



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH NÁTĚROVÝCH SYSTÉMŮ KAROSÁŘSKÝCH DÍLŮ VÝDEJNÍCH STOJANŮ

DESIGN OF PAINT SYSTEMS IN COACHWORK PARTS OF EASEL ISSUES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN FAJFR

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

ING. JAROSLAV KUBÍČEK

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Fajfr

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

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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

Návrh nátěrových systémů karosářských dílů výdejních stojanů

v anglickém jazyce:

Design of paint systems in coachwork parts of easel issues

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Výdejní stojany na pohonné hmoty jsou vystaveny velmi tvrdému provoznímu zatížení poškozením povrchu i korozním napadením. Nové druhy práškových barev v oblasti povrchových úprav přinášejí prodloužení životnosti i nový design povrchové úpravy.

Cíle bakalářské práce:

- 1) Popis současné povrchové úpravy výdejních stojanů a korozní odolnost dílů se stávající povrchovou úpravou dílů.
- 2) Výběr vhodného postupu předúpravy a výběr typu práškové barvy, návrh parametrů experimentu.
- 3) Provedení zkoušek korozní odolnosti na různých vzorcích.
- 4) Vyhodnocení experimentu a posouzení environmentálního vlivu.
- 5) Technické a ekonomické srovnání.
- 6) Závěr.

Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kubíček

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 11. 11. 2013

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakult

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem nového nátěrového systému. Je zde řešena vhodná předúprava pro základní nátěr. Teoretická část obsahuje rozbor těchto předúprav, druhy práškových barev, možnosti nanášení práškových barev a jejich vytvrzování. Za účelem této práce byly zhotoveny vzorky na, kterých se provedly zkoušky odolnosti. V závěru je obsaženo vyhodnocení experimentu a volba nejvhodnějšího nátěrového systému s ohledem na ekonomii.

Klíčová slova

prášková barva, fosfátování, povrchová úprava, koroze, odtrhová zkouška, mřížková zkouška

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with proposal for a new type of painting. There is a solution of proper pretreatment for undercoat. Teoretical part includes analysis of these pretreatments, types of powder coatings, options how to apply these coatings including curing. There have been made samples for the purpose of this work and the samples were tested for resistance. Conslusion of this work contains results of the experiment and the choice of the best type of painting with regards of economy.

Key words

Powder coating, phosphating, surface treatment, corrosion, pull-off test, cross-cut test

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FAJFR, J. *Návrh nátěrových systémů karosářských dílů výdejních stojanů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 43 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kubíček.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Návrh nátěrových systémů karosářských dílů výdejních stojanů** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Jan Fajfr

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych rád poděkoval všem, kteří mi pomohli s tvorbou a realizací této bakalářské práce. Firmě Adast Systems, vedoucímu práce Ing. Jaroslavu Kubíčkoví a mé rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

ABSTRAKT

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PROHLÁŠENÍ

PODĚKOVÁNÍ

OBSAH

ÚVOD	9
1. POPIS SOUČASNÉ TECHNOLOGIE.....	10
1.1 Výdejní stojan obecně	12
1.2 Rozdělení stojanů	14
2. PŘEDÚPRAVA, POVRCHOVÁ ÚPRAVA A ZÁKLADNÍ NÁTĚŘ.....	16
2.1 Koroze	16
2.2 Odmašťování	18
2.3 Otryskávání.....	19
2.3.1 Tryskací materiály	20
2.4 Fosfátování	22
2.5 Historie lakování	23
2.6 Princip práškového lakování	23
2.6.1 Kataforéza	24
2.6.2 Rozdělení práškových nátěrových hmot.....	24
2.6.3 Vypalování práškových barev	25
3. PROVEDENÍ EXPERIMENTU	27
3.1 Mřížková zkouška	28
3.2.1 Zařízení a postup zkoušky	28
3.2.2 Možnosti hodnocení.....	30
3.3 Odtrhová zkouška přilnavosti.....	30
3.3.1 Zařízení a princip	30
3.3.2 Postup odtrhové zkoušky.....	31
3.4 Výsledky zkoušek.....	32
3.4.1 Protokol o mřížkové zkoušce.....	32
3.4.2 Protokol o odtrhové zkoušce	36
4. VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU	41
5. TECHNICKÉ A EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ.....	42
6. ZÁVĚR.....	43
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	
SEZNAM PŘÍLOH	
SEZNAM TABULEK	
SEZNAM OBRÁZKŮ	

ÚVOD [3], [4], [17]

Nechráněná ocel při expozici v atmosféře, vodě, nebo při umístění v zemi koroduje, což vede k výraznému poškození konstrukcí. Aby byla poškození koroze minimalizována, jsou ocelové konstrukce po dobu jejich požadované životnosti chráněny. Jednou z možností, jak ocelové konstrukce chránit před korozním napadáním, je ochrana pomocí nátěrových systémů a povlaků.

Pro účinnou ochranu ocelových konstrukcí je nutné, aby projektanti, firmy provádějící povrchové úpravy, inspektoři povrchových úprav a výrobci nátěrových hmot dosáhli určité úrovně informací o protikorozní ochraně pomocí povlakových systémů. Tyto informace by měly být co nejrozsáhlejší, avšak natolik jednoznačné a snadno srozumitelné, aby byla co nejvíce snížena možnost nedorozumění a obtíží při praktické aplikaci povrchových úprav.

Tato bakalářská práce bude řešit návrh změny nátěrového systému pro výdejní stojany pohonných hmot vyráběných ve společnosti Adast Systems a.s. (viz obrázek 1.)

Výdejní stojany pracují ve velmi tvrdých provozních podmínkách, a proto je kladen velký důraz na ochranu povrchu a protikorozní odolnost. Výdejní stojany firmy Adast Systems jsou instalovány po celém světě v různorodém prostředí od přímořského prostředí jižních států s vysokou teplotou, vlhkostí a salinitou, přes sibiřské podmínky s teplotami pod -40°C , až po pouštní podmínky Afriky. Nové druhy práškových barev v oblasti povrchových úprav přinášejí prodloužení životnosti i nový design povrchové úpravy.



Obr. 1 Ukázky provedení stojanů [17]

1. POPIS SOUČASNÉ TECHNOLOGIE

Úkolem tohoto projektu je najít novou metodu výroby masek (obr. 2) pro výdejní stojany firmy Adast Systems. V současnosti existují dvě varianty zajištění:

1. Jsou dodávány plechové díly bez povrchové úpravy a základního nátěru
2. Jsou dodávány díly s povrchovou úpravou a základním nátěrem



Obr. 2 Maska se základním nátěrem

Dříve firma Adast Systems, dále jen Adast, vyráběla masky podle varianty 1 s kompletní povrchovou úpravou ve vlastní režii. Ve snaze snížit výrobní náklady a vyhovět zvyšujícím se nárokům na ochranu životního prostředí byla předúprava a skladování částečně převedena na externího dodavatele. První varianta zajištění dnes nastává jen ve specifických případech. Pokud ale tento případ nastane, je postup následovný:

- Odmaštění,
- reaktivní nátěr jednovrstvý,
- tmelení plochy,
- první broušení,
- plnicí nátěr jednovrstvý,
- druhé broušení,
- krycí nátěr dvouvrstvý.

Díly bez povrchové úpravy jsou nejprve důkladně odmaštěny a je nanesen základní nátěr Synpo LV EPS, který je tužen pomocí LV BU 45N v poměru 6:1 s tloušťkou minimálně 20 μm a dále je postup stejný jako pro dílce, které jsou objednány se základním nátěrem (dle varianty 2).

Pro druhou možnost platí stejný postup, jen se vynechává odmaštění a reaktivní nátěr. Jako první probíhá tmelení pomocí stěrkového polyesterového tmelu LV PTE 2003. Následuje

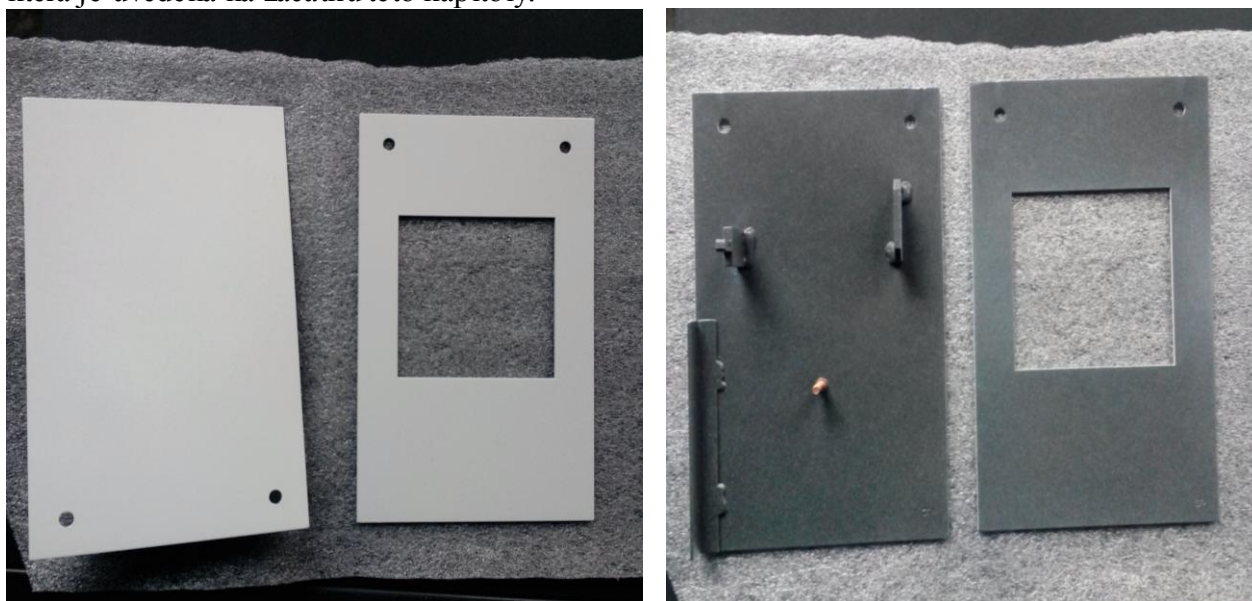
první broušení brusným papírem P-180. V dalším kroku se na plechy nanáší plnicí nátěr – vodou ředitelný AQ PL 300. Tento plnicí nátěr je ředěný vodou na 10% a tloušťka je minimálně 25 μm . Následuje druhé broušení brusným papírem P-240. Po druhém broušení se nanáší krycí vrstva akrylmetal email 2K HS ředěný pomocí LV PC 244 na 10% a tloušťka této vrstvy je minimálně 40 μm .

Nicméně zde vzniká jeden z největších problémů. Výrobci laků, které se používají na základní nátěr, uvádějí nutnost nanášet krycí respektive horní nátěr do 24 hodin od „základování“. Základní vrstva totiž začne rychle nasávat vlhkost z ovzduší a tím ztrácí své vlastnosti, např. přilnavost k podkladu nebo přilnavost ke krycímu nátěru, korozní odolnost atd. Jako příklad je uveden koroze masky v okolí rámečku pro číselník na obrázku 3.



Obr. 3 Příklad koroze

Speciálně pro tento projekt byly zhotoveny vzorky, které mají reprezentovat stávající karosářské díly a jsou zobrazeny na obrázku 4. Vzorky jsou opatřeny různými otvory a navařovanými díly, aby byla zajištěna určitá podobnost. V tabulce 1 jsou označení dodavatelé a použité technologie při jejich výrobě. Dále jsou vzorky zpracovány podle současné metody, která je uvedena na začátku této kapitoly.



Obr. 4 Nalakované vzorky

Pozn.: Z interních důvodů nejsou uvedeny jména firem

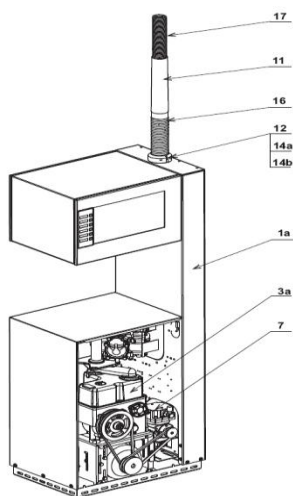
Tab. 1 Seznam vzorků

Výrobce	Označení	Předúprava	Základní nátěr
Adast Systems, a.s	K3	Odmaštění, reaktivní nátěr	Synpo, a.s
Dodavatel 1	M3	Odmaštění, železitý fosfát	TIGERLAK, s.r.o
Dodavatel 2	B3	Odmaštění, tryskání	Sava trade, s.r.o
Dodavatel 3	L3	Odmaštění, zinečnatý fosfát	Kataforéza
Dodavatel 4	P3	Tryskání, fosfátovací přípravek	PCT, s.r.o

1.1 Výdejní stojan obecně [1], [2], [17]

Výdejní stojany s elektronickým počítadlem se používají k výdeji kapalných ropných produktů (hořlavé kapaliny I. až IV. třídy nebezpečnosti) při čerpacím výkonu od 4 do 170 dm³.min⁻¹.

Jsou určeny zejména pro výdej automobilových benzinů a motorové nafty, ale je také možnost výdeje LPG, CNG a Ad blue.



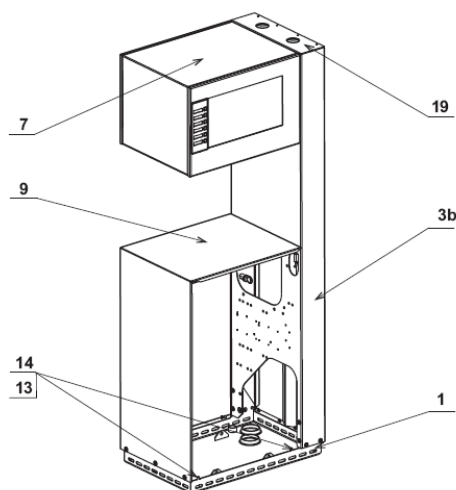
Výdejní stojany se mohou vyrábět s jednostranným nebo oboustranným výdejem a více jak jednou výdejní pistolí na straně. Stojan může být vybaven vlastní hydraulickou jednotkou, kde se jedná o provedení pro sací systém čerpání, nebo v provedení, kdy je v centrální nádrži čerpací stanice uloženo ponorné čerpadlo. Zde se tedy jedná o tlačný systém čerpání pohonných hmot.

Konstrukce výdejních stojanů je tvořená těmito základními moduly. Viz obrázek 5:

- skelet,
- hydraulický systém,
- odsávání par,
- elektrické zařízení.

Obr. 5 Schéma VS [1]

➤ **Skelet** je samonosná konstrukce, která je vyrobena z materiálů s vysokou korozní odolností. Na obrázku 6 je vyobrazen axonometrický model skeletu. Pozinkovaný a lakovaný základ je vyroben z ocelového plechu. Vnitřní díly skeletu jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu. Karoserie, kromě dveří hydraulického systému a skříně elektronického počítadla, jsou vyrobeny z nerezového kartáčovaného plechu



Dveře hydraulického modulu a skříně elektronického počítadla jsou chráněny pomocí akryluretanového emailu. Dveře jsou uzamykatelné. Po odemčení a odpojení zemnicích kabelů je zpřístupněna hydraulická jednotka výdejního stojanu.

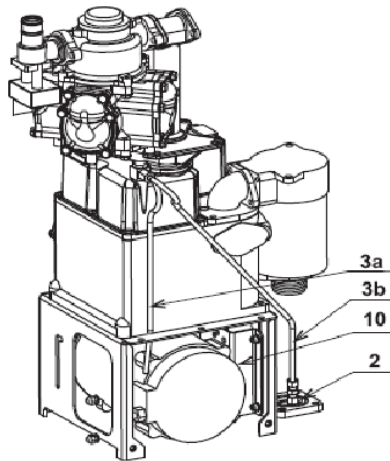
Na sloupu je připojena skřín s elektronickým počítadlem nebo elektronikou. Skřín počítadla je uzavřena pomocí krytů, které jsou opatřeny průhledným sklem. Uvnitř skříně jsou na kryty připojeny číselníky se zabudovaným velkoplošným displejem, na kterém se zobrazuje množství vydaného objemu, jednotkové ceny a celkové ceny. Místo elektronického číselníku je možné použít elektromechanické nenulovatelné

Obr. 6 Schéma skeletu [1]

součtové počítadlo, tzv. totalizér. Výdejní pistole jsou uloženy v krytech, které jsou umístěny v prolisech tvaru „V“. V době kdy je čerpací stanice mimo provoz, je možné výdejní pistole uzamknout v krytech pomocí zámků.

➤ **Hydraulická jednotka**, která je znázorněna na obrázku 7, se skládá z čerpacího monobloku s velkopovrchovým filtrem, čtyřpístového měřiče se snímačem impulzů připojený k monobloku pomocí speciálního propojovacího kusu a hnací elektromotor pro pohon čerpadla.

- **Čerpací monoblok** je samostatná jednotka, vždy se používá jeden monoblok pro jeden druh čerpaného produktu. Pro zvýšení čerpacího výkonu je možné použít dvou monobloků pro jednu výdejní pistoli. Integrovaná, kompaktní konstrukce obsahuje účinný filtr, lamelové čerpadlo, regulační a zpětný ventil, pojistný přetlakový ventil s plynulou regulací pracovního tlaku, cyklonový (odstředivý) odlučovač plynů a odvzdušňovací komoru s plovákovým ventilem.



Obr. 7 Schéma hydraulického systému [1]

Konstrukční řešení a uspořádání zajišťuje 100% odloučení plyných složek a při překročení těchto složek dojde k automatickému zastavení a zablokování výdeje.

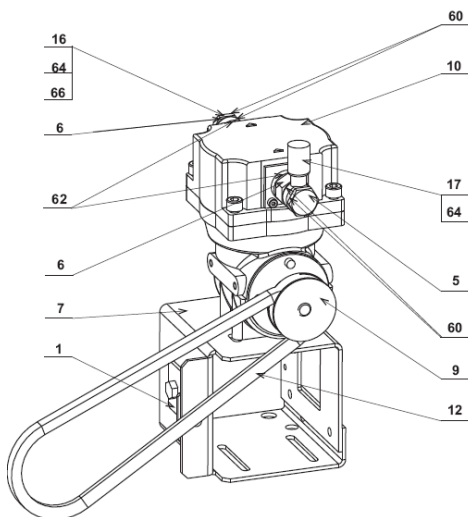
Při čerpání prochází kapalina přes filtr a zpětný ventil do čerpadla a odlučovače, kde se odloučí plyny a páry, které jsou odváděny do plovákové komory. Po zkonduování je kapalina odváděna do sací části čerpadla a plyny jsou odváděny do odvětrané části základu výdejního stojanu. Z odlučovače je kapalina vytlačována přes zpětný ventil do měřiče a dále přes elektromagnetický ventil do výdejní hadice, která je zakončena výdejní pistolí. Rychlost průtoku se ovládá pákou výdejní pistole. Pro vizuální kontrolu může být mezi výdejní hadicí a pistolí namontováno trubkové hledítko.

- **Měřidlo** je konstrukčně řešeno jako objemové. Je tvořeno čtyřpístovým základním tělesem z tlakově odlitého hliníku a integrovaného impulzér, který snímá polohu natočení klikové hřídele. Originální měřič zabezpečuje správnost měření v širokém rozmezí průtoků 4 - 150 dm³.min⁻¹. Opět se musí zajistit správnost měření v širokém rozmezí teplot paliva od - 20 °C až + 50 °C a teplotu okolního prostředí - 40 °C až + 60 °C a pro jmenovitý tlak až 0,32 MPa. Nová konstrukce s použitím speciálních materiálů výrazně zlepšuje parametry přesnosti a spolehlivosti. Impulzér generuje 2 x 100 impulzů na 1 dm³. Měřidlo je elektronicky kalibrováno procesorem el. počítadla s využitím servisní klávesnice.

V sacích výdejních stojanech jsou použity elektromotory o výkonu 0,55 kW, 0,75 kW, 1,1 kW. V tlakových výdejních stojanech jsou použity elektromotory pro odsávání par 0,37 kW, eventuálně 0,18 kW. Počet hydraulických integrovaných jednotek je dán typem výdejního stojanu.

➤ **Odsávání par** - Výdejní stojany je možné na základě požadavku zákazníka vybavit systémem pro odsávání par (viz obrázek 8). Benzinové výpary jsou odsávány od ústí výdejní pistole pomocí podtlaku vyvozovaným vývěvou. Každé výdejní místo pro výdej benzínu je vybaveno systémem odsávání par, který se skládá z těchto hlavních dílů:

- výdejní pistole s mechanismem pro odsávání par koaxiální hadice,
- pístová vývěva zajišťující sací podtlak,
- mezikus rozdělující kapalinu a páry,
- propojovací potrubí z hadice do vývěvy (speciální flexibilní potrubí),



Obr. 8 Schéma odsávání par [1]

- připojovací potrubí (speciální flexibilní potrubí s převlečnou maticí M 16 x 1,5 pro napojení na odváděcí potrubí benzinových par do podzemní nádrže),
- regulační elektromagnetický proporcionalní ventil – pro elektronickou regulaci.

Množství odsávaných par je řízeno v závislosti na velikosti průtoku vydávaného média elektronikou počítačů, která na základě informace o průtoku média reguluje průtok par pomocí elektromagnetického proporcionalního ventilu zabudovaného v systému odsávání par. Funkčnost systému odsávání par je indikována zobrazeným znakem na displeji počítače.

V případě, že vytvořený podtlak neodpovídá požadované hodnotě 15 až 20 kPa, elektronické počítačové to vyhodnotí jako chybu a na displeji se zobrazí křížem přeškrtnutý symbol odsávání par. Nastavením parametru

v počítači lze zajistit zablokování výdeje při nesprávné funkci odsávání par.

1.2 Rozdělení stojanů [1], [2], [17]

Výdejní stojany se podle velikosti, počtu vydávaných médií a dalších klíčových vlastností dělí na tyto základní typy výdejních stojanů. V následující tabulce je uvedeno základní rozdělení typů výdejních stojanů.

Tab. 2 Rozdělení základních typů stojanů firmy Adast Systems

	<p><u>V – line Minor</u> Počet produktů: 1 Počet hadic: 1 Maximální průtok (l/min): 40-80 Rozměry: 510 x 1400 x 410</p>
	<p><u>V – line Major</u> Počet produktů: 1-5 Počet hadic: 2 - 10 Maximální průtok (l/min): 40 - 170 Rozměry: 840 – 2240 x 1650 x 540</p>
	<p><u>V – line Popular</u> Počet produktů: 1 Počet hadic: 1 - 2 Maximální průtok (l/min): 40 - 170 Rozměry (d x v x š): 620 x 2250 x 410</p>



V – line Major CNG

Počet produktů:	1
Počet hadic:	1 - 2
Maximální průtok (kg/min):	30 - 70
Rozměry:	1100 x 2200 x 540



V – line AdBlue

Počet produktů:	1
Počet hadic:	1 - 2
Maximální průtok (l/min):	40
Rozměry:	810 x 1650 x 540 - 900

2. PŘEDÚPRAVA, POVRCHOVÁ ÚPRAVA A ZÁKLADNÍ NÁTĚR [3], [4], [8], [9]

Vhodná předúprava, povrchová úprava a typ práškové barvy je důležitá část pro správnou funkci a dlouhou životnost nátěrového systému.

Konstrukční návrh stavebního díla musí být zajištěn tak, aby byla funkční, dosáhla odpovídající pevnosti a životnosti při akceptovatelných nákladech a estetickém vzhledu. Návrh musí být souhrnně naplánován tak, aby zjednodušil přípravu povrchu, nanášení nátěrů, inspekci a údržbu. Tvar konstrukce může ovlivňovat její náchylnost ke korozi. Ocelové stavby tudíž musí být navrhovány tak, aby byla vyloučena místa, na kterých by mohlo snadno dojít ke vzniku zárodků koroze. Je proto vysoce žádoucí, aby konstruktér navázal kontakt se specialistou v oboru protikorozní ochrany již v samém stádiu projektování. V ideálním případě by měl být ochranný systém stanoven v okamžiku, kdy je známo, pro jaký účel stavební dílo bude sloužit, při zohlednění jeho požadované životnosti a intervalu možné údržby.

Tvary stavebních prvků konstrukce a způsoby jejich spojování, stejně jako způsob výroby, montáže a všechny následné operace, mohou být zdrojem vzniku koroze. Podobně musí být brány v úvahu tvary konstrukce a jejich dílů, vedle kategorie agresivity prostředí (viz ISO 129644-2), při specifikaci vlastních ochranných systémů.

Tvary povrchu by měly být jednoduché, je vhodné vyloučit přílišnou složitost. Při kontaktu ocelových komponent s jinými stavebními materiály, např. zdivem, nebo při jejich uzavření tak, že již nejsou více přístupné, musí být protikorozní opatření účinná po celou dobu životnosti stavebního díla.

2.1 Koroze [3], [4], [8], [9]

➤ Atmosférická koroze - proces vznikající na povrchu kovu za přítomnosti vlhkosti. Vrstva vlhkého filmu může být tak tenká, že není postřehnutelná pouhým okem.

Korozní vlhkost stoupá v důsledku:

- stoupající relativní vlhkosti,
- přítomnosti kondenzace (když je teplota povrchu na bodu nebo pod rosným bodem),
- stoupajícího znečištění atmosféry (atmosférické nečistoty mohou reagovat s ocelí a mohou na povrchu vytvářet úsady).

Zkušenosti ukazují na vznik významné koroze při vzrůstu relativní vlhkosti nad 80 % a teploty nad 0 °C. V případě, že jsou na povrchu přítomné hygroskopické sole, nastává koroze při nižší vlhkosti. Korozi ovlivňuje rovněž i uložení konstrukce. Jestliže je tato exponovaná na venkovní atmosféře, způsobují korozi parametry klimatu, jako je déšť, sluneční záření, nečistoty ve formě plynů nebo aerosolů.

➤ Koroze ve vodě a půdě - speciální péče musí být věnována konstrukcím, které jsou částečně ponořeny ve vodě, nebo se částečně nacházejí v zemi. Koroze je za těchto podmínek často omezena pouze na malé plochy konstrukce, přičemž však korozní rychlost může být vysoká. Zkoušky pro vyhodnocení korozní agresivity v prostředí vody a půdy se nedoporučují.

➤ Konstrukce ponořené do vody - výrazný vliv na korozi oceli má typ vody – sladká, poloslaná nebo slaná. Korozní rychlost je také ovlivňovaná obsahem kyslíku ve vodě, množstvím a druhem rozpouštěné látky a teplotou vody. Korozi mohou urychlovat nárůsty rostlin a živočichů. Při ponoru do vody jsou definovány tři různé zóny:

- podponorová, tj. taková, která je trvale vystavená působení vody,
- střídavého ponoru, to jsou plochy, na kterých dochází ke změně úrovně hladiny vody v důsledku přirozených nebo umělých vlivů, tyto vykazují zvýšenou korozi vlivem společného působení vody a atmosféry,

- postřiková, tj. oblast ovlhčování periodicky rozstříkem vody a korozní namáhání může být obzvláště vysoké, zejména v mořské vodě.

➤ Konstrukce uložené v půdě - koroze v půdě závisí na obsahu minerálních látek a jejich původu, na přítomnosti organických látek, vody a obsahu kyslíku. Korozní agresivita půdy je silně ovlivňována stupněm jejího provzdušnění. V důsledku rozdílného obsahu kyslíku se mohou tvořit korozní články. V případě, kdy velké konstrukce jako jsou potrubí, tunely, nádrže apod. zasahují do různých typů půdy s rozdílným obsahem kyslíku a různou úrovní hladiny podzemní vody apod., může být pozorováno lokální zvýšení koroze (bodové) vlivem vzniku korozního článku. V tabulce 3 jsou uvedeny úbytky hmotnosti a tloušťky v jednotlivých prostředích dle korozní agresivity prostředí.

Tab. 3 Úbytky tloušťky a hmotnosti

Stupně korozní agresivity	Úbytky hmotnosti na jednotku plochy/úbytky tloušťky (pro první rok expozice)				Příklady typických prostředí mírných klimatických pásem (pouze informativní)	
	Uhlíková ocel		Zinek		Venkovní	Vnitřní
	Úbytek hmotnosti g/m ²	Úbytek tloušťky μm	Úbytek hmotnosti g/m ²	Úbytek tloušťky μm		
C1	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Vytápěné budovy s čistou atmosférou
C2	> 10 až 200	>1,3 až 25	> 0,7 až 5	> 0,1 až 0,7	Atmosféry s nízkou úrovní znečištění	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci
C3	>200 až 400	> 25 až 50	> 5 až 15	> 0,7 až 2,1	Městské a průmyslové atmosféry, přímořské prostředí s nízkou salinitou	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší.
C4	> 400 až 600	> 50 až 80	> 15 až 30	> 2,1 až 4,2	Průmyslové a přímořské prostředí s mírnou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doky

C5-I	> 650 až 1500	> 80 až 200	> 30 až 60	> 4,2 až 8,4	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
C5-M	> 650 až 1500	> 80 až 200	> 30 až 60	> 4,2 až 8,4	Přímořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

Na základě stanovení typu klimatu je obvykle možné učinit ohledně korozního chování pouze obecné závěry. Ve studených nebo suchých klimatech bude rychlost koroze nižší než v mírných klimatech, ale vyšší bude v teplých a vlhkých a v přímořských klimatech, i když mohou být pozorovány významné místní rozdíly.

Nejdůležitější je doba, po kterou je konstrukce exponována v prostředí o vysoké relativní vlhkosti, popsána rovněž jako doba ovlhčení. V tabulce 4 jsou uvedeny průměrné teploty pro dané klimatické typy.

Tab. 4 Průměrné teploty v různých klimatických pásech

Typ klimatu	Průměrné roční extrémní hodnoty			Vypočtená doba ovlhčení při RV $\geq 80\%$ a teplotě $> 0\text{ }^\circ\text{C}$ h/a
	Nejnižší teplota $^\circ\text{C}$	Nejvyšší teplota $^\circ\text{C}$	Nejvyšší teplota při RV $\geq 95\%$ $^\circ\text{C}$	
Velmi studené	-65	+32	+20	0 až 100
Studené	-50	+32	+20	150 až 2500
Chladné mírné	-33	+34	+23	2500 až 4200
Teplé mírné	-20	+35	+25	
Teplé suché	-20	+40	+27	10 až 1600
Horké suché	-5	+40	+27	
Velmi horké suché	+3	+55	+28	
Horké vlhké	+5	+40	+31	4200 až 6000
Horké vlhké - vyrovnané	+13	+35	+33	

2.2 Odmašťování [9], [10], [12]

Odmašťování je velmi důležitá předúprava povrchu, při které se odstraňují zejména tuky, prachové částice, zbytky po tryskání, kovové třísky apod. Tyto nečistoty se převádějí ze součásti do roztoku a zabraňuje se jejich zpětnému usazení. Základní rozdělení dle principu procesu:

- odmašťování v alkalických roztocích,
- odmašťování v organických rozpouštědlech,

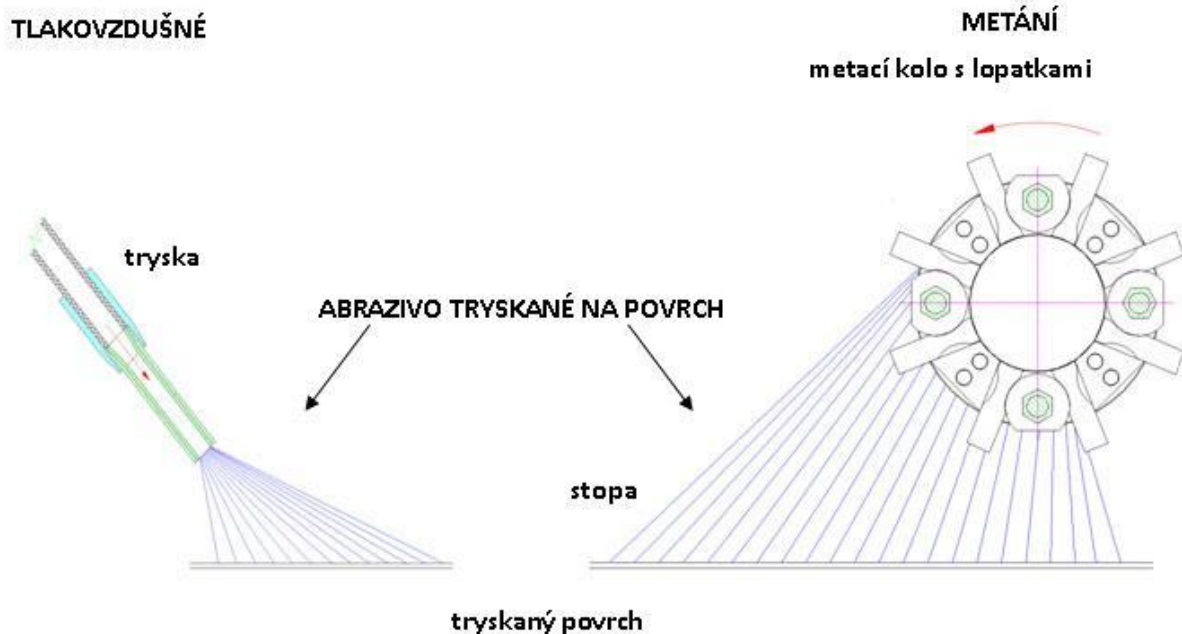
- elektrolytické odmašťování,
 - emulzní odmašťování,
 - ultrazvukové odmašťování,
 - odmašťování pomocí páry,
- Odmašťování v alkalických roztocích - používají se roztoky hydroxidu sodného, uhličitanu sodného, fosforečnany a křemičitany. Proces se provádí ponorem do roztoku nebo postřikem. Koncentrace roztoků je do 10 % a pH je větší než 10,2. Roztoky pracují za zvýšených teplot v rozmezí 40 – 70 °C po dobu 5 – 20 minut. Nečistoty a mastnoty reagují s roztokem a vznikají emulze, které při odmaštění ponorem vyplouvají na povrch a je nutné je průběžně odstraňovat, protože nečistoty mají tendenci se zpětně usazovat na součásti. Je také nutné zajistit proudění roztoku. Po odmaštění se součást musí opláchnout tzv. demivodou (demineralizovaná voda), aby se odstranily zbytky alkálií.
- Odmašťování v organických rozpouštědlech - při odmašťování pomocí organických rozpouštědel se využívá hořlavých (benzin, petrolej, benzen atd.) tak i nehořlavých rozpouštědel (perchlorethylen, uhlovodíky, chlorované uhlovodíky). I pro tento způsob existují dvě možnosti - prosté ponoření nebo postřik. Pokud zvolíme způsob odmaštění ponorem, takzvané odmašťování za studena, jsou součásti ponořeny do rozpouštědla a nečistoty se usazují na dně nádrže. Nádrže musí být pravidelně čistěny. Druhá možnost, odmašťování v parách, probíhá tak, že se rozpouštědlo odpařuje z vestavěných nádrží a díly jsou vloženy do těchto par. Páry z kondenzují na součástech a rozpouštějí mastnoty. Zkondenzované páry odkapou a povrch součásti je suchý a čistý. Většinou se využívají chlorované uhlovodíky, které jsou těžší než vzduch a zůstávají v nádrži.
- Elektrolytické odmašťování - elektrolytické (elektrochemické) odmašťování je neúčinnější metoda, která je využívána pro nejnáročnější povrchové úpravy. Součást může být polarizována v roztoku anodicky, katodicky nebo kombinací. Principem je, že při procesu dochází k elektrolytickému rozkladu vody na kyslík a vodík. Vznikají bublinky, které odtrhují nečistoty z povrchu kovu. Roztok je složen z alkalických hydroxidů, uhličitanů, křemičitanů, fosforečnanů a z organicky aktivních sloučenin. Teplota během procesu je okolo 80 °C při proudové hustotě minimálně 10 A·dm⁻² a napětí 7 – 9 V.
- Emulzní odmašťování - používají se organická rozpouštědla a vodní fáze s emulgátory a smáčedly. Organické rozpouštědlo působí na nečistoty a vodní fáze se zajistí oplach těchto nečistot i organických rozpouštědel. Možnost odmašťování natíráním, máčením a postřikem.
- Ultrazvukové odmašťování - u součástí, které mají složitý tvar a neumožňuje zaručit správné odmaštění ponorovou nebo postřikovou metodou je nutné využít ultrazvukového odmaštění. Do lázně se přivede ultrazvukové vlnění a na povrchu dochází ke vzniku mikrokavitačních dutin. Při jejich zániku vznikají rázové vlny, které vedou k úderům mikroskopických částí na povrch součásti a dochází k uvolňování nečistot. Lázeň může být alkalická, tenzidická, emulzní i organická. Frekvence kmitů je 25 – 50 kHz
- Odmašťování pomocí páry - součásti, které se díky svým rozměrům nemohou odmastit v lázních nebo postřikových komorách, se musejí očistit horkou párou. Do páry se přidávají alkalické roztoky a emulgátory. Díky zvýšeným teplotám je vyšší riziko vzniku koroze, a tak musíme do páry přidávat fosfatizační nebo pasivační prostředky. Součásti je nutné po této operaci opláchnout.

2.3 Otryskávání [9], [10], [11], [12]

Otryskávání, tryskání, nazývané též pískování, je technologický postup opracování povrchu proudem jemných částic, které se nazývají abrazivní částice. Tryskání je jeden z neekonomičtějších a nejvýkonnějších systémů předúpravy betonových, železobetonových, kovových, litinových a jiných povrchů. Obecně se nejvíce jako abrazivní materiál používají ocelové broky, křemičitý písek, ocelová drť, korund či struska. V některých případech se

používá otryskávání pouze prudkým proudem vody (už se ale nejedná o pískování). V současné době se tryskání používá nejvíce ve strojírenství k čištění odlitků před povrchovou úpravou, jako je např. lakování, odstranění okují, staré barvy, nánosů nečistot apod., nebo když jen chceme připravit povrch tryskané součásti na další technologické úpravy.

Existují dva způsoby, jak dodat těmto jemným částicím rychlost. První způsob je unášení abrazivních částic pomocí stlačeného vzduchu (tlakovzdušné tryskání). Druhý způsob je mechanické metání těchto jemných částic. Tryskání se využívá i ve městech, kdy se odstraňují z fasád, sloupů atd. zbytky plakátů apod. Na obrázku 9 jsou tyto způsoby znázorněny.



Obr. 9 Způsoby otryskávání [20]

Při tryskání se vnáší do povrchu součásti velká hodnota mechanické energie, která aktivuje povrchové atomy schopné vytvořit pevné vazby. Na uhlíkové oceli byla naměřena hodnota tlakového napětí až 80 MPa, při tryskání korundem a tlaku vzduchu 0,4 – 0,5 MPa. Dále se zvýší drsnost povrchu s tvorbou ploch vhodnou pro mechanické zakotvení a odstraní se oxidy. Jako nejlepší varianta se jeví použití umělého korundu, protože má ostrohranná zrna a při drcení zachovává ostrohranný charakter a je chemicky neutrální. Tryskání však nelze použít na všechny aplikace. V následující tabulce 5 jsou uvedeny a popsány hodnoty otryskání.

Tab. 5 Hodnoty otryskání

ČSN ISO 8501-1	DIN 55928	Popis
Sa 3	Sa 3	Otryskání až na vizuálně čistý povrch
Sa 2,5	Sa 2,5	Velmi důkladné otryskání
Sa 2	Sa 2	Důkladné otryskání
Sa 1	Sa 1	Lehké otryskání
St 3	St 3	Velmi důkladné ruční a mech. čištění
St 2	St 2	Důkladné ruční a mech. čištění

2.3.1 Tryskací materiály [20], [10], [9]

Cylindrické drátěné zrno

- Druh tryskacího materiálu: drátěné zrno, cylindrické (ISO 11124-5)

- Použití: čištění, čištění otřepů, odkujňování

Nabízí ideální materiálové vlastnosti. Zamezuje pozdějším vadám povrchu a dosahuje prvotřídního výkonu při otryskávání.

Aroundované drátěné zrno

- Druh tryskacího materiálu: drátěné zrno, zakulacené (ISO 11124-5)
- Použití: zpevňování povrchů tryskáním, tzv. shot peening.

Rozhodujícím faktorem pro odolnost vůči zatížení, životnost a bezpečnost konstrukčních dílů, ale např. i pružin, které musí odolávat namáhání v ohybu či smyku, je při otryskávání kuličkami samotné tryskací médium. Aroundované (zaoblené) drátěné zrno dosahuje díky svým materiálovým vlastnostem při opracovávání a zpevňování povrchů tryskáním kvalitních výsledků. Své uplatnění nachází např. i v leteckém a lodním průmyslu, ale i při výrobě kolejnic a dílů železničního svršku.

Tryskací materiály z litiny:

- Druh tryskacího materiálu: kulaté zrno (ISO 11124-4)
- Použití: čištění, čištění otřepů
- Druh tryskacího materiálu: Hranaté zrno (ISO 11124-2)
- Použití: čištění, čištění otřepů, zdrsňování

Když jsou odlitky a výkovky povrchově opracovávány otryskáváním litinovou drtí, hraje vedle pozitivních vlivů na povrch výrobku i hospodárnost celého procesu opracování. Tryskací materiály z ušlechtilé oceli (nízko- či vysokouhlíkatá ocel) ocelové drtě se vyznačují jejich nezvykle dlouhou životností a vysokou účinností. Ocelové drtě dělíme na 3 stupně tvrdosti (GS, GM, GH) které dosahují i rozdílných stupňů opotřebení. Ocelových drtí se při otryskávání využívá při čištění a zdrsňování povrchu výrobků, stejně tak jako i při přípravě povrchů pro další zpracování.

Granulát z tvrdé litiny:

- Druh tryskacího materiálu: hranaté zrno GH-K / kulaté zrno GH-R (ISO 11124-2)
- Použití: povrchů od rzi, opracování tvrdých nerostů

Litinový granulát se používá k zdrsňování povrchů nebo přímo k opracování tvrdých nerostů, ale i např. k hrubému řezání žuly, mramoru nebo tvrdých betonů. Litinový granulát obsahuje perlitový, respektive martensitový základ a masivní částičky karbidu železa, což z něj dělá vynikající nástroj pro vysokotlaké otryskávání a čištění.

Tryskací materiály z ušlechtilé oceli

- Druh tryskacího materiálu: cylindrické ocelové drátěné zrno, aroundované ocelové drátěné zrno (ISO 11124-1)
- Použití: čistící tryskání, zpevňování povrchů tryskáním, čištění otřepů
- Druh tryskacího materiálu: litý ocelový tryskací materiál (ISO 11124-1)
- Použití: čistící tryskání, čištění otřepů.

Účinný prostředek pro úpravu povrchů ušlechtilých, anebo naopak nemetalických kovů. K aplikaci je možné použít jak tryskací kolo nebo tlakové přístroje.

Skleněné perly

- Druh tryskacího materiálu: sodné sklo, tvrzené, bezolovnaté (DIN 8201-7)
- Použití: čištění, hlazení, čištění otřepů, vyrovnávání, matování.

Hlavní úlohou skleněných perel je jemné čištění, ale i opracování povrchu - především dílů motorů, závitů, svařených prvků nebo dílů odlévacích forem s citlivým povrchem. Hodí se také k odstraňování otřepů, a nebo k úpravě stříhacích a řezacích nástrojů, chirurgických nástrojů a elektrických součástek. Skleněné perly taktéž nacházejí uplatnění při konečné povrchové úpravě skla, šperků, dentistických výrobků a dílů z ušlechtilých ocelí.

Tryskací korund

- Druh tryskacího materiálu: minerální tryskací materiál na bázi elektrokorundu, korundu, ocelového korundu, regenerát (DIN 8201-6.)
- Použití: čištění, odkujňování, odrezování, zdrsňování, gravírování, matování, strukturování.

Tryskací korund je získáván z bauxitu. Jeho účinnost je odvislá od velikosti jeho zrna a své uplatnění nachází jak při čištění oceli nebo šedé litiny, ale i při odkujňování ušlechtilých kovů a dokonce i při opracovávání dřeva a umělých hmot. I přes svůj minerální charakter není korund silikogenní.

Tryskací materiál z umělých hmot

- Druh tryskacího materiálu: vytvrzený duroplast, formovací směs
- Použití: odlakování, čištění, čištění otřepů, zdrsňování, zušlechťování, matování

Tryskací materiály na bázi umělých hmot získávají v poslední době na významu. Především jde o jejich hospodárnost, kdy přinášejí úsporu až 50% oproti běžným konvečním brousícím prostředkům. Bez větších komplikací snáší až 30 tryskacích cyklů, což je slibným příslibem i do budoucna.

Keramické tryskací materiály

- Druh tryskacího materiálu: keramické kuličky lité z taveniny
- Použití: čištění, saténování, tvarování a zpevňování povrchů, konečná úprava povrchů.

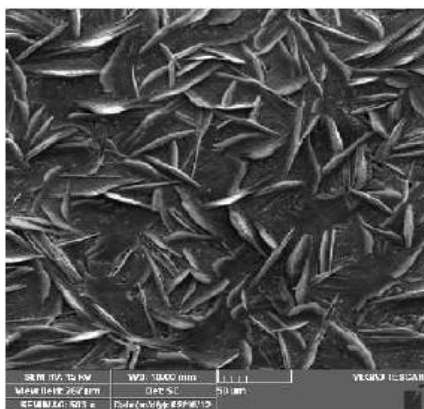
Keramické perly nacházejí své uplatnění ve všech případech, kde kovové tryskací materiály nejsou žádoucí. Keramické perly se vyznačují především svoji kulatostí a vysokou lomovou houževnatostí. Keramických tryskacích materiálů je využíváno především v leteckém, ale i vesmírném průmyslu jak při výrobě a opracovávání jednotlivých dílů nebo i celých konstrukcí. Kvalitně formují a zpevňují povrchy, redukují tahové napětí v oblastech svárů, ale využívají se také např. k čištění forem ve sklárnách, gumárnách a lisovnách plastů.

2.4 Fosfátování [9], [14], [20], [13]

Fosfátování je chemická úprava povrchu kovů kdy se z terciálního rozpustného fosforečnanu zinku, manganu, vápníku nebo železa tvoří nerozpustný terciální fosforečnan. Tato konverzní povrchová úprava významně zlepšuje přilnavost nátěrů, jejich korozní odolnost a odolnost proti podkorodování. Nanášení probíhá prostým ponorem vzorku do fosfatizační lázně nebo postřikem. Lázně pracují vždy za zvýšených teplot a rovněž technika postřiková vyžaduje predehřívání pracovního roztoku.

Fosfát se vyznačuje velmi dobrou přilnavostí, je to ekonomicky výhodný proces, má dobré kluzné vlastnosti, vytváří šedou, na dotek sametově působící vrstvu. Používá se ke zvýšení korozní odolnosti, jako podklad pro nanášení nátěrových hmot, povlak pro mazivo u hlubokého tažení a tažení drátu.

➤ Zinečnaté fosfátování - povlaky ze zinečnatého fosfátu se nejčastěji používají pro vytvoření adhezivní vrstvy, která následně slouží pro dobré ukotvení organického povlaku.



Obr. 10 Povrch fosfátované součásti součásti zinkem [14]

Příklad povrchu, který je opatřen zinečnatým fosfátem je uveden na obrázku 10. Lázeň se vždy skládá z dihydrogenfosforečnanu zinečnatého. Lázně produkují tlustou vrstvu ryze krystalového $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ nazývaného hopeit, který krystaluje v krystalové soustavě orthorombické a má lupenité zrno. Pokud chceme fosfátovat ocelovou matici, je v povlaku zastoupen ještě minoritně směsný $Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ takzvaný fosfofyllit (krystalová soustava monoklinická). Lázně mají pracovní teplotu v rozmezí 40-70 °C a fosfátování se provádí po dobu 3-10 minut. Při postřikové metodě je tato doba 1 - 3

minuty. Touto metodou jsme schopni vytvořit vrstvy o plošné hmotnosti 1-10 g/m². Lze vytvořit i silnější povlaky pomocí urychlovačů, u kterých lze dosáhnout plošné hmotnosti až 35 g/m². Větší tloušťka se vyznačuje větším zrnem a pórovitostí. Zinečnaté fosfátování nemusí být využíván jen pro lepší adhezi organických povlaků, ale také pro lepší záběh rotačních součástí nebo pro lepší tažení drátů, nebo jako elektroizolační vrstva při výrobě transformátorových plechů.

2.5 Historie lakování [7]

Práškového lakování se začíná rozvíjet koncem 40. a začátkem 50. let minulého století. V této době byly organické polymery v práškové barvě zároveň stříkány na kovové podklady. Německý vědec Dr. Erwin vyvinul metodu nanášení práškové barvy ve fluidním loži ke zpracování duroplastických práškových barev a přihlásil v květnu 1953 patent pro nanášení práškové barvy ve fluidním loži. V následujících letech 1958 až 1965 byla doslova všechna prášková lakování, která byla určena jen pro funkční použití s vrstvami nánosů od 150 μm do 500 μm, nanášena způsobem metody nanášení práškové barvy ve fluidním loži. Elektrická izolace, odolnost proti korozi a ořezu byly hlavní důvody použití. Materiály nanášené v minulosti se skládaly především z Nylonu 11, polyethylenu, měkčeného PVC, polyesteru a chlorovaného polyethylenu a dalších. Ve stejné době hledala firma Bosch nový izolační materiál pro svou elektrotechniku, a tak vznikl základní typ epoxi – pryskyřičný prášek.

Díky příliš silným vrstvám, které vznikaly a díky vyvinutí nové metody elektrostatičkého nanášení mezi lety 1962 až 1964 se nanášení práškové barvy ve fluidním loži výrazně neprosadila. V letech 1966 až 1973 byly vyvinuty a uvedeny na trh další 4 základní typy duroplastů: epoxid, epoxi-polyester hybrid, polyuretan a polyester. Práškové lakovny se začaly rozrůstat a např. v Německu, kdy v roce 1966 byly 4 lakovny, tak v roce 1970 vzrostl počet lakoven na 51 od roku 1970.

Počátkem 80. let začala spotřeba práškových barev plynule stoupat, podněcován rozšiřující se surovinovou bází pro jejich výrobu a alternativami v použití na různé substráty např. MDF, sklo, plasty. Tento významný rozvoj je dále ovlivněn vývojem aplikačních technologií např. coil coating lakování. Omezení v rámci životního prostředí je dalším faktorem rozmachu práškových barev. Všechny tyto faktory zaručují, že tato metoda bude stále oblíbenější a tento vývoj bude trvale pokračovat i v následujících desetiletích.

2.6 Princip práškového lakování [9], [10], [16]

Základním principem práškového lakování, je nanášení prášku na povrch dílce a následné vytvrzení v peci. Prášek se skládá z pryskyřic, pigmentů, případně tvrdidel, aditiv a vytváří tak suchou práškovou konzistenci. Pro vytvoření vrstvy laku se využívá stlačeného vzduchu, který ve spojení s práškem vytváří "tekutou směs". Aby došlo k přichycení prášku na součásti a prášek nespádl dříve, než dojde k vytvrzení v peci, je prášku dodána elektrostatičká energie, tzv. nabíjení. Využívá se základního fyzikálního jevu, že se opačně nabitě částice přitahují. Pro dodání elektrostatičké energie prášku se používají dva základní způsoby (viz obrázek 11):

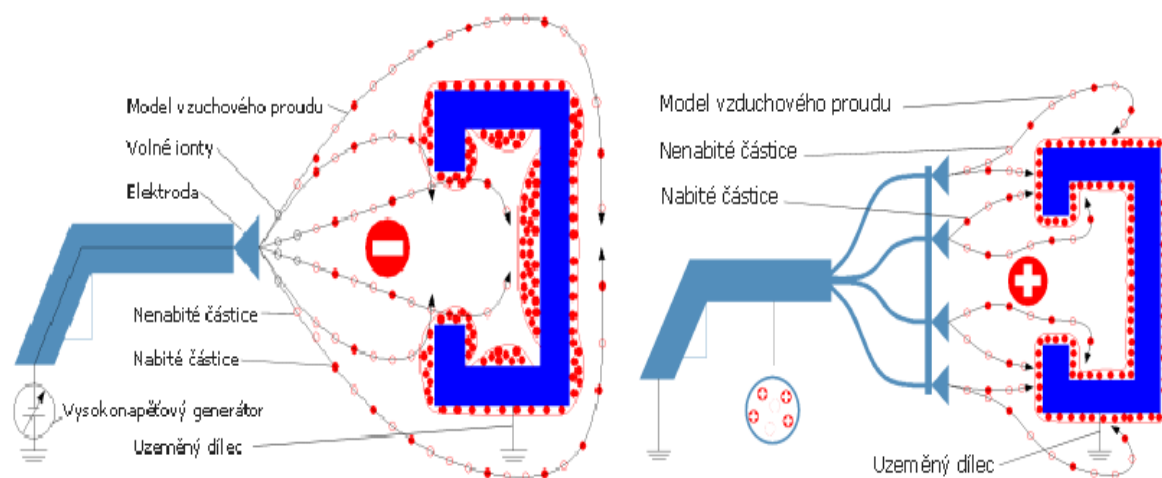
➤ Elektrostatičké nabíjení - Statika (Korona) - prášku je dodána elektrostatičká energie elektrodou vysokého napětí, která je umístěna u ústí aplikační pistole. Velmi rychlý a účinný způsob, ale nevýhodou je, že není vhodný pro součásti se složitými tvary, protože nedojde k rovnoměrnému rozložení prášku v tvarových profilech.

➤ Elektrokinetičké nabíjení – TRIBO - k nabití prášku dochází za pomoci tření v hadicích a aplikační pistoli, které jsou vyrobeny např. z teflonu. Tato metoda není tak efektivní jako „Korona“, ale dochází k lepšímu rozprostření prášku u složitějších součásti.

Výhody práškového lakování :

- lakovaná vrstva je odolná vůči nárazům např. šterku, kamení apod.,
- dobrá odolnost proti poškrábání,
- vynikající vnější trvanlivost,

- vysoká chemická odolnost,
- šetrnost vůči životnímu prostředí.



Obr. 11 Elektrostatické nabíjení (vlevo), elektrokinetické nabíjení (vpravo) [16]

2.6.1 Kataforéza

Kataforéza je ekologický způsob lakování patřící k nejehospodárnějším způsobům lakování ocelových, pozinkovaných a hliníkových výrobků. Při kataforéze se používají kationické nátěrové hmoty na bázi epoxidů popř. akrylátů (ve vodě rozpustné) s velmi nízkým obsahem organických rozpouštědel (okolo 2 %) obsahující částice laku ve formě polymerních kationtů. Při lakování je výrobek ponořen do lakovací lázně a zapojen jako katoda. Umístěním stejnosměrného napětí mezi výrobek a protielektrodu (anodu) se vytvoří elektrické pole, které usměrní pohyb polykationtů směrem ke katodě. Na povrchu výrobku se vylučují hydroxylové ionty. S narůstající tloušťkou povlaku roste odpor vrstvy a tím klesá rychlost vylučování. Vylučování pokračuje přednostně na místech s doposud malou tloušťkou vrstvy (v místech stíněných, v dutinách apod.)

Tím dochází k tvorbě velmi rovnoměrného povlaku na celém povrchu včetně těžko přístupných míst. Po dosažení určité tloušťky povlaku na celém povrchu se další vylučování zastaví. Tloušťka závisí především na velikosti použitého napětí, běžně se pohybuje mezi 15 a 30 μm , při extrémních požadavcích až okolo 45 μm (tzv. silnovrstvá kataforéza). Elektricky vyloučená vrstva pevně lne k podkladu, přebytečný lak se opláchne. Vyloučený povlak je nutno vypálit při teplotách okolo 160 až 180°C, kdy dochází k polymeraci a povlak získává konečné vlastnosti.

Vzhledem k náročnosti změny odstínu se používá kataforéza především k základování, kde vrchní povlak je možné vytvořit práškovým nebo mokřým lakováním. Použití této kombinace dochází ke značnému prodloužení životnosti výrobku a lakované vrstvy.

Hlavní oblasti použití kataforézního základování: automobilový průmysl (karosérie, odnímatelné díly), motocykly, bicykly, domácí spotřebiče (pračky, ledničky), elektrické přístroje, radiátory, klimatizační zařízení, ventilátory, traktory, zemědělské a stavební stroje, kovový nábytek (skladovací police), stavební komponenty.

2.6.2 Rozdělení práškových nátěrových hmot [9], [10], [15]

Základními a masově používanými práškovými barvami jsou termosetické prášky. Tyto prášky mají velkou pevnost a dobrou chemickou odolnost. Jestliže tyto prášky jednou vypálíme, tak při dalším zahřátí se nevrátí do tekutého stavu. Termosety mají široké využití, od použití v interiérech tak po použití v automobilovém a stavebním průmyslu. Podle nosiče je dělíme na tyto základní typy:

- epoxidové (EP),
- epoxipolyesterové (PEP)
- polyesterové práškové barvy (PES),
- polyuretanové práškové barvy (PUR),
- akrylátové práškové barvy (AC).

➤ Epoxidové práškové barvy (EP) - epoxidový prášek je složen z epoxidové pryskyřice a dalších složek jako tvrdidla, pigmenty atd. Základní vlastnost epoxidového prášku je velká tvrdost, korozní odolnost a odolnost proti rozpouštědlům a chemickým látkám. Špatné vlastnosti ale má, pokud součást chráněnou epoxidovou barvou vystavíme UV záření. Vrstva laku se začne drobit, a proto není vhodný pro exteriérové použití. Jako další nevýhoda se jeví větší náchylnost k přepálení laku.

Použití – největší uplatnění nachází v interiéru. Díky své chemické odolnosti se využívá v chemickém průmyslu a zdravotnictví kvůli vysoké chemické odolnosti.

➤ Epoxipolyesterové práškové barvy (PEP) - tyto prášky vznikají kombinací epoxidové pryskyřice s nasycenou polyesterovou pryskyřicí a dalšími vybranými pigmenty, plnivy a aditivy. Říká se jim také hybridní. Tento druh prášku se vyznačuje tvrdým a pružným povlakem. Oproti epoxidovým práškům není tolik náchylný na přepálení. Také mají zlepšenou odolnost proti UV záření, nedrolí se. Odolnost vůči povětrnostním podmínkám a chemických látek nedosahuje kvalit epoxidových prášků.

Použití – hlavně interiérové využití, elektrospotřebiče. V zásadě se jedná o dekorativní nátěry.

➤ Polyesterové práškové barvy (PES) - základní složka těchto prášků je nasycená polyesterová pryskyřice. Vyznačují se velmi dobrou povětrnostní a chemickou odolností. Z těchto vlastností vyplývají oblasti využití, a to hlavně ve strojírenství. Existují dva druhy polyesterových prášků – polyester s tvrdidlem TGIC a uretanový polyester bez TGIC. V současnosti se upustilo od používání polyesterových prášků s TGIC, jelikož se prokázala velká toxicita tohoto tvrdidla.

Použití – výrobky, které jsou určeny k venkovnímu používání, např. hliníkové rámy oken, jízdní kola, zemědělské stroje, automobilový průmysl atd.

➤ Polyuretanové práškové barvy (PUR) - základní složkou je hydroxylovaná pryskyřice a blokový cykloalifatický izokyanát. Vyznačují se pružným a tvrdým povlakem. Tak jako polyestery jsou vhodné pro venkovní využití.

Použití – jako u polyesterů, zemědělské stroje, automobilový průmysl, jízdní kola atd.

➤ Akrylátové práškové barvy (PUR) - základní složka je akrylátová pryskyřice zasíťovaná různými tvrdidly. Možnost využití v interiéru i exteriéru. Hlavní oblast využití je v automobilovém průmyslu. Tak jako u polyesterů mají akryláty dobrou odolnost proti UV záření, mají dlouhou životnost a vysoký lesk. Jako hlavní nevýhoda je vysoká cena a špatná skladovatelnost oproti ostatním práškům.

Použití – hlavní oblast je využití v automobilovém průmyslu

2.6.3 Vypalování práškových barev [9], [10], [19]

Jakmile proběhne lakovací proces, dílce putují do vypalovacích pecí, kde dojde k roztavení, spojení a zapečení laku do celistvé vrstvy. Při této operaci dochází k sesíťování polymerů, což vede k vyšší odolnosti vůči opotřebení. Základní druhy pecí dělíme takto:

➤ Konvenční pece - v těchto pecích se k ohřátí vzduchu obecně používá zemní plyn a pomocí větráků se dosahuje k cirkulaci vzduchu. Teploty v pecích se pohybují v rozmezí 140 – 220 °C, záleží na vypalovací teplotě daného prášku. Vypalovací teplotu a čas určuje výrobce prášku a jsou uvedeny v materiálovém listu daného prášku. Doba vypalování se pohybuje cca od 10 – 30 minut. Nalakovaný díl nejprve dosáhne teploty okolí a poté začne převádět teplo do prášku a způsobí jeho tavení. Jestliže se nedodrží teploty a čas vypalování, které určuje

výrobce, tak může dojít k degradaci v podobě špatné přilnavosti, odlupování laku atd. Jestliže vypalovací proces proběhl tak jak má, tak po vychladnutí dílu je celý proces kompletní.

➤ Infračervené pece - jsou napájeny pomocí elektrického proudu nebo opět pomocí plynu. V této peci není ohříván vzduch, ale přímo prášek za pomoci infračervených paprsků. IR paprsky dopadají na povrch dílce a začínají tavit prášek. Nevýhodou ale ovšem je, že v těchto pecích můžeme vytvářet pouze součásti s jednoduchým, nejlépe plochým tvarem, protože pouze zde dochází k ohřevu. Velkou výhodou ale je to, že infračervené záření je velmi husté, a tak nedochází k zahřívání základního materiálu. To umožňuje lakovat materiály - jako jsou plasty a obecně materiály náchylné na teplo.

➤ UV pece - pro vytváření v těchto pecích je nutné nejprve provést natavení prášku v infračervené nebo konvenční peci. Navíc je nutné používat speciální druh prášku s příměsí fotoiniciátorů, které pohlcují ultrafialové světlo a vytváří vysoce reaktivní radikály, které následně způsobují zesíťování pryskyřice. Ovšem k vytváření v UV peci dojde během několika sekund, což vyvažuje nutnost využít další pec k předehřevu. Další výhodou je, že proces probíhá při nízkých teplotách okolo 90 – 120 °C, takže možnost využití materiálů, které špatně snášejí teplo, se opět zvyšuje.

3. PROVEDENÍ EXPERIMENTU

Pro komplexní vyhodnocení odolnosti nátěrového systému, bylo rozhodnuto po předchozí domluvě s vedoucím závěrečné práce a s hlavním technologem firmy Adast Systems, že se budou provádět mřížková zkouška dle ISO 2409 a odtrhová zkouška přílnavosti dle ISO 4624.

Dále bylo nutné ověřit tloušťku nátěrového systému. Tloušťka byla měřena na deseti místech plošně po celém povrchu vzorku a byla určena průměrná hodnota. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6. Na obrázku 12 je zobrazeno zařízení pro měření tloušťky vrstvy nátěrového systému.



Obr. 12 Zařízení pro měření tloušťky vrstvy

Tab. 6 Tloušťky nátěru na vzorku s návarky

Měření	M3 návarky [μm]	P3 návarky [μm]	B3 návarky [μm]	K3 návarky [μm]	L3 návarky [μm]
1	148	228	175	184	79
2	127	177	152	182	73,2
3	167	177	124	153	79,7
4	122	140	119	164	86,7
5	145	189	152	181	71,6
6	146	193	135	183	82
7	139	149	144	199	49,8
8	146	177	137	169	71,6
9	152	276	117	191	76,4
10	139	288	184	211	56,4
$\bar{\emptyset}$	143,1	199,4	143,9	181,7	72,6

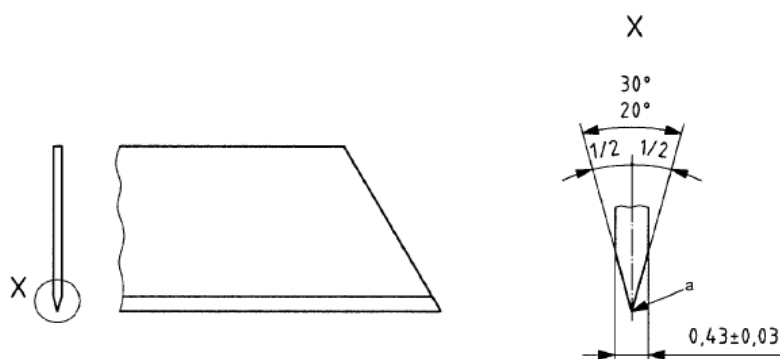
Měření	M3 plochý [μm]	P3 plochý [μm]	B3 plochý [μm]	K3 plochý [μm]	L3 plochý [μm]
1	133	144	145	148	58
2	123	203	130	194	51,5
3	128	292	166	184	72,7
4	109	186	171	180	73,4
5	146	144	171	152	92,1
6	136	210	188	157	87,1
7	163	191	174	189	76,7
8	95,7	209	149	191	73,8
9	140	188	152	169	82,6
10	132	141	159	147	74
Ø	130,6	190,8	160,5	171,1	74,2

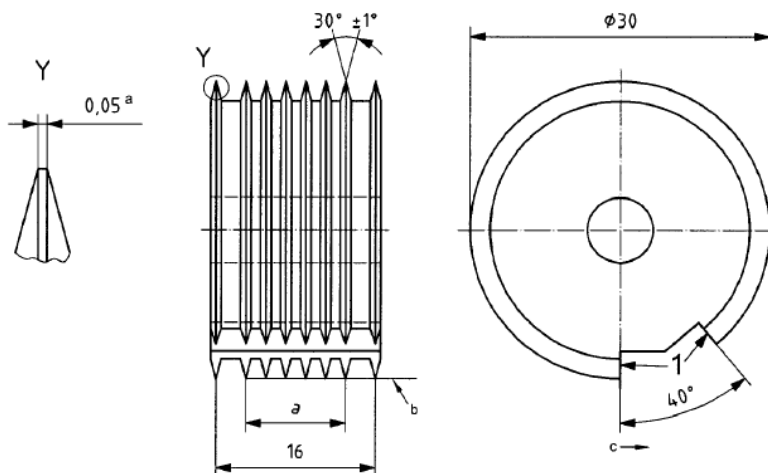
3.1 Mřížková zkouška [5]

Tato zkouška se provádí dle mezinárodní normy ČSN EN ISO 2409. Tato mezinárodní norma hodnotí odolnost povlaků a nátěrových hmot k oddělení od podkladu. K provedení této zkoušky je nutné vytvořit na zkoušeném vzorku mřížku pomocí řezného nástroje. V každém směru mřížky musí být šest řezů. Vzdálenost řezů musí být stejná ve všech směrech a závisí na tloušťce povlaku a typu podkladu.

3.2.1 Zařízení a postup zkoušky [5]

Řezný nástroj: Je zvláště důležité, aby nástroj (obr. 13) měl definovaný tvar a aby jeho ostří bylo v dobrém stavu. Doporučuje se používat jednoduchý řezný nástroj s jedním ostřím, jelikož použití nože s více ostřími není vhodné pro silné povlaky o tloušťce větší jak 120 μm nebo tvrdé povlaky nebo tak, kde je povlak nanesen na měkký podklad. Obvyklejší metoda je zhotovení mřížky ručně, je ale možnost využití elektromotorického přístroje, kterým se získá stejnoměrnější řez.





Obr. 13 Řezné nástroje pro mřížkovou zkoušku [5]

1 - řezné ostří, a – šířka přes všech šest řezných ostří, ^A – přebrousit, pokud se ostří opotřebovalo na 0,1 mm, ^B – vodící hrana a řezné ostří leží ve stejné vzdálenosti (mají stejný průměr), ^C – směr řezu

Vodící šablona a rozteč ostří: Aby byly správné mezery mezi řezy, jsou při použití řezného nástroje s jedním ostřím potřeba vodící šablony.

Samolepící páska: Pokud nebylo dohodnuto jinak, musí se použít samolepící páska, jejíž přilnavost je mezi 6 N na 25 mm šířky a 10 N na 25 mm šířky. Páska musí být alespoň 50 mm široká.

Postup zkoušky: Zkouška se provádí při teplotě $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $(50 \pm 5)\%$, při provozních zkouškách se musí akceptovat podmínky okolního prostředí. Zkušební vzorek se umístí na pevný, rovný povrch, aby se zabránilo jakékoliv deformaci vzorku během zkoušky. Ostří řezného nástroje se před zkouškou prohlédne a udržuje se v dobrém stavu broušením nebo se vymění. Řezný nástroj se drží ostřím kolmo k povrchu zkušební vzorku. Stejným tlakem na řezný nástroj a pomocí příslušné vodící šablony se provede do povlaku dohodnutý počet řezů rovnoměrnou řeznou rychlostí. Všechny řezy musí proniknout k povrchu podkladu. Měkkým štětcem se vzorek několikrát lehce oře podél obou úhlopříček mřížky. Na začátku nové řady zkoušek se odvine a uřízne z cívky samolepící pásky celé dvě otočky. Odvine se další část pásky a uřízne se z něj kousek přibližně 75 mm dlouhý. Střed pásky se umístí na mřížku, rovnoběžně s jedním svazkem řezů. Páska se v místě nad mřížkou prstem uhladí tak, aby mřížku překrývala nejméně o 20 mm. Aby byl zajištěn dobrý kontakt s povlakem, přitlačí se páska pevně konečky prstů nebo nehtem. Barva povlaku prosvítající páskou je známkou potřebného kontaktu po celé délce pásky. Během 5 minut po aplikaci pásky se páska trhnutím za volný konec a tažením pod úhlem co možná nejbližším 60° za 0,5 s až 1,0 s odstraní.




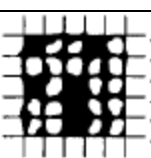
Vzdálenost řezů musí být stejná ve všech směrech a závisí na tloušťce povlaku a typu podkladu takto:

- do 60 μm : vzdálenost řezů 1 mm, pro tvrdé podklady (např. kov),
 - do 60 μm : vzdálenost řezů 2 mm, pro měkké podklady (např. dřevo a plast),
 - 61 μm až 120 μm : vzdálenost řezů 2 mm, pro tvrdé i měkké podklady;
 - 121 μm až 250 μm : vzdálenost řezů 3 mm, pro tvrdé i měkké podklady.
- Vzdálenost řezů se musí přizpůsobit tvrdosti podkladu i povlaku

3.2.2 Možnosti hodnocení [5]

V tabulce 7 je uvedeno šest klasifikačních stupňů. První tři jsou postačující pro obecné účely a používají se, pokud se vyžaduje vyhodnocení vyhovuje / nevyhovuje. Mohou ale nastat situace, kde je nutno využít všech šest klasifikačních stupňů.

Tab. 7 Klasifikace výsledků zkoušek

Klasifikace	Popis	Vzhled povrchu po zkoušce (příklady)
0	Hrany řezů jsou zcela hladké; žádný čtverec není poškozen	-
1	Malé kousky povlaku jsou odloupnuté v místech křížení řezů. Poškozená plocha je menší než 5 %	
2	Povlak se odlupuje podél řezů a/nebo v místech křížení řezů. Poškozená plocha je větší než 5% ale menší než 15 %	
3	Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech částečně nebo zcela, a/nebo se odlupuje částečně nebo zcela na různých místech čtverců. Poškozená plocha je větší než 15%, ale menší než 35 %	
4	Povlak se odlupuje podél řezů ve velkých pásech zcela a/nebo některé čtverce jsou odloupnuty částečně a/nebo zcela. Poškozená plocha je větší než 35 %, ale menší než 65 %	
5	Jakýkoliv stupeň odlupování, který nemůže být klasifikován ani stupněm 4	-

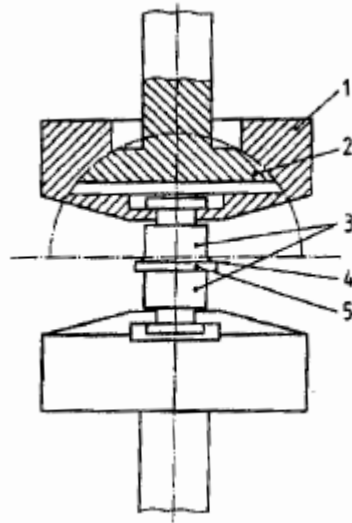
3.3 Odrhová zkouška přilnavosti [6]

Tato zkouška stanovuje hodnocení přilnavosti jednovrstvých nebo vícevrstvých nátěrových systémů měřením minimálního napětí v tahu potřebného k oddělení nebo odtržení nátěru ve směru kolmém k podkladu. Výsledek zkoušky neovlivňují pouze mechanické vlastnosti zkoušeného nátěrového systému, ale také druh přípravy podkladu, způsob nanášení nátěrových hmot, podmínky zasychání, teplota a vlhkost vzduchu a další faktory, jako typ použitého zkušebního přístroje.

3.3.1 Zařízení a princip [6]

Zkoušený produkt nebo nátěrový systém se nanese ve stejnoměrné tloušťce na rovinný zkušební vzorek stejné povrchové struktury. Po zaschnutí, případném vytvrzení nátěrového systému jsou zkušební tělíška přilepena přímo na povrch. Po vytvrzení lepidla je sestava přilepených tělíšek uchycená do vhodného trhacího zařízení. Přilepená sestava je podrobena kontrolované tažné síle (odrhová zkouška). Je měřena síla potřebná k roztržení nátěru nebo podkladu. Výsledkem zkoušky je napětí v tahu nutné k poškození nejslabšího rozhraní (adhezní porušení) nebo nejslabší složky (kohezní porušení) zkušební sestavy. Mohou také nastat oba druhy porušení, adhezní i kohezní.

Použitá síla v tahu musí být ve směru kolmém k rovině natřeného podkladového materiálu a musí se zvyšovat rovnoměrnou rychlostí, nepřevyšující 1MPa/s, tak aby k roztržení zkušební sestavy došlo do 90 s. Možné schéma zařízení je uvedeno na obrázku 14.



Popis:

- 1 Držák
- 2 Kulový kloub
- 3 Zkušební tělíska
- 4 Nátěr
- 5 Podklad

Obr. 14 – Schéma trhacího zařízení [6]

Zkušební tělíska – Každé tělísko je z oceli nebo z hliníku a je speciálně navrženo k použití v trhacím zařízení. Každé tělísko má pevnou, rovnou základnu pro spojení lepidlo/nátěr na jedné straně a na druhé je tělísko upraveno pro upnutí v trhacím zařízení. Tělíska mají nominální průměr 20 mm a dostatečnou tloušťku, aby se vyloučila deformace během zkoušky. Doporučuje se, aby délka každého tělíska byla větší než polovina průměru. Čelní plochy tělíska musí být obrobeny tak, aby byly kolmé ke své ose.

Centrovací přípravek – slouží k zajištění řádné koaxiální polohy zkušební sestavy během lepení.

Řezný nástroj – např. ostrý nůž k proříznutí vytvrzeného lepidla a nátěru okolo zkušebního tělíska až k podkladu. V závislosti na mechanických vlastnostech nátěrového systému, např. křehkosti, může proříznutí lepidla a nátěrového systému vysoce ovlivnit přilnavost tohoto nátěrového systému. Je tedy možné nátěrové systémy o tloušťce do 150 μm neprořezávat.

Lepidla – Aby došlo při zkoušce k poškození nátěru, je nutné, aby přilnavost lepidla byla větší než přilnavost nátěru k podkladu. Jednotlivé složky lepidla nesmí vyvolat na zkušebním materiálu žádnou nebo jen nepatrně viditelnou změnu. Ve většině případů jsou používána lepidla na bázi kyanakrylátu, bezrozpuštědlových, dvousložkových epoxidů.

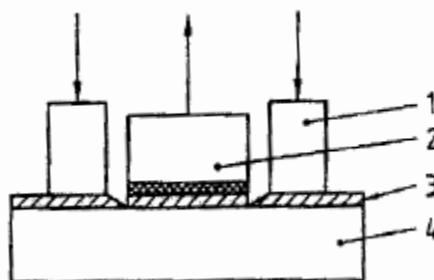
3.3.2 Postup odtrhové zkoušky [6]

Provede se minimálně 6 zkušebních sestav. Pokud není odsouhlaseno jinak, zkouška se provede při teplotě $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $(50 \pm 5)\%$. Lepidlo se připraví a nanese podle pokynů výrobce. Použije se nejmenší možné množství pro vytvoření pevného, souvislého a rovnoměrného spojení mezi lepenými plochami zkušební sestavy. Pokud je to možné, přebytečné lepidlo se ihned odstraní.

Na očištěný povrch tělíska se rovnoměrně nanese lepidlo. Tělísko s lepidlem se umístí na nátěr na dobu rovnající se době vytvrzení lepidla. Pokud není odsouhlaseno jinak, na konci této doby se opatrně pomocí řezného nástroje ořízne povlak okolo tělíska až na podklad. Vnější kruh se umístí do správné polohy a zkouší se jak se znázorněno na obrázku 15.

Popis:

- 1 Vnější kruh
- 2 Tělísko s lepidlem
- 3 Nátěr
- 4 Podklad



Obr. 15 Schéma průběhu odtrhové zkoušky [6]

Tělíska musí být umístěna tak, aby při zkoušení nedocházelo k ohybovému momentu. Napětí v tahu se zvyšuje rychlostí menší než 1 MPa/s, kolmo k rovině natřeného podkladu tak, že roztržení zkušební sestavy nastane do 90 s od začátku namáhání. Zaznamenává se tahová síla potřebná k roztržení zkušební sestavy.

Charakter porušení – Pro stanovení charakteristiky porušení se vizuálně prohlédne poškození a vyhodnotí se typ porušení následovně:

A – kohezní porušení v podkladu; A/B – je adhezní porušení mezi podkladem a první vrstvou; B – je kohezní porušení první vrstvy; B/C – je adhezní porušení mezi první a druhou vrstvou; n – je kohezní porušení n. vrstvy mnohvrstvého nátěrového systému; n/m – je adhezní porušení mezi n. a m. vrstvou mnohvrstvého nátěrového systému; -/Y – je kohezní porušení v lepidle; Y/Z je adhezní porušení mezi lepidlem a tělískem.

Pro každý charakter porušení se odhadne jeho plocha s přesností 10 %

3.4 Výsledky zkoušek

Dle norem, podle kterých byly zkoušky prováděny, byly vytvořeny protokoly o zkouškách. V protokolech jsou uvedeny všechny podstatné a předepsané informace v přehledových tabulkách. Jsou zde uvedené detailní fotky zkoušených míst.

3.4.1 Protokol o mřížkové zkoušce

Tab. 8 Obecné údaje

Zadavatel	Adast Systems, a.s
Zkoušené vzorky	Vzorky plechů s návarky
Zkušební postup / metoda	ČSN ISO 2409 – mřížková zkouška
Termín zkoušky	30. 4. 2014
Zkoušku provedl	Jan Fajfr
Protokol vypracoval	Jan Fajfr

Tab. 9 Specifikace vzorků

Název vzorků	Vzorky plechů s návarky K3, M3, B3, L3, P3
Předúprava povrchu a nátěrový systém	K3: odmaštění, reaktivní nátěr + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	M3: odmaštění, železitý fosfát + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	B3: odmaštění, tryskání + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	L3: odmaštění, zinečnatý fosfát + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	P3: tryskání, fosfátovací přípravek + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
Poznámka	Provedení zkoušky odpovídá postupu dle ČSN ISO 2409

Tab. 10 Výsledky mřížkové zkoušky dle ČSN EN ISO 2409

Kód vzorku	DFT [μm]	Mřížková zkouška (stupeň)				Vzdálenost mezi řezy
		1.	2.	3.	Průměr	
K3	176,2	1	0	0	0	2 mm
M3	143	2	1	1	1	2 mm
B3	148,8	1	1	2	1	2 mm
L3	73,7	1	1	0	1	2 mm
P3	197,5	0	0	1	0	2 mm

Další údaje o provedení zkoušky:

- Vzorek před zkouškou nebyl žádným způsobem čištěn, povrchově upravován ani skladován za tepla
- Zkouška byla provedena v podmínkách předepsaných zkouškou (při teplotě $23\pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $50\pm 5\%$)
- Zhotovení řezů bylo provedeno ručně řezným nástrojem s jednou hranou. Vzdálenost řezů byla zvolena 2 mm
- Tloušťka povlaku byla měřena tloušťkometrem dle ČSN EN ISO 2808

➤ Pozn.: Po konzultaci s akreditovanou zkušební laboratoří byla zvolena vzdálenost mezi řezy 2 mm. Bylo tak učiněno z důvodu toho, že při mřížce se vzdáleností mezi řezy 3 mm se na takto vyspělých nátěrových systémech neodhalí žádný defekt ani porušení nátěru.

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny přibližné řezy každého vzorku. Uvedeny jsou pouze mřížky s nejhorším hodnocením pro každý jednotlivý vzorek.

Na obrázku 16 je zobrazena mřížka na vzorku K3. Je zde vidět malé odlupování nátěru v místech křížení řezů. Dle tabulky 7 bylo určeno hodnocení 1.



Obr. 16 Mřížka na vzorku K3

Na obrázku 17 je zobrazena mřížka na vzorku M3. Odloupení nátěru je zde zcela evidentní. Navíc zde můžeme vidět výrazné „zvednutí“ nátěru v místech křížení.



Obr. 17 Mřížka na vzorku M3

Na obrázku 18 je zobrazena mřížka na vzorku B3. Nastává zde podobný případ jako u vzorku M3. Odlupování v místech křížení a nátěr je oddělen od podkladu v celé délce řezů.



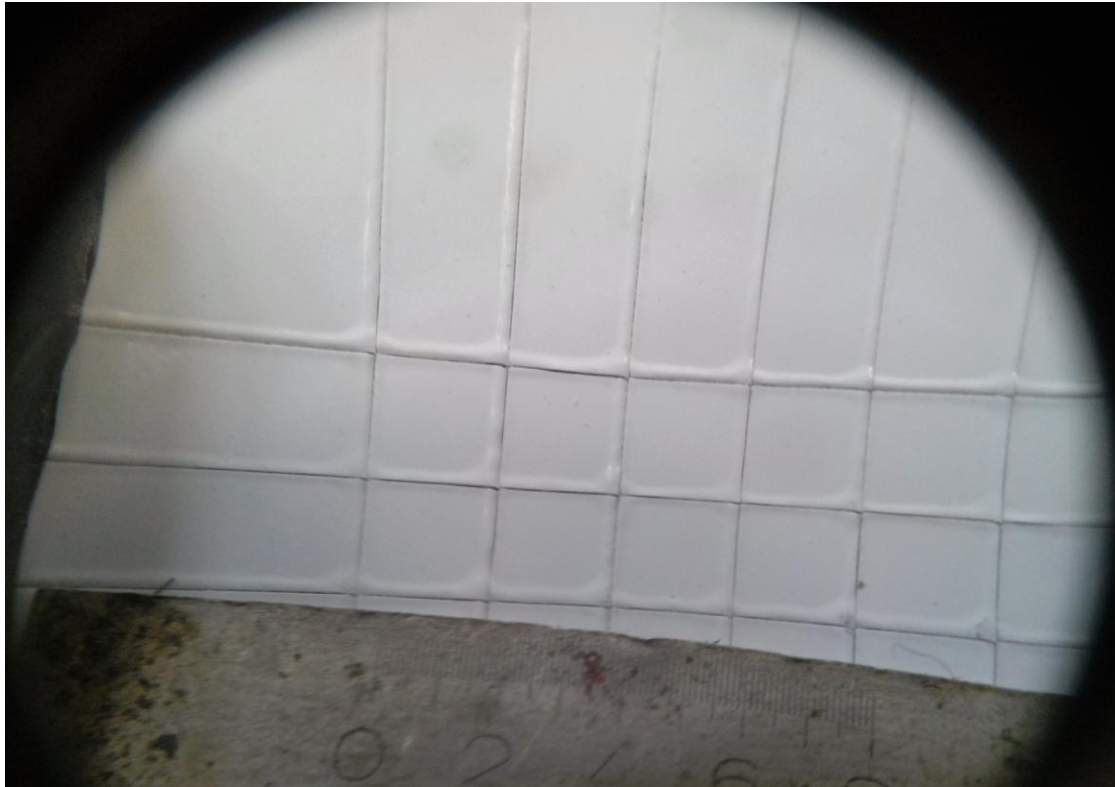
Obr. 18 Mřížka na vzorku B3

Na obrázku 19 je zobrazena mřížka na vzorku L3. Odtržený nátěr v levém dolním rohu. V místech křížení je nátěr také lehce poškozený.



Obr. 19 Mřížka na vzorku L3

Na obrázku 20 je zobrazena mřížka na vzorku P3. Nátěr poškozen v místech křížení a v celé délce řezů.



Obr. 20 Mřížka na vzorku P3

3.4.2 Protokol o odtrhové zkoušce

Tab. 11 Obecné údaje

Zadavatel	Adast Systems, a.s
Zkoušené vzorky	Vzorky plechů ploché
Zkušební postup / metoda	ČSN ISO 4624 – Odtrhová zkouška
Termín zkoušky	30. 4. 2014
Zkoušku provedl	SYNPO, a.s
Protokol vypracoval	Jan Fajfr

Tab. 12 Specifikace vzorků

Název vzorků	Vzorky plechů ploché K3, M3, B3, L3, P3
Předúprava povrchu a nátěrový systém	K3: odmaštění, reaktivní nátěr + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	M3: odmaštění, železitý fosfát + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	B3: odmaštění, tryskání + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	L3: odmaštění, zinečnatý fosfát + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
	P3: tryskání, fosfátovací přípravek + AQ PL 300 +akrylmetal email 2K HS
Poznámka	Provedení zkoušky odpovídá postupu dle ČSN ISO 2409

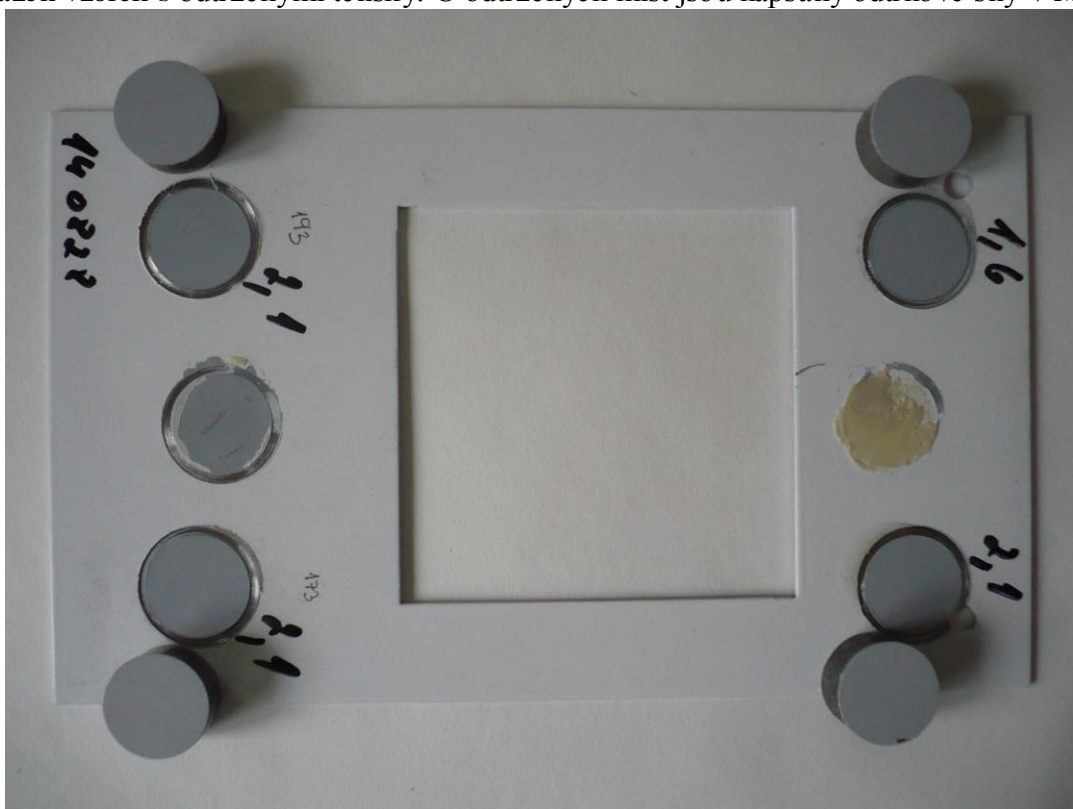
Tab. 13 Výsledky odtrhové zkoušky dle ČSN EN ISO 4624

Kód vzorku	MDF [μm]	Odrhová síla [MPa]				Průměrná odtrhová síla [MPa]	Charakter porušení
K3	171	1,6	2,1	2,1	2,1	2,0 ± 0,2	100 % kohezní porušení nátěru (krycího nátěru)
M3	133,9	1,8	2,9	2,4	2,3	2,4 ± 0,4	100 % kohezní porušení nátěru (krycího nátěru)
B3	165,4	2,6	2,2	2,4	2,3	2,4 ± 0,1	100 % kohezní porušení nátěru (krycího nátěru)
L3	74,2	1,9	2,2	2,1	1,8	2,0 ± 0,2	100 % kohezní porušení nátěru (krycího nátěru)
P3	187,7	2,3	1,8	2,5	2,2	2,2 ± 0,3	100 % kohezní porušení nátěru (krycího nátěru)

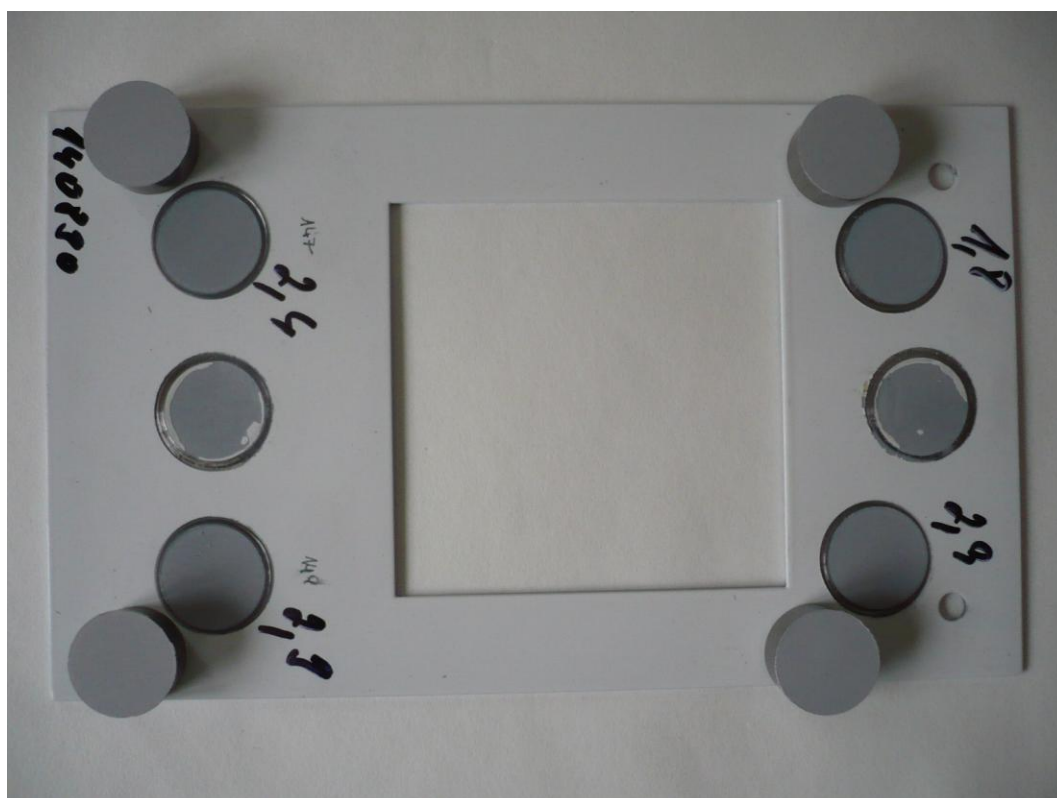
Další údaje o provedení zkoušky:

- Vzorek před zkouškou nebyl žádným způsobem čištěn, povrchově upravován ani skladován za tepla
- Zkouška byla provedena v podmínkách předepsaných zkouškou (při teplotě 23±2°C a relativní vlhkosti vzduchu 50±5%)
- Tloušťka povlaku byla měřena tloušťkometrem dle ČSN EN ISO 2808
- Stanovení bylo provedeno pomocí zařízení COMTEST OP ¾, rychlost zatěžování 0,15 kN/s
- Odrhová panenka o průměru 20 mm, hmotnost těžitka 200 g. Použité lepidlo CHS - Epodur 520 – 2608.

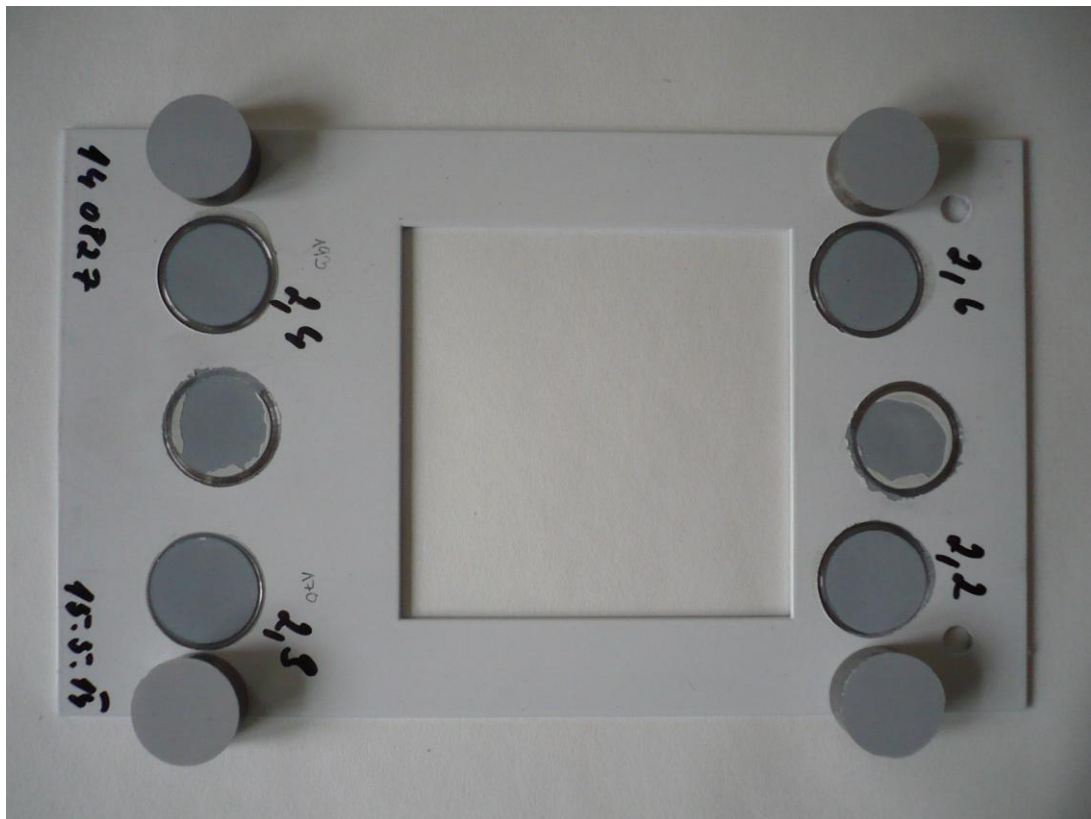
Na následujících obrázcích je uvedena fotodokumentace po zkoušce. Na každé z fotek je zobrazen vzorek s odtrženými tělísky. U odtržených míst jsou napsány odtrhové síly v MPa.



Obr. 21 Vzorek K3 po odtrhové zkoušce



Obr. 22 Vzorek M3 po odtrhové zkoušce



Obr. 23 Vzorek B3 po odtrhové zkoušce



Obr. 24 Vzorek L3 po odtrhové zkoušce



Obr. 25 Vzorek P3 po odtrhové zkoušce

4. VYHODNOCENÍ EXPERIMETU

Při zadávání tohoto projektu byly předem vybrány dvě zkoušky, a to mřížková a odtrhová zkouška. Předpokládalo se, že tyto dvě zkoušky nám dají jednoznačný závěr, který nový nátěrový systém začít používat. Nicméně se tato očekávání nenaplnila a při vyhodnocení této bakalářské práce budeme muset vycházet z těchto dvou zkoušek. Dále bylo rozhodnuto o provedení ještě jedné zkoušky, a to zkoušky v solné mlze (ČSN EN ISO 9227). Bylo rozhodnuto o expozici 720 hodin v solné komoře. Předpokládá se, že tato zkouška zaručí jasné výsledky v oblasti korozní odolnosti. V této práci již ale řešena nebude.

Vyhodnocení experimentu bude tedy hodně závislé na ekonomickém srovnání a dalších ekonomických aspektech. Pokud se podíváme na výsledky provedených zkoušek, je patrné, že nátěrové systémy jsou dosti podobné a srovnatelné. Mřížkové zkoušky jsou u všech vzorků hodnoceny 0 nebo 1. V této zkoušce bych žádné zásadní rozdíly nehledal, protože je to jedna ze základních zkoušek. Čekalo se, že výsledky odtrhových zkoušek poukáží více na rozdíly v těchto nátěrových systémech. Pokud se blíže podíváme na výsledky, tak rozdíl mezi průměrnými odtrhovými silami je přibližně 15 %, což můžeme zanedbat a roztržení vždy nastalo ve stejném místě nátěru u všech vzorků.

Je potěšující, že všechny zvolené nátěrové systémy jsou podobné. Zatím ale byla řešena přilnavost nátěru k podkladu a ne korozní odolnost. Předpokládá se, že korozní odolnost bude výrazně lepší u vzorků s označením L3 a P3, jelikož je na nich provedena předúprava zinečnatým fosfátem. Jak už bylo řečeno, vyhodnocení projektu bude hodně závislé na ekonomickém srovnání.

5. TECHNICKÉ A EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ

Jak již bylo řečeno, tak masky byly dříve vyráběny přímo v lakovně Adastu, a proto budou tyto vzorky brány jako referenční. Z důvodu snížení nákladů, s ohledem na emisní limity, bylo rozhodnuto o převedení výroby k externímu dodavateli, a to k dodavateli 2, kterého reprezentují vzorky s označením B3. Jejich předúprava tryskáním v současnosti ale způsobuje velké problémy v podobě prohnutých, či jinak poškozených dílců. Navíc s ohledem na jejich dodavatelskou kázeň a celkové hodnocení kontrolními audity bylo rozhodnuto o změně tohoto dodavatele. V tabulce 14 jsou uvedeny navrhované ceny od potenciálních dodavatelů. V ceně je započítána kompletní výroba masky. To znamená cena materiálu, vypalování laserem, ohýbání a svařování.

Tab. 14 Ceny masek od dodavatelů

Výrobce	Označení	Předúprava	Cena v Kč
Adast Systems, a.s	K3	Odmaštění, reaktivní nátěr	416,-
Dodavatel 1	M3	Odmaštění, železitý fosfát	356,-
Dodavatel 2	B3	Odmaštění, tryskání	366,-
Dodavatel 3	L3	Odmaštění, zinečnatý fosfát	345,-
Dodavatel 4	P3	Tryskání, fosfátovací přípravek	382,-

Z tabulky vyplývá, že náklady na masky vyrobené v Adastu jsou nejvyšší. Převedením výroby k dodavateli 2 došlo ke snížení nákladů na výrobu. Pokud porovnáme výsledky zkoušek, tak nátěrové systémy alternativních dodavatelů jsou srovnatelné s nátěrovým systémem Adastu, což je pozitivní.

Je všeobecně známo, že nátěrové systémy, u kterých je použita předúprava pomocí fosfátování, je odolnost vůči korozi velmi vysoká. Pokud se toto pravidlo potvrdí ve zkoušce v solné mlze, můžeme říct, že dodavatelé 1, 3 a 4 jsou vhodní pro následnou výrobu.

Pokud se tedy vyplní teoretický předpoklad, dojde ke zvýšení kvality výrobků a zachování, dokonce i snížení stávajících nákladů díky menšímu počtu reklamací.

6. ZÁVĚR

Zadáním a předmětem této bakalářské práce bylo navrhnout a odzkoušet nový nátěrový systém pomocí předepsaných zkoušek dle norem ISO.

V úvodu práce je popsána současná technologie při výrobě karosářských dílů a uvedení do problematiky. Výdejní stojany Adast jsou instalovány v celé řadě zemí. Z toho vyplývá, že musejí odolávat různým klimatickým podmínkám. To zahrnuje teplotní rozmezí od -40°C po $+60^{\circ}\text{C}$. Nátěrový systém tedy musí být velice komplexní a odolný.

V rámci tohoto projektu byly zhotoveny vzorky od různých výrobců s různými typy předúprav. Tyto předúpravy byly dále rozebrány v teoretické části a jedná se o odmašťování, tryskání, fosfátování a kataforézní základování. Dále je řešena problematika lakování. Jsou zde uvedeny základní možnosti nanášení práškových barev, rozdělení typů práškových barev a jejich vypalování v různých druzích pecí.

Ve třetí části bakalářské práce je rozebrán postup při zkouškách a jejich následné hodnocení. Jedná se o mřížkovou zkoušku dle ČSN EN ISO 2409 a odtrhovou zkoušku dle ČSN EN ISO 4624. V úvodu této kapitoly je rozebrán postup při vykonávání zkoušek a potřebné nástroje a přístroje. Následuje samotné provedení zkoušek a vypracování protokolů s výsledky.

Mřížková zkouška ukázala, že všechny vzorky byly průměrně hodnoceny klasifikačním stupněm 0 nebo 1. Z toho vyplývá, že tato zkouška neprokázala zásadní rozdíly mezi nátěry.

Odrhová zkouška, která byla provedena v akreditované zkušební laboratoři, opět poukazuje na podobnost nátěrových systémů. Průměrné odtrhové síly se pohybovaly v rozmezí od 2,0 do 2,4 MPa. Po konzultaci s laboratoří, která prováděla tyto zkoušky, byl tento závěr potvrzen.

Po zhodnocení výsledků bylo rozhodnuto o provedení zkoušky, se kterou se při zadávání tohoto projektu nepočítalo, a to zkoušky v solné mlze dle ČSN EN ISO 9227, která důkladně prověří odolnost vůči korozi.

V poslední části je řešeno ekonomické a technické srovnání. Jsou zde uvedeny cenové nabídky jednotlivých dodavatelů. Byl zde řečen předpoklad, že vzorky předupravené fosfátováním mají dobrou odolnost vůči korozi.

Závěr tedy zní, že nátěrové systémy s označením M3, L3 a P3 jsou vhodné pro použití na karosářských dílech pro výdejní stojany firmy Adast Systems a zároveň dojde ke zvýšení stávající kvality při zachování, dokonce i snížení nákladů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ADAST SYSTEMS, a.s. *Katalog náhradních dílů*. Adamov, 2007. Dostupné z: http://www.adastsystems.cz/web/savedata/files/katalogy-nd/Katalog_ND_4701_01_2007.pdf
2. ADAST SYSTEMS, a.s. *Návod na obsluhu, údržbu a instalaci*. Adamov, 2008. Dostupné z: http://www.adastsystems.cz/web/savedata/files/navody/CZ/v_line_4600_4700.pdf
3. ČSN EN ISO 12944-2. *Nátěrové hmoty - Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí*. Praha: Český normalizační institut, 1998
4. ČSN EN ISO 12944-3. *Nátěrové hmoty - Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 3: Navrhování*. Praha: Český normalizační institut, 1998.
5. ČSN EN ISO 2409. *Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
6. ČSN EN ISO 4624. *Nátěrové hmoty – Odtrhová zkouška přilnavosti*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
7. Historie práškového lakování. *TIGERLAK, s.r.o* [online]. 2014 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.tiger-coatings.com/index.php?id=384&L=8&C=0>
8. Koroze a ochrana před korozi. *Mgr. Jan Hamerník* [online]. 2004 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://jhamernik.sweb.cz/Koroze.htm>
9. KUBÍČEK, Jaroslav. *Renovace a povrchové úpravy* [online]. Brno, 2006 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory_soubory/renovace_a_povrchove_upravy__kubicek.pdf. Studijní opora. Vut v Brně.
10. KUDLÁČEK, Ivan. *Povrchové úpravy* [online]. Praha, 2008 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://martin.feld.cvut.cz/~kudlacek/ETP/_predupravy.pdf. Studijní opora. ČVUT v Praze.
11. MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. 3. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006, 150 s. ISBN 80-248-1217-7.
12. PODJUKLOVÁ, Jitka. *Speciální technologie povrchových úprav I: Určeno pro posl. 5. roč. Fak. strojní*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1994, 71 s. ISBN 80-707-8235-8.
13. POKORNÝ. Klasifikace fosfátových povlaků. *Tribotechnika* [online]. 2012, č. 6 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-62012/klasifikace-fosfatovych-povlaku.html>
14. *Povrchová úprava* [online]. 2012 [cit. 2014-04-08]. ISSN 1801-707X. Dostupné z: <http://www.povrchovauprava.cz/uploads/assets/casopisy/pu-2012-01.pdf>
15. Práškové barvy. *BASF* [online]. 2014 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: http://www.basf-cc.cz/cs/produkty/praskove_barvy_basf/Pages/default.aspx
16. Princip práškového lakování. *Technolak, s.r.o* [online]. 2012 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.technolak.cz/technologie.html>

17. Produkty. *Adast Systems, a.s* [online]. 2014 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://www.adastsystems.cz/cs/vydejni-stojany/text/none_246/produkty/

18. SEDLÁČEK, Vladimír. *Povrchy a povlaky kovů*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1992, 176 s. ISBN 80-010-0799-5.

19. STRATIL, Jaroslav. *Vytvrzování nátěrových hmot* [online]. 2006[cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.povrchoveupravy.cz/2006-02-clanek02.html>

20. Tryskací materiály. *KrampeHarex* [online]. 2014 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: http://www.krampeharex.com/cz/tryskaci_materialy/p345ehled_produk367.htm

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
B3	[-]	vzorek od dodavatele
CNG	[-]	stlačený zemní plyn
DFT	[μm]	tloušťka nátěru
K3	[-]	vzorek od dodavatele
L3	[-]	vzorek od dodavatele
LPG	[-]	zkapalněný ropný plyn
M3	[-]	vzorek od dodavatele
P3	[-]	vzorek od dodavatele
RV	[%]	relativní vlhkost

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Materiálové listy pro vzorek K3
- Příloha 2 – Materiálové listy pro vzorek M3
- Příloha 3 – Materiálové listy pro vzorek B3
- Příloha 4 – Materiálové listy pro vzorek P3
- Příloha 5 – Materiálový list lepidla pro odtrhovou zkoušku
- Příloha 6 – Technický list odtrhoměru

SEZNAM TABULEK

- Tab. 1 Seznam vzorků
- Tab. 2 Rozdělení základních typů stojanů firmy Adast Systems
- Tab. 3 Úbytky tloušťky a hmotnosti
- Tab. 4 Průměrné teploty v různých klimatických pásech
- Tab. 5 Hodnoty otryskání
- Tab. 6 Tloušťky nátěru na vzorku s návarky
- Tab. 7 Klasifikace výsledků zkoušek
- Tab. 8 Obecné údaje
- Tab. 9 Specifikace vzorků
- Tab. 10 Výsledky mřížkové zkoušky dle ČSN EN ISO 2409
- Tab. 11 Obecné údaje
- Tab. 12 Specifikace vzorků
- Tab. 13 Výsledky odtrhové zkoušky dle ČSN EN ISO 4624
- Tab. 14 Ceny masek od dodavatelů

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Ukázky provedení stojanů
- Obr. 2 Masky se základním nátěrem
- Obr. 3 Příklad koroze
- Obr. 4 Nalakované vzorky
- Obr. 5 Schéma VS
- Obr. 6 Schéma skletetu
- Obr. 7 Schéma hydraulického systému
- Obr. 8 Schéma odsávání par
- Obr. 9 Způsoby otryskávání
- Obr. 10 Povrch fosfátované součásti součásti zinkem
- Obr. 11 Elektrostatické nabíjení (vlevo), elektrokinetické nabíjení (vpravo)
- Obr. 12 Zařízení pro měření tloušťky vrstvy
- Obr. 13 Řezné nástroje pro mřížkovou zkoušku
- Obr. 14 Schéma trhacího zařízení
- Obr. 15 Schéma průběhu odtrhové zkoušky
- Obr. 16 Mřížka na vzorku K3
- Obr. 17 Mřížka na vzorku M3
- Obr. 18 Mřížka na vzorku B3
- Obr. 19 Mřížka na vzorku L3
- Obr. 20 Mřížka na vzorku P3
- Obr. 21 Vzorek K3 po odtrhové zkoušce
- Obr. 22 Vzorek M3 po odtrhové zkoušce
- Obr. 23 Vzorek B3 po odtrhové zkoušce
- Obr. 23 Vzorek L3 po odtrhové zkoušce
- Obr. 24 Vzorek P3 po odtrhové zkoušce

Příloha 1 – Materiálové listy pro vzorek K3

Základní vyrovnávací barva jednosložková polyuretanová - AQ PL 300

vodou ředitelný plnič jednosložkový polyuretanový

Použití	podkladová vrstva u předmětů z kovů určená k broušení				
Podklad	dokonale odrezené a odmaštěné kovové povrchy, polyesterové tmely AKRYLMETAL				
Vrchní nátěr	NH AKRYLMETAL: LV EM, LV BC				
Ředění	0 – 10 % obj. voda				
Konzistence pro stříkání	20 - 25 s/4mm při 23°C				
Doporučená tloušťka	70 - 100 µm				
Počet nástřiků	2 - 3 v intervalech 10 - 15 min.				
Vydatnost aplikační směsi	5 - 8 m ² /kg				
Zasychání	do stádia broušitelnosti - 24 hod. při 20°C, 30 min. při 80°C				
Způsob nanášení	Pneumatické stříkání systémem HVLP.				
Odstíny	šedý				
VOC	hustota produktu	obsah organických rozpouštědel	obsah celkového organického uhlíku	obsah netěkavých látek-sušiny	obsah těžkých kovů
g/l	kg/m ³	kg/kg	kg/kg	% obj.	
1250	0,031		max. 0,019	43	neobsahuje
Upozornění	Při práci s výrobkem je třeba dodržovat všechna bezpečnostní opatření, uvedená v bezpečnostním listě a na etiketě. Výrobek skladujte při teplotě od 10°C do 25°C. NESMÍ ZMRZNOUT				

Polyesterový tmel s normální dobou vytvrzování - LV PTE 2003

Stěrkový tmel polyesterový s normální dobou vytvrzování

Použití	Ke tmelení kovových podkladů, karoserií, k vyrovnání drobných nerovností na kovech.
Podklad	Dokonale odrezené a odmaštěné povrchy, staré nátěry očištěné a odmaštěné, povrchy opatřené antikoroziními NH Akrylmetal LV PL, LV AKZ, LV EPS, případně alkydovými, epoxidovými, vodou ředitelnými NH. Při nanášení na čerstvě pozinkovaný plech je třeba nejprve použít reaktivní barvu (např. S 2008).
Tvrdící složka	iniciátor LV CHP
Doba zpracovatelnosti aplikační s měsi	cca 15 - 25 minut při 20°C
Vrchní nátěry	všechny typy běžných nátěrových hmot
Poměr mísení	tmel : iniciátor 100 hmot. dílů : 1,5 – 2 hmot. dílů
Čištění pomůcek	ředidlo C 6000, B 6000
Aplikace	čistá stěrka
Doba vytvrzování do broušitelnosti	při 20°C 3 hodiny při 60°C 30 minut
Broušení	za mokra brusný papír č. 120-220 za sucha brusný papír č. 60-180
Upozornění	Při práci s výrobkem je třeba dodržovat všechna bezpečnostní opatření, uvedená v bezpečnostním listě a na etiketě. Hořlavá kapalina II. třídy nebezpečnosti. Obsahuje organická rozpouštědla. Výrobek skladujte v suchém prostředí od 10°C do 25°C.

Barva epoxidová základní antikorozivní - LV EPS 620

Základní 2k epoxidová barva antikorozivní na železné a neželezné kovy. Možnost následné aplikace plničů a barev SYNPO bez nutnosti sušení. Výborná přilnavost k hliníku, mědi, pozinku a jiným neželezným kovům.

Barva epoxidová 2K základní antikorozivní

Použití základní nátěr předmětů z lehkých a neželezných kovů a předmětů upravených pozinkováním

VOC g/l < 450 (kategorie - B/c)
(obsah org. rozpouštědel v AS)

Podklad dokonale očistěné a odmaštěné povrchy

Tužení 6 : 1 obj. dílů;
tužidlo LV BU 45 N

Ředění 0 – 10 % obj.
ředidlo LV PA 600

Konzistence směsi aplikační 21¹⁾ – 45²⁾ s/4mm při 20°C

Vydatnost aplikační směsi 8 - 10 m²/kg

Způsob nanášení HVLP¹⁾, AIRLESS²⁾

Počet nástřiků 2, doba odtěkání mezi vrstvami 15 min. při 20°C

Doporučená tloušťka 20 - 30 μm

Doba zpracovatelnosti 6 hodin při 20°C

aplikační směsi

Zasychání 3-4 hod. při 20°C, 20-30 min. při 60°C

hustota produktu	obsah organických rozpouštědel	obsah celkového organického uhlíku	obsah netěkavých látek-sušiny % obj.	obj.sušina aplikační směsi % obj.	obsah těžkých kovů
1,3	0,44	0,3	39	30	neobsahuje

Upozornění Při práci s výrobkem je třeba dodržovat všechna bezpečnostní opatření, uvedená v bezpečnostním listě a na etiketě. Hořlavá kapalina II. třídy nebezpečnosti. Obsahuje organická rozpouštědla. Výrobek skladujte v suchém prostředí od 10°C do 25°C.



Drylac® Technický popis

DRYZINK 69/90500

PRÁŠKOVÝ ZÁKLADNÍ LAK OBSAHUJÍCÍ ZINEK URČENÝ PRO LAKOVÁNÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ A FASÁD VYROBENÝ NA BÁZI EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE

TIGER Coatings GmbH & Co.KG. | Negrellistraße 36 | 4600 Wels | Austria | T +43 / (0)7242 / 400-0 | F +43 / (0)7242 / 650 08, 544 76 | powdercoatings@tiger-coatings.com | www.tiger-coatings.com

Použití

- ve 2-vrstvém systému (TIGER SHIELD)
- pro protikorozní ochranu
- pro ocelové konstrukce

2-vrstvý systém se skládá ze základního laku 69/90500 a krycího laku TIGER Drylac®, který je určen pro použití ve fasádní oblasti

Dále popisované způsoby předúpravy povrchu a následná výstavba 2-vrstvého systému splňují požadavky korozní kategorie C5 dlouhodobě podle DIN EN ISO 12944 díl 6.

Balení v originálních kartonech po 20 kg a v minipaku po 2,5 kg

Specifická hmotnost (ISO 8130-2) 1,8-1,9 g/cm³ TIGER Dryzink

Teoretická vidatnost viz TP č.1072 v posledním znění

Skladovatelnost 6 měsíců při teplotě pod 25 °C, chránit před přímým působením tepla!

(Při výrobě zakázek na základě tzv. rámcových objednávek nebo skladových dohod, které budou přirozeně delší dobu uskladněny, počítá se skladovatelnost od data výroby.)

Vlastnosti

- velmi dobrá antikorozní ochrana
- dobré mechanické vlastnosti
- odolnost proti chemickým látkám
- stabilita při skladování
- schopnost krýt hrany

TIGER Dryzink

- primer obsahující zinek
- zvláště vhodný pro otryskané materiály

Typy ploch | Odstíny

- šedá
- hladká – lesklá 70-80*

*Lesk podle ISO 2813 – úhel 60° (neplatí pro lakování metaliz s efekty). Naměřená hodnota se může u metalických práškových laků s efekty od údajů v technickém popisu odchýlit. Naléhavě se doporučuje vyhotovení hraničních vzorků.

Předúprava povrchu

Lakovaný materiál je definován jako nízko legovaná stavební ocel jakosti ST 37, ST 52 nebo odpovídající plnohodnotná lakovatelná ocel (jasně jsou vyjmuty ušlechtilé legované oceli a pozinkované díly). Následující způsoby předúpravy povrchu pro výše zmiňované oceli jsou zkoušeny a schváleny podle požadavku normy DIN ISO 12944.

I.) Zinečnaté fosfátování

Vrstva utvořená zinečnatým fosfátováním musí mít hmotnost nejméně $2,5 \pm 1,0 \text{ g/m}^2$.

II.) Tryskání

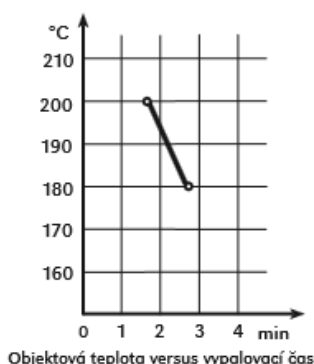
Používat zejména ostrý a hranatý minerální granulát nebo granulát z tvrzené litiny.

Hraniční hodnoty pro tryskané ocelové plochy musí odpovídat srovnávacímu vzoru G 201 (spodní hranice Segment 2, horní hranice Segment 3) nebo stupni předúpravy tryskáním dle ISO 8503-1,2 a to minimálně Sa 2,5, drsnost Rz 50-70 μm , R_{max} 100 μm , stejně jako Pc 10 μm z 20, měřeno Perthometrem (t.a. Mahr). Tryskaná plocha musí činit nejméně 95 %.

Nanášení práškového základního laku musí následovat bezprostředně po tryskání, abychom zabránili možnému vzniku koroze.

Vytvrzovací podmínky (objektová teplota)

TIGER Dryzinc jako základ TIGER Shield



Zpracování / Aplikace

Electrostatika, tribo

Vytvrzovací podmínky (objektová teplota)

Při použití jako TIGER SHIELD 2-vrstvý systém je pro dosažení optimální přilnavosti mezi oběma vrstvami nezbytné základní vrstvu pouze tzv. nažehřívát t.j. vypálit při teplotě 180-200 °C pouze 2-3 minuty. Základní lak nesmí být plnohodnotně vypálen. Zvýšenou pozornost tomuto kroku věnujte při lakování komplikovaných dlů (tloušťka materiálu a rozdílná geometrie)!

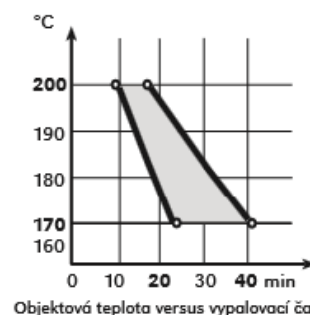
Následnou krycí vrstvu např. sérii 29 vypalovat podle vytvrzovacích podmínek uvedených v technickém popisu k sérii 29.

Upozornění

Mezi nanesením základního laku TIGER Dryzinc 69/90500 a následným přelakováním TIGER Drylac by nemělo uplynout více jak 12 hodin. Zabráňte tak vytvoření oxidační vrstvy na zinku, který je součástí základního laku.

Při použití tohoto systému v pecích přímo ohříváných plynovými hořáky může dojít ke zhoršení přilnavosti mezi základním a krycím lakem.

Krycí vrstva v systému TIGER Shield např. TIGER Drylac® Serie 29



Vytvrzovací podmínky bezpodmínečně dodržovat z důvodu tvorby mechanických vlastností již před úplným zesíťováním.

Tloušťka vrstvy

Dosažená tloušťka pro každou vrstvu je minimálně 80 µm (podle ISO 2360):

1-vrstva TIGER Dryzink 69/90500 – 80-100µm,

2-vrstva TIGER Drylac® pro fasádní účely – 80-100 µm. Celková dosažená tloušťka vrstvy (až na hrany a kouty, které však musí být bez pórů zalakovány) musí činit převážně a průběžně 160 µm. K dosažení dostatečné krycí vrstvy může při použití laků pigmentovaných organickými pigmenty vzniknout potřeba silnější vrstvy laku. Nepigmentované transparentní krycí laky nejsou pro tento systém vhodné.

Upozornění

Musí být zajištěno, aby obalové materiály včetně všech pomocných nebo přepravních prostředků, byly použity odborným způsobem a budou moci být ve stanovený čas odstraněny (např. lepicí pásy). Zvláště pak je třeba vědět, že při nevhodných skladovacích podmínkách může spolupůsobení vlhka a tepla (zvláště pak pod zabalenu fólií) vést ke vzniku mléčně-bílých skvrn. Tento ojediněle se vyskytující fyzikální jev je vratný díky působení tepla (např. noční temperování pecí, průmyslové fukary).

Tmely a jiné pomocné prostředky jako jsou např. kluzné, řezné a vrtací emulze, které se dostávají do styku s nalakovanými povrchy musí být pH neutrální a bez jakýchkoliv substancí poškozujících lak. Měli by být ještě před použitím u zpracovatele vyzkoušeny.

Rozdíly barevných odstínů, zvláště pak u pestrých barev, mezi laky určenými pro fasádní účely a laky pro použití v exteriéru mohou vzniknout.

Dodatečné mechanické opracování nalakovaných stavebních dílů řezáním, vrtáním, frézováním, stříháním a formováním může vést k poškození systému a tím i ke snížení korozní ochrany.

Výsledky zkoušek

1) TIGER SHIELD

Odkoušeno na 3,0 mm silném ocelovém plechu předupraveném zinečnatým fosfátem a poté nalakovaném 2-vrstvým systémem s tloušťkou vrstvy celkem 160-180 µm. Krycí lak hladký lesklý vypálený podle odpovídajících vytvrzovacích podmínek.

Zkouška	Norma	TIGER SHIELD
Tloušťka vrstvy	ISO 2360	160-180 µ
Mřížkový řez 2 mm odstup řezů	ISO 2409	0
Solná komora 1440 hodin	ISO 9227	Podkorozí na křížovém řezu ≤ 1mm
Tropický test 720 hodin	ISO 6270	Podkorozí na křížovém řezu ≤ 1mm
Kesternich* 30 cyklů	DIN 55 670	0,2 l SO ₂ - o v pořádku
Četnost pórů	DIN 55 670	Bez pórů

*kondenzovaná voda – změna klimatu s SO₂ přísada 0,2 S

2.1) TIGER SHIELD (Předúprava: zinečnatý fosfát):

Odzkoušeno na 3,0 mm silném ocelovém plechu předupraveném zinečnatým fosfátem a poté nalakovaném 2-vrstvým systémem s tloušťkou vrstvy celkem 160-180 µm. Krycí lak hladký lesklý vypálený podle odpovídajících vytvrzovacích podmínek.

Zkouška	Norma	Dryzinc 69/90500 + TIGER Drylac® Série 29
Antikoroziční ochrana	DIN EN ISO 12944	C 5 I dlouhodobě IKS Zpráva PB 300/62/00*
Vhodnost při použití u předpjatých vyoce pevných spojeních šroubů	DIN 18800 partie 1	Neomezeně pro nasazení při SLV spojeních ISL Zpráva PB 10/00**

2.2) TIGER SHIELD (Předúprava: tryskáním):

Odzkoušeno na 3,0 mm silném ocelovém plechu předupraveném tryskáním a poté nalakovaném 2-vrstvým systémem s tloušťkou vrstvy celkem 160-180 µm. Krycí lak hladký lesklý vypálený podle odpovídajících vytvrzovacích podmínek.

Zkouška	Norma	Dryzinc 69/90500 + TIGER Drylac® Série 29
Antikoroziční ochrana	DIN EN ISO 12944	C 5 I dlouhodobě IKS Zpráva PB 300/64/00*
Vhodnost při použití u předpjatých vyoce pevných spojeních šroubů	DIN 18800 partie 1	Neomezeně pro nasazení při SLV spojeních ISL Zpráva PB 10/00**

* Institut pro Korrosionsschutz Dresden GmbH

** Institut pro Stahlbau Leipzig GmbH

Odolnost proti působení chemických látek

Požadovaná odolnost práškového laku vůči chemikáliím je m.j. závislá na konkrétním typu práškového laku a musí být proto v návaznosti na konkrétní případ a při znalosti všech okolností umístění lakovaného dílu dohodnuta mezi smluvními stranami nejlépe ještě v přípravné fázi před realizací projektu. Především je nezbytné se shodnout na zkušebních metodách, které se mohou opírat o normu EN ISO 2812-1 „Laky a nátěrové hmoty. Určení odolnosti proti působení kapalin“. Dále je nutné stanovit profil požadavků na nezbytnou odolnost práškově lakovaného dílu s určením druhu, charakteru, doby a koncentrace působení zátěžové chemické látky.

Naše doporučení na technická využití, které na základě našich vlastních zkušeností a podle nejnovějších poznatků odpovídajících současnému stavu poznání ve vědě a praxi, dáváme k dispozici našim zákazníkům – zpracovatelům, jsou nezávazná a nezakládají žádný právní smluvní vztah a žádné vedlejší povinnosti z kupní smlouvy. Nezabývají kupujícího možnosti, aby naše produkty na vlastní zodpovědnost vyzkoušel i pro jiný účel použití. Zaručujeme prvotřídní kvalitu našich produktů, adekvátně dle našich Všeobecných dodacích a platebních podmínek.

Jako součást naší informační politiky technické papisy jednotlivých produktů pravidelně aktualizujeme. Platí vždy pouze aktuální vydání, které lze kdykoliv stáhnout z naší webové stránky www.tiger-coatings.com v oblasti „Ke stažení“.

Firma TIGER Coatings GmbH & Co.KG si vyhrazuje právo, provádět bez předchozího písemného oznámení změny Technického popisu.

Technický popis nahrazuje všechny předešlé k tomuto tématu a vyjadřuje pouze všeobecný přehled o produktu. V případě použití produktu, který nepatří ke skladovým produktům, - viz aktuální Skladový sortiment - vyžádejte si prosím detailní Produktový list výrobku, případně konzultaci našeho technického prodejce.

Technické papisy jsou neoddělitelnou složkou našich Všeobecných dodacích a platebních podmínek, které jsou v poslední aktualizované verzi kdykoliv ke stažení na www.tiger-coatings.com v sekci „Ke stažení“.



Certifikováno podle
EN ISO 9001 / 14001

TIGERLAK, s.r.o.

Kaštanová 34 a

620 00 Brno | Česká republika

+420 / 5 / 45 42 91 10 T

+420 / 5 / 45 22 92 09 F

office.cz@tiger-coatings.com E

www.tiger-coatings.com W

TIGER Coatings GmbH & Co.KG.

Negrellistraße 36

4600 Wels | Austria

T +43 / (0)7242 / 400-0

F +43 / (0)7242 / 650 08

E powdercoatings@tiger-coatings.com

W www.tiger-coatings.com

Příloha 3 – Materiálové listy pro vzorek B3

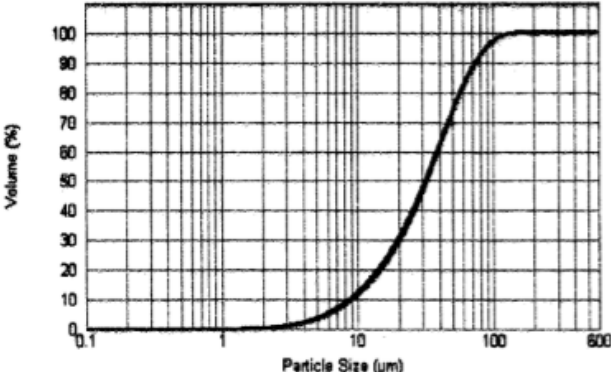


SAVA TRADE s.r.o., U Elektry 650/50, 190 00 P9, Czech Republic
 Tel: 00420 224 941 966 Mob.: 00420 602 565 330
 Fax: 00420 224 942 559
 e-mail: pavel.mazurek@savatrade.cz



CPC - 60 Zn primer

Zinkový primer

<p>Popis výrobku CPC 60 Zn primer prášková barva na bázi epoxidu s vysokým obsahem práškového zinku. Slouží ke zvýšení antikorozní ochrany železných/ocelových povrchů.</p>	<p>Aplikace</p> <ul style="list-style-type: none"> Objekty bez chemické předpravy (fosfátování, zinkování) vystavené dlouhodobým přírodním vlivům.
<p>Vlastnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> výborné mechanické vlastnosti dobrý rozliv velmi dobrá odolnost vůči chemikáliím a rozpouštědélům 	<p>Skladovací doba: 18 měsíců. Balení: Kartonové krabice – 20 kg. Skladovací podmínky: V originálně zabalených krabicích na suchém místě při teplotě 5-25°C.</p>
<p>Specifikace barvy: Odstín: šedá Povrchový efekt: hladký Lesk: polomat (65-75%) Hustota: ~2800 kg/m³ Lakovací zařízení: elektrostatika Výtlačnost: 4-6 m²/kg při tloušťce vrstvy 60 μm</p>	
<p>Rozdělení velikosti částic:</p>  <p>D (0,9) = 60-80 μm D (0,5) = 25 μm D (0,1) = 5 μm</p>	
<p>Povrchová předprava: Železo: Nejlepších výsledků je dosaženo tryskáním. U pouze odmaštěného materiálu závisí antikorozní odolnost na hrubosti povrchu. V tomto případě mohou být výsledky mnohem horší než u tryskaných povrchů. Primer může být aplikován na studený i horký povrch. Při aplikaci na horký povrch se lze vyhnout vzniku kráterů z důvodu uvolnění plynu z povrchu. Při aplikaci na horký povrch je nutno dávat pozor, aby tloušťka vrstvy nepřesáhla 60 μm. Přelakování vřehní vrstvou barvy (hybridní nebo polyesterové báze) je možné jak na studený, tak i horký povrch. Aplikace na horký povrch zvyšuje maznáčkovou adhezi s vrchním lakem a primerem.</p>	





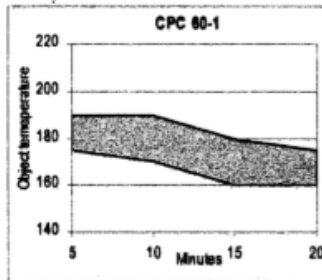
POWDER COATINGS

SAVA TRADE s.r.o., U Elektry 650/50,190 00 P9,Czech Republic
Tel: 00420 224 941 966 Mob.:00420 602 565 330
Fax: 00420 224 942 559
e-mail:pavel.mazurek@savatrade.cz



CPC - 60 Zn primer

Vypalovací podmínky:



Výsledky testu :

Fyzikální vlastnosti (0,8 mm ocelový plech)	
Vytvářecí parametry (parametry objektu)	10 min / 180°C
Tloušťka vrstvy v µm (ISO 2808)	50-80
Stupeň lesku <60° (ASTM 523, DIS 2813)	70
Adheze (ISO 2409)	GI 0
Odolnost vůči dopadu – přímý (ASTM 523,DIS 2813)	70
Tvrdoost (Buchholz) (ISO 2815)	100
Chemické vlastnosti (tryskaný povrch)	
Solná komora 1300 h (DIN 50021 SS)– podkorodování v řezu:	0

Tyto technické informace byly sestaveny na základě našich vědomostí, laboratorních testů a praktických zkušeností. V případě aplikace výrobku v uživatelských podmínkách, které jsou mimo naši kontrolu, nemůžeme převzít odpovědnost a garantujeme pouze kvalitu barvy jako takovou. Color si vyhrazuje právo měnit technické údaje o výrobku bez předchozího upozornění. Systém kvality je řízen v souladu s požadavky mezinárodních standardů jakosti ISO 9001.



Příloha 4 – Materiálové listy pro vzorek P3

TECHNICKÝ LIST VÝROBKU		Strana: 1/2
Datum vydání:	12. února 2009	Datum revize:
Technický list výrobku:	Prášková barva INVER: PRIMER EE FZ 20G GRIGIO 7001	
Kód:	40814	20/11/08

1. Identifikace přípravku a dovozce	
1.1 Obchodní název přípravku :	PRIMER EE FZ 20G GRIGIO 7001
1.2 Identifikace dovozce:	
Jméno nebo obchodní jméno:	PCT ČR s.r.o.
Místo podnikání nebo sídlo:	Mlýnská 138, 584 01 Ledec nad Sázavou
Telefon:	569 720 541
Fax:	569 720 541
Adresa výrobce:	INVER SPA VIA DI CORTICELLA 205 – BOLOGNA ITÁLIE
Telefon:	0039//51/6380411 Laboratoř a výroba 0039//51/6606811
2. Obecné charakteristické znaky	
Tento teplem tvrditelný prášek obsahuje epoxidové a polyesterové pryskyřice, obsahuje speciální antikorozi pigmenty se zinkovým fosfátem. Výrobek vytváří rovný tvrdý film s dobrou odolností proti mechanickým poškozením, detergentům, palivům a olejům. Vykazuje dobrou odolnost proti žloutnutí, často způsobené ponecháním produktu během vytvrzování v peci déle než je doporučeno. Tento produkt má rovněž dobré výsledky v odolnosti proti chemikáliím. Obsahuje bezolovnatá a bezchromová barviva..	
3. Použití	
Tento výrobek je obecně používán pro zvýšenou antikorozi ochranu kovů.	
4. Doporučené pracovní cykly	
Aplikujte zejména na pískovaný povrch (SA 2,5 – 3) jako podklad o tloušťce vrstvy 50-70 μ před dalším lakováním epoxy-polyesterovými a polyesterovými práškovými nebo polyuretanovými barvami Inverpul a tekutým lakem jako Inverplast a Inverpur . Před aplikací musí být povrch očištěn od olejů , koroze a mastnoty.	
5. Pokyny pro manipulaci a skladování	
Skladovat za teplot nižších než + 35 °C; vyšší teploty mohou prášek poškodit nežádoucími změnami a hrudkovatěním. Životnost v originálním balení: min. 12 měsíců	
6. Technické údaje	
P/CL092 Specifická hmotnost (kg/l)	1,457 - 1,516
P/CL120 Obsah netěkavých látek (w/w) (%) 3 h při 105°C Referenční metoda	100,0 - 100,0 UNI EN ISO 3251
P/CL125 Obsah netěkavých látek (v/v) (%) Referenční metoda	100,0 - 100,0 UNI 8911
P/CL143 Teoretická měrná spotřeba (m ² /kg)	660 – 686
P/CL210 Obsah vody (%)	0,0 - 0,0
P/YC060 Distribuce částic o velikosti menší než 32 μ (%)	38 - 40
P/YC120 Distribuce částic o velikosti menší než 63 μ (%)	78 - 80
P/CC050 Lesk Referenční metoda	15,0 -25,0 UNI 9389

7. Způsoby nanášení

TECHNICKÝ LIST VÝROBKU		Strana: 2/2
Datum vydání:	12. Února 2009	Datum revize:
Technický list výrobku:	Prášková barvy INVER: PRIMER EE FZ 20G GRIGIO 7001	
Kód:	40814	20/11/08
<p>Nanášejte automaticky nebo manuálně pistolemi se záporným nábojem (60/80 KV) nebo triboelektrickými pistolemi (pistolemi, kde elektrický náboj vzniká třením).</p> <p>Doporučuje se nanášet ve vrstvách o tloušťce 50 – 70 μ a vytvrzovat při teplotě 180°C na 15 minut.</p>		
15 minut x 180 °C		
Pro vytvrzování použijte dané údaje		
8. Technologické vlastnosti a testy odolnosti		
Použitý podklad	Pískovaná ocel Sa 2	
Tloušťka	60 mikronů	
Vytvrzování	15 minut při 180°C	
P/CM040 Erichsenova zkouška (mm) Referenční metoda	více než 3 UNI EN ISO 1520	
P/CM050 Přímá rázová zkouška (cm.kg) Referenční metoda	více než 20 UNI 8901	
P/CM051 Opačná rázová zkouška (cm.kg) Referenční metoda	více než 5 UNI 8901	
P/CM190 Zkouška v solné mlze O tisíc hodin později Referenční metoda	vtisk napříč 2 – 3 mm UNI ISO 9227	
P/CM230 Odolnost proti vlhkosti O 500 hodin později Referenční metoda	žádná změna UNI 8744	
9. Kontrola		
35/98	1 z 15/09/00	
87130	4 z 17/05/01	
Vytištěno	27/06/01	
Náš technický list výrobku představuje výsledky laboratorních testů ; tyto nemají závaznou hodnotu.		

DEXPHOS 2300

Fosfátovací a odmašťovací přípravek – aplikace postříkem

1. ÚČEL A VLASTNOSTI

DEXPHOS 2300 je fosfátovací přípravek vhodný pro současné odmašťování a fosfátování oceli, před lakováním. Vrstva vytvořená na povrchu kovů sestává z oxidů a fosfátů železa a má hmotnost 0,2 až 0,4 g/m².

DEXPHOS 2300 je na bázi směsi alkalických fosforečnanů, inhibitorů koroze a povrchově aktivních látek v kyselém vodném roztoku.

2. PROVOZ LÁZNĚ

DEXPHOS 2300 je aplikován ve formě vodného roztoku za následujících podmínek:

- Doba postříku: 1 ÷ 3 minut
- Tlak na tryskách: 1 ÷ 2 bar
- Teplota lázně: 30 ÷ 60°C
- Koncentrace lázně: 10 ÷ 30 g/l

Optimální provozní podmínky budou stanoveny technickým servisem Metalchem při spuštění linky.

Po úpravě povrchu pomocí **DEXPHOS 2300** musí být materiál opláchnut čerstvou vodou a potom demi vodou. Pro dosažení lepších výsledků může technický servis společnosti Metalchem doporučit postřík pasivačním roztokem.

3. NASAZENÍ LÁZNĚ

Na každých 1000 l lázně se použije 10 ÷ 30 kg **DEXPHOS 2300**, dle instrukcí TS Metalchem.

Naplňte nádrž do ¼ pracovního objemu vodou a zahřejte na provozní teplotu. Při spuštěných oběhových čerpadlech přidejte potřebné množství **DEXPHOS 2300** a za stálého míchání – minimálně 15 minut doplňte vodou na požadovaný objem.

4. KONTROLA LÁZNĚ

Koncentrace lázně se kontroluje stanovením bodů celkové kyseliny následovně: odpipetujte 20 ml fosfátovací lázně do Erlenmeyerovy baňky, zřed'te asi 50 ml destilované vody a přidejte 3 – 5 kapek fenolftaleinu. Titrujte 0,1 N hydroxidem sodným do změny barvy na červenou. Počet spotřebovaných ml 0,1 N hydroxidu sodného udává body celkové kyseliny.

Koncentraci lázně 10 g/l odpovídá 6,2 bodů celkové kyseliny.

5. DOPLNĚNÍ LÁZNĚ

Na každý spotřebovaný bod celkové kyseliny doplňte za stálého míchání 1,6 kg **DEXPHOS 2300** na každých 1000 litrů lázně. Výhodné je doplňovat lázeň automaticky v závislosti na hodnotě pH, nebo vodivosti.

6. ZARÍZENÍ

Použití konstrukční oceli je vhodné.

7. SKLADOVÁNÍ – BEZPEČNOST - MANIPULACE

Viz. bezpečnostní listy výrobků pro **DEXPHOS 2300**.

NEMODIFIKOVANÉ KAPALNÉ EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE

CHS-EPOXY 520

Univerzální nízkomolekulární kapalná epoxidová pryskyřice na bázi bisfenolu A

POPIS VÝROBKU

Nízkomolekulární kapalná nemodifikovaná epoxidová pryskyřice. Může být vytvářena při normální nebo zvýšené teplotě.

POUŽITÍ

Doporučuje se použít pro modifikace, impregnace, v procesech zapouzdření a zalévání elektronických a elektrických prvků a ve stavebnictví.

PARAMETRY

Parametr	Hodnota	Jednotka	Metodika
Barva (APHA, Pt-Co)	Max. 100	j.Hazena	EN ISO 6271- 2
Epoxidový hmotnostní ekvivalent	182 - 192	g/mol	EN ISO 3001
Epoxidový index	5,208 – 5,495	mol/kg	EN ISO 3001
Snadno zmýdelnitelný chlor (Cl)	Max. 0,03	%	ASTM D 1726
Netěkavé látky (2 h / 140 °C)	Min. 99,5	%	EN ISO 3251
Viskozita / 25 °C	12,0 – 14,5	Pa.s	DIN 53015

SKLADOVÁNÍ

Produkt se skladuje v originálních a uzavřených obalech na suchém místě při teplotě 5 - 25 °C vždy odděleně od tvrdidel a zdrojů vznícení. Záruční doba činí 12 měsíců od data výroby.

BALENÍ

Dodáváno v předem domluvených typech obalů.

BEZPEČNOSTNÍ ÚDAJE

Informace o bezpečnosti produktu a pokyny pro zacházení naleznete v příslušném bezpečnostním listu.

Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost

Revoluční 1930/86, 400 32, Ústí nad Labem, Česká Republika
Tel: +420 477 162 037, Fax: +420 477 163 244

Email: resins@spolchemie.cz

www.spolchemie.cz



Revidován dne: 15.11.2012

Záruka kvality: 900165

Příloha 6 – Technický list odtrhoměru

COMTEST®OP4-P



Charakteristika:

Přístroje jsou určené k měření tahové pevnosti kolmo k povrchu. Používají se ke kontrole kvality podkladu (stanovení kohezí pevnosti) a ke stanovení kvality povrchové úpravy (adhezí pevnost dvou a vícevrstevných systémů) resp. k určení vzájemné přídržnosti jednotlivých nanesených vrstev. Zatěžovací člen je vybaven tenzometrickým snímačem síly. Zatěžovací sílu vyvozuje elektronicky řízený pohon. Jeho regulátor zajišťuje lineární nárůst zatěžovací síly.

Postup odtrhové zkoušky s přístrojem COMTEST®OP4-P:

1. Vhodným lepidlem se přilepí na měřené místo na povrchové úpravě zkušební terče.
2. Povrchová úprava se prořízne až do základního materiálu korunkovým vrtákem (ruční frézou) potřebného normalizovaného průměru. Tím je zajištěna (definována) přesná měřená plocha.
3. Po vytvrzení lepidla se připojí ke zkušebnímu terči odtrhový přístroj **COMTEST®OP4-S**. Obsluha zadá průměr zkušební terče, zvolí nárůst zatěžovací síly a režim měření s výsledkem maximálního dosaženého napětí. Poslední volba se týká jednotek ve kterých se bude měřit – buďto síla v kN nebo napětí v MPa.
4. Terč se zatěžuje až do odtržení. Na displeji elektronické měřicí jednotky se maximální hodnota podbarví červenou barvou. Zadání zkoušky a její výsledky se zapisují do paměti přístroje, její kapacita je 100 zkoušek.

Technické parametry:

Typ přístroje	COMTEST®OP4/1-P	COMTEST®OP4/2-P	COMTEST®OP4/3-P
Rozsah měření	7 kN	11 kN	15 kN
Rozlišení	14 bitů		
Max. chyba měření	±1,2% z naměř.hod.	± 1,5% z naměř.hod.	± 2% z naměř.hod.
Hmotnost zatěžovací jednotky	4,7 kg		
Rozměr zatěž.jed.	200 x 85 mm		
Provozní teplota	-10°C až 50°C		
Skladovací teplota	-20°C až 60°C		
Napájení/kapacita	Baterie 9V typ 6F22 / cca 100 odtrhových zkoušek		
Příslušenství – zkušební terče	Kruhové ocelové terče o průměru 20mm resp. 40mm		
Příslušenství k přípravě zkoušky	Ruční frézka s vnitřním průměrem 20,5 mm		
Příslušenství k provedení zkoušky	Středící adaptér – pomáhá vycentrovat zatěžovací člen vůči zkušebnímu terči, eliminuje prohnutí podkladu		

Přehled některých norem, které přístroj splňuje:

1. ČSN 73 1344 Ochrana proti korozi ve stavebnictví. Betonové konstrukce. Metody zkoušek přilnavosti ochranných povlaků.
2. ČSN EN ISO 4624 Nátěrové hmoty – odtrhová zkouška přilnavosti.
3. ČSN EN 582 Žárové stříkání. Stanovení přilnavosti v tahu
4. ČSN EN 311 Desky ze dřeva – přídržnost povrchu – zkušební metoda