

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

Ústav strojírenské technologie

HODNOCENÍ ZASYCHÁNÍ NÁTĚROVÝCH HMOT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Andrej Zasimenko

Studijní obor: Teoretický základ strojírenského inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Praha 2016

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

pro ANDREJE ZASIMENKA

Program: Teoretický základ strojírenského inženýrství

Obor:

Název: Hodnocení zasychání nátěrových hmot

Název anglicky: Drying evaluation of organic coatings

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor problematiky technologie nátěrových hmot.
2. Zasychání a hodnocení povlaků z nátěrových hmot.
3. Hodnocení zasychání nátěrových hmot na zařízení TQC.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Konzultant: Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 25. 4. 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 12. 08. 2016

Neodevzdá-li student bakalářskou nebo diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské nebo diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou nebo diplomovou práci podruhé.

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

Zadání bakalářské práce převzal dne: 20. 07. 2016

.....

(podpis studenta)

.....

(Vedoucí ústavu)

.....

(Děkan)

V Praze dne 24. 04. 2016

ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Prohlášení:

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

V Praze dne

.....

(Student)

Poděkování:

Děkuji Ing. Petru Drašnarovi, Ph.D. za vedení a odbornou pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále bych velmi rád poděkoval Ing. Michalovi Zoubkovi za rady při vypracování praktické části a doporučení při práci v laboratořích. Také bych chtěl poděkovat Ing. Daně Marešové ze společnosti COLORLAK, a.s. za poskytnutí některých podkladů k bližšímu seznámení se s nátěrovými hmotami.

Tato práce byla vypracována za podpory centra kompetence CVPÚ (Centrum výzkumu povrchových úprav) – aktivita WP2 TE02000011V012 – Rychleschnoucí nátěrové systémy.

Anotace:

Bakalářská práce je zaměřená na popis obecných znalostí nátěrových hmot, dále na principy předúprav povrchů, popis bezpečnosti a hygieny na pracovišti. Nedílnou součástí této bakalářské práce je laboratorní zkouška zasychání na přístroji BK3 od společnosti TQC B.V. Na třech nátěrových hmotách od společnosti COLORLAK, a.s. je cílem stanovit potřebnou dobu pro zaschnutí.

Klíčová slova:

zasychání, povrchová úprava, nátěrová hmota, předúprava povrchu, bezpečnost a hygiena na pracovišti, BK3

Annotation:

This thesis is focus at describing basics knowledgies of coatings, also describing surface treatment of materials, safety and hygiene at work place. Important part of this thesis is drying experiment of three coatings from COLORLAK, a.s. company at BK3 drying machine from TQC B.V. company.

Key words:

drying, surface treatment, coating, preparation technology, safety and hygiene at work place, BK3

Obsah

1. Úvod	10
2. Nátěrové hmoty	11
2.1 Základní suroviny pro výrobu nátěrových hmot	11
2.2 Dělení a značení nátěrových hmot	12
2.3 Technologické vlastnosti nátěrového filmu	13
2.4 Životnost nátěrů	13
2.5 Vady nátěrových hmot	13
2.6 Vady nátěru při zasychání	14
2.7 Vady přilnavosti a stárnutí nátěrů	15
3. Zkoušení nátěrových hmot	16
3.1 Bezpečnost a hygiena při práci s nátěrovými hmotami	17
3.2 Podklady pro zkušební nátěry	17
3.3 Prohlídka a příprava zkušebních vzorků	19
3.4 Stanovení tloušťky nátěru	20
4. Normovaná zkouška ČSN EN ISO 9117 1-6	
4.1 Stanovení stavu proschnutí a doby proschnutí	21
4.2 Tlaková zkouška stohovatelnosti	22
4.3 Zkouška povrchového zasychání s balotinou	23
4.4 Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání	24
4.5 Modifikovaná Bandowova-Wolffova metoda	26
4.6 Zkouška zasychání do stavu bez otisku	27
5. Experimentální část	28
5.1 Zkušební vzorky	28
5.2 Podkladový materiál	30
5.3 Experimentální zařízení a pomůcky	30

5.4 Zhotovení zkušebních vzorků	31
5.5 Průběh zkoušky	32
5.6 Výsledky měření	32
5.7 Vyhodnocení výsledků	34
5.8 Zhodnocení měření	34
6. Závěr	36
7. Použitá literatura	37
8. Seznam tabulek	39
9. Seznam obrázků	40

1. Úvod

Každá ocelová konstrukce a obecně všechna zařízení podléhají korozi. Cílem povrchových úprav je dosáhnout zpomalení degradace materiálu nebo upravit jeho mechanické, vzhledové a jiné vlastnosti. Nátěrové hmoty převážně slouží právě k ochraně základního materiálu před korozi a dodávají vzhledové vlastnosti. Nátěrové hmoty by správně měli po nanesení vytvořit přilnavý a celistvý povlak na základním materiálu. Nanášejí se převážně v tekuté formě, případně ve formě pasty nebo prášku, technologií, která by měla zajistit požadované vlastnosti. Pro hodnocení zasychání nátěrových hmot, je mimo jiné důležité znát hygienu a bezpečnost práce, značení nátěrových hmot a znát jejich obecné vlastnosti. Testování a hodnocení zasychání nátěrových hmot vyžaduje obeznámení s normami, které popisují práci se zkušebními vzorky, je nutné stanovit, které vzorky jsou přípustné a které je nutno vyloučit. Další normy stanoví práci s podkladovými materiály pod nátěry. Také musí být známy metody stanovení tloušťky nátěru, nejen pro replikaci zkoušky. Pro samotnou zkoušku zasychání slouží norma ČSN EN ISO 9117, která obsahuje 6 částí a stanovuje hodnocení zasychání.

2. Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou všechny hmoty, jejichž hlavní součástí jsou filmotvorné látky. Aplikují se ve stavu tekutém, gelovém, práškovém, pastovitém až těstovitém. Nanášejí se v jedné nebo více vrstvách na povrch výrobku, na němž po jisté době vytvoří tuhý, pružný film – tzv. nátěr. Ten chrání povrch předmětu a současně zlepšuje i jeho vzhled. Vhodnou kombinací jednotlivých nátěrů se zhotovuje nátěrový systém. [1, 2]

Podle toho, k jakému účelu nátěr slouží, se rozeznávají nátěry vnitřní, vnější, antikorozní, ohnivzdorné, antivegetační, elektroizolační, odolné proti agresivnímu chemickému prostředí, vlhkosti, vysokým teplotám apod. [2]

2.1 Základní suroviny pro výrobu nátěrových hmot

- **Filmotvorné látky**

Hlavní složkou nátěrového filmu je filmotvorná složka, která slouží jako pojivo. Je nejdůležitější složkou v nátěru, která rozhoduje o tom, jak kvalitní a jakou bude mít životnost výsledný nátěr. Mezi tyto látky patří tuhnoucí a polo tuhnoucí syntetické oleje, dále pryskyřice, celulóza, kaučuk, asfalty, smoly a další.

- **Pigmenty**

Přidáním pigmentu nejvíce určíme barevný odstín výsledné suspenze. Přidávají se ve formě jemně rozemletých nerozpustných barevných látek. Mezi pigmenty patří kovové prášky, přírodní nebo syntetické látky a luminofory.

- **Plniva**

Plniva jsou důležitou částí nátěrových hmot, neboť upravují technologické vlastnosti nátěru. Jsou levnější než pigmenty, to znamená i nižší výslednou cenu. Po přidání se zvýší pevnost, tvrdost, odolnost proti korozi, a také usazování. Jako plnivo se přidává křída, mastek a další.

Mezi další přidávané složky patří například rozpouštědla, která slouží k úpravě konzistence nátěrových hmot. Dále to jsou sušidla, která urychlují schnutí nátěrových hmot. Nebo zvláčňovadla, které zlepšují pružnost a tažnost nátěrového filmu. [1]

2.2 Dělení a značení nátěrových hmot

Norma ČSN EN ISO 12944-51 klasifikuje nátěrové hmoty následovně: „Z hlediska aplikace se nátěrové hmoty klasifikují jako rozpouštědlové, vodou ředitelné nebo bezrozpouštědlové. Dělí se především do dvou hlavních skupin podle způsobu zasychání a vytvrzování a dále do podskupin podle generického typu pojiva a mechanismu vytvrzování.“

V České republice se standardně označují nátěrové hmoty písmenem, číslem a odstínem barvy, ale tento způsob už stárne a v současné době společnosti spíše označují své produkty vlastním označením.

- značení dle písmen:
 - A – asfaltové
 - B – polyesterové
 - C – celulózové
 - H – chlorkaučukové
 - K – silikonové
 - L – lihové
 - O – olejové
 - S – syntetické
 - U – polyuretanové
 - V – vodouředitelné
- značení druhu nátěrové hmoty:

1000 – fermeže, průhledné, transparentní a bezbarvé hmoty	4000 – nástřikové pasty
2000 – nátěrové hmoty slabě a středně pigmentované	5000 – tmely
3000 – tónovací pasty	6000 – ředidla
	7000 – sušidla
	8000 – pomocné přípravky [1]
- značení barevných odstínů:

1000 – 1999 – žlutá	6000 – 6999 – zelená
2000 – 2999 – oranžová	7000 – 7999 – šedá
3000 – 3999 – červená	8000 – 8999 – hnědá
4000 – 4999 – fialová	9000 – 9999 – černobílá [2]
5000 – 5999 – modrá	

2.3 Technologické vlastnosti nátěrového filmu

Tloušťka suchého nátěru ovlivňuje životnost nátěru a korozní odolnost. Tvrdost aplikace je stěžejní podmínkou fungování nátěru. Elasticita také zaručuje dlouhodobou životnost nátěru. Přílnavost nátěru k podkladu je základ ochranné účinnosti každého nátěrového systému. Optické vlastnosti nátěru jsou například zrcadlový lesk, difuzní lesk, překrývání nátěrů nebo barevný odstín. Dalšími vlastnostmi jsou odolnost proti oděru, nasákavost, pórovitost a další. [3]

2.4 Životnost nátěru

Zkoušky životnosti nátěru patří k časově nejnáročnějším. Příkladem může být zkouška odolnosti ve vlhkostní komoře nebo v neutrální solné mlze dle normy ČSN EN ISO 9227 – Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou. Zkoušky se provádějí často bez vlivu skutečného prostředí, ve kterém bude nátěrová hmota použita. V těchto situacích se nátěrová hmota někdy vystavuje zvýšenému mechanickému nebo jinému namáhání a to může ve výsledku zkrátit dobu životnosti. Po zkoušce na životnost se nátěrová hmota může zařadit do skupiny s nízkou životností 2-5let, střední 5-15let nebo vysokou životností, která je stanovená na více jak 15let. Respektive se jedná o dobu, než je nutné provést první opravu nátěru. [4]

2.5 Vady nátěrových hmot

Bezbarvé laky, fermeže a další pojidla, musí být dodávány ke zpracování čiré. Zákal v látce obvykle signalizuje vadu nebo nežádoucí příměs, která může způsobit zhoršení kvality výchozího produktu. Též i voda může kondenzací vniknout do laků během dopravy nebo skladování. Velmi mírný zákal, obvykle nijak neovlivní výchozí produkt.

Netěsnost obalů, nedůsledné uzavírání plechovek a sudů při manipulaci a skladování vede k odpaření těkavých látek. U materiálů fyzikálně zasychajících, znamená tato ztráta pouhé zahoustnutí, které se před nanášením upravuje přidáním ředidla. I přesto, že k chybám ve výrobě a během dopravy nátěrových hmot dochází, jsou tyto chyby spíše výjimečné.

Znamená to, že zakoupený produkt je skoro vždy v pořádku. Chyby se vyskytují častěji během aplikace, obzvláště v silně znečištěném prostředí.

Usazování pigmentů a plniv, případně dalších komponentů, lze posoudit jako závadu pouze tehdy, pokud jsou velmi těžko rozmíchatelné. Takto znehodnocená nátěrová hmota není vhodná k dalšímu zpracování, protože dojde k porušení poměru tekutých a pevných složek. Výsledný nátěr by vykazoval sníženou krycí schopnost, antikorozi účinnost a případně další chyby. Některé nátěrové hmoty mají sklon k sedimentaci, proto vyžadují dodatečnou péči, jako je přidávání antisedimentačního aditiva, jejich účinnost je ale omezena. Při skladování by se mělo počítat s občasným promícháním a dodržováním požadovaných skladovacích parametrů, jako je teplota. Proto by se neměly takové nátěrové hmoty skladovat dlouhodobě a vyrábět by se mělo spíše dle aktuální poptávky.

Kupříkladu při nanášení štětcem není dodržena rovnoměrnost nátěru, a takovýto nátěr nemá po aplikaci dostatečné vlastnosti. Tenký nátěr nemá dostatečnou krycí schopnost a tlustý není dostatečně vytvrzený, tam později dochází k odlupování a poškození nátěru. Při pneumatickém nanášení je obvyklou chybou nesprávný tlak, kontaminovaný aplikační vzduch nebo znečištěný vzduch v prostředí, špatně zvolená tryska, špatná vzdálenost trysky od povrchu, nečistoty na povrchu a také nevhodná nátěrová hmota. U otevřených van, které jsou určeny pro ponor velkých těles, dochází k odpařování těkavých látek a nežádoucímu zahušťování. Tím se po ponoření na povrchu usazuje silnější vrstva barvy, než je žádoucí. Ta při vynoření z vany nepravidelně stéká a vytváří nepravidelný povlak. Díky sedimentaci se těžší látky usazují a lehčí se pohybují v horní části nádoby, tím nátěrová hmota ztrácí svojí homogenitu. Na povrchu nátěru vznikají různé druhy lesku a odstínů. Do vany se zanášejí nečistoty z okolí a z povrchu základního materiálu, proto je průběžně nutné kontrolovat stav nátěrové hmoty. [4]

2.6 Vady nátěrů při zasychání

Nadměrná tloušťka nánosu nátěrové hmoty má rozhodující vliv na rychlost zasychání a na zhoršenou kvalitu filmu, obzvláště u olejových a syntetických na vzduchu schnoucích nátěrových hmot. Nátěr se rychle potáhne tenkou povrchovou blánou, která zadržuje rozpouštědla uvnitř nátěru a brání přístupu vzdušného kyslíku. Zasychání se tímto prodlužuje a brání dalšímu zpracování. Další projevy jsou svažování a stékání na svislých plochách. Takovéto nátěry jsou citlivé na mechanické poškození. Opožděné zasychání vede k ovlivnění nátěru zvenčí, například vodou, vlhkostí, chemickými nebo

pevnými nečistotami. U fyzikálně zasychajících nátěrových hmot je při zvýšené tloušťce nátěr dlouho měkký, lepivý a odstínově nepřesný. To vše kvůli vyplavování pigmentu. Při důkladném pozorování povrchu by měly být patrné ostrůvky odlišné barvy. Chemicky vytvrzované nátěrové hmoty jsou ještě více ovlivněny nadměrnou tloušťkou nátěru, jelikož zde dochází k chemickým reakcím v celé jeho tloušťce. Nátěry zasychající a vytvrzované zvýšenou teplotou mají vady nesprávným režimem nebo nevhodným zařízením. Převážná část rozpouštědel má z nátěru vytékat ještě za normální teploty a potom má následovat přisušení nebo vytvrzování. Vysoká koncentrace výparu v prostoru sušárny zpomaluje vytvrzování nátěru, protože působí jako izolační plášť. Přepálené nátěry vykazují sníženou odolnost proti vnějším činitelům, obzvláště těm chemickým. [4]

2.7 Vady přilnavosti a stárnutí nátěrů

Přilnavost je síla, která drží nátěr na základním materiálu. Síly působící proti přilnavosti mají svůj původ již při tvorbě filmu. Smršťováním zasychajícího povlaku vznikají pnutí v nátěru. Tato tendence je tím větší, čím je tlustší nátěr. Tlustší vrstva není východiskem k lepší přilnavosti nátěru. Sníženou přilnavost vykazují nátěry, které jsou umístěny v prostředí, ke kterému nebyly určeny. Obzvláště u nátěrů, které jsou pro vnitřní použití, ale byly použity jako venkovní. U kovového materiálu se snižuje přilnavost hlavně v oblastech zasáhnutých korozí. Nejdůležitější pro přilnavost je vysoká míra čistoty základního materiálu.

Při stárnutí nátěru se posuzuje lesk, který přirozeně ztrácí na svých vzhledových vlastnostech, díky fyzikálnímu a chemickému namáhání. Takové namáhání může být například sluneční svit, termický účinek nebo účinek vody s obsahem agresivních látek. Mechanické namáhání výrazně urychluje stárnutí nátěru. Destrukce nátěru začíná od povrchu, nejdříve dochází ke ztrátě lesku. Dále následuje tvorba trhlinek a odprýskávání od podkladu. [4]

3. Zkoušení nátěrových hmot

Základem kvalitního povlaku je splnění technologie nanášení. Musí být provedena vhodná úprava konstrukce a předúprava povrchu před nanášením. Nátěrová hmota musí mít požadované vlastnosti již před nanášením. Musí být zvolená správná technologie nanášení, a musí být zvoleny správné podmínky. Nátěrový film musí být dostatečně zaschlý.

Měření různých charakteristik nátěrových hmot není jednoznačné, protože existuje mnoho způsobů. Problematice nahrává také fakt, že nátěrové hmoty se vyskytují v různých fyzikálních stavech, jako jsou roztoky, emulze, tuhé pasty atd. Pokud zavedeme časové hledisko, je to další problém, protože můžeme měřit nátěrové hmoty před, během i po nanášení. Také po uplynutí doby na vyžrání nátěru anebo až po delší době, kdy už nátěr byl ovlivněn vnějším okolím. Metoda musí především vyhovovat uživateli. Kdy nejčastěji uživatelé zajímá vyzrálá nátěrová hmota.

Obecné zkoušky u kapalných nátěrových hmot před aplikací:

- Analytické metody
 - stanovení kyselosti, obsahu rozpustných kovů, celkového obsahu rtuti
 - zkoušení pigmentu a plniv
- Technologické zkoušky
 - stanovení bodu vzplanutí, hustoty, vlastností sedimentu, jemnosti tření
- Další zkoušky
 - stanovení těkavých a netěkavých látek, objemové sušiny, výtokové doby z výtokového pohárku, viskozity

Zhotovitele nátěru nejvíce zajímají vlastnosti nátěrových hmot před, během a po aplikaci. Před nanášením se provádí především tužení barvy, ředění, filtrace, ohřev apod. nejdůležitější vlastnosti před nanášením jsou konzistence a ředitelnost.

Během aplikace jsou nejdůležitější vlastnosti: roztíratelnost, slévatelnost, stříkatelnost a vydatnost, stupeň rozlivu a stupeň stékavosti.

Další zkoušky, které jsou spojeny s tvorbou nátěru: tloušťka mokrého filmu, zasychání nátěrových hmot (ČSN 673052-zrušena), povrchové zasychání (ČSN EN ISO 1517(673055)), zasychání do stavu bez otisku (ČSN EN ISO 3678(673056)), stanovení stavu proschnutí (ČSN EN 29117(673057)). [1,4]

3.1 Bezpečnost a hygiena při práci s nátěrovými hmotami

Nátěrové hmoty jsou látky škodlivé lidskému zdraví a mohou mít vlastnosti jedů a otravných látek. Mohou způsobit dočasné nebo trvalé poškození pokožky, sliznice a dalších částí lidského těla. Při jejich výrobě a manipulaci musí být dodrženy zásady ochrany lidského zdraví. Rozpouštědla obsažená v nátěrových hmotách a jejich páry způsobují dýchací a jiné problémy. Proto v prostorech pracoviště musí být odvětrávání těchto par, které jsou mimo jiné i výbušné. Skladování nátěrových hmot nesmí být v otevřených nebo nedokonalě uzavřených nádobách. Při manipulaci se musí postupovat opatrně, aby nedocházelo ke zbytečnému tékání nátěrové hmoty nebo potřísnění pracovníka. Pracovník by měl používat ochranné pomůcky, stanovené pro jeho pracoviště. Do těla pronikají látky hlavně inhalací par nebo prachu. Otrava výparů způsobuje akutní i chronická zranění a působí na krevní oběh a svalstvo. Nebezpečí hrozí u látek, které při kombinaci s jinou látkou způsobí požár nebo výbuch. Například kombinace iniciátorů a urychlovačů. Zaměstnanci musí být řádně proškoleni a obeznámeni s nebezpečím a zásadami ochrany zdraví. Pracovníci v nebezpečných prostorech, by se měli podrobit pravidelné lékařské prohlídce. Na pracovišti se nesmí jíst, pít, kouřit a ukládat jakékoliv potraviny. V pracovním prostoru musí být umístěna lékárnička a pracovníci by měli znát zásady první pomoci. [4]

3.2 Podklady pro zkušební nátěry

Normalizované podklady se řídí normou ČSN EN ISO 1514. Typ podkladu může významně ovlivnit výsledek zkoušky, je důležité podklady normalizovat a stanovit postup na jejich přípravu. Je žádoucí snížit na minimum počet různých typů normalizovaných podkladů potřebných ve zkušební laboratoři nátěrů. Je vhodné provádět zkoušku na podkladech, které nejvíce odpovídají skutečnému průmyslovému použití. Obvykle je volba podkladu dle dohody zúčastněných stran. Používají se speciální podklady, nebo podklady běžně dostupné ve standardní kvalitě, které mohou být vhodně očištěny. Normalizované podklady mohou být ocelové, pocínované, s povlakem zinku, hliníkové, skleněné, dřevotřískové, sádkartonové nebo vlákny vyztužené cementové.

Ocelové podklady, určené pro běžné použití musí být zhotoveny z pásu nebo plechů z měkké válcované oceli. Ocel musí být bez rzi, rýh, skvrn, změn barvy a jiných vad povrchu. Mohou být tři typy oceli. První je obchodní kvality o tloušťce od 0,6 mm do 1 mm, drsnost Ra je mezi 0,63 μm až 1,65 μm . Tato ocel je typická pro povrchy v automobilovém průmyslu nebo na strojních zařízeních.

Druhý typ je zcela uklidněná ocel. S tloušťkou od 0,75 mm do 0,8 mm. Drsnost Ra je přibližně 1,2 μm . Třetí typ je obchodní kvality s tloušťkou mezi 0,25 až 0,6 mm. Drsnost nepřevyšuje hodnotu 0,51 μm .

Tento třetí typ, je vhodné použít tam, kde je žádoucí minimalizovat vliv drsnosti povrchu na některou ze zkoušek, jako je měření barvy, lesku nebo přilnavosti nátěru. Během skladování podkladu se musí zabránit jejich korozi. Očištění se může provést rozpouštědly, přípravky na vodní bázi, broušením, fosfátováním nebo otryskáním (pokud je uvedeno v návodu).

Pocínované podklady musejí být zhotovené z lesklého normalizovaného pocínovaného plechu, který odpovídá požadavkům ISO 11949, se jmenovitou tloušťkou od 0,2 mm do 0,3 mm a tvrdostí T52. V protokolu o zkoušce musí být uveden identifikační kód pocínovaného vzorku. Čištění se provede rozpouštědly, přípravky na vodní bázi nebo broušením.

Podklady s povlakem zinku nebo slitiny zinku musí být z uhlíkové oceli válcované za studena. Mezi kupujícím a prodejcem musí být dohodnuty bližší specifikace povlaku. Přípravky se očistí rozpouštědly, přípravky na vodní bázi, broušením nebo chemicky.

Hliníkové podklady musí být z materiálu odpovídající normě ISO 209-1:1989. Pokud se použije jiná slitina, musí to být následně uvedeno v protokolu o zkoušce. Očištění se provede pomocí rozpouštědel, čistícími prostředky na vodní bázi, broušením nebo chromátováním.

Skleněné podklady musí být z tabulového nebo leštěného plaveného skla. Čištění je provedeno buď pomocí rozpouštědel nebo pomocí detergentů.

Dřevovláknité desky jsou tabulový materiál vyrobený z ligno-celulozových vláken tepelným lisováním. Dřevovláknitá deska je klasifikovaná podle hustoty materiálu, která je větší než 0,8 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Zkušební podklady se nařezou na požadované rozměry, očistí se suchou utěrkou a skladují se nejméně 3 týdny za volného přístupu vzduchu o teplotě $23\pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $50\pm 5\%$. Nátěrové hmoty se zkoušejí na hladkém povrchu.

Sádrokarton je stavební deska tvořená jádrem z vytvrzené práškové sádry, které je přilepeno mezi dvěma archy tlustého papíru. Tloušťka desky je přibližně 10 mm. Desky se nařezou za sucha. Hrany se zalepí lepicí páskou. Prach se odstraní suchou utěrkou, podklady se skladují nejméně 3 týdny za volného přístupu vzduchu o teplotě $23\pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $50\pm 5\%$. Podklady nesmí být vystaveny přímému slunečnímu svitu. Bezprostředně před zkoušením se z nich odstraní prach. [5]

3.3 Prohlídka a příprava zkušebních vzorků

Norma ČSN EN ISO 1513 stanoví postup předběžné prohlídky jednotlivého vzorku dodaného ke zkouškám. Mimo to stanoví postup přípravy zkušebního vzorku mísením a redukcí množství ze souboru vzorků, který je reprezentativní pro dodané nebo celkové množství nátěrové hmoty.

Je důležité prohlédnout stav obalu a zaznamenat případná poškození a netěsnosti. Pokud je možné, že došlo k ovlivnění obsahu, vzorek musí být zamítnut. Při otevírání obalu pozor na výrobky, které mají sklony k vytváření plynů nebo tlaku uvnitř obalu. Obaly je zapotřebí otevírat opatrně, zejména pokud je vidět, že víko nebo dno obalu je vyduuté. Pokud k tomu dojde, zaznamená se to do protokolu o zkoušce. Z vnějšího povrchu obalu se odstraní všechny obalové materiály a jiné nečistoty. Obal se opatrně otevře tak, aby nedošlo ke zvržení obsahu. Během vizuální prohlídky je zaznamenána přítomnost jakéhokoliv škráloupu na povrchu a to, zda škrálop je souvislý, tvrdý, měkký, tenký nebo velmi tlustý. Pokud se na vzorku škrálop vyskytuje, je vhodné vzorek vyřadit. Pokud to není proveditelné, škrálop se co nejúplněji oddělí od stěn obalu, popřípadě je odstraněn filtrací. Posoudí se konzistence vzorku, jestli je tixotropní nebo zgelovatělý. Zaznamená se, jestli došlo k rozdělení vzorku do vrstev. Vzorek se také prohlédne na nečistoty, a pokud je to možné, nečistoty se odstraní. U laků, ředitel, roztoků katalyzátorů atd. se znamená čírost a barevný odstín vzorku. Zaznamená se typ usazeniny (pokud nějaká je). Zgelovatělé vzorky nebo s tvrdou suchou usazeninou se nepoužijí, protože nedojde k homogenizaci.

U Výrobků ve formě prášku se obvykle jen zaznamenají zvláštnosti, jako neobvyklý barevný odstín, přítomnost velkých nebo tvrdých hrudek nebo přítomnost cizorodých látek.

Kapalné a pastovité výrobky se po důkladném promíchání každého vzorku přelijí nebo jinak převedou do čistého suchého obalu vhodné velikosti a důkladně se smísí mícháním, protřepáním atd. Když je smíchaný vzorek homogenní, odebere se redukovaný vzorek podle ISO 15528. Redukovaný vzorek se převede do jednoho nebo několika čistých suchých obalů tak, aby zůstal volný prostor asi 5% objemu. Poté se obaly uzavřou, označí štítky a v případě potřeby utěsní. Na štítky se uvede: výrobce a popis výrobku, datum výroby, velikost dávky a podrobnosti o ní, místo a datum vzorkování a jméno pracovníka, který jej provedl, referenční číslo šarže, označení skladovací nádrže, sudu, atd., ze kterého vzorek byl odebrán, datum smísení vzorku a pracovníka, který je provedl, a odkaz na normu 1513. [6]

3.4 Stanovení tloušťky nátěru

Měření tloušťky filmu závisí na kalibraci měřicího přístroje, ověření přístroje, nastavení přístroje a samotném měření. Norma ČSN EN ISO 2808 popisuje řadu metod, které lze použít pro měření tloušťky povlaků nanesených na podklad. Uvádí metody pro stanovení tloušťky mokrého i suchého filmu a nevytvrzených práškových nátěrových hmot.

Ve všech mechanických metodách, je v jednom místě měřicí přístroj v kontaktu s povrchem podkladu a v dalším místě je v kontaktu přes vrstvu povlaku, výsledná tloušťka je rozdíl mezi dvěma hodnotami na stupnici. Tento postup je vhodný pro všechny kombinace podklad-nátěr.

Běžně se k měření tloušťky mokrého povlaku používá měřicího hřebene, měřicího kolečka nebo číselníkového úchytkoměru. Dále je možné použít gravimetrické metody, stanovení tloušťky na základě rozdílu hmotnosti nebo na základě tepelných vlastností. K měření tloušťky suchého filmu na základě rozdílu celkové tloušťky a tloušťky podkladu se používá mikrometr nebo číselníkový úchytkoměr. Může se jednat o destruktivní metodu, kdy se změří celková tloušťka a potom po odstranění povlaku se změří tloušťka podkladu. Výsledná tloušťka je jejich rozdíl. Při nedestruktivní metodě se nejdříve změří tloušťka podkladu a po nanesení povlaku celková tloušťka. Jejich rozdíl je opět výsledná tloušťka povlaku. Dále je možnost stanovit tloušťku pomocí mikrometrického hloubkoměru nebo číselníkového hloubkoměru. Ke stanovení tloušťky se ještě využívají přístroje na měření profilu povrchu. Další způsoby jsou optické metody, metody příčného řezu, metody řezem, metody klínovým řezem, magnetické metody, vířivé proudy a ultrazvuk. [3,7]

4. Normovaná zkouška ČSN EN ISO 9117 1-6

4.1 Stanovení stavu proschnutí a doby proschnutí

Norma ČSN EN ISO 9117-1 určuje metodu, která stanoví, jestli nátěr dosáhl proschnutí po předepsané době. Podstata zkoušky je nanesení nátěru na podklad o stanovené tloušťce a za stanovených podmínek. Kontrola se provádí umístěním zátěže na nátěr a následným otočením o 90°.

Nástroje k měření:

- základní deska,
- běžné laboratorní vybavení,
- sklo,
- volně posuvný píst s hlavou o minimálním průměru 25 mm a možností rotace,
- závaží o hmotnosti 1500 ± 10 g,
- plochý pryžový kotouček o průměru 22 ± 1 mm, tloušťce $5 \pm 0,5$ mm a tvrdosti 50 ± 5 IRHD,
- stopky s přesností na 0,1 s,
- svorka,
- tkanina,
- oboustranná lepicí páska.

Zkušební vzorky:

- podklad: řídí se normou ČSN EN ISO 1514, použijeme ocelový podklad, který očistíme, a případně provedeme patřičnou povrchovou úpravu.
- tloušťka nátěrové hmoty musí odpovídat předpisu výrobce nebo musí být dohodnutá, musí se uvést v protokolu o zkoušce.
- musí se připravit 3 vzorky ke zkoušce, případně 6 pokud chceme zjistit i dobu proschnutí.

Postup zkoušky:

Tkanina se upevní na pryžový kotouček pod hlavu pístu, přičemž se dbá na to, aby zkušební plocha tkaniny nebyla pomačkaná. Pro každou zkoušku se použije nový kus tkaniny. Dále natřený vzorek necháme zaschnout v prostředí s volným prouděním vzduchu, ale bez průvanu a bez přímého slunečního svitu, po určenou dobu a za předepsaných podmínek. Stanovení stavu proschnutí probíhá následovně: „Po umístění vzorku na základní desku pod píst, se na

píst umístí závaží a píst volně dolehne na vzorek, kde po dobu 10 ± 1 sekund setrvá. Po uplynutí této doby se musí otočit o 90° v průběhu 2 sekund. Ihned poté se píst zvedne.“ Zkušební vzorek se zprvu prohlédne prostým okem. Tento postup opakujeme i u dvou (pěti) dalších vzorků. Při pozorování okem, pokud nedošlo na žádném ze vzorku k zřejmému poškození, můžeme výsledek zhodnotit jako: „stav proschnutí dosažen.“ Pokud aspoň na jednom vzorku bude objeveno poškození, výsledek zkoušky bude hodnocen jako: „stav proschnutí nedosažen.“ Stanovení doby proschnutí stanovíme z nejdelšího času, za který nátěr dosáhl stavu proschnutí. Tloušťka nátěru v mikrometrech se změří dle ISO 2808, například hloubkoměrem nebo mikrometrem, měří se na ploše, která nebyla podrobena zkoušce. Po zkoušce zhotovíme protokol. [8]

4.2 Tlaková zkouška stohovatelnosti

Tato norma ČSN EN ISO 9117-2 specifikuje metodu zkoušení, kterou se za normalizovaných podmínek stanoví, zda je jednovrstvý nátěr nebo vícevrstvý systém z nátěrových hmot po předepsané době zasychání dostatečně zaschlý, aby odolal poškození, když jsou dva natřené povrchy nebo jeden natřený povrch na sebe položen při současném působení. Cílem metody je napodobení podmínek, kdy jsou natřené výrobky naskládány jeden na druhý. Podstatou je na podklad nanést nátěr, dále podklad nařezat na pásy. Dva pásy se umístí tak, aby se nátěry dotýkaly. Tato sestava se umístí do zkušebního zařízení se závažím. Po uplynutí předepsané doby se vzorky prohlédnou, jestli nedošlo k poškození.

Nástroje k měření:

- zkušební zařízení,
- závaží o hmotnosti 100-1000 g.

Zkušební vzorky:

Řídí se normou ČSN EN ISO 1514. Použijeme ocelový podklad, který očistíme, a případně provedeme patřičnou povrchovou úpravu. Tloušťka nátěrové hmoty musí odpovídat předpisu výrobce nebo musí být dohodnutá, musí se uvést v protokolu o zkoušce. Každý natřený zkušební vzorek se nechá zaschnout. Co nejdříve po zaschnutí se musí zhotovit nejméně šest pásků o šířce 30 ± 1 mm a délce rovné pětinašobků šířky, tak aby nedošlo k poškození nátěrového filmu. Zajistí se, aby vzorky zůstaly co nejrovnější. Před zkouškou se pásy zbaví zvýšených okrajů.

Postup zkoušky:

Postup se provede třikrát při teplotě $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti dle ISO 3270 a zaznamená do protokolu o zkoušce. Zkušební vzorky se položí na sebe pod úhlem $90\pm 2^{\circ}$ tak, aby se zkoušené povrchy navzájem těsně dotýkaly. Zkušební pásy se uspořádají tak, aby na sobě ležely plochy, které byly během přípravy nejméně poškozeny. Zkušební vzorky se umístí na základní desku způsobem, aby píست zcela překrýval dotykovou čtvercovou plochu. Píست se spustí a zcela zatíží pásy. Ponechá se pod zatížením po předepsanou dobu. Hmotnost zatížení a doba je předem dohodnuta mezi zúčastněnými stranami. Po uplynutí doby se píست zvedne a prohlédne se, jestli došlo k nějakému poškození. Výsledky se uvedou do protokolu o zkoušce. [9]

4.3 Zkouška povrchového zasychání s balotinou

Jedná se o metodu zkoušení, která stanoví charakteristiky povrchového zasychání povlaku nátěrových hmot zasychajících působením vzduchu nebo chemickou reakcí svých složek. Podstata metody je, že na podklad nanese vrstvu nátěrové hmoty a za předepsaných podmínek necháme zasychat. Stav povrchového zaschnutí se stanoví prohlédnutím povrchu povlaku poté, co se na povrch přidají malé průhledné kuličky (balotina) a odstraní se štětcem bez poškození.

Nástroje a zařízení k měření:

- balotina: jedná se o malé skleněné kuličky, které neprojdou sítem s jmenovitým průměrem ok $125\ \mu\text{m}$, a všechny projdou sítem s jmenovitým průměrem ok $250\ \mu\text{m}$,
- měkký vlasový štětec,
- stopky s přesností měření na $0,1\ \text{s}$,
- váhy s přesností vážení a $0,01\ \text{g}$.

Zkušební vzorky:

Zkušební vzorek musí být ze skla, leštěné oceli, leštěného pocínovaného plechu nebo leštěného hliníku splňujícího požadavky ISO 1514 a jeho povrch musí být připraven pro nanesení povlaku tak, jak je uvedeno v normě ISO 1514. Pokud je požadováno, musí být zkušební vzorek opatřen vhodným základním nátěrem nebo mezivrstvou, a před nanesením zkušebního nátěru se nechá zaschnout. Na zkušební vzorek se předepsaným nebo

dohodnutým způsobem nanese nátěr. Tloušťka zaschlého povlaku v mikrometrech se stanoví jedním z postupů uvedených v ISO 2808.

Postup zkoušky:

Vzorek se nechá zasychat po předem dohodnutou dobu, dále se vzorek umístí do vodorovné polohy. Na povrch se z výšky minimálně 50 mm a nejvýše 150 mm nasype 0,5 g balotiny. Po přibližně 10 sekundách se povrch nakloní pod úhel 20° k vodorovné rovině a po povrchu se přejeďte štětcem. Povrch povlaku se vizuálně prohlédne. Povlak je povrchově proschlý, jestliže lze veškerou balotinu odstranit štětcem bez poškození povrchu. Plochy ležící méně než přibližně 5 mm od hran se neberou v úvahu. Stanovení doby povrchového proschnutí se provádí následovně: „Postup zkoušky se opakuje na nových vzorcích do doby, než se ukáže, že je povrch zaschlý.“ Doba se zaznamená a uvede do protokolu. [10]

4.4 Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání

Tato zkouška specifikuje metodu pro stanovení dob potřebných k dosažení různých fází zasychání organických povlaků, při které se k zaznamenávání doby zasychání používá mechanické zařízení s přímočarým nebo kruhovým pohybem. Zkouška je určena k napodobení podmínek při skladování natřených výrobků jeden na druhém. Existují dvě varianty zkoušky, varianta A s lineárním záznamem nebo varianta B s kruhovým záznamem. U varianty A se nátěr nanese na skleněné pásky o rozměrech 300 mm x 25 mm. Pásky se umístí tak, aby na každý mokrý nátěr mohla být spuštěna jehla. Jehly se po skleněných páscích pohybují konstantní rychlostí. U varianty B se nátěr nanese na skleněnou destičku o rozměrech 150 mm x 150 mm. Jehla se u varianty B otáčí v úhlu 360°. Zkouška se u obou variant provede nejméně na dvou vzorcích při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti okolního prostředí, pokud není dohodnuto jinak (viz ISO 3270).

Zkušební vzorky:

Používají se skleněné destičky dle ISO 1514. Na zkušební vzorek se nanese předepsaným způsobem nátěr nebo systém. Způsob a tloušťka musí být sjednána mezi zúčastněnými a uvedena v protokolu o zkoušce.

Postup zkoušky varianta A:

Ke zkoušce je využito zařízení pro lineární záznamy průběhu zasychání, vybavené několika jehlami o průměru 2 mm se zaoblenými konci. Jehly jsou taženy po navzájem rovnoběžně umístěných natřených skleněných destičkách, jejichž rozměry jsou obvykle 300 mm x 25 mm. Rameno s upevněnou jehlou je vybaveno závažím o hmotnosti 5 g, které lze přidat pro zvýšení tlaku na jehly při zaznamenávání doby proschnutí. Závaží lze dle dohody i zvýšit. Rychlost lze měnit tak, aby byly pokryty doby 6 h, 12 h a 24h. Zapotřebí ke zkoušce bude lupa. Nátěr se nanese na skleněné pásky a zaznamená se doba jeho nanesení. Ihned poté se pásky vloží do zkušebního zařízení a rameno se spustí tak, aby bylo v počáteční poloze. Jehla se zlehka spustí na pásek. Musí se zajistit, aby byly jehly čisté. Dále se zapne motor a jehla se táhne po pásku. Počáteční bod by se měl označit popisovačem, neboť zpětně je obvyklé, že se nedá jednoznačně určit. Po zaschnutí se vyhodnocením skleněných pásků stanoví doba potřebná k zaschnutí a její fáze. K vyhodnocení lze použít lupu pro snadnější určení fází. Doba zasychání se rovná podílu vzdálenosti odpovídající fázi a rychlosti pohybu jehly.

Postup zkoušky varianta B:

Ke zkoušce je nutné použít zařízení pro kruhový záznam průběhu zasychání, vybavené motorem upevněným na trojnožce s pryžovými hroty. Hřídel motoru směřuje svisle, na hřídel je upevněno otočné rameno držící svislou jehlu z fluorovaného polymeru se zakončením o průměru přibližně 10 mm s protizávažím. Jehla z fluorovaného polymeru, obvykle zatížená závažím o hmotnosti 12 g, vyrývá do schnoucího nátěru oblouk. Rameno je opatřeno protizávažím, které umožňuje nastavit tlak na jehlu na hodnotu blízkou nule. Jehla zvolenou konstantní rychlostí opisuje kruhový oblouk. Záznamová zařízení jsou schopná pokrýt různé doby zasychání. Průhledná šablona mající stupnici odpovídající příslušné rychlosti motoru se používá ke zjištění dob odpovídajících různým fázím zasychání, které se projevují rozdíly ve vzhledu stopy. Pro zjednodušení identifikace fází použijeme lupu. Při nanášení nátěru na zkušební vzorek se zaznamená doba potřebná k nanesení. Dále se vzorek umístí do zařízení. Jehla se spustí na vzorek. Ujistíme se, že jehla je čistá a nepoškozená. Zapneme motor a jehla se táhne po zkušebním vzorku. Bod začátku zkoušky označíme popisovačem, pro jednoznačnou identifikaci počátku zkoušky. Po zaschnutí vzorek vyhodnotíme pomocí průhledné šablony. Stanovíme a zaznamenáme dobu potřebnou k dosažení příslušné fáze zasychání. Doba zasychání se rovná podílu vzdálenosti odpovídající fázi a rychlosti pohybu jehly. Tloušťka nátěru se stanoví dle ISO 2808. [11]

4.5 Modifikovaná Bandowova-Wolffova metoda

V této části normy 9117 se stanovuje metoda, zda nátěry dosáhly jednotlivých stupňů zasychání. Také umožňuje vyhodnocovat rychlost zasychání.

Zkušební vzorky:

Ke zkoušce budeme potřebovat skleněné kuličky (balotina) podle ISO 9117-3, měkký vlasový štětec, papírové kotoučky o průměru 26 mm, vyrobené z běžného kancelářského papíru o plošné hmotnosti 60 g.m^{-2} až 80 g.m^{-2} , pryžové kotoučky o průměru $22 \pm 1 \text{ mm}$, tloušťce $5 \pm 0,5 \text{ mm}$ a tvrdosti $50 \pm 5 \text{ IRHD}$ (mezinárodní stupeň tvrdosti pryže, viz ISO 48), závaží o hmotnosti 20 g, 200 g, 2 kg a 20 kg a také jsou zapotřebí stopky. Dle ISO 15528 se odebere reprezentativní vzorek. Každý vzorek se podle ISO 1513 prohlédne a připraví ke zkoušce. Jako podklad pro zkušební nátěr se použijí podklady dle ISO 1514 zhotovené z oceli, o délce 150 mm, šířce 95 mm a tloušťce 0,5 mm až 2 mm. Na podklad se předepsaným způsobem nanese zkoušený výrobek nebo systém. Tloušťka mokrého nátěru v milimetrech se stanoví jedním ze způsobů uvedených v ISO 2808, a to na místech blízkých k těm, na nichž se bude zjišťovat dosažení stupně zasychání nátěru.

Postup zkoušky:

Zkouška se provede na třech vzorcích při teplotě $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti okolního prostředí, pokud není dohodnuto jinak. Zkouška pro stupeň zasychání 1 se provede dle ISO 9117-3. Pro provedení zkoušky pro stupeň zasychání 2 se položí na zkušební vzorek papírový kotouček a na něj pryžový kotouček. Dále se na pryžový kotouček soustředně umístí závaží (20 g). Po 60 sekundách se závaží a pryžový kotouček sejmou. Zkušební vzorek se nechá spadnout z výšky přibližně 30 mm na dřevěnou podložku o tloušťce přibližně 20 mm s plochým vodorovným povrchem. Jestliže papírový kotouček odpadne, byl stupeň zasychání dosažen. Pro stanovení vyšších stupňů zasychání 3 až 7 se zkouška provede stejným postupem, ale pro stupeň 3 se použije závaží o hmotnosti 200 g, pro stupeň 4 až 5 závaží o hmotnosti 2 kg a pro stupeň 6 až 7 závaží o hmotnosti 20 kg. Aby byl dosažen stupeň zasychání, v žádném případě nesmí zůstat papír po zkoušce přilepený. Výsledky ze zkoušky se uvedou do závěrečného protokolu. [12]

4.6 Zkouška zasychání do stavu bez otisku

Norma popisuje jednoduchou empirickou metodu pro hodnocení odolnosti povlaku vytvořeného nátěru nebo obdobného výrobku. Hodnotí odolnost proti vzniku otisku polyamidové gázy přiložené na povlak po předepsanou dobu při předepsaném zatížení. Stav bez otisku, je stav nátěru, kdy gáza předepsaného typu při působení předepsaného zatížení po předepsanou dobu nezanechává na jeho povrchu otisk viditelný prostým okem s korekcí zrakových vad. Doba do stavu bez otisku, je délka časového intervalu mezi nanesením nátěru na připravený zkušební podklad a okamžikem, kdy nátěr po zkoušce předepsaným zkušebním postupem zůstane právě bez otisku.

Zkušební vzorky:

Čtverce z tkané monofilní polyamidové gázy o rozměrech nejméně 25 mm x 25 mm. Průměr vláken je stanoven na 0,12 mm a velikosti oka gázy přibližně na 0,2 mm, pokud není dohodnuto mezi zúčastněnými stranami jinak. Ke zkoušce jsou zapotřebí pryžové kotouče o průměru 22 mm, tloušťce 5 mm a tvrdosti 50 ± 3 IRHD, válcová závaží o hmotnosti 200 g, 500 g a 1000 g s průměrem nejméně 22 mm, také použijeme stopky k měření času. Ze zkoušeného výrobku se podle ISO 15528 odebere reprezentativní vzorek a připraví se ke zkoušce podle ISO 1513. Zkušební vzorky musí být zhotoveny ze skla, leštěné oceli, leštěného pocínovaného plechu nebo leštěného hliníku a musí splňovat požadavky ISO 1514. Podle požadavků se nátěr nanese a nechá zaschnout. Tloušťku nátěru stanovíme dle normy ISO 2808.

Postup zkoušky:

Pokud není dohodnuto jinak, nechá se vzorek zaschnout ve svislé poloze při teplotě $23 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $50 \pm 5\%$. Vzorek musí zasychat při volné cirkulaci vzduchu. Po uplynutí doby pro zaschnutí se vzorek umístí do vodorovné polohy. Na vzorek se položí polyamidové gázy, do jeho středu se umístí pryžový kroužek, a na kotouček se položí vhodně závaží, tak aby osy byly shodné, a spustí se stopky. Pokud není dohodnuto mezi zúčastněnými stranami jinak, závaží, kroužek a gáza se sejmou po 10 minutách. Bezprostředně potom se prostým okem prohlédne povrch zkoušené plochy, a pokud je povrch bez otisku, uvede se v protokolu o zkoušce, že vzorek prošel bez otisku nebo s otiskem. [13]

5. Experimentální část

V experimentální části této bakalářské práce je cílem připravit a změřit 18 vzorků nátěrových hmot v 5 různých kombinacích a stanovit dobu zasychání na přístroji pro stanovení doby zasychání BK3 od společnosti TQC B.V. Experiment se provádí na třech nátěrových hmotách od společnosti COLORLAK, a.s. s tužidly předepsaným výrobcem. Nedílnou součástí je hodnocení provedení zkoušky.

5.1 Zkušební vzorky

K experimentu se použily 3 nátěrové hmoty a 3 tužidla, z kterých vzniklo celkem 18 zkušebních vzorků v 5 různých kombinacích, dle doporučení výrobce. Jednotlivé nátěrové hmoty jsou představeny níže.

EPAX S2339

EPAX S2339 je epoxidová jednovrstvá antikorozi dvousložková nátěrová hmota, která současně plní funkci základní a vrchní nátěrové hmoty. Je určena jako jednovrstvý antikorozi nátěr kovových podkladů jako je ocel, zoxidovaný zinek apod. Je určena pro venkovní i vnitřní prostředí. Doporučená tloušťka nátěru je minimálně 80 μm . [14]

Poměry tužení:

Tab. 1: Poměr tužení nátěrové hmoty EPAX S2339

Tužidlo	S7307	S7308
poměr hmotnostní	6:1	9:1
poměr objemový	4:1	6:1

Zasychání:

Tab. 2: Doba zasychání nátěrové hmoty EPAX S2339

		20°C	30°C
S7307	proti prachu	max. 60 min	max. 40 min
	pro manipulaci	max. 12 hod	max. 6 hod
S7308	proti prachu	max. 40 min	max. 30 min
	pro manipulaci	max. 4 hod	max. 2 hod

- Hodnoty pro zasychání platí pro laboratorní podmínky a DFT 50 μm .

EPAX S2318

EPAX S2318 je epoxidová základní antikorozi dvousložková nátěrová hmota, která slouží k nátěrům kovových podkladů jako je ocel, hliník, zoxidovaný zinek apod. Je určena pro venkovní i vnitřní prostředí. Tato nátěrová hmota v kombinaci s tužidlem S7308 je charakteristická velmi rychlým zasycháním a možností aplikace při teplotách blízkých 0°C. [15]

Poměry tužení:

Tab. 3: Poměr tužení nátěrové hmoty EPAX S2318

EPAX S2318	6 hmot. dílů	9 hmot. dílů	6 hmot. dílů
S7307	1 hmot. díl	-	-
S7308	-	1 hmot. díl	-
S7302	-	-	1 hmot. díl

Zasychání:

Tab. 4: Doba zasychání nátěrové hmoty EPAX S2318

	S7307	S7308
stupeň 1.	max. 60 minut	max. 35 minut
stupeň 4.	max. 20 hodin	max. 6 hodin

SYNOREX S2008

SYNOREX S2008 je reaktivní dvousložková nátěrová hmota určena pro speciální průmyslové účely. Používá se všude tam, kde z technických důvodů nelze použít antikorozi nátěr chromanu zinečnatého. V leteckém a automobilovém průmyslu je využita pouze pro ochranu částí vystavených zvýšenému působení chemikálií. Je určena zvláště na zinek, hliník a jeho slitiny ke zvýšení přilnavosti a antikorozi odolnosti. Nátěr natužené barvy naleptává kovy a tvoří dobře zakotvenou vrstvu mezi podkladem a dalšími nátěry. [16]

Poměr tužení:

Tab. 5: Poměr tužení nátěrové hmoty SYNOREX S2008

S2008	4 hmot. díly	19 obj. dílů
S6011	1 hmot. díl	5 obj. dílů

Zasychání:

Tab. 6: Doba zasychání nátěrové hmoty SYNOREX S2008

stupeň 1.	max. 10 minut
stupeň 3.	max. 2 hodiny

5.2 Podkladový materiál

Pro tuto zkoušku se použily podklady zhotovené ze skla, o délce 305 mm, šířce 25 mm a tloušťce 3 mm. Podkladová skla se nejprve očistila od hrubých nečistot navlhčenými papírovými ubrousky. Dále se pomocí rozpouštědla otřela od případných mastnot a znovu se otřela do papírových ubrousků.

5.3 Experimentální zařízení a pomůcky

Během zkoušky byly použity tyto pomůcky:

- měřicí přístroj BK3 od společnosti TQC B.V.,
- 11 kusů skleněných podkladů,
- drážka pro natahování zkušební vzorků od společnosti TQC B.V.,
- aplikátor pro tloušťky 38 μm nebo 76 μm od společnosti TQC B.V.,
- přístroj na měření podmínek prostředí Elcometr 319,
- pneumatické míchadlo PM 60,
- mikroskop Infinity 1 Lumenera,
- 3 skleněné kádinky o objemu 500 ml,
- injekční stříkačky o objemu 150 ml a 5 ml,
- ochranné pomůcky.



Obr. 5.1 - Měřicí přístroj BK3 od společnosti TQC B.V.



Obr. 5.2 - Drážka pro natahování zkušební vzorků od společnosti TQC B.V.



Obr. 5.3 - Aplikátor pro tloušťky 38 μm nebo 76 μm od výrobce TQC B.V.

5.4 Zhotovení zkušebních nátěrů

Všechny tři nátěrové hmoty byly po otevření zkontrolovány na vady, s negativním výsledkem na přítomnost vady. Dále byly všechny nátěrové hmoty zamíchány ve skladovací nádobě do stavu homogenity za pomoci pneumatického lopatkového míchadla.

Dávkování ze skladovacích nádob do 500 ml kádinky probíhalo za pomoci 150 ml injekční stříkačky. Poměr tužení se řídil objemovým poměrem. Následovalo promíchání suspenze nátěrové hmoty a tužidla do stavu homogenity. Okamžitě po promíchání směsi se jednotlivé čisté skleněné podklady pokládaly do nanášecí drážky. Na drážku se položil očištěný aplikátor a do aplikátoru se vstříkla směs pomocí injekční stříkačky o objemu 5 ml. Skleněný podklad se přidržoval proti podélnému pohybu a zároveň se aplikátor rovnoměrným pohybem posuňoval po skleněném podkladu a vytvářel nátěr o zvolené tloušťce 76 μm .

Proces nanášení směsi na skleněný podklad se následně opakoval na další skla, která se postupně vkládala do drážek v přístroji BK3.

5.5 Průběh zkoušky

Po nanesení všech šesti vzorků se přístroj spustil. Hrot kontaktní jehly musí být v kolmé poloze vůči vzorku. Na druhý konec kontaktní jehly bylo umístěno pětigramové závaží. Přístroj během 12 hodin pokračoval po celé délce zkušebního vzorku s rovnoměrným pohybem. Po spuštění přístroje byly odměřeny teplotní podmínky v laboratoři.

Tab. 7: Teplotní podmínky v laboratoři při zkoušce

	EPAX S2339	EPAX S2318	SYNOREX S2008
Relativní vlhkost [%]	61,2	68,3	64,5
Teplota prostředí [°C]	24,9	25,6	24,3
Teplota vzduchu [°C]	24,6	25,3	24,3
Rosný bod [°C]	16,6	19	17,1

5.6 Výsledky měření

Cílem měření je stanovit potřebnou dobu k zaschnutí nátěru. Přístroj BK3 zanechává stopu (Obr. 5.4) v nátěru aplikovaném na podkladová skla. Stopa je výrazná pokud nátěr klade malý odpor a nechává proniknout jehlu hlouběji do nátěru, v některých případech až na sklo. Postupně se stopa zmenšuje a stává se hůře viditelnou. Děje se to proto, že už nátěr klade větší odpor a jehla neproniká do hloubky nátěru. Když dojde k zaschnutí do stavu 5, bude stopa ve svém zbytku monotónní.

Výsledky pro jednotlivé nátěry jsou vepsané do tabulky 8. Tyto výsledky se dají odečíst lidským okem ze stupnice, která je z boku přístroje. Tato stupnice je rozdělená na 12 oblastí, kdy každá oblast symbolizuje 1 hodinu. Výrobce udává, že každá hodina má délku jednoho palce, v jednotkách SI 0,0254 metru. Výsledek lze změřit měřidlem a následně přepočítat. 1 mm délky odpovídá 142 sekundám zasychání.

Tab. 8: Výsledné časy zasychání do stavu 5

Nátěrová hmota	Tužidlo	Číslo vzorku	Doba zasychání do stavu 5 (odečteno bez měření délky nátěrů)
EPAX S2339	S7307	č. 1	4 hodiny 45 minut
		č. 2	5 hodin
		č. 3	5 hodin 15 minut
	S7308	č. 4	2 hodiny 15 minut
		č. 5	2 hodiny
		č. 6	2 hodiny 15 minut
EPAX S2318	S7307	č. 1	5 hodin
		č. 2	5 hodin 15min
		č. 3	5 hodin
	S7308	č. 4	2 hodiny 30 minut
		č. 5	2 hodiny 15 minut
		č. 6	2 hodiny 30 minut
SYNOREX S2008	S6011	č. 1	max. 20 minut
		č. 2	max. 20 minut
		č. 3	max. 20 minut
		č. 4	max. 20 minut
		č. 5	max. 20 minut
		č. 6	max. 20 minut



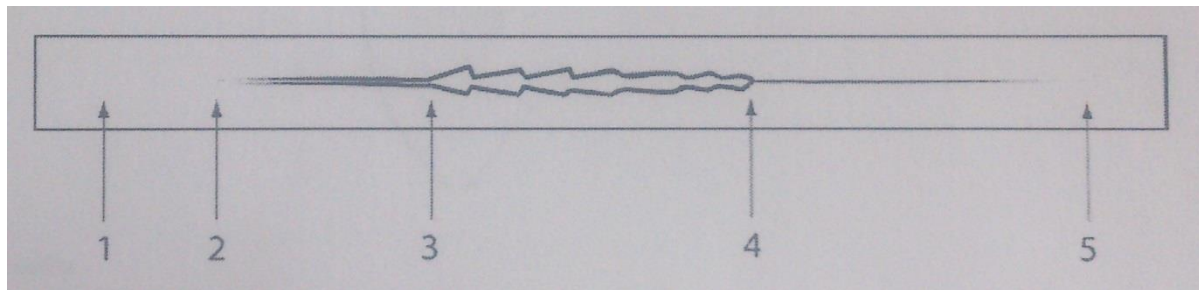
Obr.5.4 - Stopa od jehly v nátěru na vzorcích EPAX S2318 s tužidlem S7308



Obr. 5.5 - Různé stavy zaschnutí na vzorku EPAX S2339 s tužidlem S7307

Mimo stanovení doby pro zaschnutí je ještě možné určit jednotlivé stavy (Obr. 5.5), konkrétně stavy 1 až 5.

Prodejce PROINEX INSTRUMENTS, s.r.o. dodává technický list přístroje BK3, ve kterém je pomůcka (Obr. 5.6) pro stanovení jednotlivých stavů.



Obr. 5.6 - Pomocné schéma pro stanovení jednotlivých stavů

5.7 Vyhodnocení výsledků

Dle technických listů od výrobce ke zkoušeným nátěrovým hmotám bylo zjištěno, že hmota SYNOREX S2008 s tužidlem S6011, která je reaktivní nátěrovou hmotou, zaschne během několika minut, s maximálním časem přibližně 30 min. Výsledný čas zasychání maximálně 20 minut pro SYNOREX S2008 to potvrdil. Další nátěrová hmota EPAX S2339 s tužidlem S7307 zasychá do stavu 5 maximálně do 7 hodin, výsledný čas 5 hodin potvrzuje tuto dobu. Stejná nátěrová hmota s tužidlem S7308 zaschne s polovičním časem kolem 2 hodin a 15 minut. u nátěrové hmoty EPAX S2318 se očekával rychlejší nebo jen nepatrně rychlejší průběh zasychání než u nátěrové hmoty EPAX S2339. Výsledný čas zasychání 5 hodin s tužidlem S7307 a 2 hodiny a 30 minut s tužidlem 7308 potvrdil časy zasychání.

5.8 Zhodnocení měření

Americká norma D5895-03 uvádí, že tento způsob měření je výhodný během měření, kdy porovnáváme více nátěrů mezi sebou a sledujeme, který se trhá, je gelovější nebo dříve zaschne do určitého stavu.

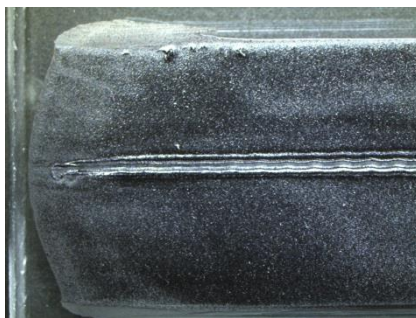
Čas zaschnutí je důležitý a podstatný, protože nám poskytuje informaci, kdy se například čerstvý nátěr místnosti, podlahy nebo schodů může vrátit zpět do provozu nebo být opětovně přetřen. Pokud nátěr zasychá pomalu, může způsobit špatný vzhled výsledného povrchu.

Během měření vzniká několik činitelů, které mohou ovlivnit výsledek. Jako jedním z činitelů, je doba mezi všemi procesy při přípravě zkušebního nátěru a samotným spuštěním měřicího přístroje. Tato doba se pohybuje přibližně mezi 5 až 15 minutami. Mělo by se dosáhnout co nejkratší doby pro aplikaci nátěru na zkušební podklad.

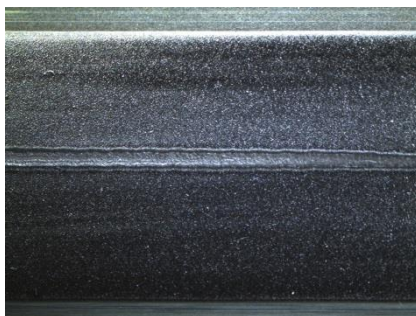
Aplikace nátěru na zkušební sklo je problematická, neboť sklo není zajištěno v nanášecí drážce proti podélnému pohybu v jednom směru, pak vzniká na konci skla nerovnoměrný nátěr, který nelze vyhodnocovat, pokud doba zasychání je více jak 10 hodin. Postačující by bylo, kdyby sklo v drážce bylo zajištěno proti nežádoucímu podélnému pohybu. Nevýhodou tohoto přístroje, je nedostatečná přesnost pro měření nátěrů, které zasychají za méně jak 30 minut, jak tomu bylo v případě nátěrové hmoty SYNOREX S2008, kdy nátěr zaschl za méně jak 20 minut. Nebylo možné stanovit jednotlivé stavy zaschnutí.

Přístroj je vhodný na měření až šesti různých nátěrů ve stejnou chvíli a výsledky z měření jsou známy po ukončení zkoušky, tedy po 12 hodinách. Časová nenáročnost je vhodná pro rychlé ověření vlastností nátěru nebo pro vývoj a formulaci nátěrových hmot. [17]

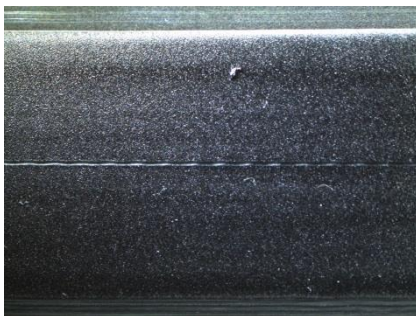
Na obrázcích 5.7, 5.8 a 5.9 jsou fotografie z mikroskopu, na kterých lze pozorovat průběh zasychání. Jedná se o vzorek č.2 nátěru EPAX S2339 s tužidlem S7307.



Obr. 5.7 – Zaschlý nátěr EPAX S2339 s tužidlem S7307 – začátek zasychání



Obr. 5.8 – Zaschlý nátěr EPAX S2339 s tužidlem S7307 - po 3 hod. zasychání



Obr. 5.9 – Zaschlý nátěr EPAX S2339 s tužidlem S7307 – po 4,5 hod. zasychání

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo přiblížení a shrnutí poznatků a obecných znalostí z oblasti nátěrových hmot. V teoretické části jsou důležité informace o hygieně a bezpečnosti práce, podkladech pro zkušební nátěry, kontrole a přípravě zkušebních vzorků a stanovení tloušťky nátěru. Zejména jsou v práci popsány a zjednodušeny normy, které se zabývají zasycháním.

Úkolem experimentální části této bakalářské práce bylo vyhodnotit potřebné časy pro zaschnutí 18 vzorků nátěrových hmot od společnosti COLORLAK, a.s na přístroji BK3 od společnosti TQC B.V. V práci jsou představeny jednotlivé nátěrové hmoty a postup pro měření.

Na přístroji BK3 bylo dosaženo pozitivních výsledků, neboť, přístroj prokázal, že výsledné časy byly správné v porovnání s technickými listy jednotlivých nátěrových hmot. Výhodou přístroje se ukázala jeho schopnost zobrazit ve zkušebním nátěru jednotlivé stavy, kterými nátěr během zasychání procházel. U obou nátěrových hmot EPAX byla stanovená doba zaschnutí s jen nepatrnou časovou odchylkou, a také bylo dobře vidět, kdy nátěr procházel jednotlivými stavy. Na vzorku SYNOREX bylo problematické stanovit čas výsledného zaschnutí, protože doba zaschnutí byla kratší než 20 minut. Ani na jednom ze vzorků SYNOREX nebyly patrné jednotlivé stavy. Není vhodné používat přístroj BK3 a danou metodu pro nátěrové hmoty, které dosáhnou stavu 5 za méně jak 30 min. Přístroj BK3 by se měl používat obzvláště při vývoji, formulaci a ověření doby zasychání nátěrových hmot.

7. Použitá literatura

- [1] Nátěrové hmoty [online]. 2007 [cit. 25.7.2015]. Dostupné z:
http://www.zaverky.estranky.cz/clanky/zboziznalstvi---drogisticke-zbozi/naterove_hmoty.html
- [2] Zeman V.: Rychleschnoucí nátěrové hmoty. Diplomová práce. Praha: Fakulta strojní ČVUT, 2015
- [3] HERRMANN, F. SCHILLER M. Zkoušení nátěrových hmot a ochranných povlaků [online]. [cit. 25.7.2015]. Dostupné z:
http://www.sczl.cz/dokumenty/k06_04.pdf
- [4] LUKAVSKÝ, Ladislav, Václav FIALA a Stanislav BOUŠKA. Nátěrové hmoty. 3. upr. vyd. Praha: Merkur, 1993. ISBN 80-7032-301-9.
- [5] ČSN EN ISO 1514. Nátěrové hmoty - Normalizované podklady pro zkušební nátěry. SVÚOM s.r.o., 2005
- [6] ČSN EN ISO 1513. Nátěrové hmoty – Prohlídka a příprava zkušebních vzorků. SVÚOM s.r.o., 2010
- [7] ČSN EN ISO 2008. Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru. SVÚOM s.r.o., 2007
- [8] ČSN EN ISO 9117-1. Nátěrové hmoty – zkoušky zasychání – část 1: Stanovení stavu proschnutí a doby proschnutí. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [9] ČSN EN ISO 9117 – 2. Nátěrové hmoty – zkoušky zasychání – část 2: Tlaková zkouška stohovatelnosti. Praha: ÚNMZ, 2010.
- [10] ČSN EN ISO 9117 – 3. Nátěrové hmoty – zkoušky zasychání – část 3: Zkouška povrchové zasychání s balotinou. Praha: ÚNMZ, 2010.
- [11] ČSN EN ISO 9117 – 2. Nátěrové hmoty – zkoušky zasychání – část 4: Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání. Praha: ÚNMZ, 2010
- [12] ČSN EN ISO 9117 – 2. Nátěrové hmoty – zkoušky zasychání – část 5: Modifikovaná Bandowova - Wolffova metoda. Praha: ÚNMZ, 2010
- [13] ČSN EN ISO 9117 – 2. Nátěrové hmoty – zkoušky zasychání – část 6: Zkouška zasychání do stavu bez otisku. Praha: ÚNMZ, 2012
- [14] Technický list produktu EPAX S2339, COLORLAK, a.s.. 2015
- [15] Technický list produktu EPAX S2318. [cit. 20.6.2015]. Dostupné z:
http://www.colorlak.cz/data/kl/cz_S2318-A.pdf
- [16] Technický list produktu SYNOREX S2008, COLORLAK, a.s.. 2015

- [17] D5895 – 03 (Reapproved 2008). Standard Test Methods for Evaluating Drying or Curing During Film Formation of Organic Coating Using Mechanical Recorders. United States, West Conshohocken: ASTM International, 2008

8. Seznam tabulek

Tabulka č.1 - Poměr tužení nátěrové hmoty EPAX S2339	28
Tabulka č.2 - Doba zasychání nátěrové hmoty EPAX S2339	28
Tabulka č.3 - Poměr tužení nátěrové hmoty EPAX S2318	39
Tabulka č.4 - Doba zasychání nátěrové hmoty EPAX S2318	39
Tabulka č.5 - Poměr tužení nátěrové hmoty SYNOREX S2008	39
Tabulka č.6 - Doba zasychání nátěrové hmoty SYNOREX S2008	30
Tabulka č.7 - Teplotní podmínky v laboratoři při zkoušce	32
Tabulka č.8 - Výsledné časy zasychání do stavu 5	33

9. Seznam obrázků

Obrázek 5.1 - Měřicí přístroj BK3 od společnosti TQC B.V.	30
Obrázek 5.2 - Drážka pro natahování zkušební vzorků od společnosti TQC B.V.	31
Obrázek 5.3 - Aplikátor pro tloušťky 38 μm nebo 76 μm od výrobce TQC B.V.	31
Obrázek 5.4 - Stopa od jehly v nátěru na vzorcích EPAX S2318 s tužidlem S7308	33
Obrázek 5.5 - Různé stavy zaschnutí na vzorku EPAX S2339 s tužidlem S7307	33
Obrázek 5.6 - Pomocné schéma pro stanovení jednotlivých stavů	34
Obrázek 5.7 – Zaschlý nátěr EPAX S2339 s tužidlem S7307, začátek zasychání	35
Obrázek 5.8 - Zaschlý nátěr EPAX S2339 s tužidlem S7307, po 3 hod. zasychání	35
Obrázek 5.9 - Zaschlý nátěr EPAX S2339 s tužidlem S7307, po 4,5 hod. zasychání	35