt enthaltenen Angaben beruhen auf unserem Forschungs- und Entwicklungsstand. Wegen der Vielseitigkeit der Verarbeitungs- und Einsatzmöglichkeiten ist eine Prüfung durch den Anwender für den vorgesehenen Zweck erforderlich – Siehe AVL – The information contained in this data sheet is based on our level of research and development. Revisal by the user with regard to the intended aim is necessary due to the diverse processing and application possibilities – see GTCS.

PŘÍLOHA P V: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-44, 2

MANKIEWICZ
Lackideen der Zukunft

ALEXIT®
Comfortlack CR 349-44

Typenblatt: 349-44
Technische Info:
Allgem. Techn. Info:

1. Introduction/Characteristics

ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 is a water-dilutable, polyurethane-based, two-component coating used to improve surfaces consisting of various plastics and metals.

ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 gives the surface a warm, leather-like appearance that feels good to the touch. Due to the significant improvement of tactile and acoustic properties and high chemical resistances, particularly against creams and suntan lotions, ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 is particularly suitable for the coating of automobile parts.

According to EG-Guideline 67/548/EWG ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 is free from N-Methylpyrrolidone (NMP).

2. Range of Application

ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 is used to efficiently improve surfaces of automobile interior parts.

3. Colour

ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 is available in colour shades for industrial series production.

4. Gloss

mat

5. Coverage

approx. 350 to 360 m²/kg at a dry film thickness of 1 µm

6. Recommened DFT

30 to 40 µm

7. Substrate Pretreatment

Due to excellent adhesion properties ALEXIT-Comfortlack CR 349-44 can be applied directly in one layer on thermoplasts and duromers. For application on metals primers are available.

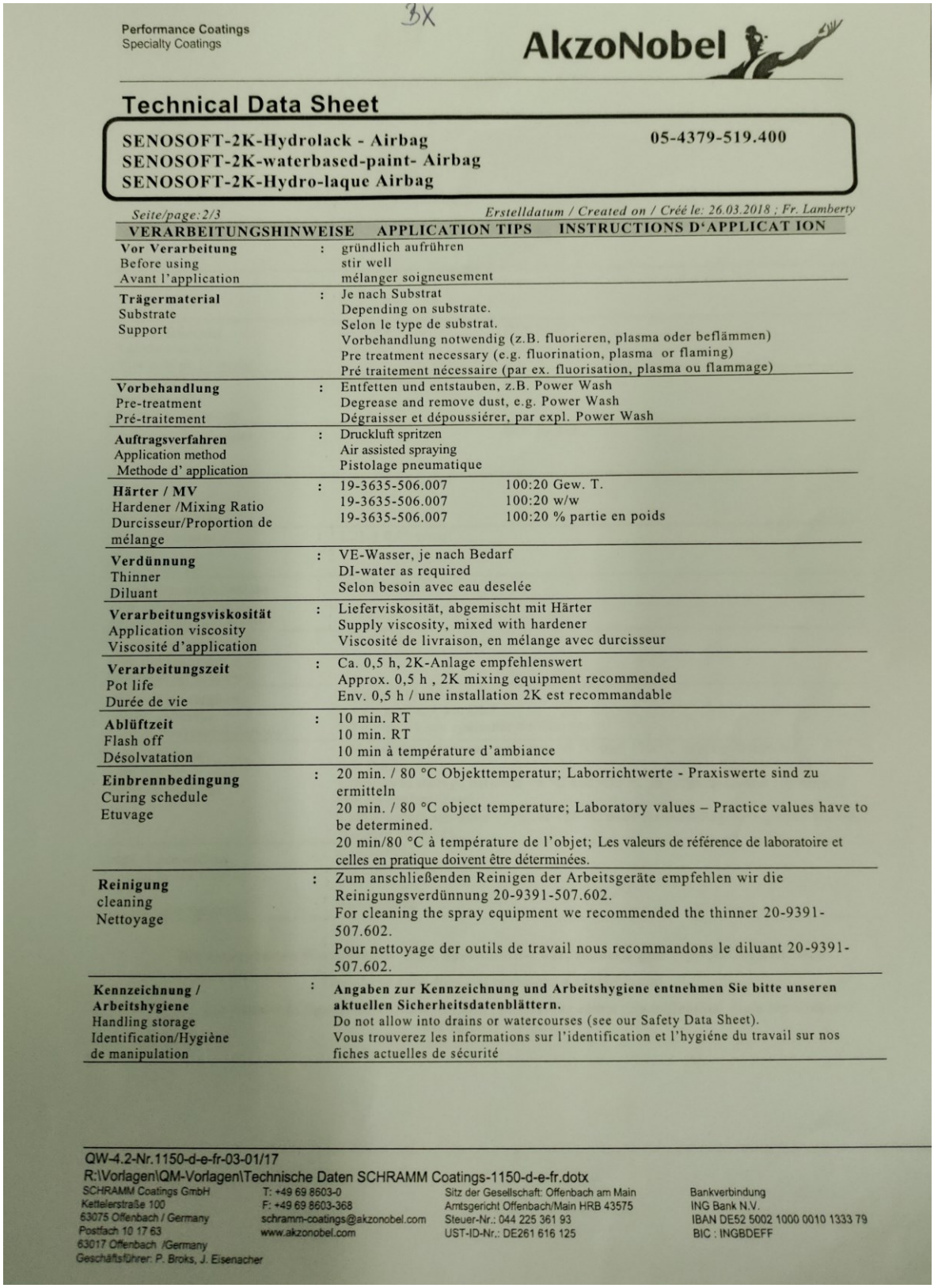
With polyolefins such as PP/EPDM or similar plastics use of CELEROL-Haftvermittler (adhesion promoter) or adequate pretreatment procedures (e.g. flaming, fluorination, plasma) are necessary.

Due to the variety of substrates combined with numerous application methods tests must be carried out before start of mass production in order to check the substrate´s surface and technological properties.

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG) · Georg-Wilhelm-Str. 189 · D-21107 Hamburg
Telefon (0 40) 75 10 30 · Telefax (0 40) 75 10 33 75 · www.mankiewicz.de

Revision: 0
Version: A 09/12/2010

PŘÍLOHA P VI: TECHNICKÝ LIST SENOSOFT 519-400, 1



Performance Coatings
Specialty Coatings

3X

AkzoNobel

Technical Data Sheet

SENOSOFT-2K-Hydrolack - Airbag **05-4379-519.400**
SENOSOFT-2K-waterbased-paint- Airbag
SENOSOFT-2K-Hydro-laque Airbag

Seite/page: 2/3 *Erstelldatum / Created on / Créé le: 26.03.2018 ; Fr. Lamberty*

VERARBEITUNGSHINWEISE	APPLICATION TIPS	INSTRUCTIONS D'APPLICAT ION
Vor Verarbeitung Before using Avant l'application	:	gründlich aufrühren stir well mélanger soigneusement
Trägermaterial Substrate Support	:	Je nach Substrat Depending on substrate. Selon le type de substrat. Vorbehandlung notwendig (z.B. fluorieren, plasma oder beflämmen) Pre treatment necessary (e.g. fluorination, plasma or flaming) Pré traitement nécessaire (par ex. fluorisation, plasma ou flammage)
Vorbehandlung Pre-treatment Pré-traitement	:	Entfetten und entstauben, z.B. Power Wash Degrease and remove dust, e.g. Power Wash Dégraisser et dépoussiérer, par expl. Power Wash
Auftragsverfahren Application method Methode d' application	:	Druckluft spritzen Air assisted spraying Pistolage pneumatique
Härter / MV Hardener /Mixing Ratio Durcisseur/Proportion de mélange	:	19-3635-506.007 100:20 Gew. T. 19-3635-506.007 100:20 w/w 19-3635-506.007 100:20 % partie en poids
Verdünnung Thinner Diluant	:	VE-Wasser, je nach Bedarf DI-water as required Selon besoin avec eau deselée
Verarbeitungsviskosität Application viscosity Viscosité d'application	:	Lieferviskosität, abgemischt mit Härter Supply viscosity, mixed with hardener Viscosité de livraison, en mélange avec durcisseur
Verarbeitungszeit Pot life Durée de vie	:	Ca. 0,5 h, 2K-Anlage empfehlenswert Approx. 0,5 h , 2K mixing equipment recommended Env. 0,5 h / une installation 2K est recommandable
Ablüftzeit Flash off Désolvatation	:	10 min. RT 10 min. RT 10 min à température d'ambiance
Einbrennbedingung Curing schedule Etuvage	:	20 min. / 80 °C Objekttemperatur; Laborrichtwerte - Praxiswerte sind zu ermitteln 20 min. / 80 °C object temperature; Laboratory values – Practice values have to be determined. 20 min/80 °C à température de l'objet; Les valeurs de référence de laboratoire et celles en pratique doivent être déterminées.
Reinigung cleaning Nettoyage	:	Zum anschließenden Reinigen der Arbeitsgeräte empfehlen wir die Reinigungsverdünnung 20-9391-507.602. For cleaning the spray equipment we recommended the thinner 20-9391-507.602. Pour nettoyage der outils de travail nous recommandons le diluant 20-9391-507.602.
Kennzeichnung / Arbeitshygiene Handling storage Identification/Hygiène de manipulation	:	**Angaben zur Kennzeichnung und Arbeitshygiene entnehmen Sie bitte unseren aktuellen Sicherheitsdatenblättern.** Do not allow into drains or watercourses (see our Safety Data Sheet). Vous trouverez les informations sur l'identification et l'hygiéne du travail sur nos fiches actuelles de sécurité

SCHRAMM Coatings GmbH
Kettelerstraße 100
63075 Offenbach / Germany
Postfach 10 17 63
63017 Offenbach /Germany
Geschäftsführer: P. Broks, J. Eisenacher
T: +49 69 8603-0
F: +49 69 8603-368
schramm-coatings@akzonobel.com
www.akzonobel.com
Sitz der Gesellschaft: Offenbach am Main
Amtsgericht Offenbach/Main HRB 43575
Steuer-Nr.: 044 225 361 93
UST-ID-Nr.: DE261 616 125
Bankverbindung
ING Bank N.V.
IBAN DE52 5002 1000 0010 1333 79
BIC : INGBDEFF

PŘÍLOHA P VII: TECHNICKÝ LIST SENOSOFT 519-400, 2

Performance Coatings
Specialty Coatings

AkzoNobel

Technical Data Sheet

SENOSOFT-2K-Hydrolack - Airbag
SENOSOFT-2K-waterbased-paint- Airbag
SENOSOFT-2K-Hydro-laque Airbag

05-4379-519.400

Seite/page: 1/3

Erstelldatum / Created on / Créé le: 26.03.2018 ; Fr. Lamberty

Farbton Colour Teinte	:	EBONY ZHE V36X FRD TNIA	
Glanz Gloss Brillance	:	matt mat mat	
Lieferviskosität Supply viscosity Viscosité de livraison	:	35 ± 5 s	DIN 53 211
Festkörper Weight solids Extrait sec en poids	:	37,0 ± 3 %	DIN 53 216
Volumen-Festkörper Volume solids Extrait sec en volume	:	33,0 ± 3 %	DIN 53 219
Dichte nass SG wet Densité mouillée	:	1,07 ± 0,05 g/cm³	
Dichte trocken SG dry Densité du sec	:	1,21 ± 0,05 g/cm³	
Empf. Nassschichtdicke Film thickness wet Epaisseur du film mouillé	:	70 ± 10 µm	
Trockenschichtdicke Film thickness dry Epaisseur du film sec	:	30 ± 5 µm	
Theor. Ergiebigkeit Theror. coverage Pouvoir couvrant théorique	:	2,7 g / m² / bei 1 µm TF 2,7 g / m² / at 1 µm DFT 2,7 g / m² / 1 µm epaisseur du film sec	
Lagerfähigkeit Shelf life Durée de stockage	:	6 Monate bei Lagerung zwischen +5 °C und +30 °C in orig. Gebinden. Vor Frost schützen! 6 months at storage between +5 °C and +30 °C in original closed containers. Protect against frost! 6 mois à stockage entre +5 °C et +30 °C dans les emballages originaux fermés. Protéger du froid!	
Empf. Lackaufbau Recommended coating system Système recommandé	:	einschichtig one coat monocouche	

Die angegebenen Werte stellen keine Spezifikation dar, sondern sind typische Ausfalldaten

The above data does not represent a specification

Les valeurs indiquées ne doivent pas être considérées comme spécification, mais représentent des valeurs typiques

SCHRAMM Coatings GmbH
Kettelerstraße 100
63075 Offenbach / Germany
Postfach 10 17 63
63017 Offenbach /Germany
Geschäftsführer: P. Broks, J. Eisenacher

T: +49 69 8603-0
F: +49 69 8603-368
schramm-coatings@akzonobel.com
www.akzonobel.com

Sitz der Gesellschaft: Offenbach am Main
Amtsgericht Offenbach/Main HRB 43575
Steuer-Nr.: 044 225 361 93
UST-ID-Nr.: DE261 616 125

Bankverbindung
ING Bank N.V.
IBAN DE52 5002 1000 0010 1333 79
BIC : INGBDEFF

PŘÍLOHA P VIII: TECHNICKÝ LIST SENOSOFT 519-400, 3

Performance Coatings
Specialty Coatings

AkzoNobel

Technical Data Sheet

SENOSOFT-2K-Hydrolack - Airbag
SENOSOFT-2K-waterbased-paint- Airbag
SENOSOFT-2K-Hydro-laque Airbag

05-4379-519.400

Erstelldatum / Created on / Créé le: 26.03.2018 ; Fr. Lamberty

Diese Angaben wurden im Labor als Richtwerte ermittelt. Sie entsprechen dem heutigen Stand der Technik. Die Applikationsapparatur und Applikationstechnik liegen außerhalb unseres Einflusses. Die Information erfolgt nach bestem Wissen, jedoch unverbindlich.

Dieses Datenblatt entspricht dem aktuellen Stand der Entwicklung und ersetzt alle vorherigen.

This information is based on tests and research carried out by SCHRAMM Coatings GmbH and was believed to be correct at the time this product sheet was printed but is subject to revision as additional knowledge and experience are gained. Neither SCHRAMM nor any of its subsidiary or associated companies makes any guarantee as to results or otherwise assumes any liability or obligation whatsoever in connection with this information. This product sheet shall not create or form part of any contract between SCHRAMM or any of its subsidiary or associated companies and any other person; nor is it a licence to operate under or intended to enable or induce infringement of any existing patent or other industrial property right

This data sheet represents the actual status of the development and substitutes all previous.

Ces indications ont été établies dans le laboratoire et sont été considéré comme des valeurs indicatifs. Ils correspondent au niveau actuel de la technique. Installations et méthodes d'application sont hors de notre influence. L'information est donnée en connaissance de cause, mais sans engagement de notre part.

Cette fiche correspond au stand actuel du développement et remplace toutes les précédentes.

SCHRAMM Coatings GmbH
Kettelerstraße 100
63075 Offenbach / Germany
Postfach 10 17 63
63017 Offenbach /Germany
Geschäftsführer: P. Broks, J. Eisenacher

T: +49 69 8603-0
F: +49 69 8603-368
schramm-coatings@akzonobel.com
www.akzonobel.com

Sitz der Gesellschaft: Offenbach am Main
Amtsgericht Offenbach/Main HRB 43575
Steuer-Nr.: 044 225 361 93
UST-ID-Nr.: DE261 616 125

Bankverbindung
ING Bank N.V.
IBAN DE52 5002 1000 0010 1333 79
BIC : INGBDEFF

PŘÍLOHA P IX: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-56, 1

Automotive Coatings

ALEXIT® Airbag Coating 349-56

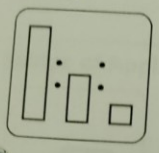
MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future

Technical Datasheet 349-56

Trade Names and Packaging

Material	Trade name	Container size [net]
Base material	ALEXIT Airbag Coating 349-56	10 kg, 25 kg
Hardener	ALEXIT Härter 345-77	6 kg, 25 kg

Mixing

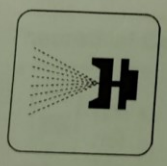


For manual admixing		
	Base	Hardener
Trade name	ALEXIT Airbag Coating 349-56	ALEXIT Härter 345-77
By weight	10	1
By volume	10	1

Pot Life

45 min at 20 °C

Application



Addition of water	5 % max
Nozzle size	0.8 - 1.4 mm
Atomizing pressure	3.0 - 5.0 bar

Please observe the technical recommendations of the equipment manufacturers.
We recommend the use of an automatic two-component mixing and dosing system to ensure reliable application.

Drying

	Drying time
Flash-off time at 25 - 35 °C	10 - 20 min
Oven-drying at 80 °C	30 min

The temperature specified is the object temperature.

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Str. 189
21107 Hamburg, Germany
Tel. +49 (40) 751030
Fax +49 (40) 75103510

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future
www.mankiewicz.com

PŘÍLOHA P X: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-56, 2

Automotive Coatings

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future

ALEXIT® Airbag Coating 349-56

Technical Datasheet 349-56

Characteristics

- Waterborne, polyurethane-based two-component topcoat
- Excellent optical and haptic properties
- Very good resistance to scratching and fingerprints
- Very high cold elasticity
- Good light resistance
- Particularly suitable for the coating of automobile airbag covers
- The surface properties correspond with the requirements of the automotive industry
- NMP-free in accordance with the permissible limit of the EU Directive No. 1272/2008

Range of Application

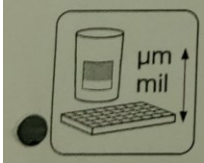
For efficient upgrading of plastic surfaces on the automotive interior sector.

Color and Gloss

Color: available in colour shades for industrial series production

Gloss: dull mat, mat

Theoretical Coverage



Area	Quantity	Film thickness
approx. 350 m²	1 kg	1 µm

Recommended dry film thickness: 20 - 30 µm

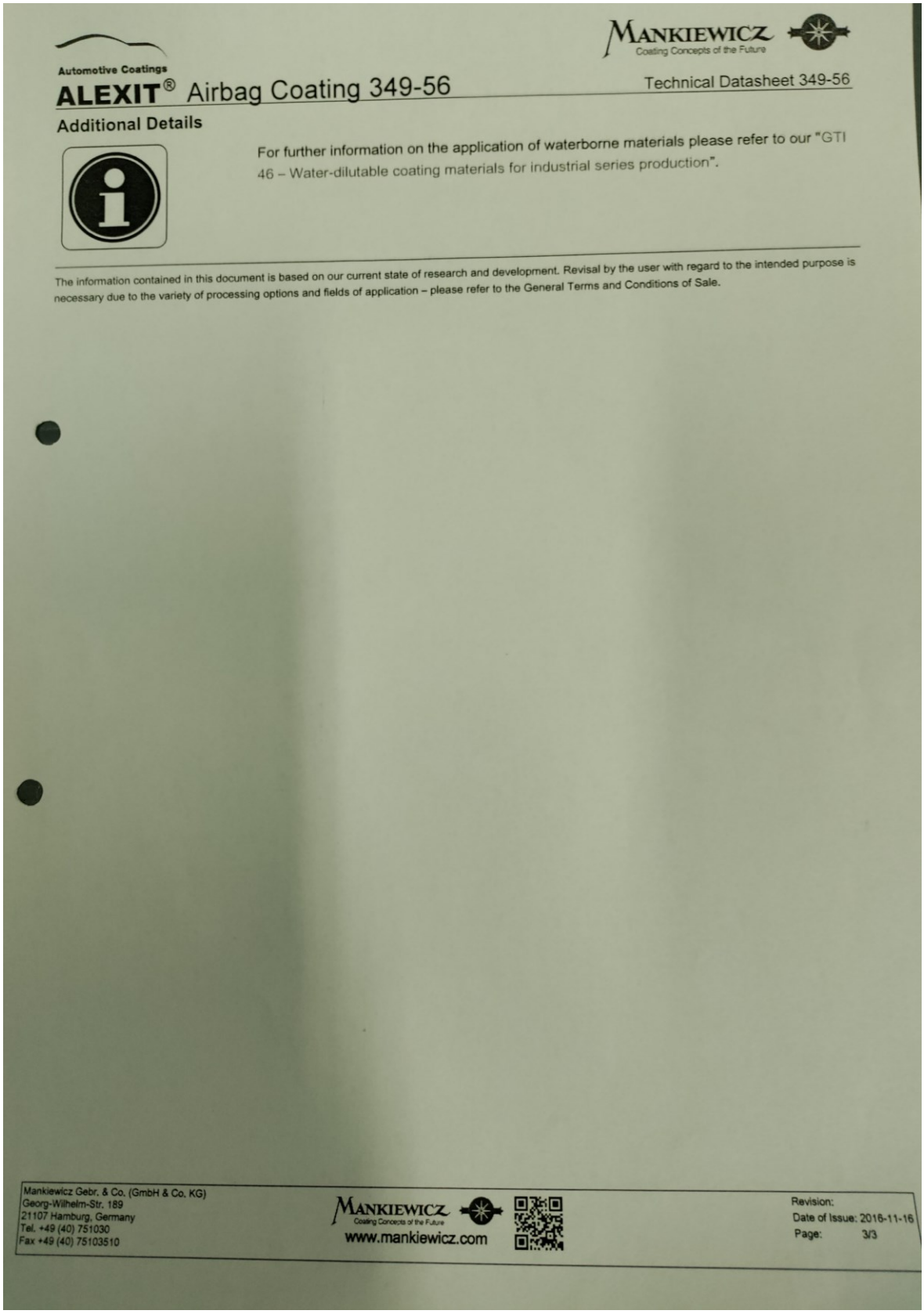
Surface Pre-treatment

- Is usually applied directly onto the appropriately cleaned / pre-treated substrate.
- Single-layer application possible on most thermosplastics.
- Polyolefins such as PP/EPDM must be pre-treated with CELEROL Haftvermittler (alternatively / additionally: Oxidative pre-treatment method such as, e.g. flame treatment, fluorination, plasma).

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co, KG)
Georg-Wilhelm-Str. 189
21107 Hamburg, Germany
Tel. +49 (40) 751030
Fax +49 (40) 75103510

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future
www.mankiewicz.com

PŘÍLOHA P XI: TECHNICKÝ LIST ALEXIT 349-56, 3



Automotive Coatings

ALEXIT® Airbag Coating 349-56

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future

Technical Datasheet 349-56

Additional Details

For further information on the application of waterborne materials please refer to our "GTI 46 – Water-dilutable coating materials for industrial series production".

The information contained in this document is based on our current state of research and development. Revisal by the user with regard to the intended purpose is necessary due to the variety of processing options and fields of application – please refer to the General Terms and Conditions of Sale.

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Str. 189
21107 Hamburg, Germany
Tel. +49 (40) 751030
Fax +49 (40) 75103510

MANKIEWICZ
Coating Concepts of the Future
www.mankiewicz.com