VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ NANÁŠENÍ PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ S NÁVRHEM TECHNOLOGICKÉ DISPOZICE LAKOVNY

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF POWDERED PLASTICS COATING WITH PAINTING SHOP LAYOUT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. DITA DOKOUPILOVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. PAVEL RUMÍŠEK, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Dita Dokoupilová

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

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 diplomové práce:

Experimentální ověření nanášení práškových plastů s návrhem technologické dispozice lakovny

v anglickém jazyce:

Experimental verification of powdered plastics coating with painting shop layout

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Zpracujte literární studii (rešerši) k problematice technologie zadaného typu povrchové úpravy a studii technologického projektování ve vazbě na pracoviště lakovny.
2. Proveďte popis a zhodnocení možností současného stavu
3. Na základě direktivních ukazatelů a zadaných podmínek proveďte výběr možných technologií zhotovení izolační vrstvy nánosem práškového plastu se stanovením parametrů a vhodného technologického postupu.
4. Pro vybranou technologii proveďte experimentální ověření s následným vyhodnocením.
5. Ve variantních návrzích zpracujte technologickou dispozici pracoviště s následným výběrem optimální varianty.
6. Proveďte rozbor a technicko - ekonomické vyhodnocení návrhu řešení.

Cíle diplomové práce:

Řešením základních bodů zadání, zahrnujících mimo studii i rozbor problematiky, návrh způsobů řešení s výběrem optimální varianty a jejím zpracováním a ekonomickým posouzením budou prověřeny nejen odborné znalosti studenta, ale i jeho schopnosti dobré profesní orientace při řešení zadaného úkolu z průmyslové praxe.

Seznam odborné literatury:

Odborná literatura z oblasti technologického projektování a povrchových úprav.

DVOŘÁK, Milan. Technologie II. Brno: VUT – FSI . 2001. 238 s. ISBN 80-214-2032-4
DVOŘÁK, Milan.,GAJDOŠ, František., NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření (Plošné a objemové tváření). Brno: VUT – FSI. 2007. 169 s. ISBN 978-80-214-3425-7
FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: VUT – FSI . 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9
RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. Brno: VUT – FSI.1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3
HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů. Brno: VUT – FSI. 1987. 201 s.
MILO, Peter. Technologické projektovanie v praxi. Bratislava: Alfa. 1990. 399 s. ISBN 80-05-00103-7

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 23.11.2010

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc. Ředitel ústavu	prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc. Děkan fakulty

ABSTRAKT

DOKOUPILOVÁ Dita: Experimentální ověření nanášení práškových plastů s návrhem technologické dispozice lakovny

Diplomová práce se zabývá experimentálním ověření nánosu práškových plastů na zadaný dílec s návrhem technologické dispozice lakovny. Součástí práce je i zjišťování nejvhodnější barvy, která by splňovala požadavky zadané podnikem jako je elektrická pevnost nebo dostatečná tloušťka povlaku. Pro zvolenou technologii je vypracován technologický projekt.

V závěru diplomové práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení celého projektu, zejména zaměřené na efektivnost investice do nového strojního vybavení a dobu návratnosti.

Klíčová slova

Práškové lakování, práškové plasty, technologické projektování, lakovna, zhodnocení investice

ABSTRAKT

DOKOUPILOVÁ Dita: Experimental verification of powdered plastics coating with painting shop layout

This thesis deals with an experimental verification of powdered plastics coating on a component with a painting shop layout. Part of this thesis is looking for the best kind of a paint which meets the wishes from the company such as specific dielectric strength or cladding thickness. The selective variation is drown up into the technological project.

At the end of the thesis there is a technical-economical evaluation of the project, focusing mainly on the efficiency of the investment in new mechanical equipment and on the economic return.

Key words

Powder coating, powder plastic, technological project, paintshop, investment evaluation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DOKOUPILOVÁ, D. *Experimentální ověření nanášení práškových plastů s návrhem technologické dispozice lakovny*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 66 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou diplomovou práci na téma Experimentální ověření nanášení práškových plastů s návrhem technologické dispozice lakovny jsem vypracovala samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Brně dne 25.5.2011

……
Dita Dokoupilová

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi pomáhali s tvorbou diplomové práce, jmenovitě mému vedoucímu doc.Ing. Pavlu Rumíškovi, CSc. za cenné rady a připomínky týkající se zpracování diplomové práce, firmě Datel s.r.o. a firmě Jevan za jejich odbornou pomoc.

Dále bych chtěla poděkovat celé rodině i mému příteli za podporu během studia.

OBSAH

Zadání
Abstrakt
Bibliografická citace
Čestné prohlášení
Poděkování
Obsah

Str.

1 ÚVOD 11

2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU 12
2.1 Výrobní hala podniku 12
2.2 Varinaty nanesení izolační vrstvy 13

3 PRÁŠKOVÉ LAKOVÁNÍ 15
3.1 Předúprava povrchu 15
3.1.1 Mechanické předúpravy 15
3.1.2 Chemické a elektrochemické předúpravy 15
3.2 Prášková barva 19
3.2.1 Typy práškových nátěrových hmot 19
3.2.2 Odstíny práškových barev 19
3.3 Technologie nanášení 23
3.3.1 Elektrokinetické nabíjení 23
3.3.2 Elektrostatické nabíjení 23
3.3.3 Nanášení ve fluidním loži 23
3.4 Vytvrzování 25
3.4.1 Typy vytvrzovacích pecí 25
3.4.2 Teplota a doba vytvrzování 25
3.4.3 Kontrola správného vytvrzení 25

4 TECHNOLOGICKÉ PROJEKTOVÁNÍ 30
4.1 Etapy technologického projektování 30
4.2 Postup při sestavování návrhů 31
4.3 Výrobek a typ výroby 32
4.4 Druhy pracovišť a typy uspořádání strojů 33
4.5 Grafické a grafoanalitické prostředky 37
4.6 Projekt práškovací lakovny 40
4.7 Ergonomie 41
4.7.1 Rozměrové řešení pracoviště 41
4.7.2 Osvětlení pracoviště 41
4.7.3 Hluk na pracovišti 41
4.7.4 Prašnost na pracovišti 41
4.7.5 Bezpečnost práce 41

5 EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ ZPŮSOBU NANÁŠENÍ 45
5.1 Testování práškové barvy ScotchacastTM 260 46
5.2 Testování jiných práškových barev 51
5.2.1 Prášková barva CARAL 9003 90G TR 51
5.2.2 Prášková barva IGP-DURA®pox 02 51
5.2.3 Prášková barva Epossidico TRIBO 5GL BIANCO 9003 51
5.2.4 Prášková barva CPC-60 51
5.2.5 Prášková barva CPC-61-1 51
5.3 Závěr 57

6 DISPOZICE LAKOVNY 58
6.1 Návrh variant dispozičního řešení lakovny 58
6.2 Strojní vybavení práškové lakovny 60

7 TECHNICKO – EKONOMICKÉ HODNOCENÍ 63
7.1 Efektivnost přípravy výroby 63
7.2 Doba návratnosti investičního projektu 65

8 ZÁVĚRY 66

Seznam použité literatury
Seznam použitých symbolů a zkratek
Seznam příloh

1 ÚVOD [2] [11] [16] [22]

Vývoj povrchových úprav úzce souvisí se snahou člověka podmanit si životní prostředí a přizpůsobit si ho svým potřebám. Požadavek na životnost výrobku je jedním z rozhodujících faktorů pro výběr technologie povrchové úpravy. Vhodně zvolenou povrchovou úpravou docílíme požadovaných vlastností, jako jsou například odolnost proti otěru, izolační vlastnosti či vodivost povrchu, chemická odolnost, odolnost proti vysokým teplotám, zdravotní nezávadnost, kluznost povrchu a v neposlední řadě estetický vzhled.

Technologie povrchové úpravy práškovým lakováním je v současné době stále využívanější. Povrchově upravené výrobky jsou vystavovány těžkým a kvalitativně náročným požadavkům a testům a právě v tomto směru mají práškové barvy výhody, neboť jsou vysoce mechanicky i chemicky odolné (tato výhoda platí hlavně u epoxidových barev). Velmi důležitá je i skutečnost, že poskytují účinnou ochranu před korozními jevy (za předpokladu dodržení správné předúpravy povrchově upravovaného materiálu) a jsou šetrné k životnímu prostředí.

Práškové barvy se řadí mezi jednovrstvé nátěrové systémy (nebo přesněji systémy povrchové úpravy) nejčastěji kovových povrchů. Princip práškového lakování spočívá v nanesení prášku, který je převeden do tekutého stavu, na vhodně předupravený povrch a následně vypálen ve vytvrzovací peci.

Diplomová práce se věnuje řešení experimentálního ověřování nanášení práškových plastů s návrhem technologické dispozice lakovny.

Obr. 1.1: Předměty opatřené práškovou barvou [2][11][16][22]

2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Předmětem řešení této práce je elektrická součástka, jejíž inovace ve výrobním postupu má zvýšit její elektrickou pevnost nanesením vhodné primární izolační vrstvy pomocí technologie práškového lakování. Tato operace není v současné době zařazena do výrobního postupu. Jedinou izolační vrstvu tvoří zalévací epoxidová pryskyřice.

Podnik, pro který je projekt inovace vypracován, si nepřeje zveřejňovat bližší informace týkající se samotné firmy, součástky a jejího výrobního postupu. Z tohoto důvodu zde nebudu uvádět údaje o zadané součástce, včetně její výkresové dokumentace a obrázků.

I když výroba zadaného dílce není nijak náročná, podnik se potýká se zmetkovitostí těchto typů součástek. Nejvyšší počet zmetků se odhalí při kontrole elektrickým zkratem, kdy dojde k prostřelení izolační vrstvy. Příčinou mohou být póry nebo bubliny vzniklé při lisování této hmoty. Řešení tohoto problému spočívá v nánosu vhodné izolační vrstvy na povrch součástky. Mezi možnosti, jak vytvořit optimální izolační vrstvu, patří i technologie práškového lakování.

Práškové lakování se tak stane novou operací v technologickém postupu výroby součástky. Najít nejlepší způsob nánosu práškové nátěrové hmoty a vypracování projektu vhodného umístění stříkacího zařízení do prostoru stávající haly je úkolem této diplomové práce.

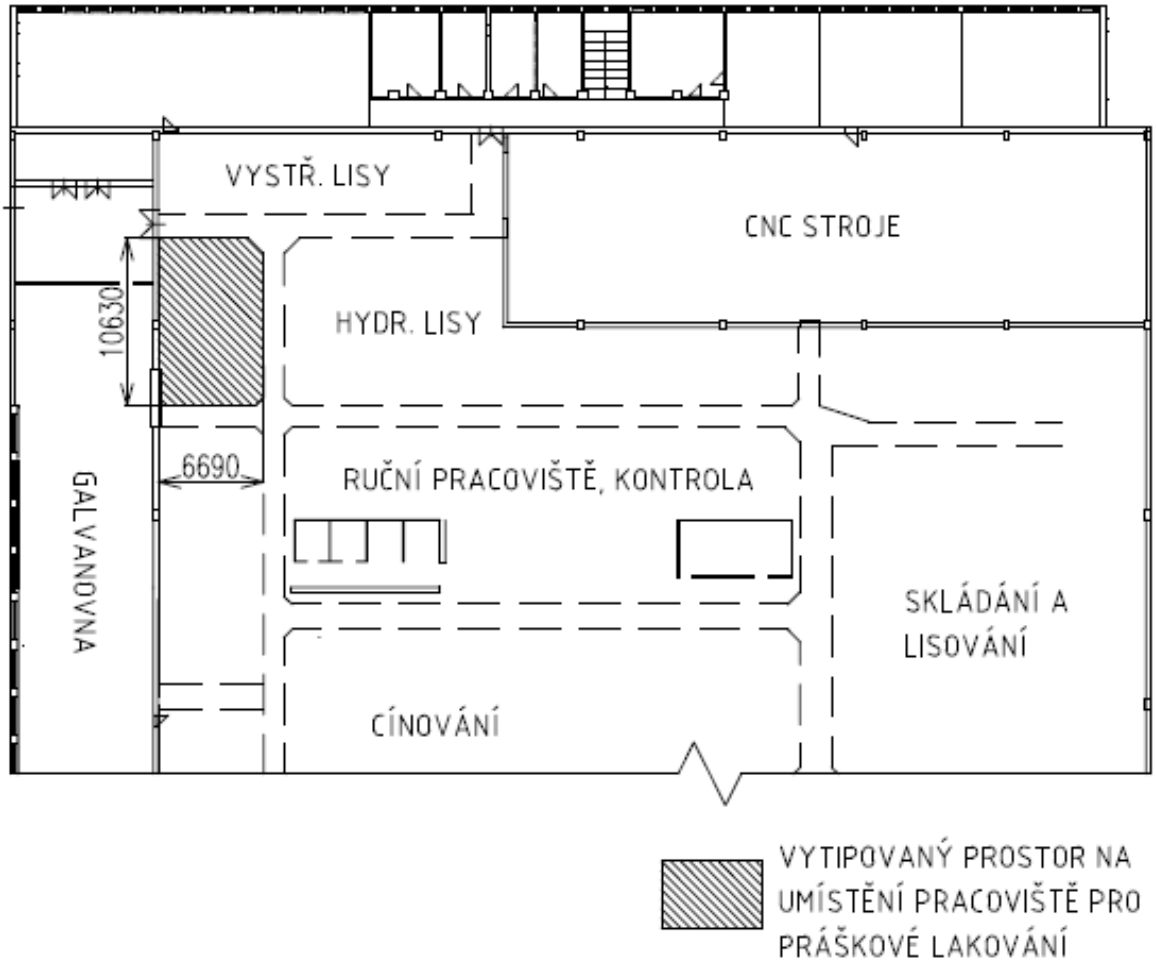
2.1 VÝROBNÍ HALA PODNIKU [3]

Výrobní hala podniku zaujímá rozlohu 7 680 m^2. Nachází se zde veškeré strojní vybavení firmy, včetně skladů, expedic, výdejen, útvarů řízení výroby a jakosti, údržby a prototypové zkušebny. Hala je opatřena sloupy, které mají v podélném směru rozteč 12 m a v příčném směru 9 m.

Převážnou část výrobní haly tvoří strojní vybavení na výrobu elektrických součástek. Najdou se zde ale i menší modulární pracoviště, jako je údržba zámečníků, svařovna, galvanovna nebo montážní pracoviště.

Jak již bylo zmíněno výše, práškové lakování se stane novou operací ve výrobě zadané součástky. Ačkoliv firma má vlastní galvanovnu, zařízením pro práškové lakování nedisponuje. Začlenění této technologie do procesu výroby vyžaduje najít i vhodné umístění pracoviště do výrobní haly. Z důvodu neprodlužování mezioperačních časů se nabízí umístit pracoviště do prostoru poblíž galvanovny. Jelikož se jedná o otevřený prostor, bude nutné vytvořit určitá opatření pro zajištění optimálních podmínek pro lakování, jako je osvětlení, odvzdušnění, prašnost a vliv okolního zařízení na činnost v lakovně.

Na obrázku 2.1. jsou vyznačena jednotlivá pracoviště pro výrobu součástky a možné umístění zařízení pro práškové lakování.



Obr. 2.1: Schematický nákres části výrobní haly [3]

2.2 VARIANTY NANESENÍ IZOLAČNÍ VRSTVY

Důvodem vytvoření primární izolační vrstvy na zadané součástce je zvýšení její kvality v provozu. Při výběru optimální varianty jsou velmi důležité poznatky z nanášení barev na plechové vzorky a zkušenosti z aplikace práškového plastu obecně. Podstatné je chování barvy, schopnost vytvoření rovnoměrné vrstvy a doba expozice.

S ohledem na pozdější použití součástky nesmí být vytvořená vrstva silnější jak 0,3 mm (resp. 0,2 mm), čemuž odpovídá tloušťka povlaku maximálně 300 μm (resp. 200 μm). Dále je potřeba dodržet teplotu předehřevu tělesa, která nesmí výrazně přesáhnout 200°C. Příliš vysoká teplota předehřevu by mohla způsobit tepelnou deformaci součástky.

Podnik si pro nanesení primární izolační vrstvy vybral práškovou barvu Scotchacast^{TM} 260 od firmy 3M. Jedná se o epoxidovou jednosložkovou pryskyřici, která byla dodána v zeleném odstínu. Barva má deklarované elektroizolační vlastnosti a je vhodná i pro silnější vrstvy. V případě, že by barva nesplňovala požadované parametry, budou se hledat jiné vhodné barvy splňující daný účel.

Mezi další požadavky, které si podnik zadal, je docílení pokud možno rovnoměrné vrstvy po celém obvodu tělesa, vytvoření homogenního povlaku bez pórů a nečistot. Při zkoušce na elektrickou pevnost firma očekává odolnost minimálně na hodnotách 5 kV. Ke zkoušce je používám střídavý, jednosměrný proud.

Rozborem situace došlo ke třem možným dostupným a běžným způsobům nanášení primární vrstvy:

- varianta A – se zakládá na ponoru ohřátého tělesa do fluidního lože práškového plastu (provzdušněného tekutého stavu). Technologie je přípravkově náročná, vyžaduje speciální otáčecí zařízení a maskovací přípravky, je náročná na manipulaci s teplými předměty, tloušťka nanesené vrstvy a rovnoměrnosti je téměř nekontrolovatelná, je nutná velká fluidní vana a vykazuje značnou spotřebu práškového plastu. Příznivější výsledky v tomto ohledu přináší technologie nástřikem.
- varianta B – uvažuje o předehřevu zadaného dílce. Předmět se zahřeje na teplotu materiálu 180°C a následně se nanese práškový plast. Vlivem vysoké teploty dílce dojde k vytvrzení práškové barvy.
- varianta C - spočívá v aplikaci práškové barvy na studený dílec s následným vytvrzením v peci při teplotě materiálu 180°C po dobu 10 minut po dosažení požadované teploty. Při stříkání za studena dochází k jiné situaci zakotvení prášku než je tomu u předehřátého tělesa. Větší prostor pro rovnoměrný nástřik dostávají elektrostatické síly. Zlepšují proudění a obtok prášku kolem uzemněného tělesa. Prášek si sám „vyhledává“ holá místa na povrchu dílce. Vznikne sice tenčí vrstva, avšak rovnoměrnější co do tloušťky, která je spolehlivější ochranou vrstvou proti průrazu než nehomogenní silná vrstva.

Jako nejvhodnější varianta nánosu práškové barvy z hlediska zadaných podmínek a také jako nejefektivnější řešení se jeví varianta C, tedy varianta nanášení vrstvy na studený dílec s následným vytvrzením v peci. Na problematiku práškového lakování a také technologické projektování je zaměřena literární studie.

3 PRÁŠKOVÉ LAKOVÁNÍ [13] [21] [27]

Takzvané práškové lakování a výhody spojené s aplikací napomáhají rozvoji a častějšímu používání práškových barev jako povrchových úprav materiálů. Díky tlaku ekologů a Evropské unie patří mezi hlavní požadavky ekologické podmínky provozu a ekologické parametry vlastností konečného povlaku.

Mezi nejzákladnější výhody povrchových úprav práškovými barvami patří estetický a vzorový vzhled nalakovaných výrobků, absence zdraví a přírodě škodlivých a zatěžujících těkavých látek (tj. 100% podíl pevných částic), pigmenty bez těžkých kovů, minimum odpadového množství, nanášení hmoty v práškovém stavu, možnost recirkulace a jednoduché zneškodnění práškových barev.

Nejčastěji se s povrchovou úpravou setkáváme ve strojírenství. Vyrábí se zde široké spektrum výrobků a to od drobného spotřebního zboží až po velké investiční celky. Obecně lze říci, že se práškují výrobky tzv. bílého programu (pračky, ledničky, sporáky, mikrovlnné trouby), kovový nábytek a bytové doplňky, trezory, zámky, věšáky, kryty spotřební elektroniky a výpočetní techniky, jízdní kola, sportovní nářadí a posilovací stroje, kancelářské a studijní pomůcky, magnetické tabule, drobné předměty, se kterými se běžně setkáváme (lžíce na boty, otvíráky), díly pro automobilový průmysl, radiátory, hasící přístroje, dopisní schránky, osvětlovací tělesa a lampy, deodoranty ve spreji, okrasné květináče, kovové podhledy, armatury a mnoho dalších.

Proces práškového lakování se skládá ze tří základních operací. První je předúprava lakovaného dílce, pak následuje samotná aplikace práškové barvy a finálním procesem je vytvrzování za vhodných vytvrzovacích podmínek.

3.1 PŘEDÚPRAVA POVRCHU

Hlavním cílem mechanických, chemických nebo elektrochemických předběžných úprav je vytvoření odpovídající konverzní vrstvy, která bude zaručovat adhezi mezi vlastním povrchem a naneseným práškovým povlakem. Dále dosažení požadované jakosti povrchové úpravy, např. dobré přilnavosti, korozní a mechanické odolnosti, tvrdost, aj.

Obecně platí, že povrch materiálu určeného k povrchové úpravě práškovou barvou, musí být dokonale suchý a čistý. Předepsaná úprava povrchu součásti před vlastním procesem je tedy nutnou podmínkou pro získání kvalitního a trvanlivého povlaku, nebo vrstvy s odpovídajícími vlastnostmi. Úprava povrchu je obvykle dvoustupňová a rozděluje se na dvě základní skupiny operací:

- mechanické úpravy povrchu,
- chemické a elektrochemické úpravy povrchu.

3.1.1 MECHANICKÉ PŘEDÚPRAVY [19] [23] [24] [33]

Z předcházejících procesů výroby, skladování nebo svařování či jiného zpracování, mohou na výrobku přetrvávat okuje, rez, struska a podobně, které je třeba před nátěrem odstranit.

Broušení je technologická operace, kdy dochází k úběru tenké vrstvy materiálu brousícím nástrojem přitlačovaným k povrchu, ale na rozdíl od obrábění je tento úběr veden snahou odstranit nepravidelnosti povrchu, nečistoty, rez, apod. Povrch se zdrsní, což zlepšuje

přilnavost, ale neodmastí. Pro broušení jsou používány papírové nebo plátěné brusné pásy a lístkové kotouče s odstupňovanou zrnitostí nalepeného brusiva.

Kartáčování je způsob úpravy povrchu spočívající v odstraňování hrubých nečistot (vrstvy oxidů a rzi, zbytky brusiva) ale také zde dochází ke zjemnění a sjednocení upravovaného povrchu, resp. k odstranění oxidické vrstvy vzniklé předchozím broušením. Provádí se rotačními kartáči z přírodních i uměle vyrobených vláken s nanesenými brusnými pastami s obsahem brusiva.

Leštění chápeme jako operaci při níž dochází k nižšímu úběru materiálu a rovněž i k plastické deformaci povrchové vrstvy. Jedná se tedy o odstraňování nejjemnějších stop po předchozích operacích za dosažení velmi nízké drsnosti a vysokého lesku. Pro klasické leštění se používají rozličně tvarové rotační kotouče sestavené z různých, většinou z textilních nebo plastových materiálů s nanesenými leštícími tukovými pastami. Pro rozdílné druhy materiálů jsou používány různé typy leštících kotoučů a leštících past.

Omílání je proces, kdy dochází k úběru materiálu a jeho vyhlazování účinkem vzájemného působení omílaných výrobků a omítacích prostředků. Tato technologie je vhodná pro zpracování drobných tvarově náročných součástek. Taktéž se používá k zaoblování hran, k odstranění ostřin nebo okují i k povrchovému zpevňování. Jako médium pro omílání se používá křemenný písek, ocelové broky nebo kamenné oblázky. Jedná se celkem o univerzální technologii, neboť úpravou zařízení a přídavkem chemických prostředků lze odrezovat, odmašťovat, pokovovat, sušit i lakovat.

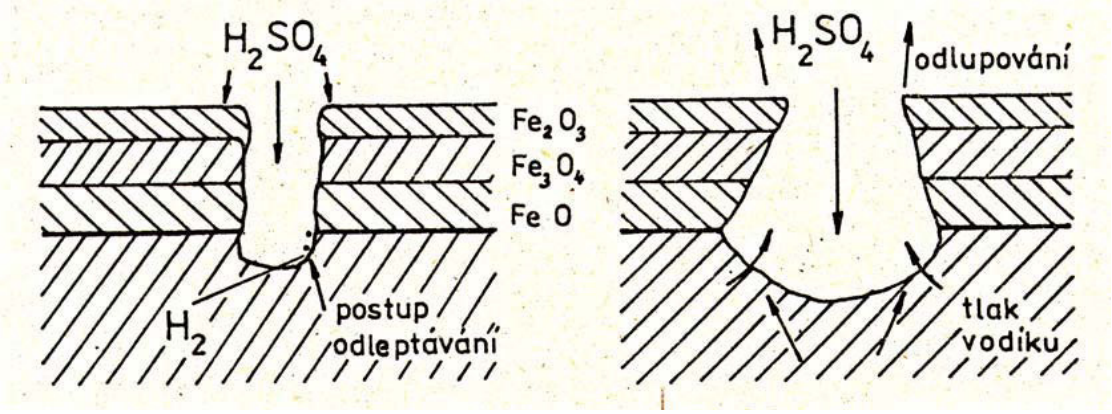
Otryskáváním nazýváme proces, při kterém je na povrch čištěného předmětu velkou rychlostí vrhán vhodný abrasivní materiál. Jedná se o jemné částice, které při dopadu narušují a odstraňují zejména okuje, rez, staré nátěry, zbytky formovacích směsí z odlitků, zbytky tavidel ze svařovaných nebo pájených součástí a případné anorganické nečistoty na povrchu. Povrch kovu dostatečně otryskávaný vhodným abrasivem a okamžitě opatřený odpovídajícím nátěrem v dostatečné tloušťce zajišťuje nátěru výbornou přilnavost a výrobkům vysokou korozní odolnost. Tryskacím materiálem může být křemičitý písek, ocelové broky, sekaný drát, korund, ale mohou to být také drtě z ovocných pecek, plasty, sklo, struska, a podobně. Charakter otryskaného povrchu je jednoznačně daný tvarem použitého tryskacího materiálu. Při kvalitním otryskávání je takto upravený povrch kovově čistý a pokrytý drobnými kráterky, jejichž velikost a tvar závisí na použité technologii a nastavených technologických parametrech.

3.1.2 CHEMICKÉ A ELEKTROCHEMICKÉ PŘEDÚPRAVY [19] [23] [24] [33]

Chemické a elektrochemické úpravy povrchu zahrnují způsoby úpravy, při kterých reagují chemická činidla s nečistotami na povrchu materiálu. Prvotním účelem je odstranění mastnot, solí a prachu z povrchu dílců. Druhotným jevem může být vytvoření chemické vrstvy pro lepší přilnavost materiálu.

Mořením dochází k odstraňování nečistot, které jsou s povrchem chemicky vázány. Jedná se o korozi, okuje a oxidové vrstvy vytvářené vlivem okolního prostředí nebo vlivem mechanického, tepelného a chemického zpracování. Moření probíhá za přítomnosti kyselin či hydroxidů. Kromě nečistot se při moření také rozpouští samotný kov, oxidy se převedou na rozpustné soli a vzniká vodík. Schéma moření je znázorněno na obr. 3.1. Soli se z povrchu

opláchnou vodou, ale atomární vodík vniká do krystalické mřížky mořeného materiálu a může se uvolňovat při vypalování barev. Z podmínek moření je významná doba moření, která trvá podle použité kyseliny (na ocel, měď, zinek) či hydroxidu (pro zinek, hliník) několik sekund až minut. Například Fe0 se nejlépe rozpouští v kyselině sírové o koncentraci 8-14%, při pracovní teplotě 60-80°C. Doba moření je 5 až 10 min.



Obr. 3.1.: Rozpouštění kovů v místě ponoru kyseliny sírové a odtrhávání okují vodíkem [23]

Odmašťování je proces poměrně složitý, ale velmi důležitý. Dochází k odstraňování tuků, prachových částic, zbytků po tryskání, kovové třísky a vody. Je možné jej provádět mnoha způsoby, případně je vzájemně kombinovat. Nečistoty jsou vázány fyzikální absorpcí a adhezními silami.

Odmašťování v organických rozpouštědlech

Odmašťování je velmi rozšířený způsob s vysokou čistící mohutností při poměrné jednoduchosti procesu. Funguje na základě rozpouštění mastnoty a tím se uvolňují i další nečistoty. Nevýhodou je, že nelze použít na vlhké povrchy, neodstraňuje heteropolární nečistoty (anorganické soli, pot, apod.) a také likvidace použitých rozpouštědel je složitá. Tato odmašťovadla se dají regenerovat destilací. Nejvíce vyhovují rozpouštědla z řady chlorovaných uhlovodíků, trichlorethylen a perchlorethylen. Tato rozpouštědla mají mohutnou rozpouštěcí schopnost tuků a olejů, jsou nehořlavá, nenapadají kov a jsou poměrně stálá. Jejich nevýhodou jsou narkotizační účinky a možnost rozkladu teplem a světlem.

Odmašťování v alkalických roztocích

Široké uplatnění tohoto způsobu odstraňování mastnoty a ostatních nečistot je dáno dostatečnou surovinovou bází klasických anorganických látek - hydroxidu sodného, uhličitanů, křemičitanů a fosforečnanů alkalických kovů i dostupnost kvalitních a vysoce účinných povrchově aktivních látek. Roztok musí mít dostatečnou alkalitu aby nedošlo k hydrolýze mýdla. To je splněno za podmínky, že pH je větší než 10,2. Koncentrace účinných látek je do 10%, teploty se pohybují v rozmezí 40-70°C po dobu 1-20 minut. Vše závisí za stupni znečištění podkladu. Mastnota v roztocích emulguje a zmýdelňuje, a má snahu se opět usazovat na hladině zásobních nádrží, ze kterých je potřeba ji odstraňovat. Účinnost odmašťování se snižuje použitím tvrdé vody. Ta se někdy upravuje fosfáty jako u pracích prášků. Při odmaštění ponorem je důležité zajistit účinné proudění kapaliny, při postřiku zase to, aby se netvořila pěna. Po odmašťování se musí odstranit z povrchu kovů zbytky alkálií, případně jiných nečistot oplachem horkou vodou. Pro potřeby kvalitního oplachu by měla být používána demineralizovaná voda (tzv. demivoda). Voda z vodovodního řadu obsahuje minerální látky a příměsi především ve formě solí. A právě usazené soli na výrobku jsou nežádoucím jevem a snižují kvalitu předúpravy. Povlak soli nemusí být

na první pohled okem viditelný, přesto může snížit přilnavost práškové barvy, způsobit vady povrchu a ovlivnit tvorbu koroze pod nanesenou vrstvou práškové barvy.

Elektrolytické odmašťování

Elektrolytickým odmašťováním se dociluje nejlepšího odmaštění a proto se zařazuje jako konečné před choulostivé povrchové úpravy. V principu jde o elektrolýzu, kde galvanickým proudem dochází k disociaci látek alkalického roztoku. Podle způsobu zapojení (umístění předmětu v lázni) můžeme odmašťování rozdělit na katodické, anodické a katodicko-anodické (reversní).

Emulzní odmašťování

Emulze jsou směsi organických většinou nehořlavých rozpouštědel s emulgátory, smáčedly, alkáliemi, pomocnými látkami a vodou. Aplikace je natíráním, máčením a postřikem. Organické rozpouštědlo rozpustí mastnoty, snižuje jejich viskozitu a oplachem vodou se nečistoty i použité rozpouštědlo odstraní z povrchu ve formě vodní emulze.

Ultrazvukové odmašťování

Ultrazvukové odmašťování se aplikuje u profilovaných a složitých součástí. Princip spočívá v zavedení ultrazvukového vlnění do odmašťovací lázně. Jeho šířením se zhušťuje a zřeďuje prostředí s velkými rozdíly tlaku. Tyto tlakové změny vedou ke vzniku kavitace projevující se intenzivními údery mikroskopických částic na povrch předmětu. Kromě vlastní lázně proces ovlivňuje intenzita (2 až 5 $W.cm^{-2}$) a frekvence (20 až 40 kHz) použitého ultrazvukového vlnění.

Odmašťování pomocí páry

Využívá se na rozměrné výrobky, které se nevejdou do lázní nebo postřikových komor. Párou, do které přidáváme emulgátory nebo alkalický odmašťovací roztok, dochází k ofukování nečistot. Při vyšší teplotě je vyšší riziko koroze materiálu, proto se přidávají fosfatizační nebo pasivační prostředky, a musí následovat oplach.

Opalování

Tuto metodu lze použít u výrobků, které se nebudou teplem deformovat. Ohřátím předmětů na vhodnou teplotu se mastnoty spálí na plynné zplodiny. Vzniklé oxidické vrstvy se odstraní mořením. Pro odstranění lehkých nečistot stačí 300°C, pro těžší oleje až 700°C.

Fosfátování je chemický proces povrchové technologie, při němž se na povrchu železa, oceli a zinku, hliníku a jejich slitin vytváří z roztoků kyseliny fosforečné a rozpustných solí této kyseliny vrstva nerozpustných anebo obtížně rozpustných primárních, sekundárních či terciálních fosforečnanů těchto kovů ve dvojmocné formě. Trojmocný existuje pouze fosforečnan železitý, který je ze všech nejméně rozpustný. Chemické složení fosfatizačních lázní se musí lišit podle kovu, který se má takto upravovat. Je nutné dodržet předepsanou teplotu v rozmezí +/- 5-8°C a koncentraci (bodovitost roztoku), jinak nebude probíhat vylučování fosfátu optimálně. Proces fosfátování oceli by probíhal při teplotě 90°C asi 20-30 minut, proto se urychluje různými oxidačními činidly (dusičnany, chlorečnany). V jejich důsledku se při teplotě 30-70°C může zkrátit potřebná doba při ponoru na 5-10 minut, při postřiku na 1-3 minuty. Množství vyloučeného fosfátu se pohybuje v rozmezí 0,5-8,0 gramů fosfátu na m^2, tedy cca 0,25-4,0 μm. Vyšší vrstvy mohou být křehké, mají větší zrno, pórovitost a způsobit tak horší přilnavost barvy u mechanicky namáhaných výrobků. Kvalita povlaku odpovídá povrchu kovu.

Chromátování je oxidačně - redukční proces elektrochemické úpravy neželezných kovů, při kterém se na povrchu vytváří působením speciálně formulovaných prostředků s obsahem sloučenin chromu anorganická amorfní vrstva. Základem je obvykle dichroman draselný $K_2Cr_2O_7$. Vzniklé vrstvy zvyšují přilnavost základního materiálu k nanášení organických povlaků a zamezují pronikání korozního media pod povlak. Odmaštěné předměty se ponoří do chromatovací lázně na krátkou dobu (několik desítek sekund) a po vyjmutí se osuší. Vzniklé pasivační vrstvy jsou bezbarvé nebo zbarveny žlutě až zeleně. Chromátování je výhodné na zinkových a pozinkovaných předmětech, kdy se na povrchu kovu vytvoří vrstvička chránící kov před atmosférickou korozí.

Závěrem je třeba upozornit na skutečnost, že ani dokonalá předúprava ještě není 100% zárukou kvalitní a odolné povrchové úpravy práškovými barvami. Vše je tvořeno celou řadou postupů počínaje výběrem vhodného materiálu pro výrobu cíleného produktu, zvolením vhodného typu práškové barvy, přes vhodnou a kvalitní předúpravu, jejíž součástí je dokonalý oplach výrobků od zbytků nečistot a prostředků předúpravy, způsob aplikace (tloušťka povlaku, dostatečné krytí hran) až po dostatečné vytvrzení práškového povlaku.

3.2 PRÁŠKOVÁ BARVA

Práškové barvy se svými specifickými vlastnostmi a technologií nanášení řadí do segmentu průmyslových nátěrových hmot. Skládají se ze směsi pryskyřic, pigmentů, případně dalších surovin, které například dodávají práškovým barvám tvrdost, lesk, nebo požadovanou hloubku matu, vytvářejí strukturní povrch apod. Tato směs má suchou práškovou konzistenci.

Protože svými stavebními prvky spíše připomíná plast než klasickou nátěrovou hmotu, je její nejpřesnější název práškový plast.

3.2.1 TYPY PRÁŠKOVÝCH NÁTĚROVÝCH HMOT [20] [28] [30]

Běžně rozšířenými a masově používanými práškovými barvami jsou termosety. Podle nosičů je dělíme na tyto základní typy:
- epoxidové (EP),
- epoxipolyesterové (PEP) tzv. hybridní, nebo též zlidověle „mixy“,
- polyesterové práškové barvy (PES),
- polyuretanové práškové barvy (PUR),
- akrylátové práškové barvy (AC).

Obrázková galerie možných aplikací jednotlivých práškových barev je uvedena v příloze č.1.

- **Epoxidové práškové barvy**

Jedná se o termosetický prášek získaný smícháním pevné epoxidové pryskyřice, vybraných tvrdidel, pigmentů, plniv a aditiv. Prášky jsou vhodné pro vytváření tvrdých povlaků s velmi vysokou chemickou odolností a zároveň odolností proti působení rozpouštědel.

Před nanesením barvy musí být podklad zbaven mastnot, okují a rzi. V závislosti na požadovaném stupni korozní odolnosti je vhodné podklad upravit zinečnatým nebo

železnatým fosfátem nebo jinou konverzní vrstvou – záleží na druhu materiálu, který bude upravován.

Výhodou těchto barviv je široký rozsah podmínek vytvrzování, vynikající přilnavost, možnost velice nízké vypalovací teploty, odolnosti proti korozi a chemická stabilita. Podstatná může být i široká škála lesku. Nevýhodou však je horší venkovní odolnost, drolení, změna odstínu působením tepla (žloutnutí při vysokých teplotách) a cena.

- využití

Tyto prášky jsou zejména vhodné pro povlakování výrobků jako jsou chemická zařízení, odsavače, medicínská a chirurgická zařízení, kancelářský nábytek, hračky, regály, elektrické rozvaděče. Používají se rovněž jako podkladová vrstva pro ráfky automobilů a pro zařízení vyžadující vysokou chemickou odolnost.

- **Epoxipolyesterové práškové barvy**

Termosetický prášek získaný smícháním epoxidové pryskyřice s nasycenou polyesterovou pryskyřicí a vybranými pigmenty, plnivy a aditivy. Prášek je vhodný pro vytváření tvrdých, ohebných povlaků s velmi dobrými vlastnostmi povrchu.

Před použitím je potřeba podklad zbavit mastnot, okují a rzí. Vhodné je odmaštění nebo tryskání povrchu. Je-li vyžadována vysoká korozní odolnost, měl by být podklad upraven zinečnatým nebo železitým fosfátem, popřípadě odpovídajícím konverzním povlakem v závislosti na upravovaném materiálu.

Silnou stránkou prášků je dobrá odolnost proti chemikáliím používaných v domácnostech, jako jsou bělící prostředky, krém na boty, rtěnka, potraviny, apod. V neposlední řadě zlepšené vlastnosti přepečení oproti epoxidu, možnost nízké vypalovací teploty, odolnost proti korozi, kompletní škála lesku, dobrý vzhled a relativně nízká cena. Na druhé straně špatně odolávají povětrnostním vlivům a mají nižší chemickou stabilitu než je tomu u epoxidu (drolení, ztráta lesku).

- využití

S využitím tohoto prášku se můžeme setkat u vnitřního příslušenství automobilů, chladniček, kempinkového zboží, domácích potřeb, topných těles, hraček, domácích elektrospotřebičů, zahradního i kancelářského nábytku, regálů, praček, olejových filtrů, osvětlovacích zařízení, u výrobků určených k vnitřnímu použití, atd.

- **Polyesterové práškové barvy**

- fasádní

Termosetický prášek získáme smícháním nasycené polyesterové pryskyřice a vhodného tvrdidla (PRIMID) s vybranými pigmenty se světelnou a tepelnou odolností, plnivy a aditivy. Prášky jsou vhodné pro vytváření tvrdých, pružných povlaků s dobrou odolností vůči vnějšímu prostředí.

Podklad před samotným barvením musí být zbaven mastnot, okují a rzi (nejlépe tryskáním). Protože tyto prášky jsou určeny zejména pro venkovní použití, doporučují se konverzní povlaky (zinečnatý fosfát pro železné a ocelové podklady, chromátováním hliníkových podkladů nebo odpovídající předúprava jiných materiálů).

- průmyslová

Termosetický prášek získaný smícháním nasycené polyesterové pryskyřice s výbornou odolností ve venkovním prostředí, vhodného tvrdidla a vhodných pigmentů se světelnou a tepelnou odolností.

Průmyslový polyester je určen pro výrobky pro venkovní použití, proto je potřebná předúprava povrchu výrobků konverzními povlaky (zinečnatý fosfát pro železo a ocel, chromátování pro hliník a zinek nebo odpovídající předúprava pro jiné druhy materiálů).

Mezi klady těchto práškových barev je řazena vynikající flexibilita, odolnost vůči povětrnostním vlivům, korozi a UV záření, velmi dobré vlastnosti přepečení, jsou netoxické. K dispozici jsou také super odolné odstíny. Oproti tomu je tu méně dobrá chemická stabilita, horší teplotní stabilita, defekty tenkého povlaku, emise těkavých látek a minimální vytvrzovací teplota (170-189°C).

- využití

Polyesterové fasádní prášky jsou zejména vhodné pro povlakování výrobků, jako jsou např. hliníkové profily okenních a dveřních rámů, kempinkové potřeby, zemědělské stroje, příslušenství motorových vozidel, osvětlovací zařízení, potřeby určené k venkovnímu použití, jízdní kola, atd.
Z řad výrobků, kde využijeme průmyslový polyester, můžeme jmenovat zemědělské stroje, příslušenství automobilů, jízdní kola, kempinkové a zahradní zboží apod.

- **Polyuretanové práškové barvy**

Termosetický prášek je získán smícháním hydroxylované polyesterové pryskyřice, blokovaného cykloalifatického izokyanátu, vybraných pigmentů s dobrou světelnou a teplotní odolností, plniv a aditiv. Prášky jsou vhodné pro vytváření tvrdých ohebných povlaků s velmi dobrou odolností proti povětrnosti.

Podklad, na který je barva nanášena, musí být zbaven mastnost, okují a rzi. V závislosti na požadovaném stupni korozní odolnosti je vhodné podklad upravit zinečnatým nebo železnatým fosfátem nebo jinou konverzní vrstvou – podle materiálu, který bude upravován.

Jak již bylo zmíněno výše, tyto barvy mají vynikající odolnost proti povětrnostním vlivům a proti přepečení, chemickou a UV stabilitu, odolnosti vůči korozi, tvrdost a kompletní škálu lesku. Nevýhodou je zde vysoká cena, emise těkavých látek a snížená teplotní stabilita.

-využití

Hlavní oblast využití je u aplikací vyžadujících kombinaci vysoké chemické odolnosti a dekorativních vlastností. Výrobky jako např. zemědělské stroje, osvětlovací zařízení, kempinkové potřeby, příslušenství automobilů, jízdní kola, předměty určené pro venkovní použití, apod.

- **Akrylátové práškové barvy**

Akryláty jsou relativně novou skupinou výrobků, kde se jako báze používají akrylátové pryskyřice zasíťované různými tvrdidly. Tyto barvy mají své nepopíratelné výhody i nevýhody. Hlavními důvody proč se dříve akrylátové prášky příliš nepoužívaly, jsou nesnesitelnost s ostatními prášky, několikanásobně vyšší cena než u polyesterů a nemožnost skladování za normálních podmínek (vysoká reaktivita). Pozitivními vlastnosti jsou dokonalý rozliv povrchového filmu jako u mokrých barev, brilantní lesk a vysoká odolnost proti venkovnímu prostředí.

- využití

Akrylátové prášky mají uplatnění pouze pro speciální použití jako např. v automobilovém průmyslu. Lze je používat i do exteriéru.

3.2.2 ODSTÍNY PRÁŠKOVÝCH BAREV [24] [25]

Při vymezování požadavku na práškovou barvu je třeba dobře vědět, jak má hotový výrobek vypadat. Jednou z určujících vlastností je typ barvy a vzhled povrchu. Druhou určující vlastností je odstín. Označení odstínu nám neřekne, zda povrch bude lesklý, matný či jakou má strukturu, určuje jen barvu povrchu. Existuje celá škála vzorkovnic, nebo-li koloristických systémů, z nichž na českém trhu práškových barev jednoznačně vítězí odstíny podle vzorkovnice RAL (z německého ReichsAusschuss fuer Lieferbedingungen / Říšský výbor pro dodací podmínky/). Nejznámější a nejpoužívanější provedení této vzorkovnice typ K-7 uvedený na obrázku 3.2., který obsahuje přes 200 odstínů. Čísla odstínů jsou čtyřmístná, přičemž na druhém místě je vždy číslice 0, např. 1021, 5002, 9003, a podle první číslice lze určit skupinu odstínů. Vedle vzorkovnice RAL se můžeme často setkat i s koloristickými systémy, jako jsou např. RAL Design, NCS nebo Pantone.

Obr. 3.2.: Vzorník systému RAL, typ K-7 a K-5 [25]

CIELab je vyjádření odstínu v barevném prostoru pomocí souřadnic pod daným typem osvětlení. Je to jedna z metod měření odstínu kolorimetry, která v praxi velmi dobře splňuje nároky na sledování kvality, přesné definování odstínů, na přenos a archivaci dat. Každý odstín má jednoznačně nadefinované souřadnice a je snadné jeho porovnání, např. s další výrobou stejného odstínu, která musí splňovat mezní hodnoty ΔE, což je odchylka vyjádřená jako druhá odmocnina součtu čtverců jednotlivých odchylek L, a, b.

$E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$

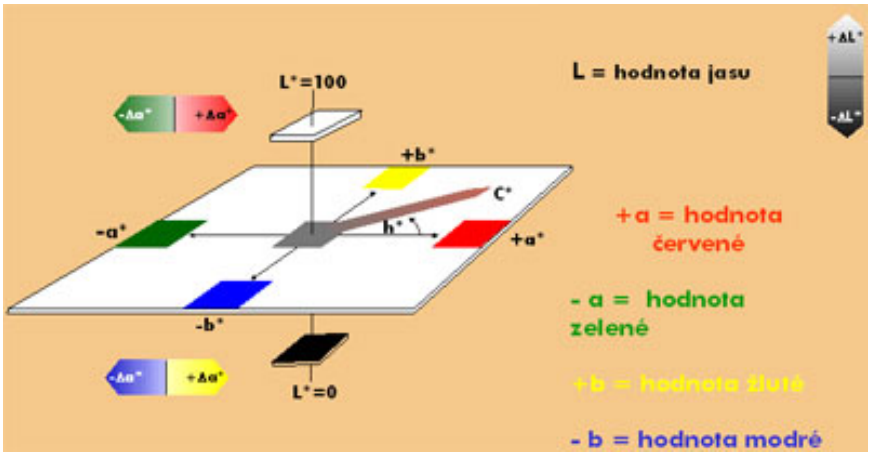
L hodnota jasu [%]

\+ a – hodnota červené [%]

\- a – hodnota zelené [%]

\+ b – hodnota žluté [%]

\- b – hodnota modré [%]



Obr. 3.3.: Barevný systém CIELab [24]

3.3 TECHNOLOGIE NANÁŠENÍ [17]

Princip práškového lakování spočívá v nanesení prášku, který je převeden do tekutého stavu, na vhodně předupravený podklad.

V aplikačním zařízení je prášková barva smíšena s tlakovým vzduchem a hnána ze zásobníku tlakovou hadicí do aplikační pistole a z ní stříkána na výrobek. Zároveň je prášku v aplikačním zařízení dodána elektrostatická energie, která způsobuje přitahování jeho částic ke stříkanému výrobku a následné ulpění na něm. Tím docílíme, že prášek na výrobku ulpí a nespadne z něj dříve, než dojde k jeho zakotvení na povrchu výrobku ve vytvrzovací peci. Říká se, že prášek je v aplikačním zařízení „nabíjen“. Toto „nabití“ je zajišťováno dvěma základními způsoby: jednak třením o vnitřní stěny aplikační pistole, případně i tlakové hadice a dalších pomocných dílů, vyráběných zpravidla z teflonu; to se nazývá elektrokinetické nabíjení tzv. TRIBO.

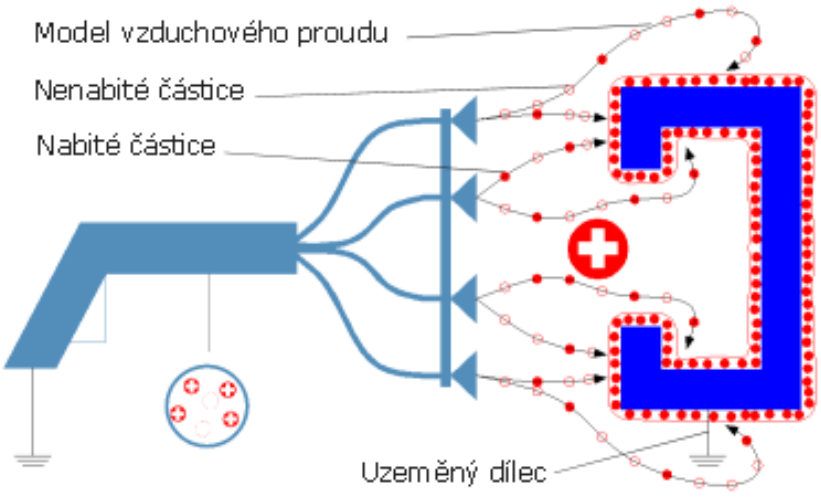
Druhý způsob získání náboje je pomocí elektrody vysokého napětí, umístěné u ústí aplikační pistole. Nazývá se elektrostatické nabíjení, tzv. STATIKA nebo KORONA.

Poslední a relativně novou technologií nanášení práškových plastů je nanášení ve FLUIDNÍM LOŽI. Od předchozích možností aplikace se liší především ve způsobu nanesení práškového plastu na daný dílec, tj. ponořením do vodní lázně.

3.3.1 ELEKTROKINETICKÉ NABÍJENÍ [17] [27]

Částice prášku se nabíjejí díky tomu, že se při rychlém pohybu otírají o speciální druh izolačního materiálu, kterým je vyložen válec stříkací pistole. Výsledná polarita nabitých částic je kladná. Díky shodné polaritě nabitých částic práškové barvy a vlivem elektrických sil dochází k jejich vzájemnému odpuzovaní, což má za následek, že utvoří homogenní mrak. Uvolněné elektrony částečně odcházejí s nabitým mrakem práškového plastu na zavěšený dílec a zčásti jsou svedeny zemnící elektrodou do země.

Výhodou této metody je menší náročnost na zkušenost pracovníka provádějícího aplikaci a nízké pořizovací náklady. Nevýhodou je omezená možnost použití barev (barvy s metalickými nebo strukturními efekty se nedají tímto způsobem aplikovat), nízká produktivita ve srovnání s koronovým systémem a vyšší spotřeba prášku v kg/m^2.

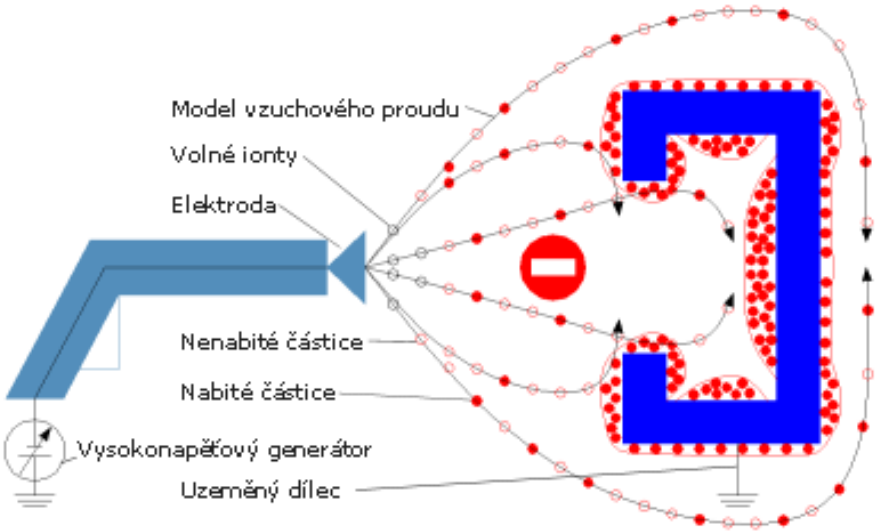


Obr. 3.4.: Schéma elektrokinetického nabíjení – TRIBO [27]

3.3.2 ELEKTROSTATICKÉ NABÍJENÍ [17] [27]

Jedná se o systém založený na principu nabíjení izolantů procházejících elektrostatickým polem vysoké intenzity. Potřebný potenciál získáme pomocí přídavného zdroje elektrostatického pole. Při průchodu prášku tímto ionizovaným vzduchem se volné ionty přichytí na určitém počtu částic prášku, čímž se na částicích vytvoří záporný náboj. Nabíjení částic práškového plastu dochází až v ústí hlavně pistole, kde je intenzita elektrického pole nejvyšší, a kde jsou umístěné koronární elektrody. Vytváří elektrostatické napětí o velikosti 20 - 100 kV. Mezi elektrodami a uzemněným elektricky vodivým stříkaným předmětem se však uzavírá elektrické pole, které má nenulový potenciál především k vnějším povrchům. To se jeví jako úskalí při nanášení. Částicím prášku, které jsou tlačeny silovým polem k vnitřním povrchům, se příliš nechce. Vysoká rychlost vzduchu může sfouknout již nanesené částice. Struktura vrstvy vytvářené nástřikem je regulována tvarem trysky, rychlostí vzduchu, který vystupuje z trysky a unáší prášek, a elektrostatickým polem vytvářeným mezi elektrodou a uzemněným dílem.

Výhodou tohoto systému je vysoká produktivita práce, nízká spotřeba barvy a snadná možnost automatizace. Nevýhodou může být vyšší pořizovací cena, nutnost dokonalého uzemnění dílce a možnost vzniku Faradayovy klece na povrchu lakovaného dílce.



Obr. 3.5.: Schéma elektrostatického nabíjení – STATIKA (KORONA) [27]

3.3.3 NANÁŠENÍ VE FLUIDNÍM LOŽI [7] [14] [15]

Při fluidním nanášení se používá práškový polymer, jenž je umístěn v nádobě s porézním dnem, kterým proudí nosné médium (proudící plyn, nejčastěji vzduch). Práškový plast se chová podobně jako kapalina. Do vzniklého mraku se na několik sekund ponoří patřičně předehřátý předmět. Prášek se přilepí a částečně nataví. Následně se výrobek nahřeje v peci, kde se prášek rozteče a vytvoří jednolitý, hladký povrch. Tloušťka vrstvy je závislá na tepelné kapacitě předmětu, teplotě předehřátí a době ponoření ve fluidním loži. Všechny tyto parametry je možné při sériové výrobě stanovit a proto lze dosáhnout u stejných předmětů přibližně stejné tloušťky povlaku. Tloušťka vrstvy se pohybuje od 300-600 mikronů.

Vzduch používaný k fluidizaci prášku musí být čistý, tzn. nesmí obsahovat olej, vodu a podobné nečistoty. Nečistoty ve vzduchu mohou znehodnotit prášek a zhoršovat průběh

nanášení. Z tohoto důvodu je nutné věnovat čištění vzduchu zvýšenou péči. Výhodnější je používat vzduch vháněný přetlakovým ventilátorem.

Pro získání kvalitního povlaku má základní význam předehřívání předmětu. Každá odchylka teploty se může projevit buď přehřátými místy, která vedou ke snížení kvality povlaku, nebo naopak místy, kde byla teplota nedostatečná a prášek se na povrchu nenatavil. Je výhodné, když předehřívací pec má cirkulaci vzduchu a možnost regulace v širším rozsahu teplot, neboť většina povrchově upravovaných předmětů má různou hmotnost, a tím i rozdílnou potřebu předehřívání. Povrch je nejen dekorativní, ale i vysoce funkční. Poskytuje vysoký stupeň antikorozní a mechanické ochrany. Větší tloušťka povrchu perfektně překryje případné nedostatky povrchu.

Výhodou fluidní metody je téměř 100% účinnost vyžití práškové barvy. Prášek se buď nanese na kov, nebo zůstane ve fluidní vaně. Nesporná výhoda je i efektivnost nanášení práškové barvy. Při jednom ponoření ramene do fluidní vany můžeme opatřit nánosem hned několik výrobků, jenž jsou na rameni zavěšeny.

Tato metoda se používá hlavně při drátěném programu, na regálech v chladničkách, zahradním nábytku, pro madla nebo rukojeti nářadí.

Obr. 3.6.: Linka pro fluidní nanášení práškové barvy [7]

3.4 VYTVRZOVÁNÍ [9] [10] [29]

Vytvrzování práškového povlaku ve vytvrzovací peci uzavírá celý proces aplikace práškových barev. Proces vytvrzování, často také nazývané vypalování, má velmi významný vliv na vlastnosti budoucího povlaku. Ovlivňuje především mechanické vlastnosti, protikorozní a protichemickou odolnost a často také vzhled budoucího povrchu. Vytvrzování lze provádět pouze u termosetických práškových plastů. Podstatou vytvrzování práškových barev je polymerace pryskyřic. Reakce nastává mezi molekulami použité pryskyřice a molekulami použitého tvrdidla, kdy výsledkem je vznik zasíťovaných trojrozměrných makromolekul. Polymerizace probíhá v určitém rozmezí teplot po dobu, která je třeba k průběhu polymerizace v celém objemu vrstvy. Rozbíhá se při teplotě cca 150°C a její průběh se zrychluje se stoupající teplotou, avšak neměla by přesáhnout hodnotu 200°C, nad

kterou již může docházet ke změnám barevného odstínu, při vyšší teplotě i k rozpadu vrstvy. Při tuhnutí práškový povlak postupně získává své charakteristické vlastnosti. Vzniklý povlak je netavitelný a nerozpustný v rozpouštědlech.

U termoplastických plastů dochází ke vzniku plastu pouze roztavením příslušného polymeru, bez jakékoliv probíhající chemické reakce.

3.4.1 TYPY VYTVRZOVACÍCH PECÍ [7] [10] [24] [29]

Vytvrzovací pece můžeme rozdělit podle dvou základních faktorů. Je to podle zvoleného principu vytvrzování a podle způsobu uspořádání.

- **Rozdělení podle způsobu vytvrzování**

Horkovzdušné pece

Nejrozšířenějším typem vytvrzovacích pecí jsou pece horkovzdušné. Mohou být provedeny s elektrickým nebo plynovým vytápěním. Vytvrzování probíhá předáváním tepla na povrch dílce prouděním ohřátého vzduchu. Tento způsob je nejuniverzálnější a v těchto pecích můžeme vytvrzovat všechny druhy práškových plastů i tvarů kovových součástí.

Pece s vytvrzováním infračervenými paprsky

Druhým typem jsou pece s vytvrzováním infračervenými paprsky. Princip nespočívá v ohřevu vzduchu, ale přímo prášku na povrchu lakovaného dílce. Tento způsob je mnohem rychlejší a účinnější. Nevýhodou je omezená škála jeho využití. Aplikovat lze pouze u plošných nebo rotačních součástí, protože k ohřevu dochází pouze na těch plochách, kam dopadají infračervené paprsky. Vzhledem k vysoké hustotě dopadajících paprsků dochází ke zkracování doby roztavení a vytvrzení povlaku. Největší výhodou tohoto způsobu je, že nedochází k ohřevu podkladu, na kterém je prášková barva nanesena. Tím se možnost použití práškových plastů rozšíří na materiály, které jsou méně teplotně odolné. Jako jsou např. MDF desky nebo papír.

Pece s vytvrzováním ultrafialovým zářením

Třetím a nejnovějším trendem je ultrafialové vytvrzování. Tato moderní technologie umožňuje ještě urychlit proces vytvrzování než je u pece s vytvrzováním infračervenými paprsky. Vytvrzovací zařízení využívá k roztavení prášku infračervený ohřev. Následuje samostatné vytvrzení během několika desítek vteřin vlivem ultrafialového záření, které způsobí fotopolymerační reakci. Díky nižším teplotám kolem 90 – 120 °C a velmi krátké době působení umožňuje nanášet prášky na podklady tepelně málo odolné (např. plasty). Nevýhodou je nutnost použití prášků speciálně formulovaných, tzv. UV práškové plasty.

- **Rozdělení podle způsobu uspořádání**

Podle způsobu uspořádání mohou být pece komorové nebo průběžné.

Komorové pece se koncipují buď jako vratné (zavážené jedněmi dveřmi) nebo průchozí (se dvěma dveřmi proti sobě). Obě koncepce mají buď závěsnou drážku nebo naváděcí lišty pro zavážecí vozíky. Díky jejich teplotní setrvačnosti se v poměrně krátké době dají vyhřát na pracovní teplotu, a jsou používány v provozech, kde se může dlouhodobě kumulovat nastříkané zboží.

Obr. 3.7.: Komorová pec [7]

Průběžné pece s vestavěným nekonečným dopravníkem mohou být koncipovány buď jako přímočaré (použitelné pro délkové rozměrné předměty), nebo vratné s jedním i více ohyby dopravníku. Nevýhodou průběžných přímočarých pecí je prostorová náročnost a větší únik tepla, neboť je nutné clonit vstupní i výstupní otvor. Průběžné vratné pece mohou mít pouze jediný cloněný otvor, sloužící jako vstupní i výstupní.

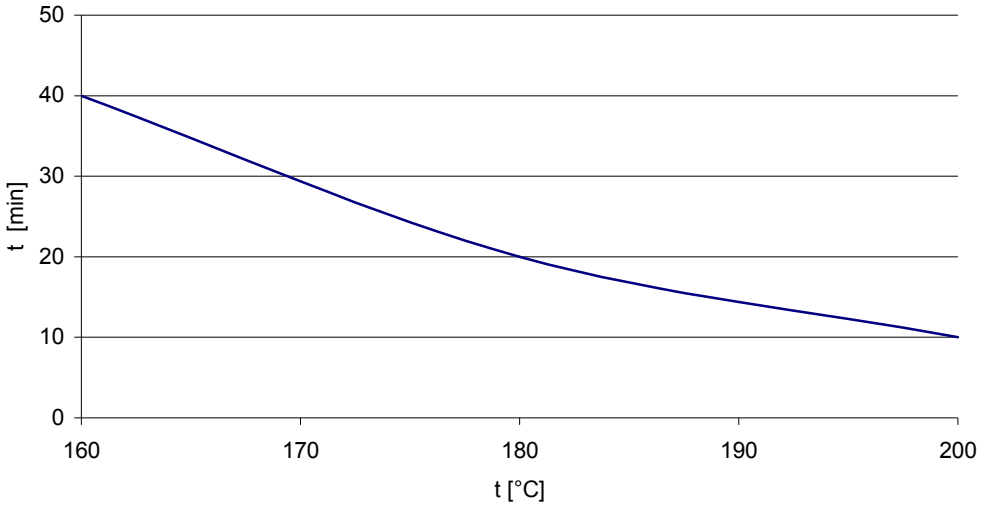
Obr. 3.8.: Vytvrzovací pec průjezdného typu [10]

3.4.2 TEPLOTA A DOBA VYTVRZOVÁNÍ [9] [18]

Nedostatečná doba vytvrzování nebo příliš dlouhá doba vytvrzování může mít negativní vliv na výsledné vlastnosti povlaku. Při přepálení hrozí především změna odstínu, případně snížení lesku povlaku. Na tyto změny jsou choulostivější světlé odstíny a matné provedení. Všeobecně jsou citlivější prášky čistě na bázi epoxidů. Ostatní vlastnosti povlaků při mírném přepálení zůstávají zpravidla zachovány nebo se snižují jen pozvolna se stupněm přepálení. Nedostatečně vytvrzená vrstva práškové nátěrové hmoty nejvíce ovlivňuje mechanické vlastnosti: malou odolnost při zkoušce ohybem, úderem a hloubením. Povlak má špatnou přilnavost a zhoršuje se chemická a korozní odolnost i odolnost proti povětrnostním vlivům. V povlaku mohou vznikat malé trhlinky, zejména u transparentních povlaků. Při použití matných povlaků se nedostatečné vytvrzení projeví i vizuálně nedokonalým zmatovatěním nebo jen zmatovatěním různých částí výrobku do různého stupně lesku. Při určování doby vytvrzování musíme být tedy velmi obezřetní.

Na grafu 1 je uveden konkrétní příklad závislost doby vytvrzování na teplotě. Při dosažení hodnot v oblasti nad křivkou nastane přepal, což způsobí změnu odstínu či lesku. Ke znehodnocení nátěrového systému dojde v případě, budeme-li se nacházet v pásmu hodnot ležících pod křivkou.

Optimální vytvrzovací podmínky jsou pro každý konkrétní typ práškové barvy rozdílné. Stanovuje je výrobce a jsou uváděny v materiálových listech. V plném rozsahu se však uplatní pouze od okamžiku, kdy teplota předmětu dosáhla teploty vytvrzování a může být započato s odečítáním času. Po dobu náběhu na tuto teplotu neprobíhá vytvrzování vůbec, anebo velmi pomalu. Pro tvarově jednoduché výrobky u ocelového plechu lze použít pravidlo, podle kterého je k předepsané době vytvrzování přidáváno po 2 minutách na každý 1 mm tloušťky materiálu výrobku. Mnohem složitější je stanovit dobu předehřevu pro tvarově složité svařence a odlitky. V těchto případech může nastat situace, že doba předehřevu je několikanásobně delší než vlastní vytvrzení prášku. Vyplatí se tedy provést proměření závislosti teploty dílu na čase ohřevu, nejlépe v několika místech výrobku. Tím zjistíme dobu náběhu teploty a můžeme přesně stanovit optimální délku vypalování. Všeobecně platí, že méně škodlivé je mírné přepálení (prodloužení doby vypalování nad hodnotu uvedenou výrobcem nebo použití vyšší teploty), než nedostatečné vypálení.



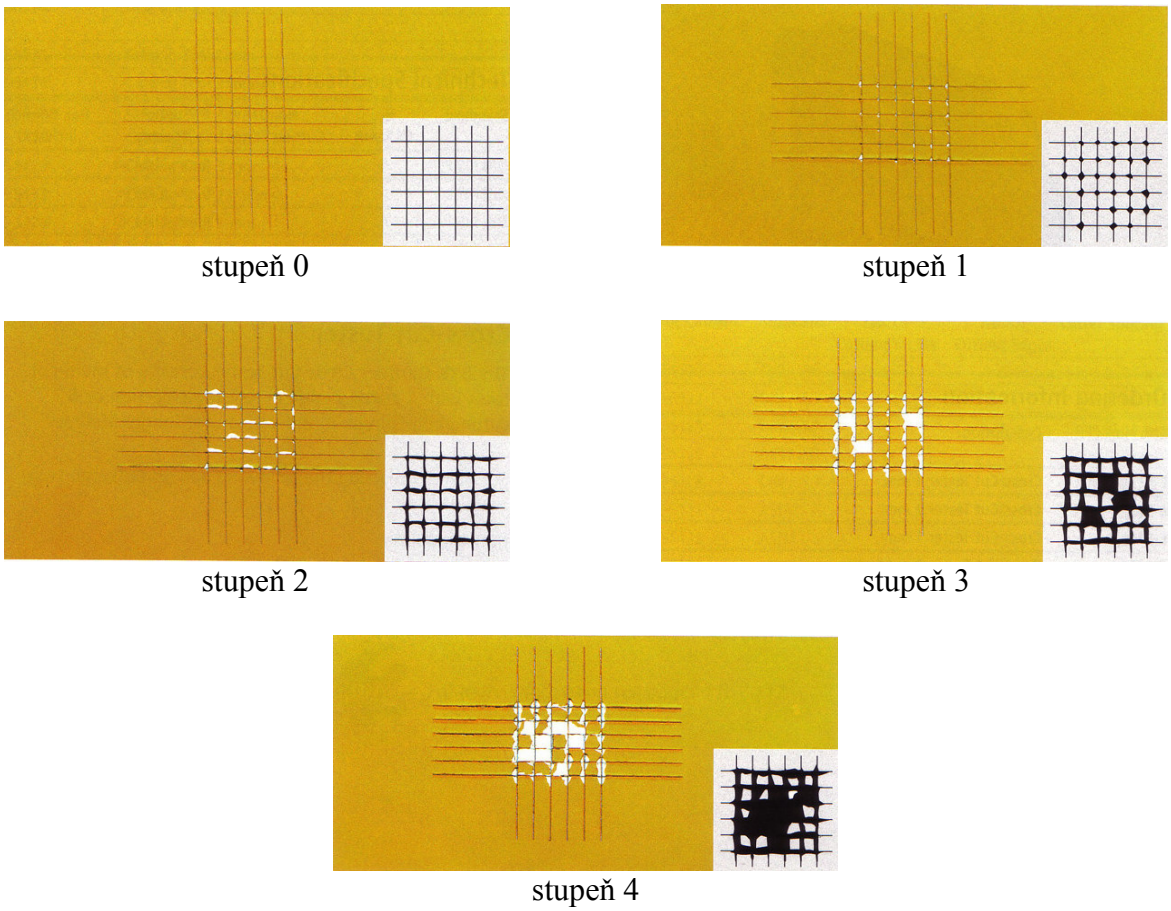
Graf 1.: Závislost doby vytvrzování na teplotě u práškové barvy KOMAXIT E 2110 [18]

3.4.3 KONTROLA SPRÁVNÉHO VYTVRZENÍ [1] [29]

Kontrola vytvrzení povlaku je nezbytná část technického postupu. Zejména u komplikovanějších výrobků je velmi důležitá. Nejčastější způsob kontroly přilnavosti povrchu se provádí mřížkovým řezem. Negativní výsledek může být způsoben nedostatečným vytvrzením, ale i špatnou přilnavostí způsobenou nevhodně připraveným podkladem. Dochází-li k odlupování povlaku, je nutné posoudit, zda lze odloupnutý povlak ohnout (až o 180°) a nebo, zda dochází při pokusu o jeho ohnutí k drolení povlaku. Vytvrzená prášková nátěrová hmota se nedrolí.

Jiným typem zkoušky je úder na hranu lakovaného výrobku. U vytvrzeného povlaku dojde k vytvoření záseku bez odprýsknutí povlaku, nevytvrzený povlak je však křehký a dochází proto při úderu k jeho odprýsknutí.

Nejjednodušší a snadno proveditelnou zkouškou dostatečnosti vytvrzení, je zkouška rozpouštědlem. Používá se methylethylketon nebo snadněji dostupné ředidlo 6000. Hadříkem namočeným v příslušném ředidle několikrát lehce potřeme povrch nátěru na výrobku. Pokud dojde k narušení povlaku a zabarvení hadříku, případně až k rozpouštění povlaku, není povlak dostatečně vytvrzený. Je- li výrobek dobře vytvrzen, dojde pouze ke zmazovatění potřeného místa.



Obr. 3.9.: Hodnocení poškození nátěru mřížkovým řezem dle ČSN EN ISO 2409 [1]

4 TECHNOLOGICKÉ PROJEKTOVÁNÍ

Technologické projektování je rozsáhlá a tvořivá činnost technicko – ekonomického charakteru. Zabývá se zpracováním různých variant technologií výroby, montáží strojních zařízení a technicko – organizačních variant uspořádání výrobních systémů s využitím všech možných dostupných prostředků (energie, stroje, pracovní síly, hmotné zdroje, časové možnosti).

Řešení projektových úkolů vyžaduje nejen organizovaný a logický postup prací, ale zejména systémový a komplexní přístup k daným úkolům. Velmi podstatné je respektování vzájemných vztahů mezi jednotlivými faktory výrobního procesu jak v jeho vnitřní struktuře, tak ve vztahu k jeho okolí.

Výsledky technologického projektování jsou zpracovány ve formě technologické a projektové dokumentace, které nám pomohou s určitou přesností přiblížit si reálné modernizované nebo i nově zřízené výrobní systémy.

4.1 ETAPY TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ [34]

Technologické projektování je možné rozdělit do dvou časově navazujících obsahově rozdílných etap:

- předprojektová etapa
- projektová a realizační etapa

V předprojektové etapě se stanovuje předpoklad rozvoje výrobně technické základny z hlediska systémového a komplexního přístupu, respektive otázky koncepce budoucího výrobního systému. Důležité je zabývat se otázkami:

- konstrukčně – technologické koncepce výrobků a montážních celků,
- optimalizace struktury výrobních procesů,
- perspektivy a stability výrobního programu,
- uplatnění progresivních technologií,
- koncepce a strategie z hlediska automatizace,
- stanovení časových limitů.

Výstupem z této etapy je jednoznačné formulování cílového řešení a stanovení optimálních způsobů jeho dosažení v požadovaném množství, kvalitě a čase.

Na upřesňování a rozpracování základní koncepce rozvoje výrobně technické základny se zaměřujeme ve druhé etapě. Probíhá ve dvou stupních.

V prvním stupni je rozhodující zpracování přípravné dokumentace, tj. ekonomicky efektivní návrhy variant technicko-organizačního uspořádání výrobních a montážních systémů. Druhý stupeň tyto návrhy prohlubuje, upřesňuje, popřípadě doplňuje řešení. Tím se stanoví postup realizačních opatření pro optimální vstup do praxe. Výsledkem projektové a realizační etapy je technická, projektová a realizační dokumentace pro tvorbu výrobního systému a zahájení výroby.

4.2 POSTUP PŘI SESTAVOVÁNÍ NÁVRHŮ [12] [26]

Správný metodický postup je důležitým předpokladem pro sestaveni dobrého návrhu. Příprava návrhu probíhá cyklicky v následujících etapách:

- diagnostika (orientační průzkum)

  V této etapě dochází k prvotnímu a rychlému seznámí se s objektem řešení, specifikují se hlavní a podstatné problémy, možné projekční přístupy a případná racionální řešení. Diagnostiku obvykle provádějí nejzkušenější pracovníci znalí vzájemných závislostí jevů, příčin a možnosti jejich řešení.

- sběr informací (shromažďování podkladů)

  Pro sběr informací je důležité si jej zorganizovat. Dojde tím k efektivnímu zkrácení průběžné doby a k lepšímu využití tvůrčích pracovníků, kteří by jinak ztratili mnoho času sháněním potřebných podkladů. Ještě před rozborem je vhodné získané informace zpracovat, (vymezení chyb, výpočet průměrů, zpracování do grafů, atd). Existují dvě skupiny informací – informace z pozorování a informace z evidence.

  Informace z pozorování se mnohdy obtížně získávají, zato však jsou čerstvé, výřečnější, zaměřené na konkrétní objekt řešení a objektivně zobrazují realitu.

  Informace z evidence jsou sice jednoznačné, ale často se musí převádět, přepočítávat nebo dále členit do skupin, které jsou vázány na řešený problém.

- rozbor stávajícího stavu (současného stavu)

  Rozbor je vrcholem této projektové činnosti, neboť z dobře provedeného rozboru vyplynou varianty možného řešení dané problematiky. Rozborová příprava se týká široké oblasti (výrobku, výrobního programu, technologie, výrobní zařízení, řízení a organizaci výrobního procesu).

  Základní typy rozborů:
  - rozbor standardizace, unifikace či typizace součásti,
  - rozbor výrobků z hlediska hmotnosti, technologie výroby a tvaru,
  - rozbor výhledu, stálosti, rovnoměrnosti, struktury a výrobních nákladů,
  - rozbor technologie stavu základních prostředků,
  - rozbor úrovně mechanizace a automatizace výrobního procesu,
  - rozbor toku materiálu, manipulace a manipulačních prostředků,
  - rozbor stávajícího dispozičního řešení a stavu výrobních kol,
  - rozbor ergonomických vlivů,
  - atd.

- návrh

  Při návrhu by měl řešitel uplatnit vlastní tvůrčí talent, postupovat samostatně a vhodně využívat vzorových řešení a dílčích aplikací. Jedině tak je schopen za pomoci nejnovějších poznatků vědy a techniky rozpracovat jednotlivé směry řešení a vybrat nejvhodnější variantu a na ni propracovat technickou dokumentaci.

  Součástí projektu je i ekonomické hodnocení návrhu, kde provádíme porovnání přínosů a nákladů. Na závěr se vypracovává časový plán realizace, který mívá podobu síťového grafu.

V dnešní době se používá řada metod, které pomáhají při sestavování optimální dispozice závodu. V průběhu projektování se kombinuje celá řada metod, návodů, technik a zvyklostí.

Při návrhu dispozice se nejčastěji používají metody:

– metoda využívající schématu vícepředmětného sledu činností,
– trojúhelníková metoda,
– kruhová metoda,
– prostá trojúhelníková metoda,
– metoda těžiště,
– metoda S.L.P. („ Systematic Layout Planning “),
– metoda souřadnic,
– metoda k posouzení možností vytváření specializovaných dílen,
– metoda posloupnosti operací,
– metoda vyhodnocování mezidílenských vztahů,
– metoda CRAFT („ Computer Relative Allocation of Facilities Technique “),
– experimentální a simulační metoda.

Realizace a sledování funkce po realizaci už není součástí přípravy návrhů, ale je dovršením celého přípravného procesu. Na počátku realizace provozu se v průběhu realizace mohou objevit nedostatky projektové přípravy, vady v koncepci a v ekonomickém hodnocení.

Realizaci je možno zabezpečit:

- dodavatelsky,
- vlastními silami,
- kombinovaně.

Průběžná doba realizace a zpracování projektu by měla být co možná nejkratší, aby minimálně ovlivnila původní záměr a ekonomie. Oficiální předání uživateli může proběhnout formou podepsáním tzv. předávacího protokolu. U větších jednotek probíhá předávání formou kolaudace.

Tímto aktem však celá věc nekončí. Po určitou dobu je nutné sledovat provoz a vypracovat závěrečné hodnocení projektu.

4.3 VÝROBEK A TYP VÝROBY [12]

Výrobek a rovněž typ výroby charakterizuje celý závod. Přizpůsobení výroby podmínkám trhu má za efekt to, že existují závody, jenž vyrábějí více druhů produktu s rozdílnou roční produkcí. Vypracovat technologické projekty pro takovýto typ podniku je obtížnější. Především se jedná o volbu strojů, manipulačních prostředků a jejich dispozičních uspořádání. Klade se tu důraz na převládající výrobu, ale ani se nezapomíná na přidruženou produkci.

Ve strojírenství se rozlišuje výroba ze dvou hledisek. Jedním je množství produkce (kusová, sériová a hromadná) a druhým je váha výrobků (lehká, středně těžká a těžká). Hlediska jsou však vzájemně propojená. V těžkých provozech je obvykle typ výroby kusový, zatímco lehký provoz uplatňuje typ výroby kusový či sériový.

Kusová výroba – je charakterizována výrobou jednotlivých, konstrukčně rozdílných výrobků za pomoci univerzálního nářadí a strojního vybavení. Využití strojů je vlivem různorodosti práce a obtížné organizaci nízká, ale vyžaduje kvalifikovanou pracovní sílu.

Sériová výroba – vyznačuje se vyšším počtem výrobků vyráběných v dávce. Stroje jsou progresivnější a nářadí specializovanější, čímž se zjednoduší plánování a organizace výroby a roste produktivita práce. S ohledem na tvar a velikost se výroba dělí na malou sérii (5 – 50 kusů), střední sérii (50 – 500 kusů) a velkou sérii (přes 500 kusů).

Hromadná výroba – uplatňuje se při výrobě velkého počtu stejných výrobků s využitím jednoúčelových strojů specializovaných na jednoduché operace. Stroje jsou uspořádány v lince, která je zásobována materiálem, nářadím, dokumentací, dle předem připravených plánů. Kvalifikace pracovníků je nízká, produktivita práce vysoká.

4.4 DRUHY PRACOVIŠŤ A TYPY USPOŘÁDÁNÍ STROJŮ [12] [26]

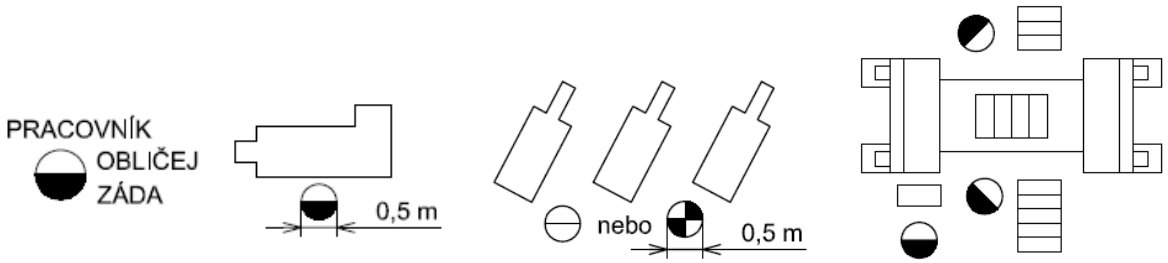
Pracoviště je místo, které dělník potřebuje pro svoji práci. Pracoviště musí odpovídat požadavkům bezpečnosti práce a hygienicko-technickým podmínkám. Jelikož pracovníci tráví na pracovišti většinu dne, mělo by vyhovovat i po stránce estetické. Plocha pracoviště se určuje v kapacitních propočtech a udává se v m^2.

Pracoviště základní a pomocné výroby dělíme na:

- strojní pracoviště – plocha, kterou zaujímá stroj včetně plochy pro obsluhu stroje, uličky mezi stroji a plochy pro skladování materiálu a hotových výrobků,
- ruční pracoviště – plocha, kterou potřebuje ruční dělník pro svou práci.

Strojní pracoviště se podle počtu dělníků, kteří na stroji pracují, dále dělí na:

- normální – jeden dělník obsluhuje jeden stroj, viz obr. 4.1. a),
- s víceobsluhou – jeden dělník obsluhuje několik strojů, viz obr. 4.1 b),
- s méněobsluhou – několik dělníků obsluhuje jeden stroj nebo pracoviště, viz obr. 4.1 c).



a) b) c)

Obr. 4.1.: Příklady strojích pracovišť [26]

Z výše uvedeného je patrné, že nelze zaměňovat počet pracovišť za počet strojů.

Při rozmísťování strojů a pracovišť vycházíme z optimálního rozmístění strojů vzhledem k hospodárnosti výroby, přehlednosti uspořádání, přímočarosti a nevratnosti technologického toku, minimální manipulace a minimálního zabraného prostoru.

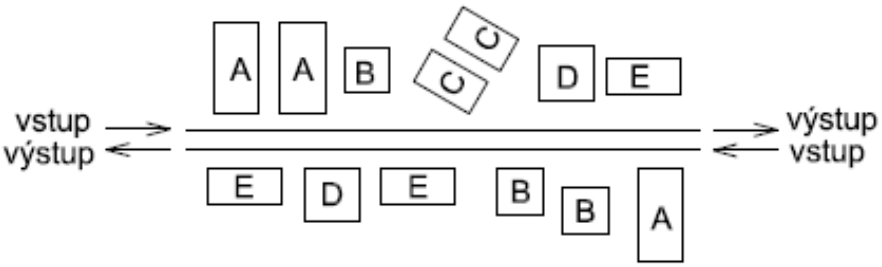
Při stanovení a volbě typu uspořádání strojů je taky nutné respektovat podmínky bezpečnosti práce a zásady platné při vzájemném vztahu stroj-stroj, stroj-dělník, stroj-stěna budovy, stroj-manipulační cesta.

Základní typy způsobů rozmístění pracovišť

Volné uspořádání

Jedná se o seskupení, kde jsou stroje a pracoviště rozmístěny náhodně. Volné uspořádání je volené v dílnách, kde nebylo možné před situováním strojů určit materiálový tok, návaznost operací nebo organizační či řídící vztahy. Především se jedná o prototypové a údržbářské dílny, kde převažuje kusová výroba. I v tomto nahodilém rozmístění strojů a pracovišť je nutno dodržovat některá pravidla. Například není možné umístit dokončovací brusky v blízkosti těžkých hrubovacích soustruhů, nebo naopak hlučný omílací buben do prostoru tiché obrobny.

Nevýhodou tohoto způsobu uspořádání je složité stanovení toku materiálu mezi jednotlivými stroji na pracovišti a z toho důvodu se tento typ uspořádání v dnešní době nepoužívá.



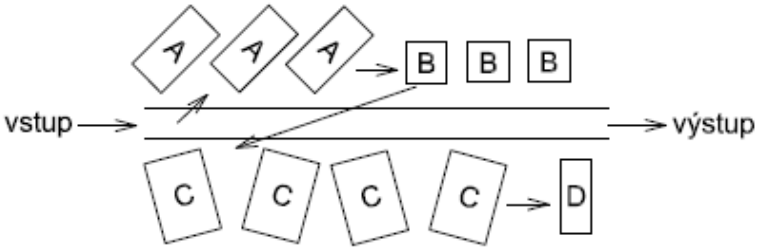
Obr. 4.2.: Volné uspořádání pracovišť [26]

Technologické uspořádání

V technologických postupech jsou operace slučovány podle příbuznosti a stejně tak jsou stavěny i stroje. To znamená, že jsou vytvářeny skupiny stejných druhů strojů, např. sdružování lisů, frézek, bucharů. Používá se v kusové a malosériové výrobě, kde různorodost vyráběných součástek znemožňuje sjednotit směr materiálového toku.

- výhody
  + snadné zavedení vícestrojové obsluhy
  + lepší využití strojů a zařízení
  + změnou sortimentu nebo výrobního programu není nenarušena výroba
  + poruchy jednotlivých strojů nenaruší výrobu
  + zjednodušuje se práce seřizovačů, jednoduchá údržba

- nevýhody
  - komplikovaný, dlouhý tok matriálu
  - větší nároky na výrobní plochu a mezisklady
  - rostou náklady na manipulaci
  - dlouhá průběžná doba



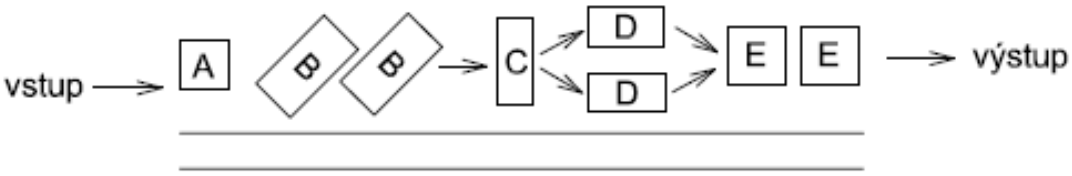
Obr. 4.3.: Technologické uspořádání pracovišť [26]

Předmětné uspořádání

Charakteristickým znakem předmětného uspořádání je seřazení pracoviště nebo strojů podle operací, daným technologickým způsobem výroby součástky anebo skupiny tvarově a technologicky podobných součástek. Součásti zde mají stejný směr a vzniká tak výrobní proud – linka. Pokud linku automaticky synchronizujeme, docílí se nejvyššího stupně předmětného upořádání. Taková linka je tvořena ze speciálních jednoúčelových strojů se společným dopravníkem. Dané uspořádání se využívá ve velkosériové a hromadné výrobě.

- výhody
  + snížení rozpracovanosti
  + zkrácení manipulačních drah a s tím související mezioperační časy a náklady na manipulaci
  + snížení nákladů za skladování
  + zlepšení operativního řízení výroby

- nevýhody
  - jakákoliv změna ve výrobním programu má za následek vyvolání změny ve strojním zařízení a uspořádání stojů
  - pokles využití strojů v důsledku snížení objemu
  - konstrukce speciálních jednoúčelových strojů, jejichž výroba i údržba je náročnější a nákladnější



Obr. 4.4.: Předmětné uspořádání pracovišť [26]

Modulární uspořádání

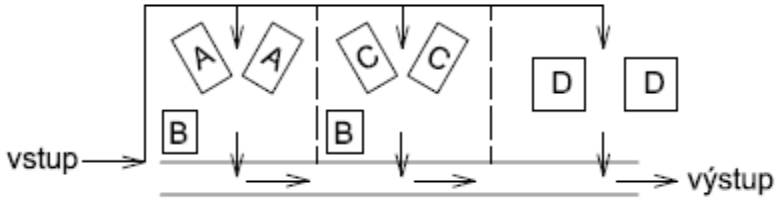
Jedná se o nejnovější typ uspořádání, který vznikl užíváním NC a CNC techniky. Toto uspořádání je charakteristické seskupováním stejných technologických bloků, z nichž každý plní víc technologických funkcí. Dílna se tak skládá ze stejných anebo podobných skupin pracovišť – modulů.

Modulární pracoviště se vyznačuje vyšší produktivitou práce, proto má prioritní postavení a je vhodné jej využívat ve dvousměnném i třísměnném provozu. Je charakteristické především v kusové a malosériové výrobě.

Pro mezioperační manipulaci se u modulárního uspořádání využívá manipulátorů a robotů.

- výhody
  + vysoká produktivita práce
  + zkrácení operačních a mezioperačních časů a tím i doby výroby
  + zkrácení manipulačních drah
  + zlepšení organizace práce a řízení výroby

- nevýhody
  - větší nároky na technickou přípravu výroby
  - vysoká cena zařízení a strojů



Obr. 4.5.: Modulární způsob uspořádání pracovišť [26]

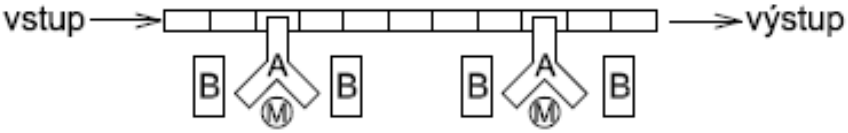
Buňkové a hnízdové uspořádání

Jsou to další nově vzniklé způsoby uspořádání pracovišť a jsou jakousi modifikací modulárního uspořádání. Buňka, jako základní člen, je tvořená vysoce produktivním strojem s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím (robotem, zásobníkem, atd.). Příkladem toho typu uspořádání jsou tzv. automatizované výrobní systémy.

Obdobou je hnízdové upořádání. Používá se převážně u stacionární montáže, které nejsou vázané taktem. U hnízdového upořádání lze také použít manipulátorů a robotů.

- výhody + vysoká produktivita práce
+ minimalizovaná, automatizovaná a robotizovaná manipulace s materiálem
+ přesné dodržování technologické kázně
+ zvýšení kvality výroby a nížení zmetkovitosti

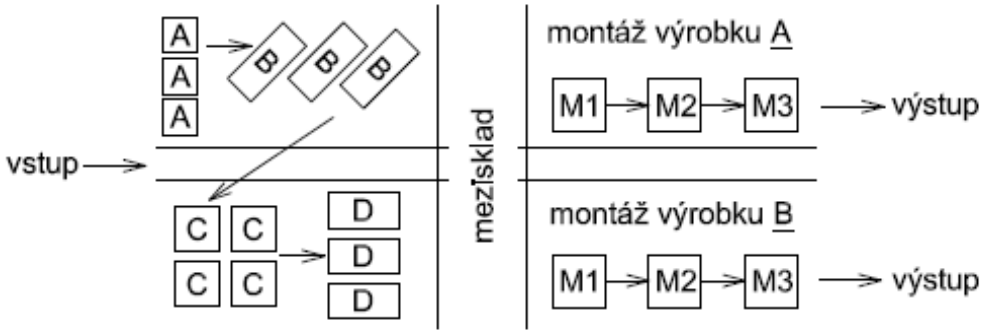
- nevýhody - v podstatě stejné jako u výše uvedeného modulárního uspořádání



Obr. 4.6.: Buňkové uspořádání pracoviště [26]

Kombinované upořádání

Projektování rozsáhlých výrobních celků vyžaduje zkombinovat dva a nebo více typů možností uspořádání pracovišť. V praxi se nejčastěji vyskytuje kombinace technologického a předmětného upořádání pracovišť. Snahou je využít výhody obou typů a omezit jejich nedostatky.



Obr. 4.7.: Kombinované technologické a předmětné uspořádání pracovišť [26]

4.5 GRAFICKÉ A GRAFOANALITICKÉ PROSTŘEDKY [26]

Analýza současného stavu hraje v předprojektové přípravě významnou roli. Poskytuje nám informace o stávajícím výrobním programu, součástkové základně, materiálovém toku a jiných výrobních a technologických faktorech.

Těchto grafických a grafoanalitických prostředků se v projekční praxi vyskytuje celá řada. Je podstatné zdůraznit fakt, že se nejedná jen o informační pomůcky. Tyto prostředky hrají velmi důležitou roli i v etapě vlastního řešení.

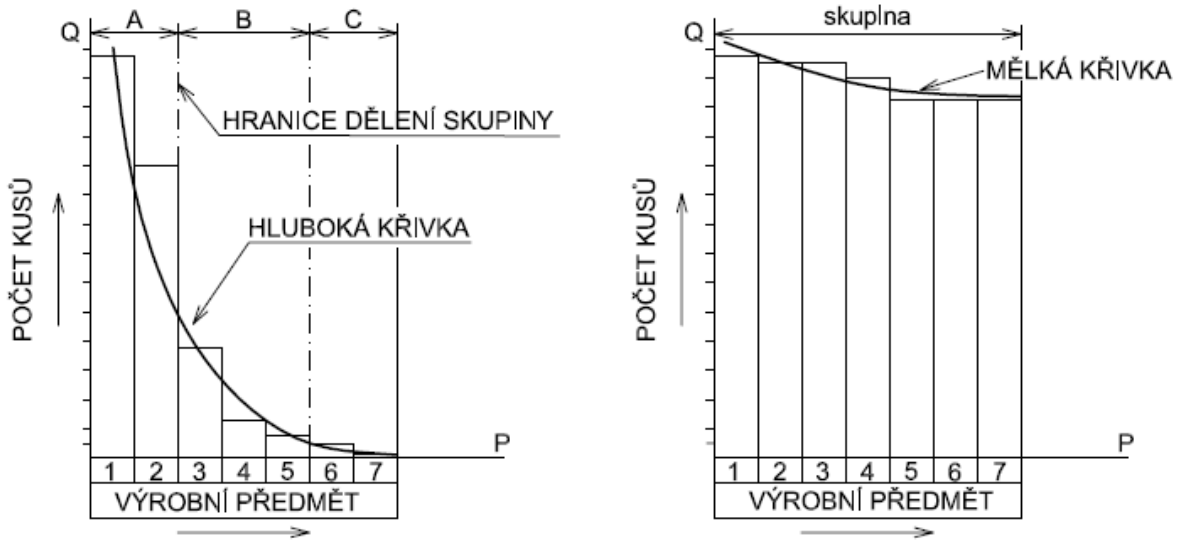
Diagramy P-Q, oborová struktura

Diagram P-Q (z anglického „P“ – product / produkt /; „Q“ – quantity / množství /) je závislost počtu kusů jednotlivých typů produktů na vyráběném množství a slouží k zaznamenání sériovosti výroby jednotlivých skupin výrobků nebo typů součástí.

Sériovost a opakovatelnost výroby podstatně ovlivňuje nejen návrh výrobní technologie, ale také otázky dispozičního řešení nebo toku materiálu.

Sestrojením diagramu mohou vzniknout dva druhy P-Q diagramu. Diagram s hlubokou nebo mělkou křivkou. Křivka vyjadřuje rozdíly vyráběného množství mezi jednotlivými druhy výrobků. Vyjde-li nám hluboká křivka, je vhodné ji rozdělit na vícero úseků a to tak, aby výsledný charakter úseku křivky odpovídal mělkému tvaru křivky.

Cílem P-Q diagramu v technologickém projektování je v určení vyváženosti mezi výrobním množstvím a sortimentem výrobků. S tím dále souvisí koncepce výrobní struktury, jejich dispoziční řešení, atd.



Obr. 4.8.: Hluboká a mělká křivka P –Q diagramu [26]

Šachovnicová tabulka

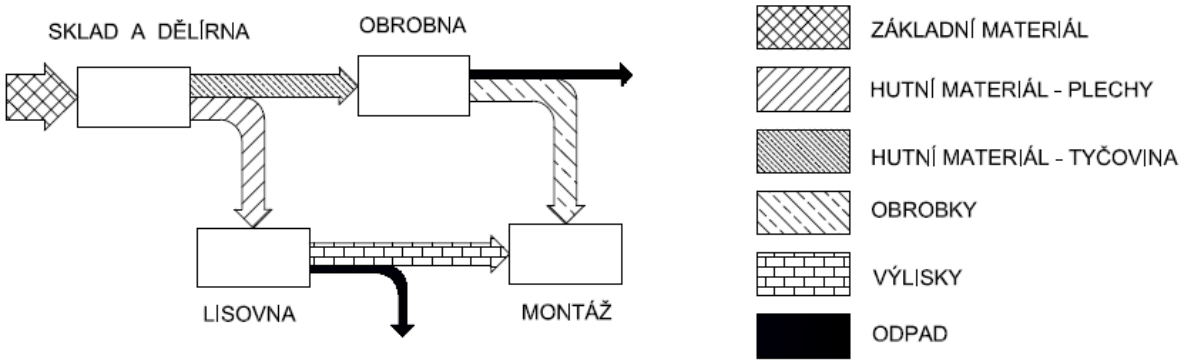
Znázorňuje přehled materiálové přepravy a přehledné materiálové a výrobkové přesuny uskutečněné za určité časové období mezi jednotlivými vnitrozávodními pracovišti. Z tabulky získáme pořadí důležitost vztahů podle intenzity toku a proto ji můžeme považovat také za jedno ze základních vodítek při zpracování návrhu dispozičního řešení a vlastního rozmísťování strojů a výrobních zařízení.

odesílací místo	přijímací místo								celkem odesláno [t]
	expedice	sklad mat.	slévárna	sklad válc.mat.	mech. dílna	ústřední sklad	sklad uhlí	sklad odpadu	
cizí podnik	XXX	8353		1150	200	975	4350		15028
sklad materiálu		XXX	10353						10353
slévárna			XXX		5100				5100
sklad válcov. mat.				XXX	1150				1150
mechanická dílna	5000				XXX			2825	7825
ústřední sklad			50		875	XXX			925
sklad uhlí			900				XXX		900
sklad odpadu	875	2000						XXX	2875
celkem přijato [t]	5875	10353	11303	1150	7325	975	4350	2825	**44156**

Obr. 4.9.: Šachovnicová tabulka [26]

Sankeyův diagram

Graficky nám znázorňuje průběh materiálového toku mezi objekty v závodě nebo na pracovišti. Možné je i vyjádřit tok pracovníků např. v případě, když se řeší návrh příchodu a odchodu pracovníků ze závodu. Tloušťka čáry vyjadřuje objem manipulovaného materiálu za určitou časovou jednotku, délka čáry vzdálenost přepravy, šipka směr materiálového toku a šrafování druh přepravovaného materiálu. Díky grafickému zpracování dokážeme lépe posoudit důležitost každého toku.



Obr. 4.10.: Sankeyův diagram [26]

Pevnostní vazby a vztahy mezi pracovišti a objekty

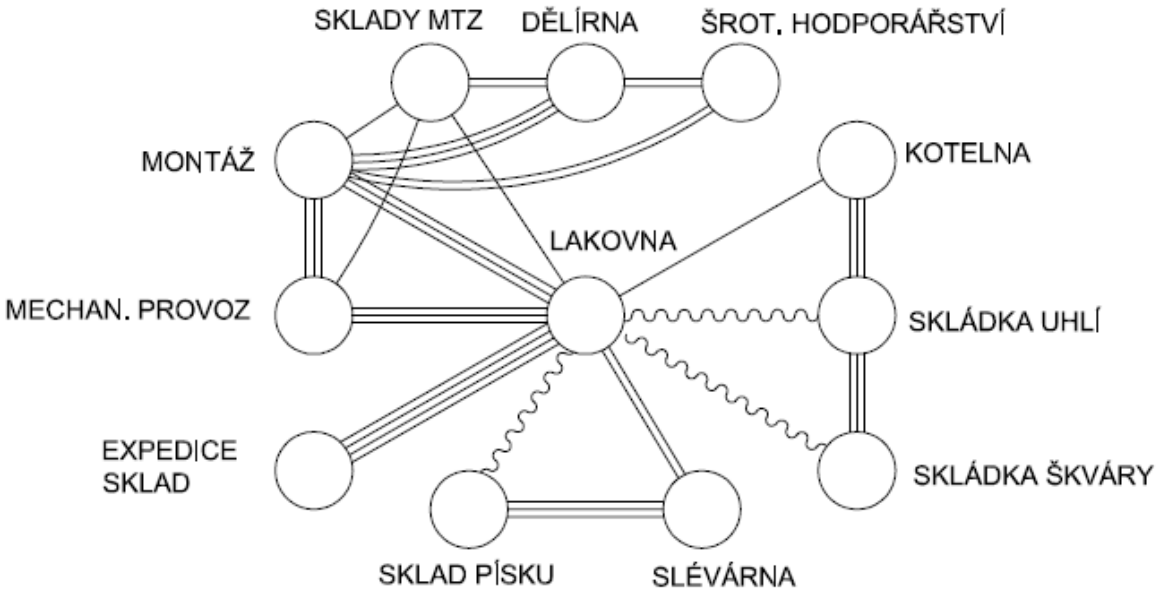
Před vytvořením dispozičního uspořádání je potřeba doplnit materiálový tok také vztahy mezi konkrétními pracovišti. Jde zvláště o vztahy konkrétního pracoviště k pomocným a obslužným činnostem.

Zachycení těchto vztahů a vazeb se nejlépe znázorňuje pomocí tabulky, v níž jsou přehledně vyznačeny vzájemné vztahy a vazby s vyznačením síly této vazby. Při samotném zpracování návrhu projektu se používá označení v grafické podobě (typ čáry a barvy) nebo příslušným písmenem.

Tabulka 1: Pevnosti vztahů a vazeb [26]

Znak	Graf	Vazba	Barva
A	≡	absolutně nutná	červená
E	≡	eminentně nutná (nevyhnutelná)	žlutá
I	=	imperativní (důležitá)	zelená
O	—	obvyklá, běžná	modrá
U		už nevýznamná, nedůležitá (bez označení)	bezbarvé
X	∿	nežádoucí	hnědá
XX	≋	zakázaná	černá

Na obrázku 4.11. je příklad užití pevnostních vztahu a vazeb mezi pracovišti. I pouhá ilustrace umožní klasifikovat pevnostní vazby a ovlivnit možné řešení dispozice závodu.

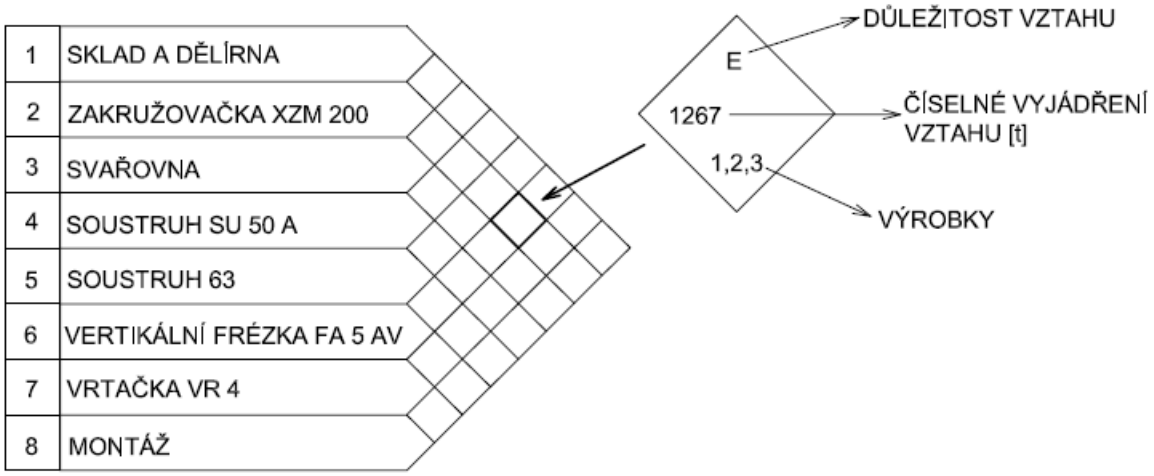


Obr. 4.11.: Příklad vyznačení pevnostních vztahů v závodě [26]

Křížová tabulka vztahů

Křížová tabulka zpracovává seznam všech činností a vztahů, vyplývajících z celého přehledu soustavy. Jedná se o modifikaci šachovnicové tabulky s tím rozdílem, že zde je možnost porovnat vazby "každého s každým".

Barevně rozlišené vztahy a informace uvedené v tabulce podstatně zvyšují vypovídající schopnosti.



Obr. 4.12.: Křížová tabulka vztahů [26]

4.6 PROJEKT PRÁŠKOVACÍ LAKOVNY [12] [26]

Lakovna je pracoviště s vysokými projekčními požadavky a nároky na dodržení řady podmínek typu bezpečnost, dobré osvětlení, dobře dimenzované odsávání, nevýbušná elektrická instalace, dostatečné odkládací prostory a individuální řešení manipulace materiálem. Zbytky barev na podlaze ji činí kluzkou a usazeniny na osvětlení zmenšují jejich svítivost.

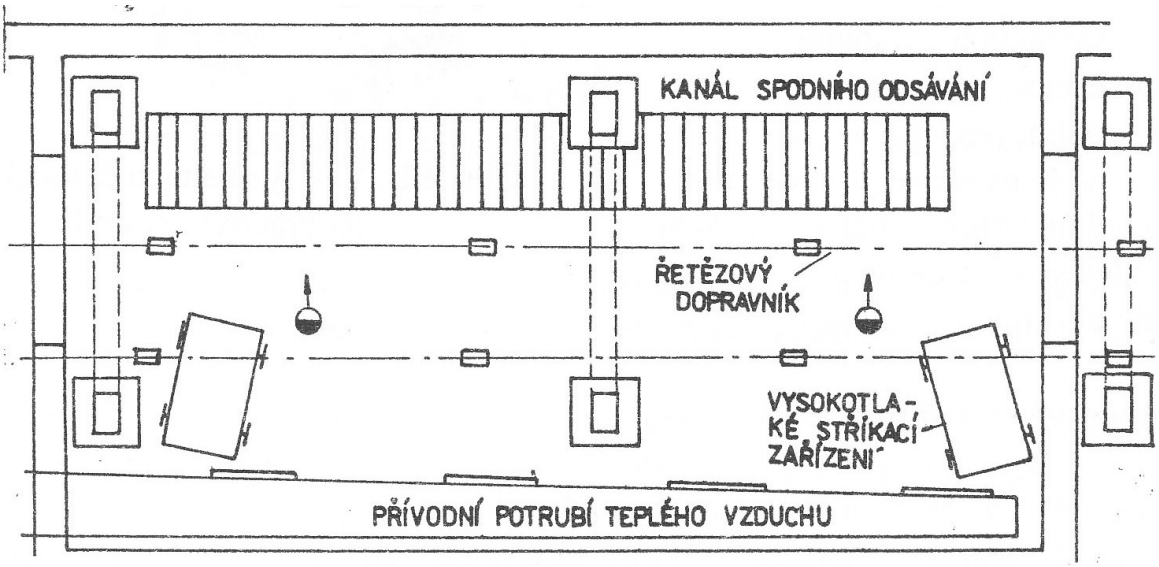
Existuje celá řada možných způsobů provádění nánosu práškových barev a proto při volbě technologie, zařízení a způsobu provádění jsou nutné dostatečné zkušenosti projektanta.

V moderních a vysoce produktivních lakovnách procházejí díly lakovnou kontinuálně, převážně zavěšené na dopravníku. Manipulační zařízení by mělo být řešeno současně jako technologický přípravek, na nějž se díl upne, aplikuje práškovou barvu a následně ji vytvrdí v kontinuální vytvrzovací peci.

Čistý stlačený vzduch přiváděný na pracoviště musí být bez oleje a vody. Pracoviště je nutné vybavit i kvalitním odsáváním, přívodem vody, kvalitním řešením manipulace a v neposlední řadě i přívodem teplého vzduchu.

Před pracovištěm lakovny je nutné řešit i odmašťovací pracoviště, které je nedílnou součástí v průběhu práškového lakování. V současnosti se v odmašťovacích zařízeních odmašťuje obvykle ponorem, sprchováním nebo v parách odmašťovacího prostředku. Zařízení mají velký výkon, tak je nutno pamatovat na dostatečný odkládací prostor. Nesmíme zapomenout ani na vybavení vhodným manipulačním zařízením, odsáváním, nepropustnou spádovou podlahou, jímkou na zachycení a zneškodnění odpadů.

Mezi jiné druhy pracovišť přípravy materiálu patří pracoviště na odstranění rzi, pískování, leštění nebo kartáčování.

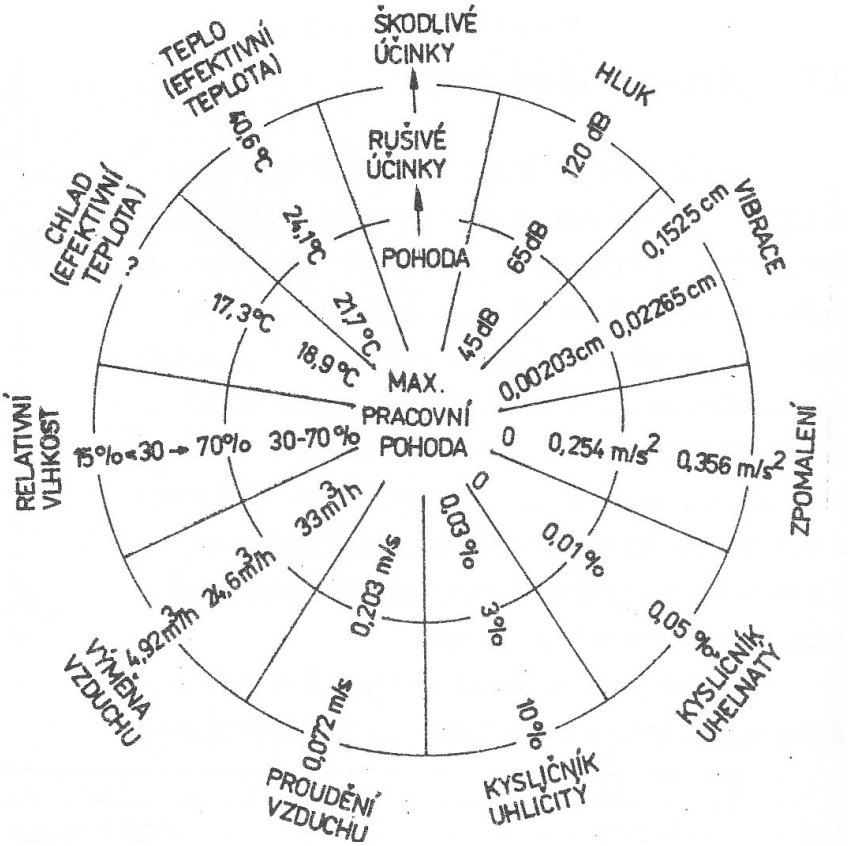


Obr. 4.13.: Stříkací pracoviště [12]

4.7 ERGONOMIE [12]

Ergonomie je vědní obor zabývající se postavením člověka v pracovní i mimopracovní oblasti. Zkoumá, hodnotí a navrhuje optimální podmínky, které umožní člověku vykonávat práci s optimální fyzickou a psychickou zátěží.

Podstatný vliv na pracovní výkon člověka má i pracovní prostředí. Mezi faktory ovlivňující tuto oblast patří problematika osvětlení, dále záření, hluk, vibrace a otřesy, klimatické podmínky, barevné řešení, pracovní zatížení, bezpečnost a hygiena práce atd. Na obr. 4.14. jsou znázorněny vlivy ovlivňující pracovní pohodu.



Obr. 4.14.: Vliv fyzikálních činitelů na pracovní pohodu [12]

4.7.1 ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ PRACOVIŠTĚ [12]

Při rozměrovém řešením pracoviště bychom měli dbát na

- pohlaví a stáří člověka,
- pracovní polohu,
- pohybový prostor,
- zorné podmínky,
- speciální podmínky práce.

Technologický projektant při řešení pracoviště vychází sice z průměrných proporcí muže, ale navrhne ho tak, aby jednoduchou úpravou vyhovovalo menším i větším pracovníkům, ženám i mladistvým.

Nejběžnější pracovní polohou je stoj a sed, ale můžeme se setkat i s klekem, lehem nebo dřepem. Z hygienického hlediska je sed výhodnější. Energeticky je méně náročný a dolní končetiny nejsou trvale zatíženy. Poloha stoje má však také své výhody, především větší bdělost, možnost střídání poloh nebo pracoviště a možnost rychlejšího úniku v případě nebezpečí.

4.7.2 OSVĚTLENÍ PRACOVIŠTĚ [6] [12]

Bylo zjištěno, že 80% informací dostává člověk pomocí zraku. Proto správné osvětlení na pracovišti je důležité nejen pro dobré vykonání práce, ale i z hlediska kvality, čistoty, bezpečnosti a psychické pohody.

Osvětlení se mění se čtvercem vzdálenosti od světelného zdroje. Světelné jednotky jsou znázorněny na obr. 4.15.

Na vytvoření optimálních světelných podmínek na pracovišti má vliv i druh práce. Osvětlení pracoviště může být denní (přirozené) nebo umělé. Nejvýhodnějším osvětlením pracoviště je světlo přirozené, které je nejlevnější a pro zrak nejvhodnější. Nevýhoda spočívá v kolísání intenzity a barvy světla (léto – zima, den – noc, počasí) a v tepelném záření. Umělé osvětlení bývá zajištěno pomocí osvětlovacích těles, tvořených armaturou včetně stínidla a žárovkou či zářivkou.

Jediným způsobem jak trvale zajistit vhodné světelné podmínky na pracovišti, je navrhnout právě kombinaci těchto dvou možných osvětlení.

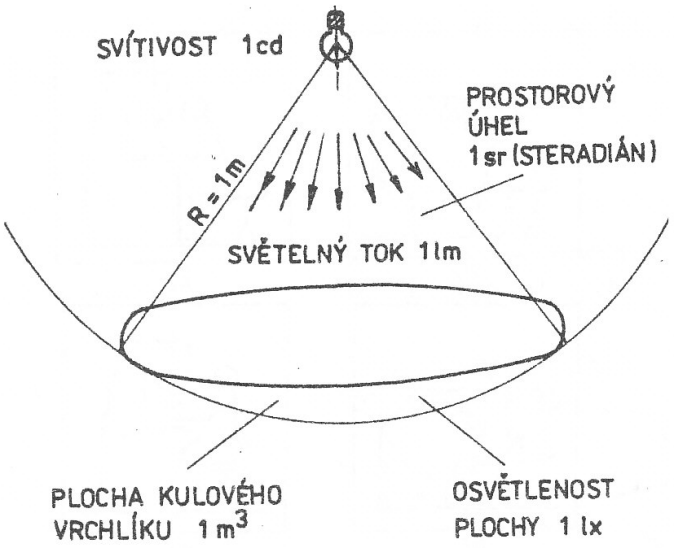
Pro dosažení kvalitního provedení povrchové úpravy výrobku je důležité v prostoru stříkacího boxu zajistit dostatečnou intenzitu osvětlení. Intenzita osvětlení je velikost světelného toku dopadajícího na určitou plochu. Označuje se E a jednotkou osvětlení je lux [lx], což je osvětlení plochy, kde na každý čtverečný metr dopadá rovnoměrný světelný tok 1lm, čili

$$E = \frac{F}{S} \quad [lx] \tag{4.1}$$

kde S… osvětlená plocha v m2
F… světelný tok, což je množství světla vyzářené světelným zdrojem do prostoru za jednotku času [lm]

Podle druhu zrakové činnosti se rozlišují čtyři základní kategorie osvětlení. Podle platných norem platí pro tento daný charakter práce kategorie osvětlení B3, tj. prostory s průměrnými požadavky na zrakový výkon a průměrná pozorovací vzdálenost kritického detailu 1000 > D/d ≥ 500 mm. Hodnota osvětlení v luxech pro kategorii B3 je dle platných norem E = 500 -

200 lx. Obecně platí, že čím větší intenzita, tím lépe. Proto se v praxi můžeme setkat i s pracovišti, kde se osvětlení pohybuje okolo 800 lx.
Požadavky na zařízení stanovují tyto normy:



Obr. 4.15.: Světelné jednotky [12]

4.7.3 HLUK NA PRACOVIŠTI [4] [12]

Hluk působí nejen na sluchové orgány, ale i na oběhový a nervový systém, a proto z příliš nadměrného hluku může dojít k trvalému poškození sluchu. Také dochází k nespavosti, k nervozitě či chronické únavě. Všechny tyto negativní faktory ovlivňují výkonnost na pracovišti, zvýšení zmetkovitosti a úrazovosti.

Pro technologického projektanta je tedy důležité znát přípustné hladiny zvuku a snažit se aktivním způsobem eliminovat veškeré zdroje zvuku, např. pomocí využití protihlukových schopností některých materiálů, volbou méně hlučné technologie, uzavřením hlučných pracovišť. Místa výskytu hluku je třeba zvažovat již při samotném projektování řešení provozovny.

Boj proti nadměrnému hluku je složitý, finančně nákladný a není možné vždy vytvořit technická opatření, která vedou k jeho snížení. Je tedy nezbytné, aby pracovníci vyskytující se v hlučném prostředí byli vybaveni ochrannými prostředky, což mohou být chrániče sluchu.

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina hluku L_{Aeq} pro osmihodinovou pracovní dobu v hluku se stanoví součtem základní hladiny hluku L_{Az} = 85 dB(A) a korekcí na druh vykonávané činnosti. Korekce na druh činnosti náleží do VI. skupiny tj. fyzická práce bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání řečí, rozhodující je ochrana sluchu – 0 dB (A).

Nejvyšší přípustná směnová expozice hluku A $E_{AI,8h}$ na pracovišti pro činnost ve skupině VI je 3 640 Pa^2s.

4.7.4 PRAŠNOST NA PRACOVIŠTI [8]

Přípustné expoziční limity prachu – PEL jsou časově vážené průměry koncentrací za pracovní směnu. Přípustný expoziční limit pro celkovou koncentraci (vdechovanou frakci) prachu se označuje PELc.

Pokud prach obsahuje méně než 1% krystalického SiO_2 a neobsahuje azbest považuje se za prach s převážně nespecifickým účinkem. Pro takový prach s převážně nespecifickým účinkem platí PELc = 10 mg/m^3.

Některé používané práškové hmoty však spadají do kategorie prachů s dráždivým účinkem a tedy jejich přípustné expoziční limity jsou podstatně nižší. Tyto jsou uvedeny v tab. 2.

Tabulka 2.: Prachy s převážně dráždivým účinkem [8]

látka	PELc [mg/m3]
prach PVC	5,0
prach epoxidových pryskyřic	2,0
prach polyakrylátových pryskyřic	5,0
prach polyesterových pryskyřic	5,0

4.7.5 BEZPEČNOST PRÁCE [12]

Ideální bezpečnost je definována jako stav, při kterém nemůže nastat úraz. Je to sice snaha, ale lze jí jen ztěží dosáhnout. Každý stroj a každé pracoviště má určitou míru nebezpečí.

Pro zajištění bezpečné a kvalitní práce dělníka, obsluhujícího stroj nebo zařízení a pohybujícího se v nejbližším okolí stroje, je nutné dodržování všech bezpečnostních předpisů a nařízení.

Nebezpečné jednání člověka vedoucí k úrazu může být způsobeno:
- psychickofyziologickými vlastnostmi – slabý zrak, sluch, kondice, zdraví, malá reakční schopnost, sklon k riskování, nezodpovědnost apod.
- sociální vlivy – rodinné poměry, nedostatečná motivace, špatné mezilidské vztahy
- vinou druhé osoby – nesehraná spolupráce, hlavní příčinou nehod při práci je z 70 – 80% člověk

Metody pro určování nebezpečnosti zdroje:
- porovnávací metody,
- výpočtové metody,
- průzkumové metody,
- pozorovací metody,
- bodovací metody,
- matematicko-statistické metody.

5 EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ ZPŮSOBU NANÁŠENÍ

Experiment je složen z odzkoušení práškové barvy a ve výběru nejpříznivějšího způsobu aplikace daného práškového plastu na zadaný dílec.

Při testování barvy se bude vycházet z informací uvedených v technickém listě, z požadavků daných zadavatelem a z obecných zkušeností využívaných při práškovém lakování. Budou vytvořeny optimální podmínky pro nanášení práškové barvy i její následné vytvrzení v peci. U vzorků, jenž se budou předehřívat, bude zajištěna co nejmenší časová prodleva při vyjmutí z pece k samotnému nanášení plastu. U všech testovaných předmětů bude provedena důkladná předúprava.

Zkoušky nástřiku barev jsou realizovány ve spolupráci s firmou Datel s.r.o. sídlící v Ledči nad Sázavou, avšak výsledné zkoušky a testování elektrické pevnosti součástek si vyhodnocuje podnik sám.

Pro naše účely byl zvolen jako reprezentant výrobek s průměrem 157 mm, výškou 187 mm o hmotnosti 8,6 kg.

Parametry procesů

Za tepla (s předehřevem)
- předehřev elektrické součástky na teplotu materiálu 200°C ve vytvrzovací peci,
- předehřev testovaných plechů na teplotu materiálu 160°C na varné plotýnce,
- aplikace práškové barvy pomocí větvených rozprašovačů ze vzdálenosti 100 mm,
- doba expozice u plechů byla na 3 etapy – plech byl po obvodu zakryt papírem a během procesu byl popotahován, vždy po cca 15s,
- doba expozice u elektrické součástky kolem 60s.

Za studena
- aplikace práškové barvy pomocí větvených rozprašovačů ze vzdálenosti 100 mm,
- doba expozice testovaných plechů byla na 3 etapy – papír po obvodu plechu byl vždy zhruba po 15s popotahován,
- doba expozice elektrické součástky kolem 60s, v případě druhého nástřiku kolem 40s.
- vytvrzení ve vytvrzovací peci při teplotě materiálu 180°C po dobu 10 minut.

Ve fluidní vaně
- předehřev testovaných plechů na teplotu materiálu 160°C,
- ponor do fluidní vany na 1 – 2s,
- dodatečné vytvrzení ve vytvrzovací peci při teplotě materiálu 180°C po dobu 10 minut.

Při technologii nanášení práškové barvy stříkáním bylo použito zařízení:

dvojitý stříkací box – JEVAN 203,
- odsávaný box s otočením horního/dolního závěsu,
- 2 filtry,
- ovládání – kontrolní regulační modul 8+2,
- automatická stříkací pistole – PRSTEN 03AS,
- s větveným rozprašovačem V12 MID (později nahrazeno V10S),
- napájený přes dopravní čerpadlo - C4F,
- zásobník s nuceným fluidem ZP7N.

vytvrzovací pec – HS 401 A (do 200°C)

Při technologii nanášení práškové barvy ve fluidní vaně bylo použito:

fluidní vana – 200 x 200 x 500 (š x d x h),

předehřívací pec – DATEL.

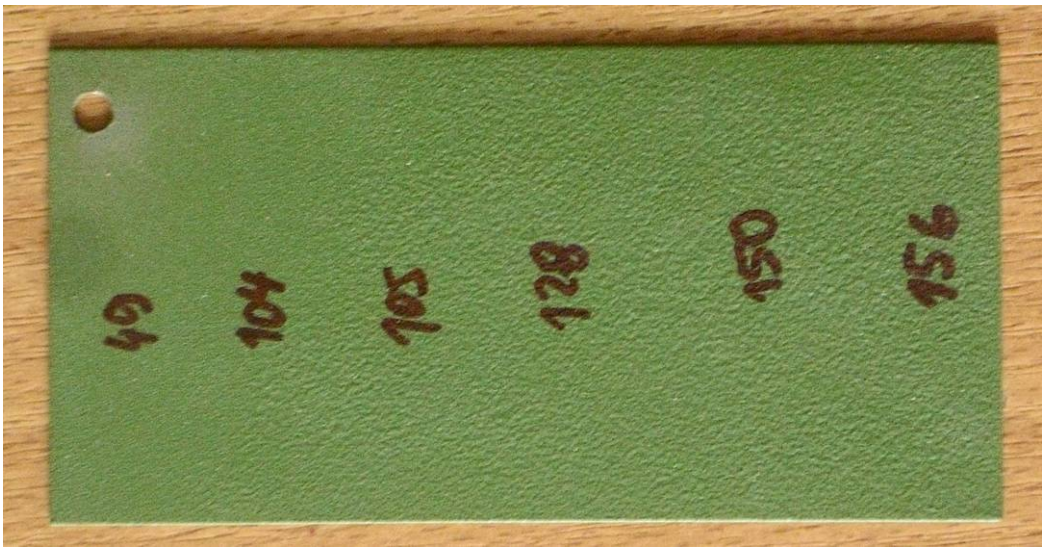
Při zkoušce jiskřením byla použita souprava na koronární nabíjení – EXPRES 3.

5.1 TESTOVÁNÍ PRÁŠKOVÉ BARVY SCOTCHACASTTM 260

Prášková barva Scotchacast™ 260 (technický list v příloze č.2, dále jen „3M“) od firmy 3M je jednosložková, zeleně zbarvená epoxidová pryskyřice. Mezi její základní vlastnosti patří rychlé vytvrzení s vytvořením souvislé dialektické vrstvy se silnou odolností proti chemikáliím a vlhkosti. Podle systému UL 1446 a IEC 85 je barva schválena jako hlavní izolace pro motory, transformátory a cívkové konstrukce v nepřetržitém provozu při teplotě ve třídě H (180°C). Prášek lze snadno aplikovat nástřikovými metodami nebo metodou ponoření předehřáté součásti do fluidního lože. Na rovném povrchu vytváří povlak tloušťky až 375 μm.

I. ŠARŽE PRÁŠKOVÉ BARVY 3M

První pokusné stříkání a testování práškové barvy 3M bylo provedeno na hasicím přístroji stříkáním za studena. Láhev byla zavěšena a její větší část byla po obvodu zakryta papírem. V průběhu procesu (cca každých 15s) byl papír popotahován směrem dolů a odkrývala se tak další část těla dílce. Celkem byly vytvořeny tři rozdílné vrstvy nánosu. Následně se prášková barva testovala na plechovém vzorku, kde způsob aplikace byl shodný. Snahou bylo docílit několika rozdílných tloušťek s různou dobou expozice



Obr. 5.1: Testovaný plech

V obou případech byl výsledkem porézní a hrubý povlak. U hasicího přístroje se podařilo dosáhnout požadované vrstvy kolem 300 μm při čase 40s. V tuto chvíli se hrbolatý povlak jevil jako přínos pro nanášení druhé izolační vrstvy (epoxidové hmoty). Kvůli dodržení tolerancí neměla být překročena tloušťka 300 μm, což se podařilo.

Na obr. 5.1. je zobrazeno postupné narůstání tloušťky vzniklého povlaku u testovaného plechu. Požadované hodnoty 300 μm se nepodařilo dosáhnout. Důsledkem byla krátká doba expozice, která se pohybovala na hranici 30s. Přínosem této zkoušky bylo ověření skutečnosti, že pro dosažení požadované vrstvy povlaku je potřebná doba expozice minimálně 40s.

Při uspokojivých výsledcích ze studeného nástřiku se přešlo na stříkání s předehřevem. Plechový vzorek byl na plotýnce nahřán a posléze, jako u předchozích pokusů, stříkán na etapy. Po úvaze, že teplem se barva dostatečně slije, k dodatečnému vytvrzení v peci již nedošlo.

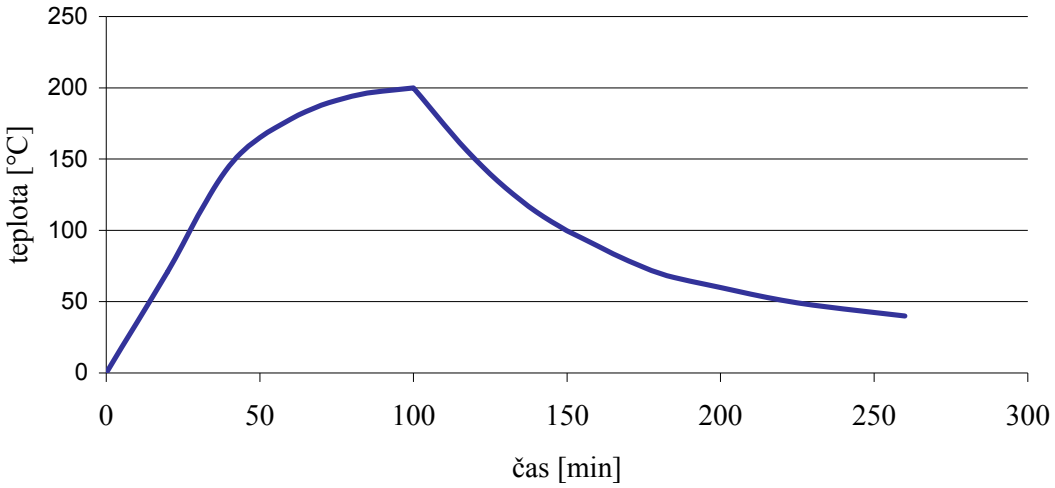
Obr. 5.2: Předehřátý plechový vzorek

V technickém listě je uvedeno, že požadovaná teplota předehřevu je od 150°C do 260°C. Optimální teplota závisí na velikosti dílce, tepelné kapacitě a v neposlední řadě na aplikační metodě. Na základně zkušeností a technických faktů byla zvolena teplota 160°C s přihlédnutím na minimální ztrátu teploty při manipulaci z plotýnky do stříkacího boxu.

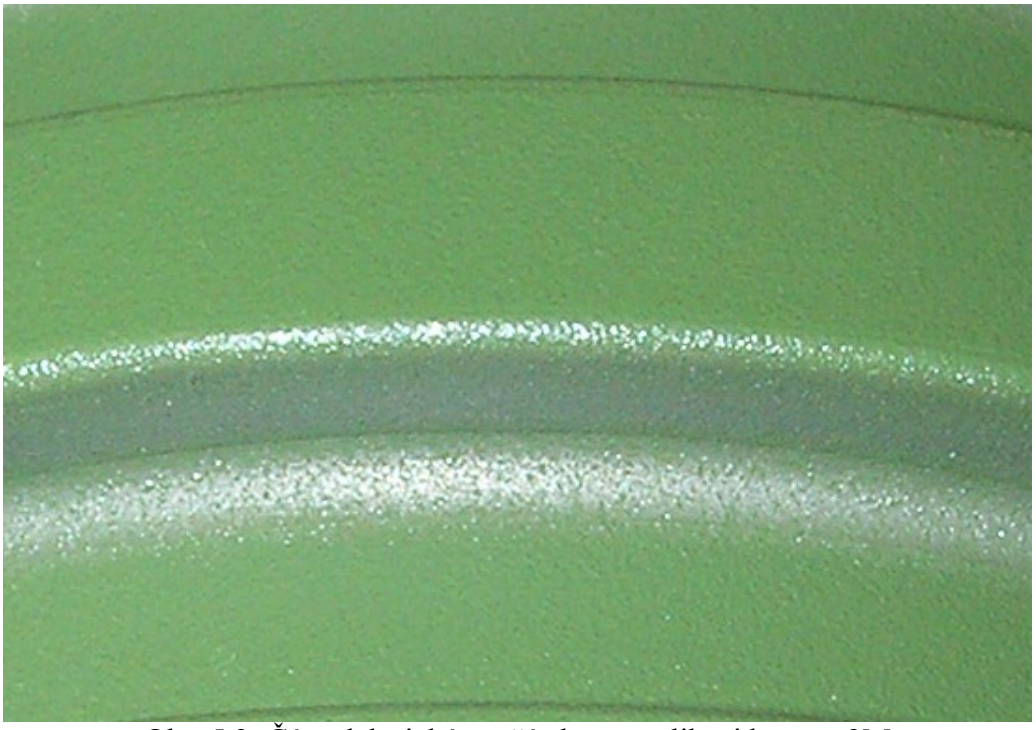
I u této varianty nanášení práškového plastu došlo k vytvoření porézního povlaku. Ani teď se to nezdálo být překážkou, jen jako výhoda pro další aplikace. Jelikož podmínky pro tloušťku byly dány rozmezím 200 – 300 μm, výsledky byly přijatelné a mohlo se přejít na testování elektrických součástek.

Při stříkání za tepla se objevují jisté negativní jevy. Prášek se lepí především na ta místa, kam dopadne. Zatímco v těchto místech jeho tloušťka roste, v nezasažených místech je prášku už výrazně méně. Kromě rychlého chladnutí povrchu dochází i k degradaci následných vrstev. Na předchozím povrchu se sice vrstvy udrží, ale už se nerozlévají. To má za následek větší nerovnosti v povrchu povlaku.

První nástřiky těles byly provedeny za tepla. Ve vytvrzovacích pecích došlo k předehřevu dílců na teplotu 200°C. Doba předehřevu na danou teplotu trvala 1h. Průběh nárůstu teploty je znázorněn na grafu 2. Prášková barva byla aplikována elektrostatikou pomocí rovného rozvětveného rozprašovače, doba střiku byla 40s. Po aplikaci se barva slila a dále se již v peci nevytvrzovala. Tímto způsobem bylo vyhotoveno 6 dílců, které byly odeslány na vyzkoušení do podniku.



Graf 2: Nárůst teploty elektrické součástky v peci



Obr. 5.3: Část elektrické součástky po aplikaci barvou 3M

Podle očekávání se vytvořil drsný a hrubý povrch, viz obr. 5.3., kde se na přístupných plochách dosáhlo tloušťek 300 μm. Z podniku však přišly neuspokojivé odpovědi. Vrstva na rovných plochách sice dosahuje požadovaných tloušťek, ale uvnitř drážky se objevují holá místa. Vznikla tak nerovnoměrnost tloušťky povlaku. Drsný povrch, který se zdál být výhodou, se projevil jako hlavní úskalí. U prohlubní v pórech byla tenká vrstva, která nesplňovala izolační vlastnosti a docházelo tak k nežádoucím propalům.

V technickém listě je uvedeno, že po roztavení se pryskyřice rozteče, vytvrdí a dojde k vazbě substrátu do hladké a nepřerušované kompaktní vrstvy. To se ovšem během testování nepotvrdilo. Tato skutečnost vyvolala pochybnosti o práškové barvě 3M a proto bylo zažádáno o nový vzorek tohoto typu barvy. Snahou bylo vyloučit znehodnocení původně dodaného balení.

II. ŠARŽE PRÁŠKOVÉ BARVY 3M

Pro odzkoušení barvy a zjištění jejích vlastností a chování byla zvolena i technologie ponorem do fluidního lože. Předměty byly předehřány na teplotu 180°C. Ponoření do fluidní lázně trvalo cca 1-2s a posléze došlo k dodatečnému vytvrzení při teplotě materiálu 180°C po dobu 10minut. Vzorky nepřinesly však příznivé výsledky. Nerovnoměrnost nanesené vrstvy je patrná i z obr. 5.4. u kruhového vzorku. Všechny vzorky mají v horní části hladký povrch a spodní polovina je s hrubou strukturou. Je to dáno tím, že se odseparují částice epoxidu, které jsou lehčí a ve fluidu „plavou“ nahoře, od aditiva, které způsobuje strukturu.

Obr. 5.4: Vzorek z fluidního lože

Testování nové šarže pryskyřice 3M bylo provedeno i na zadané součástce. Zkoušky probíhaly za předehřevu od 0°C do 200°C, opět s výsledným strukturním povrchem. Byla provedena i zkouška jiskřením, která prokázala špatné izolační vlastnosti nanesené vrstvy. Vyhotovené vzorky byly na žádost poslány na proměření do podniku, ani zde vzorky nesplnily očekávané požadavky.

Ze získaných poznatků se došlo k závěru, že používaná barva 3M je nevyhovující ve všech aspektech procesu. Na výrobce barvy byl vznesen požadavek o vysvětlení příčin nežádoucího chování a o technickou pomoc při zpracování jejich produktu.

Pan Petr Kadleček, zastupující firmu 3M v České Republice, se vyjádřil k možným příčinám vzniku hrubé struktury vzorků. Příčiny, jenž mohly způsobit problémy během použití a aplikace barvy, jsou:

- kontaminace prášku,
- vysoká skladovací teplota,

- zestárlá pryskyřice,
- nedostatečné promíchání pryskyřice,
- krátká expoziční doba práškovaní,
- příliš mnoho vzduchu během vzdušného promíchání,
- nízká teplota předehřátí,
- díl je příliš malý k udržení předehřáté teploty.

Co se týká technické rady pro zpracování barvy, byla zaslána literatura, která se zabývá aplikací jejich práškových pryskyřic. V dokumentech se velmi často zmiňuje fakt, že díl musí být předehřátý na vyšší teplotu, než je teplota tavení samotné pryskyřice. Při problémech s vytvrzením nebo homogenitou je možné pryskyřici dodatečně vytvrzovat i v peci. Pro bližší informace se pan Kadleček obrátil na kolegy v zahraničí do mateřské firmy. Jejich odezvou na danou problematikou bylo vysvětlení jak se má barva nanášet. Bylo doporučeno aplikovat práškovou barvu na tělesa, kdy se předehřev materiálu bude pohybovat kolem teplot 220 až 230°C. Dále jen popsali to, co už je uvedené v technickém listě a žádné nové a použitelné informace neuvedli.

Na základě získaných informací od firmy 3M se provedlo překontrolování manipulace a skladování pryskyřice. Prášková barva se uchovává na čistém místě, kde nemůže dojít ke kontaminaci s vodou nebo se zbytky ropných látek, čímž se vyloučila možnost kontaminace prášku. Skladovací teplota nepřesahuje 24°C. Doba použitelnosti i skladovatelnosti pryskyřice nevypršela. Doba práškování dílců je 40s, což je dostatečně dlouhá doba nástřiku.

Byla provedena zkouška, kdy bylo snahou nepřerušit proces ohřevu s vytvrzením. Okamžitě po nástřiku, při prodlevě cca 1 minuty, byl vzorek vložen zpět do pece, přičemž teplota klesla ze 185°C na 170°C. Z této zkušenosti lze předpokládat, že i kdyby došlo k nástřiku v peci, výsledek by nebyl lepší.

K dispozici jsme dostali i tři menší vzorky součástky, na nichž se testovaly vyšší teploty předehřevu materiálu 210°C, 230°C a 250°C. Jak je patrné i z obr. 5.5. výsledný povrch byl opět hrubý a porézní. Ani vysoká teplota předehřevu nezaručí kompaktní a hladký povrch.

Na žádost podniku byla ještě další tři tělesa nastříkána zeleným epoxidem 3M. První vzorek byl opatřen nejprve vrstvou za studena, přičemž bylo naneseno pouze kolem 40 μm, vrstva prášku dále nepřibývala. Došlo k vytvoření porézní a hrubé struktury. Po druhém stříkání za tepla se vrstva nijak nezlepšila, tloušťka byla stále značně nerovnoměrná. Další dva vzorky byly opatřeny jednou vrstvou barvy 3M za tepla s předehřevem na 180°C.

Výsledkem tohoto testování bylo jen utvrzení myšlenky, že prášková barva 3M není vhodná pro nanášení stříkáním. Při aplikaci za studena není schopna vytvořit dostatečně silnou vrstvu, pouze 40 μm na jeden nástřik. Za tepla sice dosáhneme požadované tloušťky vrstvy, ale povrch není hladký a nástřik není neporézní, jak je uváděno v technickém listě.

Všechny možné defekty byly vyloučeny a tak lze jen podotknout, že příčina nevyhovujícího vzhledu je v samotné podstatě prášku.

Jedná se totiž o termosetický prášek, který vznikl smícháním pevné epoxidové pryskyřice, vybraných tvrdidel, pigmentů, plniv a aditiv. Jak se v definici popisuje, jedná se o epoxid patřící do velké skupiny plastů, které nazýváme termosety, neboli reaktoplasty. Charakteristické pro tento typ plastů je, že vlivem teploty a tlaku při tváření dojde k zesíťování, někdy označováno jako vytvrzování. Jakmile je zesíťování dokončeno, není další tváření možné. Opětovným dodáváním tepelné energie není možno hmotu roztavit. Proces je tedy nevratný.

Shrnutím všech zkoušek bylo vyjádření, že prášková barva 3M, kterou si podnik sám vybral jako první izolační vrstvu, neodpovídá vlastnostem popsaným v technickém listu a je špatná. Pryskyřice postrádá jakýkoliv rozliv, který je u práškových barev základní

vlastností. Na základě těchto poznatků se začala hledat nová alternativa práškové barvy, která by splňovala požadované podmínky. Byly poslány požadavky do firem jako je OK-COLOR, PCT, SAVATRADE apod. s žádostí o pomoc najít vhodnou práškovou barvu, která by splňovala dané účely.

Obr. 5.5: Zadaná součástka po aplikaci barvy 3M s předehřevem na teplotu materiálu 250°C

5.2 TESTOVÁNÍ JINÝCH PRÁŠKOVÝCH BAREV

Pro ověření vlastností byly barvy nejprve nanášeny na plechové vzorky. Aplikace byla za studena s následným vytvrzením v peci při teplotě materiálu 180°C po dobu 10 minut. Parametry vytvrzovaní odpovídaly hodnotám uvedeným v technických listech. Po zchladnutí na pokojovou teplotu došlo k proměření tloušťky povlaku a ke zkoušce jiskření.

Nanášení barev na elektrické součástky bylo ve většině případu prováděno za studena při době expozice kolem 60s. Vytvrzení proběhlo při teplotě materiálu 180°C po dobu 10 minut. Vzorky pak byly odeslány na proměření a otestování do podniku.

5.2.1 PRÁŠKOVÁ BARVA CARAL 9003 90G TR

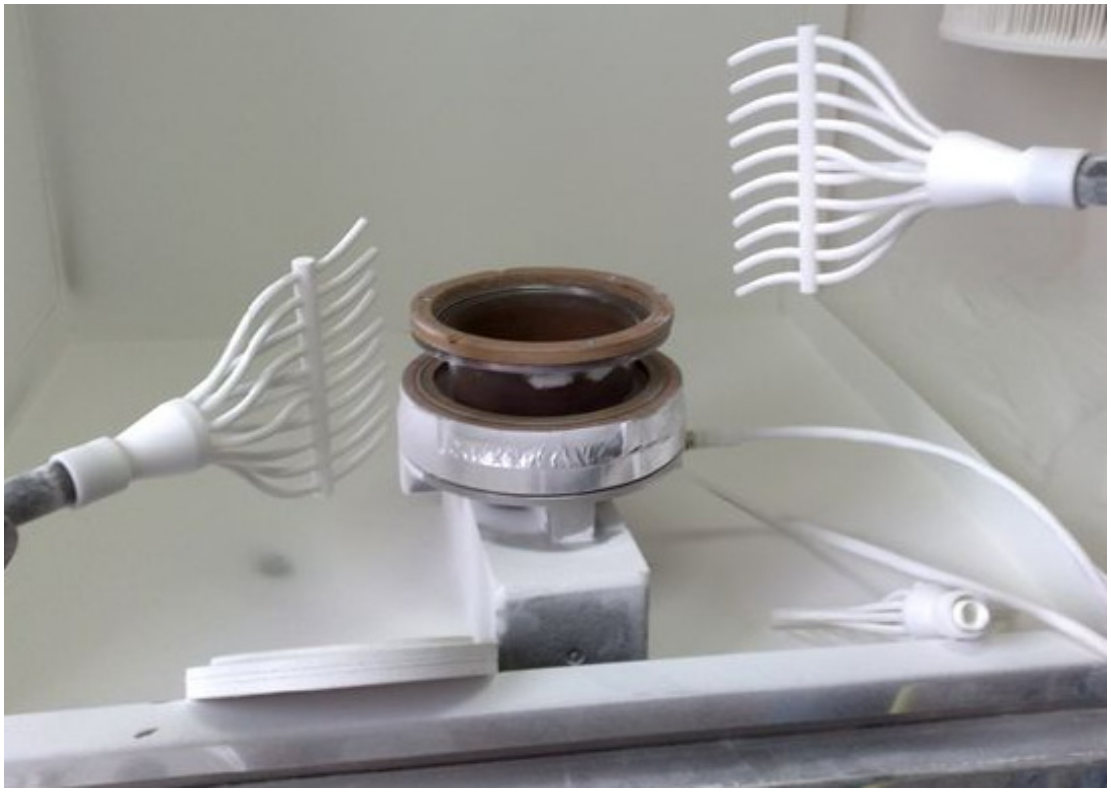
Jedná se o novou hybridní práškovou barvu epoxipolyester bílý, hladký, lesklý CARAL 9003 90G TR (technický list v příloze č.3, dále jen „CARAL 9003“) od firmy PCT ČR. Prášek obsahuje epoxidové a polyesterové pryskyřice, vytváří rovný tvrdý film s dobrou odolností proti mechanickému poškození, palivům, olejům a vykazuje i dobré výsledky v odolnosti proti chemikáliím. Nanáší se automaticky nebo manuálně pistolemi se záporným nábojem nebo triboelektrickými pistolemi.

Díky novým poznatkům a požadavkům bylo novým cílem vytvoření rovnoměrné vrstvy a lepší způsob aplikace práškové barvy v drážkách.

Pomocí nových rozprašovačů s cedníčky byla na dílce nanesena barva CARAL 9003. Aplikace s tímto typem rozprašovačů ale nepřinesla dobré výsledky. Došlo jen ke ztenčení

tloušťky vytvořené vrstvy. Byly proto vyvinuty nové speciální rozprašovače ze zahnutými konci. Snahou bylo vytvoření rovnoměrnější vrstvy, zejména zlepšení tloušťky v drážkách. Tímto typem rozprašovačů se vyhotovily dva vzorky stříkáním za studena s vytvrzením v peci, které byly následně odeslány na proměření do podniku.

Z důvodu velkého počtu druhů elektrické součástky byla i tendence vytvořit lepší podmínky pro práškové lakování ve stříkací kabině. První standardní zavěšení dílů ve stříkací kabině po prvních zkouškách nevyhovovalo. S nastříkaným tělesem značné hmotnosti byla obtížná manipulace. Byl proto vyvinut speciální přípravek, který umožňuje plynule měnit otáčky těles, který je spolu s rozprašovači se zahnutými konci ukázán na obr. 5.6. Byly vyrobeny speciální přípravky na maskování ploch těles, jenž nemají být pokryty práškovou barvou, přípravky na přenášení těles, apod.



Obr. 5.6: Speciální otáčecí zařízení se zahnutými rozprašovači

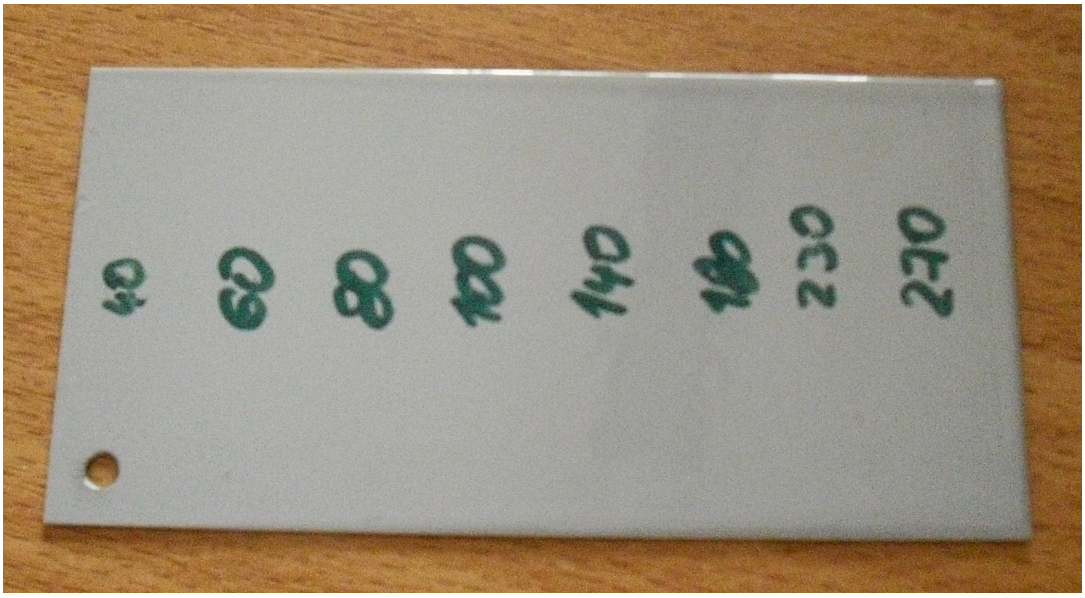
Výsledný povrch byl hladký a lesklý. Tloušťka v drážkách odpovídala požadavkům, ale rovné a přístupné plochy vykazovaly slabší tloušťku povlaku. Oba vzorky, před odesláním, byly jiskrově testovány na průraz usměrněným zdrojem vysokého napětí EXPRES 3. Použito bylo zkušební napětí 10kV. Na hranách a místy na rovných ploškách docházelo k výraznějšímu jiskření. To potvrdily i zkoušky v podniku. Jelikož se jedná o epoxipolyesterovou nátěrovou hmotu, podnik zamítla tento typ práškové barvy.

5.2.2 PRÁŠKOVÁ BARVA IGP-DURA®POX 02

Jedná se o vnitřní práškovou barvu vyrobenou z epoxidových pojiv a odpovídajících tvrdidel, světlu, teplu a chemikáliím odolných pigmentů. Epoxidová barva IGP-DURA®pox 02 (technický list v příloze č.4) od firmy v OK COLOR se vyznačuje výborným rozlivem a velmi dobrou odolností vůči mnoha zředěným kyselinám a louhům, strojním a jiným

olejům, stejně jako vůči mnoha rozpouštědlům. Všechna na trhu obvyklá elektrostatická nebo elektrokinetická zařízení jsou vhodná pro aplikaci barvy.

Během aplikace barvy na plechový vzorek bylo záměrem dosáhnout rozdílné tloušťky povlaku, proto byla část plechu zakryta papírem, který byl v průběhu procesu popotahován. Po vytvrzení za vhodných vytvrzovacích podmínek a zchladnutí na pokojovou teplotu byla provedena zkouška jiskřením. Od tloušťky 80 μm již nedocházelo k projiskření. Požadované tloušťky se dosáhlo při době expozice 50s, viz obr. 5.7.



Obr. 5.7: Postupné narůstání tloušťky povlaku

Další dvě zkoušky této barvy byly provedeny již na elektrických součástkách. Jedna zkouška byla provedena za tepla, druhá za studena. Při zkoušce za tepla se dosáhlo na jeden nástřik poměrně silných vrstev, okolo 300 μm. Povrch byl hladký, rovnoměrně rozlitý, bez výrazných známek hrubé struktury. Byla provedena zkouška jiskření s relativně dobrými výsledky.

Při aplikaci práškové barvy za studena bylo dosaženo zhruba poloviční tloušťky povlaku. Povrch byl opět hladký a rovnoměrný. Při zkoušce jiskřením tento vzorek vyšel jako nejlepší z hlediska elektrické pevnosti.

Oba vzorky byly odeslány na otestování do podniku. Ačkoliv došlo k rovnoměrnému rozlití barvy, přesto nesplňovala požadované elektroizolační vlastnosti.

5.2.3 PRÁŠKOVÁ BARVA EPOSSIDICO TRIBO 5GL BIANCO 9003

Prášková barva Epossidico TRIBO 5GL BIANCO 9003 (technický list v příloze č.7, dále jen „BIANCO 9003“), dodána firmou PCT ČR je bílý, hladký epoxid. Barva je odolná proti mechanickému poškození, detergentům, palivům a oleji. Rovněž má dobré výsledky v odolnosti proti chemikáliím. Barva je schopna vytvářet povlaky 60 - 80 μm. Nejedná se o práškový plast, který by měl certifikát pro elektrickou pevnost, ale má však deklarované elektroizolační vlastnosti obecně.

Při aplikaci práškové barvy na plechové vzorky se nedocílilo požadované vrstvy. Tloušťka povlaku se pohybovala od 110 do 140 μm. Důvodem byla krátká doba expozice a také

schopnost barvy nevytvářet silnější tloušťky povlaku. Při zkoušce napětím docházelo místy k projiskření.

Aplikace práškové barvy na další tři elektrické součástky probíhala za studena. Dvě tělesa byla opatřena dvěma vrstvami, aby se docílilo větší tloušťky povlaku. Po vytvrzení v peci a zchladnutí na pokojovou teplotu došlo ke zkoušce projiskřením.

Po aplikaci bílé barvy se vytvořil hladký a neporézní povrch. U těles s dvojí vrstvou práškového plastu se dosáhlo tloušťek kolem 250 až 260 μm. U dílce, kde je jen jednovrstvý nástřik, se tloušťka vrstvy pohybovala kolem 130 μm. Nejen že se jedná o nevyhovující sílu vrstvy, ale vytvářela se i místa, kde při zkoušce napětím 10kV docházelo k projiskření. Při aplikaci dvojí vrstvy v dostupných místech povrchu tyto vady mizely.

Podnik provedl zalisování vzorků s epoxidovým práškem BIANCO 9003. Výsledky však uspokojivé nebyly. Na obrázku 5.8. je viditelné, že vrstva práškové barvy se potrhala. Důvodem poškození povlaku je nízká teplotní odolnost barvy při opakovaném zahřívání na teploty vyšší 100°C.

Obr. 5.8: Řez součástky s epoxid barvou BIANCO 9003

5.2.4 PRÁŠKOVÁ BARVA CPC – 60

Prášková barva CPC – 60 (technický list v příloze č.6, dále jen „CPC – 60“) od firmy SAVATRADE je ze série barev na bázi epoxidové pryskyřice, vykazuje se velmi dobrými aplikačními vlastnostmi a výborně teče. Je vhodná pro antikorozní ochranu, zejména železných kovů. Nejen že má výborný rozliv a dobré mechanické vlastnosti, je také odolná vůči chemikáliím a rozpouštědlům. Je vhodná pro aplikaci elektrostatikou.

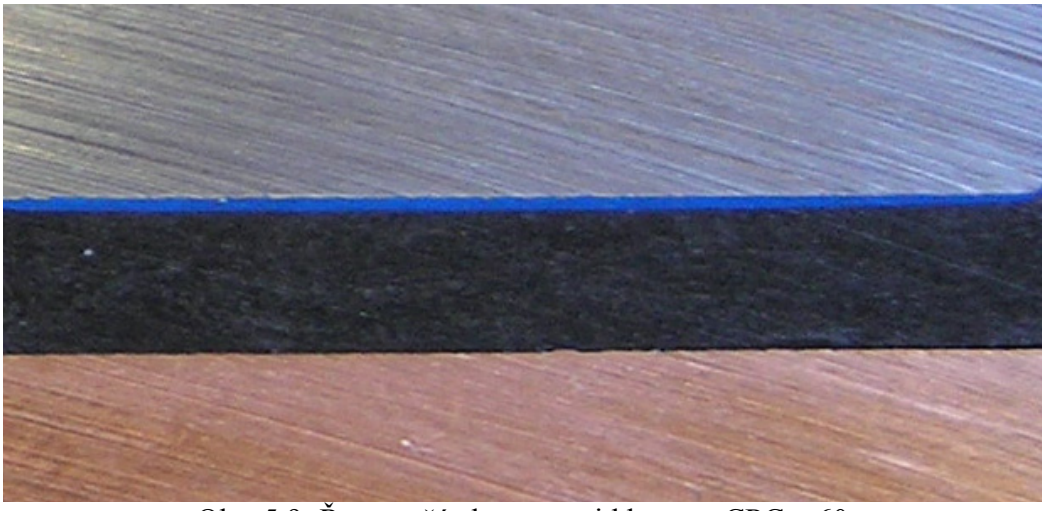
Aplikace barvy na plechové vzorky byla provedena za studena a při době expozice kolem 50s bylo dosaženo tloušťky kolem 250 až 300 μm. Povrch byl hladký, v silnějších vrstvách se tvořila pomerančová struktura. Při tloušťce nad 250 μm dopadla i zkouška projiskřením s dobrým výsledkem.

Prášková barva CPC – 60 byla na dva dílce nanesena za studena ve dvojité vrstvě. Doba expozice prvního nástřiku se pohybovala kolem 60s za použití větvených rozprašovačů ze strojního zařízení. Vytvrzení proběhlo v peci za vhodných podmínek a po zchladnutí na pokojovou teplotu byla vytvořena druhá vrstva pomocí ruční pistole s dobou expozice 40s.

Výsledný povrch dosaženého povlaku byl lesklý s náznaky pomerančové struktury. Barva vykazuje dobrý rozliv a tak při druhém nástřiku docházelo k vyrovnání nerovností vzniklých při nánosu první vrstvy. Při zkoušce projiskřením však docházelo k nepatrnému projiskření. Vzorky byly odeslány do podniku na zalisování a odzkoušení izolačních vlastností práškové barvy.

Podnik nejprve provedl zkoušku na proměření elektrické pevnosti. Měření se provedlo v drážce, kde byla zkoušena intenzita od 1kV po 4kV. Aby vzorek prošel, musel vydržet bez průrazu minimálně po dobu 1 minuty. První vzorek neobstál. Nejčastějším místem průrazu byla drážka s menším úhlem zápichu. Druhý vzorek vyhověl podmínce elektrické pevnosti a tak byl následně zalisován.

Po zalisování podnik provedl další testovací zkoušky. Součástka vyhověla mrazové zkoušce (provádí se při teplotě -40°C po dobu 24hod), teplotnímu zatížení (při teplotě 180°C po dobu 24hod), odstředění na zkušební otáčky za tepla, měření výstupu lamel a ovality a ponor do cínové lázně na teplotu 250°C. Po jednotlivých zkouškách byla součástka testována na elektrickou pevnost a v každém případě vyhověla 10 kV po dobu 60s i více, nedošlo ke zkratu. Po rozřezání součástky, viz obr. 5.9, byla provedena vizuální kontrola povlaku. Vrstva práškové hmoty je vcelku rovnoměrná, ale co je důležité, není na řezu shrnutá nebo jinak poškozená. Ani při kontrole pod mikroskopem nebyla vrstva jednoznačně porušená. Dalo by se tedy říci, že hodnocení vzorku je pozitivní.



Obr. 5.9: Řez součástky s epoxid barvou CPC – 60

5.2.5 PRÁŠKOVÁ BARVA CPC – 61 - 1

Prášková barva CPC – 61 - 1: Epoxidová barva pro aplikaci v silné vrstvě (technický list v příloze č.7, dále jen „CPC – 61 – 1“) od firmy SAVATRADE je také ze série barev na bázi epoxidové pryskyřice, jenž nabízí velmi dobré aplikační vlastnosti. Tato série CPC – 61 – 1 je speciálně vyvinuta pro elektrickou izolaci. Vydrží průrazné napětí až 25 kV/mm. Typické jsou i vlastnosti jako je výborný rozliv a odolnost vůči chemikáliím či rozpouštědlům. Vytváří tloušťky vrstev od 100 μm do 300 μm. Je vhodná pro aplikaci elektrostatikou.

Po aplikaci barvy na plechové vzorky se potvrdilo, že barva se opravdu dobře rozlévá a vytváří hladký a rovnoměrný povrch. Vzorky byly testovány na jeden nástřik, kdy při době expozice 45s tvořily tloušťky v rozmezí 110 – 190 μm. Při tloušťkách nad 120 μm nedocházelo k projiskření.

Prášková barva CPC – 61 – 1 byla na deset těles aplikována za studena v dvojité vrstvě, v obou případech pomocí větvených rozprašovačů ze strojního zařízení. Při testování byly nejprve použity jen zahnuté rozprašovače. Takto byla prášková barva nanesena na pět těles, kde v zápichu s menším poloměrem se hromadilo více barvy.

Při další aplikaci na zbylých pět dílců byl jeden zahnutý rozprašovač vyměněn za rovný konec a druhý, směřující do zápichu s větším poloměrem, ponechán. Následné vytvrzení proběhlo za doporučených podmínek ve vytvrzovací peci.

Výsledný povrch u prvních pěti těles byl hladký, lesklý, s náznakem pomerančové struktury. Při proměření tloušťek po prvním nástřiku se dosáhlo vrstvy od 160 μm do 230 μm. Po nanesení druhé vrstvy se místy vytvořila tloušťka až 400 μm. Důvodem, proč se při druhém nanášení nevytváří stejně silná vrstva je to, že těleso po prvním nanesení barvy ztrácí izolační schopnost.

Po výměně rozprašovačů se odstranil problém s pomerančovou strukturou. Povrch byl hladký, lesklý a rovnoměrnější. Tloušťky se od předchozího postupu nijak nelišily. Zkoušky projiskřením dopadly s dobrým výsledkem.

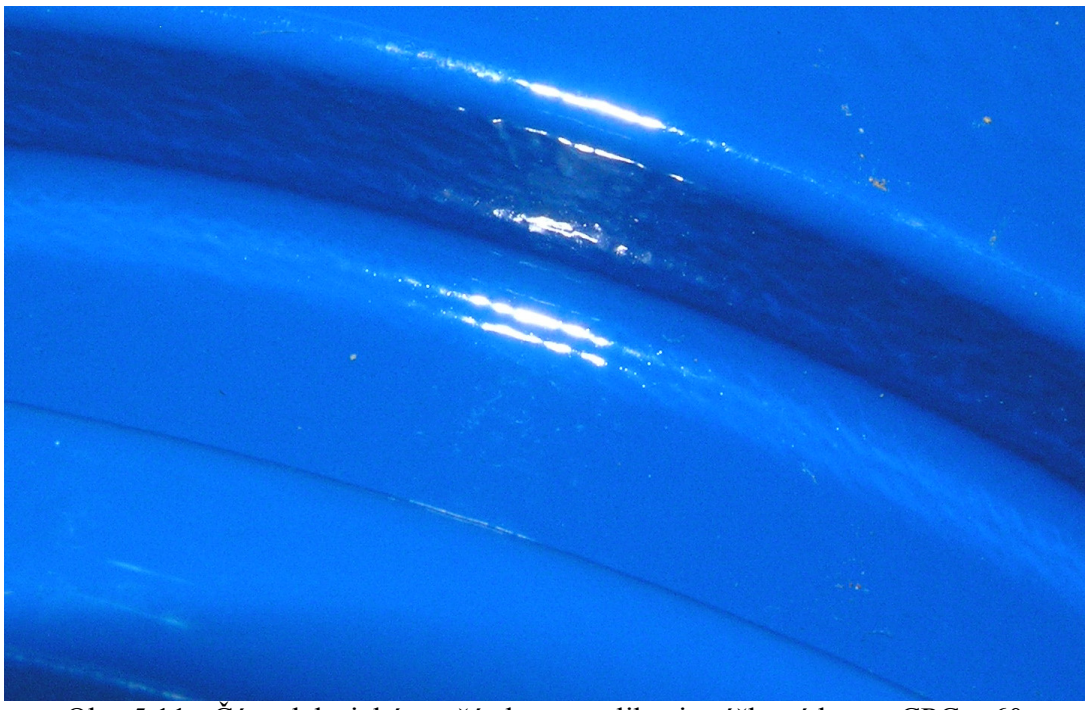
Všechny vzorky byly odeslány na proměření do podniku. Po zalisování součástky podnik provedl zkoušku na elektrickou pevnost. U čtyř kusů těles se zkoušelo napětí 10kV po dobu jedné minuty, přičemž dva vzorky vyhověly a u dvou došlo ke zkratu po 5s a 20s. Po těchto výsledcích bylo sníženo napětí na 6kV, opět po dobu jedné minuty. Ze zbylých šesti dílců nevyhověly jen dva, kdy okamžitě po dosažení 6kV došlo ke zkratu. Důvodem nevyhovujících výsledků je nekvalitní proces lisování epoxidové hmoty. Vzniklé defekty jsou uvedeny na obr. 5.10. Lisovací hmota je rozpraskaná a necelistvá, v některých místech došlo i k oddělení barvy mezi prvním a druhým nástřikem. Bez izolační vrstvičky by podle předpokladů podniku došlo ke zkratu při nižším napětí, shledává tedy výsledky uspokojivými.

Obr. 5.10: Řez elektrické součástky s epoxid barvou CPC – 61 – 1

5.3 ZÁVĚR

Podnik si pro vytvoření první izolační vrstvy na elektrické součástce sám zvolil práškovou barvu Scotchacast™ 260 od firmy 3M. V průběhu testování vlastností a chování barvy se nepotvrdily vlastnosti deklarované technickým listem. Na povrchu výrobku se vytvořila výrazná pomerančová struktura. Byly odzkoušeny všechny tři možné varianty nánosu práškové barvy, ale povrch byl stále hrubý a porézní. Ani konzultace s dodavatelem práškové barvy 3M nepřinesla výsledky. Rady a připomínky byly prověřeny, ale rovnoměrné struktury povrchu se nedosáhlo. Z důvodu nerovností povrchu docházelo i k projiskření při zkouškách na elektrickou pevnost. Barva nesplnila zadané požadavky a byla tak označena za nevyhovující.

Při následném hledání vhodnější práškové barvy byly osloveny firmy jako je PCT ČR, OK COLOR a SAVATRADE, od nichž přišly pozitivní ohlasy v podobně vzorkového množství doporučujícího prášku. Barvy od společnosti PCT ČR a OK COLOR však nevyhověly při zkouškách jiskřením a byly zamítnuty. Firma SAVATRADE poskytla dva vzorky barev, a to CPC – 60 a CPC – 61 – 1. Aplikace těchto typů prášků byla za studena a na součástce vytvořil hladký a poměrně rovnoměrný povrch, který vyhověl na elektrickou pevnost. Při vlastním testování v podniku se jako nejlepší izolační vrstva osvědčila prášková barva CPC – 60, viz obr. 5.11. Při zátěžových zkouškách za tepla i za studena vždy obstála v následujícím testu na elektrickou pevnost. Při testování barvy CPC – 61 – 1 už tak pozitivní výsledky nebyly. Podniku byl tedy doporučen prášek CPC – 60 jako vhodná barva pro vytvoření primární izolační vrstvy na elektrických součástkách.



Obr. 5.11.: Část elektrické součástky po aplikaci práškové barvy CPC – 60

6 DISPOZICE LAKOVNY

Před uvedením vhodné varianty dispozice práškové lakovny je třeba si představit prostory, do kterých bude pracoviště situováno. Pracoviště se nachází poblíž galvanovny, a tak při výběru potřebného zařízení není potřeba uvažovat strojní vybavení pro pracoviště předúpravy. Dále se zde nachází technologická pracoviště zahrnující hydraulické lisy, výstředníkové lisy a pracoviště kontroly. Z důvodu zabránění kontaminace prášku s prachovými částečky, bylo podniku doporučeno vybudování přepážek nebo příček, které by oddělily lakovnu od ostatních pracovišť.

V neposlední řadě má významný vliv na dispozici lakovny charakter výrobního procesu. Jedná se o kusovou výrobu součástek, kde se předpokládá roční odbyt v počtu 1400 ks. Proto zde není zapotřebí zvažovat rozsáhlejší zařízení v podobě linky. Elektrické součástky se vyrábějí o maximálním průměru 250mm, výšce 300mm a s hmotností 50kg. Nejedná se o těžké předměty a proto je zde manipulace řešena pomocí elektrického kladkostroje.

V průběhu hledání nejvhodnější práškové barvy se současně řešil i nejpříznivější způsob vytvoření povlaku. Osvědčila se varianta C, nanášení práškové barvy na studený dílec s následným vytvrzením v peci. Z tohoto důvodu a také z prostor určených podnikem, vyšla jako výsledná dvě možná řešení dispozice lakovny.

6.1 NÁVRH VARIANT DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ LAKOVNY

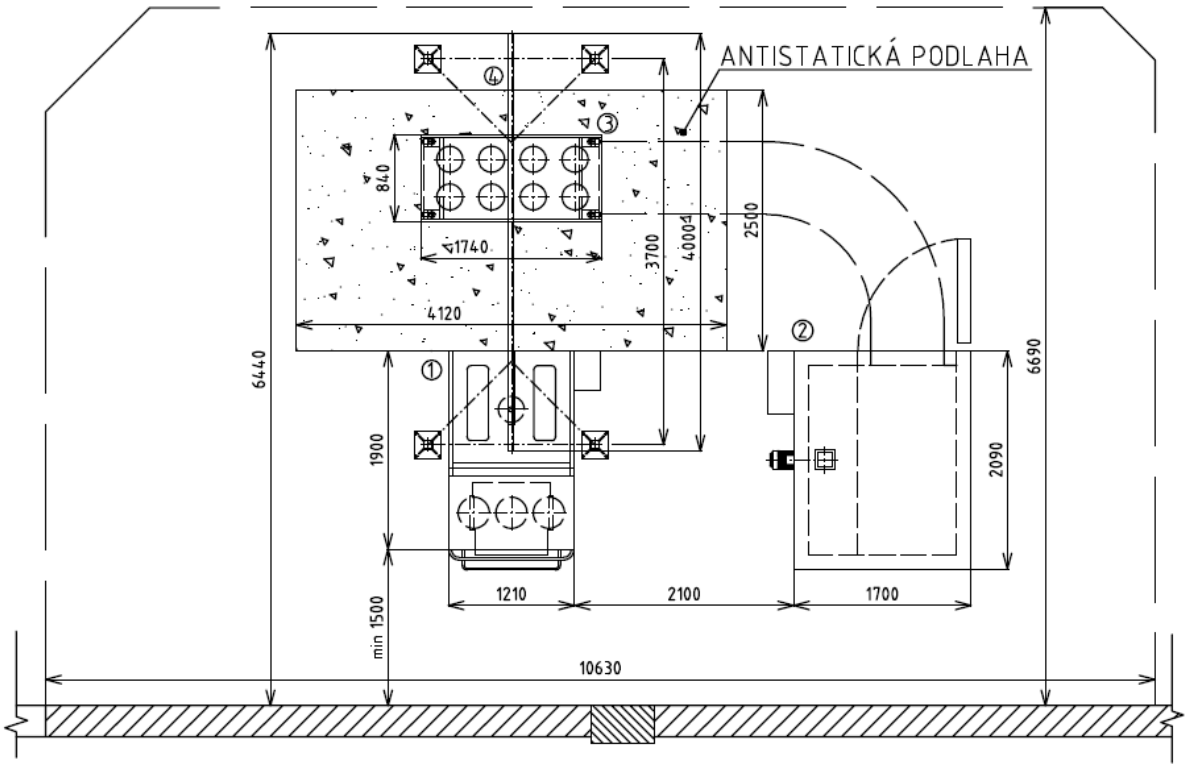
Jednotlivé dispoziční návrhy lakovny jsou zpracovány ve výkresové podobě v přílohách č.8 a č.9. Pracoviště pro práškové lakování je umístěno v prostorách haly, kde zaujímá plochu 71 m^2. Vymezená plocha je dostačující, jelikož se zde nachází jen nanášecí kabina, vytvrzovací pec, zavážecí vozík a elektrický kladkostroj. Ačkoliv lakovna sousedí s více pracovišti, tato nejsou do projektu začleňována.

Předmětem koncepčního návrhu lakovny je modulární uspořádání zařízení pro práškové lakování. Umístění nanášecí kabiny s antistatickou podlahou se ve variantách nemění. Rozhodující je postavení vytvrzovací pece z důvodu toku materiálu.

První varianta uspořádání

První varianta byla navržena s ohledem na prostorové upořádání pracoviště. Jak již bylo zmíněno výše, umístění nanášecí kabiny je pevné. Vytvrzovací pec je situována nalevo od nanášecí kabiny ve vzdálenosti 2,1 m z pohledu pracovníka stojícího čelem ke kabině. Vstup do pece je orientován shodně se vstupem do nanášecí kabiny. Pomocí elektrického kladkostroje jsou součástky z kabiny dopravovány na zavážecí vozík, který dále pokračuje do vytvrzovací pece. Rozvržení pracoviště je znázorněno na obr. 6.1.

Výhodou tohoto uspořádání je odkládací plocha pro vyhotovené dílce. Po finální operaci vytvrzování bude vozík situován před pec, kde budou tělesa chladnout na teplotu vhodnou pro další manipulaci. Tento prostor je dostatečně vzdálen od nanášecí kabiny aby nedocházelo ke kontaktu aplikovaného prášku na již vytvrzená tělesa. Po vytažení dílců z pece se bude jejich teplota pohybovat okolo 180°C a mohlo by tak dojít k nežádoucímu natavení a k vytvoření hrubého povlaku.



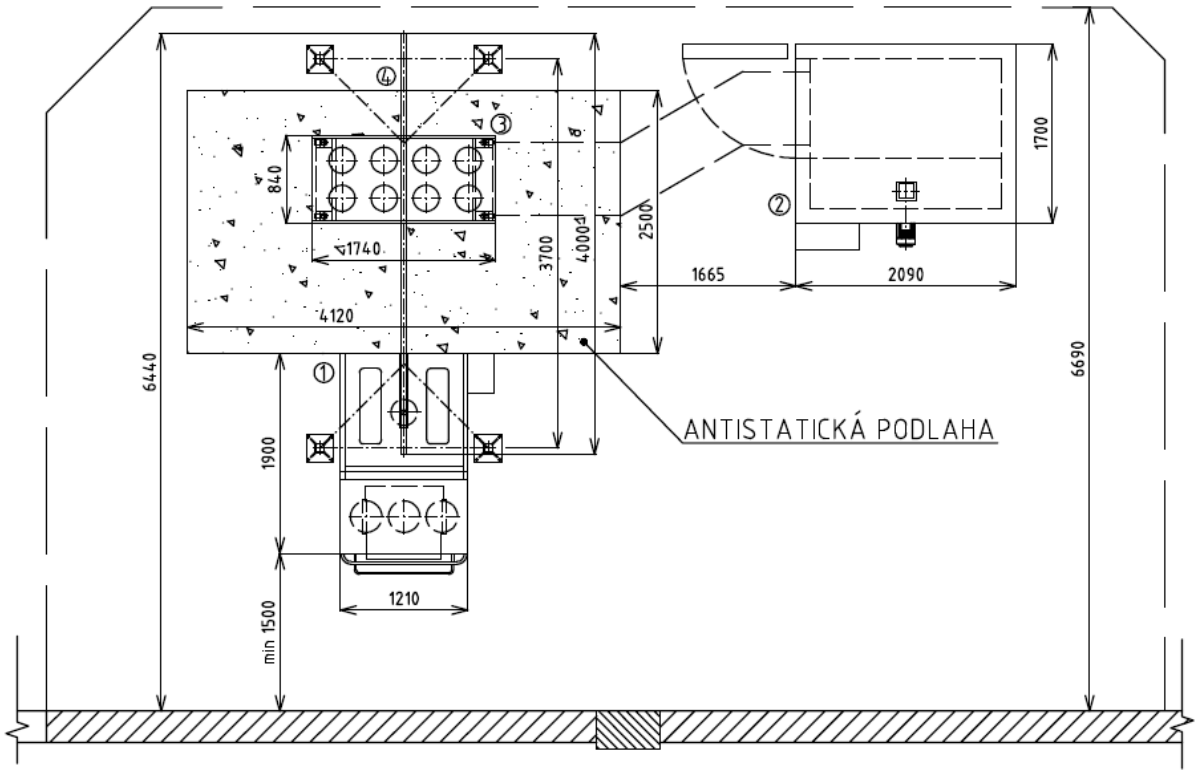
Obr. 6.1.: První varianta uspořádání
1 – práškovací kabina Majka 1324 27 MPCE , 2 – vytvrzovací pec KVPE 168X – 805
3 – zavážecí vozík, 4 – elektrický kladkostroj

Druhá varianta uspořádání

Druhá varianta je řešena s ohledem na nejkratší materiálový tok součástek. Vytvrzovací pec je opět koncipována vlevo od nanášecí kabiny, tentokrát se vstupem kolmým k ose kabiny. Je zde také použit stejný typ elektrického kladkostroje i zavážecí vozík jako u předchozí varianty.

Výhodou rozdílného umístění pece je zkrácení doby pojezdu se zavážecím vozíkem, a to z 5,2 s na 3,7 s. Jelikož se jedná u kusovou výrobu a v průběhu jedné směny dojde k vytvrzení minimálně 50ks dílců (4x zavážka do pece), úspora času činí minimálně 6s. Materiálový tok je zobrazen na obr. 6.2. Nevýhodou je však odkládací plocha vytvrzených dílců. Po vyjetí z pece se vozík nachází přímo před nanášecí kabinou a může tak dojit k nánosu prachových částic z aplikačního zařízení. To má za následek poškození povlaku.

Úsporu času v porovnání se znehodnocením povlaku nelze brát za výhodu a proto druhá varianta není vhodná jako optimální dispozice práškové lakovny.



Obr. 6.2.: Druhá varianta uspořádání
1 – práškovací kabina Majka 1324 27 MPCE , 2 – vytvrzovací pec KVPE 168X – 805
3 – zavážecí vozík, 4 – elektrický kladkostroj

6.2 STROJNÍ VYBAVENÍ PRÁŠKOVÉ LAKOVNY [5] [7] [32]

- **Nanášecí kabina Majka 1324**

Nanášecí kabina Majka 1324 je jednostranná kabina integrovaného typu s rozměry 1460x1900x2590mm (šxdxv). Na obr. 6.1. je zobrazen typ (jeden z typů) nanášecí kabiny Majka13xx. Kompaktnost zařízení snižuje nároky na prostor a vyniká tak provozní jednoduchost a spolehlivost.

Práškovací kabina je skeletová konstrukce složená z ocelových nosných prvků a plechových panelů. Kabina je opatřena jedním pracovním otvorem pro dílce o maximálním průměru 250 mm a výšce 300mm. Dílce se umístí na speciální otáčecí zařízení s nosností do 50 kg. Ve stropě kabiny je ponechána drážka, kudy prochází závěsy s dílci. Osvětlení pracovního prostoru kabiny zajišťují dvě zářivková svítidla, která jsou umístěna na stropě. Dosažení rovnováhy při instalaci kabiny je možno provést pomocí stavitelných noh.

Součástí kabiny je dvojstupňový filtrační systém, který odlučuje zachycené přestřiky práškového plastu.Tvoří je tři filtrační patrony vyrobené z papíru. Podniku byly nabídnuty i polyesterové patrony, které jsou sice dražší, ale mají vyšší mechanickou odolnost a životnost. Výstupní filtr pak zachycuje jemné částice prášku, které nebyly zachyceny filtračními patronami. Představuje ho filtrační rohož v rámu a je umístěn ve stropu skeletu kabiny. Dostatečnému odsávání pracovního prostoru se využívá i odsávací ventilátor. Tím se vytvoří hygienické prostředí odpovídající všem zdravotním i bezpečnostním předpisům a normám a to i s výhodou vracení odsátého vzduchu zpět do prostoru lakovny.

Integrovaný zásobník prášku je umístěn pod prosévací zařízení, kde plní úlohu zásobníku přestřiků práškového plastu oklepaných z filtračních patron. Objem zásobníku činí 60l. Ovládací skříň je umístěna na boku stříkací kabiny, kde v dolní části je přívod elektrické energie 400V/50Hz a přívod tlakového vzduchu 0,6 MPa. Příkon kabiny je 1,8 kW.

K vlastnímu nanášení práškových plastů je použita aplikační technika v nabíjecím systému TRIBO. Jedná se o automatickou pistoli PRSTEN 03A s větvenými rozprašovači V mini plněné čerpadly CF4 ze zásobníku pod nanášecí kabinou. To vše je řízené kontrolním a regulačním modulem KRM 4+1. Pro opravy poslouží ruční souprava PRSTEN 03 s CF4.

Obr. 6.1.: Nanášecí kabina typu Majka 13xx [7]

- **Vytvrzovací pec**

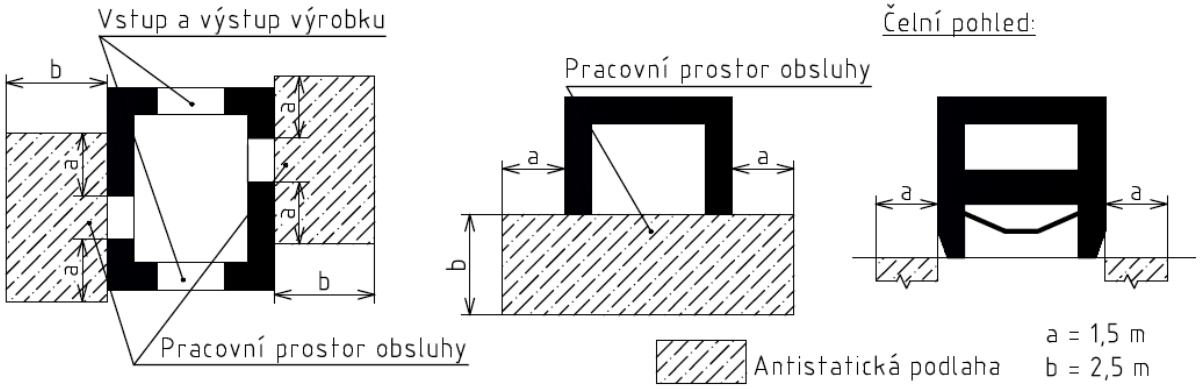
Vzhledem k situaci, že se jedná o kusovou výrobu a ročně se práškovou vrstvou opatří v průměru kolem 1400 elektrických součástek, bude pro dané potřeby stačit jednoduchá komorová vytvrzovací pec řešená jako uzavřený systém oběhem sušícího vzduchu. Cirkulace vzduchu je zajištěna ventilátorem s příkonem 1,5 kW, který saje vzduch z pracovního prostoru přes výměník, a tlačí jej bočním kanálem zpět do pracovního prostoru. V horní části je ručně ovládaná klapka, která zajišťuje částečnou výměnu cirkulujícího vzduchu. Vyhřívání pece je zajištěno plynovým hořákem o výkonu 25 kW. Maximální teplota, které lze při vytvrzování dosáhnout, je 200°C. Odvětrání je do okolní atmosféry pomocí komínu do boční stěny s rozměry 140x140mm. Pec je koncipována pro zavážecí vozík, kde rozměry pracovního prostoru jsou 900x1800x1720mm (šxdxv).

- **Zavážecí vozík**

Dvoupatrový zavážecí vozík je určen pro 12ks těles při průměru 25mm a výšce 300mm, maximální nosnost je 600 kg. Rozměry vozíku jsou 840x1740x1644mm (šxdxv).

- **Antistatická podlaha**

Jedná se o podlaha s rozměry 2500 x 4120 mm a se svodovým odporem dostatečně nízkým tak, aby zabránil vzniku elektrostatických nábojů. Dle normy ČSN 34 1382 [5] se podlaha řadí mezi antistatické s odporem $5x10^4$ - $5x10^6$ Ohmů. Zvýšené vodivosti dosahuje podlaha celým systémem pokládky. Měděné pásky, které jsou instalovány v mřížce, jsou napojeny na běžný systém uzemnění budovy. V místech se zvýšenou citlivostí na elektrický výboj musí být napojeny na separátní uzemňovací systém. Vyznačuje se i dobrou chemickou a mechanickou odolností. Povrch je hladký, bezspárový a bezprašný. Umístění podlahy kolem pracovního prostoru nanášecí kabiny musí být v souladu s předpisy, viz obr.6.2.



Obr. 6.2.: Umístění antistatické podlahy kolem nanášecí kabiny

- **Elektrický kladkostroj**

Jedná se o elektrický řetězový kladkostroj 66/04 AKE s posuvem elektrickým motorem, který je vhodný do prostor bez omezení stavební výšky, viz obr. 6.3. Kompaktní ocelová konstrukce je odolná proti nárazům. Maximální nosnost zařízení je 250 kg. Ochrana proti přetížení je řešena pomocí třecí spojky. U stroje můžeme docílit dvou rozdílných rychlostí pracovního zdvihu nebo spuštění. Jedná se o normální rychlost posuvu (16m/min) nebo mikrozdvih (0,4m/min). Napájecí napětí je standardní 400V / 50Hz. Kladkostroj je dodán s vysoce jakostními zatěžovacími řetězy RUD dle EN 818-7-T s optimalizovaným tolerančním polem pro klidnější chod a menší opotřebení.

Obr. 6.3.: Elektrický kladkostroj 66/04 AKE [32]

7 TECHNICKO – EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Podnik se rozhodl při výrobě elektrické součástky zařadit do stávajícího výrobního postupu novou technologickou operaci. Jedná se o práškové lakování, které bude sloužit k vytvoření primární izolační vrstvy. Podnik nedisponuje zařízením pro práškové lakování, je tedy nucen investovat do zařízení pro nově zavedenou technologii a právě proto si tato varianta řešení vyžaduje technicko-ekonomické hodnocení.

Po konzultaci s vedoucím diplomové práce bylo dohodnuto, že jako nejlepší řešení tohoto bodu bude zaměřit se na efektivnost přípravy výroby a stanovení doby návratnosti vložených financí.

Jak již bylo zmíněno v úvodu kapitoly 2, podnik si nepřeje zveřejňovat bližší informace týkající se vnitřních záležitostí. Následující technicko-ekonomický propočet je proto nutno brát pro účely firmy jako přibližný. Skutečnosti bude odpovídat pouze za předpokladu, že mnou zvolené fiktivní hodnoty by odpovídaly skutečným podnikovým cenám.

Cena materiálu na zhotovení součástky je zvolená průměrná cena z jiných podniků zabývajících se výrobou podobných elektrických součástek. I použité ceny elektrické energie jsou určeny podle ceny kupované energie jiné výrobní firmy přibližně stejné velikosti a náročnosti výroby.

V ekonomickém propočtu se nepočítá s rostoucí poptávkou po zboží, pouze se zdražením kupovaného materiálu. Jedná se o kusovou výrobu, kde se ročně vyrobí v průměru Q = 1440 ks součástek. Do výroby půjde součástka v momentu, kdy poptávka dosáhne počtu n = 50ks, aby se tím vyplnila celá jedna směna (1 směna = 8h). Tato skutečnost může nastat 2 – 3krát do měsíce.

7.1 EFEKTIVNOST PŘÍPRAVY VÝROBY [21] [31]

Principem analýzy efektivnosti je porovnání jednotlivých variant a jejich fixních a variabilních nákladů. Rozdělení nákladových položek na variabilní a fixní část je podle toho, zda se mění nebo nemění se změnami objemu produkce.

Do fixních nákladů řadíme náklady, o nichž lze prohlásit, že bez ohledu na vyráběnou produkci zůstávají neustále ve stejné výši. Podnik je musí vynakládat při každém objemu výroby, tedy i při nulové produkci. Patří sem většina režijních nákladů, jako jsou odpisy budov a strojního vybavení, náklady na vytápění a osvětlení budov, odpisy, leasingové splátky, náklady na ostrahu podniku apod. Do variabilních nákladů spadají náklady, které jsou závislé na objemu výroby. Jsou to přímé náklady na materiál, přímé mzdy, energie bezprostředně vynaložená na zhotovení výrobku a ostatní přímé náklady.

Přímé náklady je možné jednotlivým konkrétním výkonům přiřadit přímo již při jejich vzniku. Jedná se například o spotřebu materiálu na 1 kus výrobku.

a) Fixní náklady

Kapitálové výdaje (cena za nové strojní vybavení): $KV = 1800000\ Kč$

Doba životnosti: $T_{\check{Z}} = 10\ let$

Odpisy: $O_D = \frac{KV}{T_Ž} = \frac{1800000}{10} = 180000\ Kč$

Cena projektu (5% z ceny koupeného strojního vybavení):

$C_P = 0{,}05 \cdot KV = 0{,}05 \cdot 1800000 = 90000\ Kč$

Pojistné + další výdaje podniku: $C_Z = 500000\ Kč$

Fixní náklady současného stavu:

$$NF_1 = C_Z = 500000\ Kč$$

Fixní náklady varianty s práškovou barvou:

$$NF_2 = O_D + C_P + C_Z = 180000 + 90000 + 500000 = 770000\ Kč$$

b) Variabilní náklady

Příkon pece $P_P = 26{,}5\ kW$

Příkon kabiny $P_{KA} = 1{,}8\ kW$

Příkon kladkostroje $P_{KL} = 2\ kW$

Celkový příkon strojů: $P = P_P + P_{KA} + P_{KL} = 26{,}5 + 1{,}8 + 2 = 30{,}3\ kW$

Cena elektrické energie: $C_E = 4\ Kč / kWh$

Náklady na spotřebovanou energii při jedné směně: $C_{ES} = C_E \cdot P \cdot n = 4 \cdot 30{,}3 \cdot 8 = 969{,}6\ Kč$

Náklady na spotřebovanou energii na jednu součástku: $C_{EKS} = \frac{C_{ES}}{50} = \frac{969{,}6}{50} = 19{,}392\ Kč$

Náklady na mzdy na jednu směnu: $C_M = n \cdot 120 = 8 \cdot 120 = 960\ Kč$

Přímé mzdy (na jednu směnu): sociální a zdravotní pojištění je 34% z C_M => $SZ = 1{,}34$

$$P = C_M \cdot SZ = 960 \cdot 1{,}34 = 1286{,}4\ Kč$$

Celkové náklady na mzdy a režii (na jednu směnu):

Výrobní režie je 390% z P => $VR = 3{,}9$

Správní režie je 120% z P => $SR = 1{,}2$

$$P_C = P \cdot (VR + SR) = 1286{,}4 \cdot (3{,}9 + 1{,}2) = 6560{,}64\ Kč$$

Celkové náklady na výrobu jedné součástky: $P_{CKS} = \frac{P_C}{n} = \frac{6560{,}64}{50} = 131{,}2128\ Kč$

Náklady na materiál v současné době: $C_{M1} = 30060\ Kč / ks$

Zmetkovitost 9,06%: $ZM = \frac{C_{M1}}{9{,}06} = \frac{30060}{9{,}06} = 3317\ Kč / ks$

Náklady na materiál s práškovou barvou: $C_{M2} = 33167\ Kč / ks$

Variabilní náklady současného stavu:

$$n_1 = C_{M1} + ZM = 30060 + 3317 = 33377\ Kč$$

Variabilní náklady varianty s práškovou barvou:

$$n_2 = C_{EKS} + P_{CKS} + C_{M2} = 19{,}392 + 131{,}2128 + 33167 = 33318\ Kč$$

c) Efektivnost výroby

počet kusů: $Q_{ef} = \frac{NF_2 - NF_1}{n_1 - n_2} = \frac{770000 - 500000}{33377 - 33318} = 4576{,}271\ ks \Rightarrow 4577\ ks$

Při porovnání variabilních a fixních nákladů současného stavu a varianty s práškovým lakováním se ukázalo, že inovace ve výrobě elektrických součástek začne být pro podnik efektivní po vyrobení 4577 ks předmětů.

7.2 DOBA NÁVRATNOSTI INVESTIČNÍHO PROJEKTU [21]

Výpočtem získaná hodnota vyjadřuje počet let, za kterých se kapitálové výdaje vložené do investičního projektu splatí ze zisku.

Cena výrobku po zdražení: $C_{M3} = 34261{,}51\ Kč$

Tržba: $T = Q \cdot C_{M3} = 1400 \cdot 34261{,}51 = 47966115{,}4\ Kč$

Celkové náklady: $N = NF_2 + Q \cdot n_2 = 770000 + 1400 \cdot 33318 = 47414647\ Kč$

Zisk: $Z = T - N = 47966115{,}4 - 47414647 = 551469\ Kč$

Doba návratnosti: $DN = \frac{KV}{Z} = \frac{1800000}{551469} = 3{,}26\ roku$

Investice se zaplatí během 3 let a 3,12 měsíců. Tato hodnota vychází menší než je uvažovaná doba životnosti. Je tedy možno považovat tuto investici za akceptovatelnou. Po uplynutí této doby bude stroj podniku přinášet už jen zisky.

8 ZÁVĚRY

Cílem a snahou diplomové práce bylo experimentálně ověřit způsob nanášení práškových plastů na zadaný dílec a vypracování technologické dispozice lakovny.

Jedná se o elektrickou součástku, jejíž inovace v podobě vytvoření primární izolační vrstvy pomocí práškového lakování, má zvýšit její elektrickou pevnost. Pro ověření technologie byl vybrán jako reprezentant výrobek s průměrem 157 mm, výškou 187 mm o hmotnosti 8,6 kg.

Vzhledem k tomu, že v průběhu vypracovávání mé diplomové práce podnik nečekaně změnil názor na zveřejnění informací, které se týkaly experimentální části a přímo samotného podniku (např. název podniku, typ součástky, její přesný tvar, materiál), jsem musela část práce zredukovat. Nemohla jsem uvést některé konkrétní údaje o probíhajícím experimentu, čímž ne mou vlastní vinou došlo k ochuzení této práce o velmi zajímavé informace.

Podnikem byla dodána prášková barva Scotchacast^{TM} 260 od firmy 3M, které měla sloužit jako primární izolační vrstva. V průběhu testování se však prokázalo, že podnikem vybraná barva není vhodná pro tyto účely. Nevytvářela hladkou a rovnoměrnou vrstvu, díky čemuž následně neprošla zkouškami na elektrickou pevnost. Experimentální část diplomové práce, jenž se měla zabývat pouze ověřováním vhodného způsobu nanášení práškové barvy, se tedy rozšířila i na hledání příhodnější práškové barvy, která by splňovala daná kritéria.

Firma SAVATRADE, jenž patří mezi podniky oslovené s žádostí o pomoc při hledání vhodné barvy, zaslala vzorek CPC – 60. Po jeho aplikaci se vytvořil hladký a poměrně rovnoměrný povrch, který obstál při všech zátěžových testech i následné testování na elektrickou pevnost. Barva CPC – 60 vyhověla ve všech aspektech procesu a byla podniku doporučena jako vhodná pro vytvoření izolační vrstvy. Barva je aplikována za studena ve dvojité vrstvě. První nástřik se provádí pomocí zahnutých větvených rozprašovačů ze strojního zařízení, druhá vrstva už jen s pomocí ruční pistole.

Na základě zvoleného technologického postupu práškového lakování byly vypracovány dva dispoziční návrhy lakovny. Z důvodu, že podnik má zajištěné pracoviště pro předúpravu povrchu, bylo zde řešeno pouze rozmístění nanášecí kabiny a vytvrzovací pece. Manipulace s předměty z kabiny na zavážející vozík je řešena pomocí elektrického kladkostroje. Rozdíl mezi první a druhou variantou spočívá v umístění vytvrzovací pece. U druhé navrhované varianty by při manipulaci s čerstvě vytvrzenými předměty mohlo dojít ke znehodnocení povlaku vlivem prachových částic z kabiny, proto byla podniku doporučena varianta první.

V závěru diplomové práce je provedeno technicko–ekonomické zhodnocení celého projektu, zaměřené zejména na efektivnost investice do nového strojního vybavení a dobu návratnosti. Při porovnání variabilních a fixních nákladů současného stavu a varianty s práškovým lakováním se ukázalo, že inovace ve výrobě elektrických součástek začne být pro podnik efektivní po vyrobení 4577 ks předmětů. Doba návratnosti vyšla 3,26 roku. V porovnání s dobou životnosti strojního zařízení, která činí 10 let, lze považovat investici za lukrativní.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. BLÁHOVÁ, Olga. *Povrchy a jejich úpravy* [online]. Plzeň: Doc.Ing. Olga Bláhová, Ph.D., 2008. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.kmm.zcu.cz/Blahova/CDPOU/content/data/cviceni_5.pdf>.
2. BRADSKY [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.bradsky.cz/ramy-kol-c-303.html>.
3. *CEBES a.s.* [online]. 2008. Dostupné z WWW: <http://www.cebes.cz>.
4. Česko. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2006, 51, 148, s. 1842 - 1844.
5. ČSN 34 1382. *Zkoušení elektrostatických vlastností materiálů a výrobků*. Praha : Ústav pro normalizaci a měření, 1.11.1988. 24 s.
6. ČSN EN 12464-1 (360450). *Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - část 1: Vnitřní pracovní prostory.* Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1.3.2004. 52 s.
7. *DATEL s.r.o.* [online]. 2008. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.datel-ledec.cz>.
8. DVOŘÁK, Martin. Optimalizace parametrů kabin pro nanášení práškových plastů. Praha: České učení technické v Praze, Fakulta Strojního inženýrství, 2002. 61 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Kreibich, CSc.
9. DVOŘÁK, Miloslav. Práškové povlaky a kvalita vytvrzování. *Povrchové úpravy* [online]. 2005, č2, [cit. 2010-11-11]. Dostupné z WWW: <http://www.povrchoveupravy.cz/2005-02-clanek02.html>.
10. *GALATEK a.s.* [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.galatek.cz>.
11. GOBRUSHLESS [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.gobrushless.com/shop/media/ccp0/cat/65.jpg>.
12. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I.* 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
13. *CHEDO s.r.o.* [online]. 2008. Dostupné z WWW: <http://www.chedo.cz/kat/Praskove-barvy-91/>.
14. *CHRIST - LACKE CZ s.r.o.* [online]. 2009. Dostupné z WWW: <http://www.christ-lacke.cz/www/cze/index.php?id=nanaseni#obsah>.
15. *ICOSA s.r.o*. [online]. 2009. Dostupné z WWW: <http://www.plasticportal.eu/cs/icosa-sro/f/66>.
16. JASAMEDIA [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW:<http://www.jasamedia.cz/katalog/stolni-doplnky/activejet-drateny-stojan-na-tuzky-kulaty-stribrny>.
17. *JEVAN* [online]. 2010. Dostupné z: WWW: <http://jevan.cz>.
18. *KOMAXIT* [online]. 2008. Dostupné z WWW: <http://www.komaxit.cz>.
19. KRAUS, Václav. *Povrchy a jejich úpravy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. 2000. 218s. ISBN 80-7082-668-1.

20. KUBÍČEK, Jaroslav. Renovace a povrchové úpravy. In [online]. 2006. Brno, 2006 [cit. 2010-11-09]. Dostupné z WWW: <ttp://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory_soubory/renovace_a_povrchove_upravy__kubicek.pdf>.

21. MELUZÍN, Tomáš; Václav MELUZÍN. *Základy ekonomiky podniku*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, Fakulta podnikatelská, 2007. 119 s. ISBN 978-80-214-3472-1.

22. MIKROVLNÉ TROUBY [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.mikrovlnetrouby24.cz/mikrovlnne-trouby-2-dil-11>.

23. MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. 3. vyd. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava. 2006. 156s. ISBN 80-247-1217-7.

24. *OK-COLOR s.r.o* [online]. 2004-2011. Dostupné z WWW: <http://www.okcolor.cz>.

25. RAL [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.ral.cz/shop/>.

26. RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. 1. vyd. Brno : Nakladatelství VUT v Brně, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

27. *SALUM* [online]. 2007. [cit.9.11.2010]. Dostupné z WWW: <http://www.salum.cz >.

28. *SAVA Trade s.r.o.* [online]. 2009. Dostupné z WWW: <http://www.savatrade.cz>.

29. STRATIL, Jaroslav. K problematice správného vytvrzování práškových nátěrových hmot. Povrchové úpravy [online]. 2006, č2, [cit. 2010-11-21]. Dostupné z WWW: < http://www.povrchoveupravy.cz/2006-02-clanek02.html>.

30. *SURFIN s.r.o.* [online]. 2009. Dostupné z WWW: <http://www.surfin.cz/>.

31. ŠKAPA, Stanislav. *Mikroekonomie I*. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, Fakulta podnikatelská, 2008. 133 s. ISBN 978-80-214-3736-4.

32. *TESORT spol. s r.o.* [online]. 2011. Obrázek. Dostupné z WWW: <http://www.tesort.cz/elektricky_retezovy_kladkostroj_66_04_aks.html>.

33. TULKA, Jaromír. *Povrchové úpravy materiálů*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická. 2005. 136 s. ISBN 80-214-3062-1.

34. VIGNER, Miloslav; Antonín ZELENKA; Mirko KRÁL. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1984. 592 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

symbol	popis	jednotka
aj.	a jiné	
apod.	a podobně	
atd.	a tak dále	
cca	cirka	
C_E	cena elektrické energie	[Kč/ kWh]
C_{EKS}	náklady na spotřebovanou energii na jednu součástku	[Kč]
C_{ES}	náklady na spotřebovanou energii při jedné směně	[Kč]
C_M	náklady na mzdy na jednu směnu	[Kč]
C_{M1}	náklady na materiál v současné době	[Kč]
C_{M2}	náklady na materiál s práškovou barvou	[Kč]
C_{M3}	cena výrobku po zdražení	[Kč]
C_P	cena projektu	[Kč]
C_Z	pojistné + další výdaje podniku	[Kč]
DN	doba návratnosti	[roky]
KV	kapitálové výdaje	[Kč]
N	celkové náklady	[Kč]
n_1	variabilní náklady současného stavu	[Kč]
n_2	variabilní náklady varianty s práškovou barvou	[Kč]
např.	například	
NF_1	fixní náklady současného stavu	[Kč]
NF_2	fixní náklady varianty s práškovou barvou	[Kč]
O_D	odpisy	[Kč]
P	celkový příkon strojů	[kW]
P_C	celkové náklady na mzdy a režii na jednu směnu	[Kč]
P_{CKS}	celkové náklady na výrobu jedné součástky	[Kč]
P_{KA}	příkon kabiny	[kW]
P_{KL}	příkon kladkostroje	[kW]
P_M	přímé mzdy na jednu směnu	[Kč]
P_P	příkon pece	[kW]
Q	počet kusů	[ks]
Q	efektivní počet kusů	[ks]
resp.	respektive	
SZ	sociální a zdravotní pojištění	
SR	správní režie	
T	tržba	[Kč]
tj.	to je	
tzv.	takzvaně	
$T_Ž$	doba životnosti	[roky]
VR	výrobní režie	
Z	zisk	[Kč]
ZM	zmetkovitost	[ks]

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Obrázková galerie možných aplikací práškových barev
Příloha 2	Technický list práškové barvy Scotchacast™ 260
Příloha 3	Technický list práškové barvy CARAL 9003 90G TR
Příloha 4	Technický list práškové barvy IGP-DURA®pox 02
Příloha 5	Technický list práškové barvy Epossidico TRIBO 5GL BIANCO 9003
Příloha 6	Technický list práškové barvy CPC – 60
Příloha 7	Technický list práškové barvy CPC – 61 – 1
Příloha 8	Technický výkres 3-5060-DD/01
Příloha 9	Technický výkres 3-5060-DD/02

SEZNAM VÝKRESŮ

3-5060-DD/01	Návrh práškové lakovny I.
3-5060-DD/02	Návrh práškové lakovny II.
27 MPCE	Nanášecí kabina Majka 1324
20-168X-805	Vytvrzovací pec

Obrázková galerie možných aplikací práškových barev

Obr. 1.: Kovové křeslo

Obr. 2.: Zahradní servírovací stolek

Obr. 3.: Stojan na tužky

Obr. 4.: Disk kola

Obr. 5. Sporák

Obr. 6.: Rám jízdního kola

Obr. 7.: Litinový radiátor

Obr. 8.: Lorinser Smart ForTwo

3M Scotchcast™ 260

EPOXIDOVÁ JEDNOSLOŽKOVÁ PRÁŠKOVÁ PRYSKYŘICE

Technické informace

- Rychlé vytvrzení
- Výborné elektrické vlastnosti
- Vynikající odolnost proti teplu, chemikáliím a vlhkosti
- Výborná mechanická odolnost proti střihu, vynikající zatékání
- Dle UL 1446 pro elektrické izolační systémy ve třídě H (180°C)

Elektrotechnická pryskyřice 3M™ Scotchcast™ 260 je značně rozšířená, epoxidová prášková pryskyřice pro všeobecné použití. Tato jednosložková, zeleně zbarvená pryskyřice s velmi rychlým vytvrzováním je navržena tak, aby na různých podkladech vytvářela souvislou dielektrickou vrstvu se silnou odolností proti vlhkosti a chemikáliím.

Scotchcast™ 260 se vyrábí metodou tavení směsi, která zaručuje, že každá jednotlivá částečka prášku obsahuje všechny potřebné součásti pro úplné vytvrzení a dosažení stanovených funkčních vlastností.

Scotchcast™ 260 se nanáší na předehřátý předmět na teplotu větší, než je tavný bod této pryskyřice. Při kontaktu prášku na předehřátý povrch se prášková pryskyřice roztaví a v regulované míře rozteče, poté dojde k vytvrzení a k vazbě substrátu do hladké, nepřerušované kompaktní vrstvy. Pryskyřice bezproblémově ulpívá na rovných plochách i na rozích a výčnělcích. Mezi způsoby použití pryskyřice Scotchcast™ 260 patří ochrana proti vlhkosti a izolování armatur, statorů, přípojnic a toroidních jader.

Elektrotechnická pryskyřice Scotchcast™ 260 - typické vlastnosti

Vlastnost	Hodnota
Barva	červená
Měrná tíha[1] (po vytvrzení)	1,43
Dielektrická pevnost[3] - povlak 305 µm až 375 µm	40 V/µm
Zkouška tepelnými rázy[2], 10 cyklů - 75°C až 155°C Povlak 305 µm až 375 µm, pískovaná ocel 1/8“	splňuje
Rázová odolnost[2] Povlak 305 µm až 375 µm, 1/8“ panel z pískované oceli Přístroj Gardner na rázové zkoušky s poloměrem 5/8“	11,3 N/m
Odolnost proti střihu[2] - hmotnost 1 lb, vodič AWG 18	215°C
Odolnost proti otěru[5] - odstranění z povlaku 305 µm až 375 µm	0,08 g
Pokrytí okrajů[2] - povlak 305 µm až 375 µm na rovném povrchu	35 - 45 %
Doba zpracování na horké desce při 193°C	12 - 16 s

*Nedoporučuje se používat pro specifikační účely. Specifikace výrobku budou poskytnuty na vyžádání.

Zkušební metody
[1]ASTM D-792
[2]Zkušební metoda 3M
[3]ASTM D-149

Informace o použití

Způsob aplikace
Rychle tuhnoucí pryskyřice Scotchcast™ 260 umožňuje použití ve vysokorychlostních výrobních provozech. Prášek lze snadno aplikovat nástřikovými metodami nebo metodou ponoření předehřáté součásti do fluidního lože . Lze použít jak automatizované, tak ruční typy aplikačního vybavení.

Vytvrzování

Vytvrzení pryskyřice 260 do tepelně stabilizovaného stavu je závislé na času a teplotě. Vysoká kapacita udrženého tepla v aplikačních jednotkách v mnoha případech postačuje k vytvrzení pryskyřice, aniž by se muselo používat dotvrzovací zařízení. Pokud například dokáže aplikační povrch udržet teplotu 204°C po dobu 30 sekund po nanesení, vrstva se úplně vytvrdí. Malé předměty nebo předměty s velkým poměrem povrchové plochy k hmotnosti rychle ztrácejí teplo a mohou vyžadovat předehřátí na vyšší teplotu a/nebo dodatečné vytvrzení v peci.

Níže uvedená čísla představují jmenovité hodnoty pro dosažení stanovených charakteristik adheze, rázové odolnosti a chemické odolnosti.

Vytvrzovací teplota	Čas
149°C	30 min
177°C	10 min
204°C	30 s
232°C	20 s

Čas nezahrnuje dobu potřebnou k dosažení vytvrzovací teploty. Uživatel musí stanovit potřebnou dobu, během níž potažený podklad dosáhne uvedených teplot.

Rozsah předehřívacích teplot

Před aplikací pryskyřice 262 se musí součást předehřát na teplotu od 150°C do 260°C. Optimální předehřívací teplota je závislá na velikosti, tepelné kapacitě a konfiguraci potahovaného předmětu a rovněž na aplikační metodě. Ideální teplota potahování se bude v jednotlivých aplikacích lišit a nejlepší je stanovit ji experimentálně.

Manipulace a bezpečnostní opatření

Před manipulací nebo použitím si přečtěte všechny informace o zdravotních rizicích, bezpečnostních opatřeních a první pomoci, uvedené v bezpečnostním listu a/nebo na štítku výrobku.

Skladování

Laboratorní zkoušky vykazují, že použitelná skladovatelnost výrobku je 24 měsíců od data výroby, pokud je materiál skladován v původním obalu při teplotách nepřekračujících 27°C. Při vyjímání pryskyřice z obalu je třeba dávat pozor, aby se zabránilo vniknutí cizorodých materiálů. Po vyjmutí pryskyřice se musí sáček ihned znovu zavřít. Pomůže to zabránit kontaminaci v důsledku nadměrné vlhkosti. Abyste dosáhli nejlepších výsledků, skladujte výrobek na chladném, suchém místě.

Izolační systém

Pryskyřice Scotchcast 260 prošla rozsáhlými tepelnými zkouškami a podle systémů UL 1446 a IEC 85 je schválena jako hlavní izolace pro motory, transformátory a cívkové konstrukce v nepřetržitém provozu při teplotě ve třídě H (180°C). Tento výrobek je uveden v seznamu UL pod číslem E163090 se systémovým označením 3M 180-1. Pryskyřice Scotchcast 260 je také uznána v seznamu UL #E35075, Guide QMFZ2.

Aby komponenty splňovaly požadavky Underwriters Laboratories a Mezinárodní elektrochemické komise (IEC), jejich konstrukce musí splňovat specifikace UL a IEC a podmínky přípustnosti pro správné a bezpečné používání komponenty nebo výrobku.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ

Všechny výroky, technické informace a doporučení týkající se výrobků prodejce vycházejí z informací, které jsou považovány za spolehlivé, ale jejich přesnost nebo úplnost se nezaručuje. Před použitím výrobku musí uživatel stanovit jeho vhodnost pro zamýšlený způsob použití. Uživatel přebírá veškerá rizika a odpovědnost jakkoliv související s takovým použitím.

Jakékoliv výroky nebo doporučení prodejce, které nejsou uvedené v jeho aktuálních publikacích, nebudou mít právní platnost, pokud nebudou zahrnuty do smlouvy podepsané autorizovaným zastoupením prodejce. Výroky v tomto dokumentu jsou uváděny místo všech výslovných nebo vyplývajících záruk včetně, ale bez omezení na vyplývající záruky prodejnosti a vhodnosti pro konkrétní účel, které jsou tímto výslovně popřeny.

Uživatel/zpracovatel musí před použitím/zpracováním stanovit vhodnost výrobku pro plánovaný způsob použití/zpracování a přebírá veškerá rizika a odpovědnost, které s tím jakkoliv souvisí. Všechny otázky ohledně záruky a odpovědnosti za tento výrobek podléhají prodejním podmínkám, které se řídí platnými zákony. Jakékoliv výroky nebo doporučení, které zde nejsou uvedené, nebudou mít právní platnost, pokud nebudou zahrnuty do smlouvy podepsané našimi zástupci.

3M Česko, spol. s r.o.
Vyskočilova 1
140 00 Praha 4
Tel: 261 380 111
www.3M.cz

Scotchcast a 3M jsou ochranné známky firmy 3M.

TECHNICKÝ LIST VÝROBKU

Datum vydání: 13. února 2009 Datum revize:
Technický list výrobku: Prášková barva INVER: Epoxypolyester RAL 9003 90G TR
Kód: 83545 13/02/09

1. Identifikace přípravku a dovozce

1.1 Obchodní název přípravku :	EE RAL 9003 90G TR
1.2 Identifikace dovozce:	
Jméno nebo obchodní jméno:	PCT ČR s.r.o.
Místo podnikání nebo sídlo:	Mlýnská 138, 584 01 Ledeč nad Sázavou
Telefon:	569 720 541
Fax:	569 720 541
Adresa výrobce: **Telefon:**	INVER SPA VIA DI CORTICELLA 205 – BOLOGNA ITÁLIE 0039//51/6380411 Laboratoř a výroba 0039//51/6606811

2. Obecné charakteristické znaky

Tento teplem tvrditelný prášek obsahuje epoxidové a polyesterové pryskyřice. 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

Vzhledem k jeho speciálnímu složení má výrobek vynikající ochranné a dekorativní účinky.
Je zejména navržen pro interiérové použití.

4. Doporučené pracovní cykly

Upravovaný povrch musí být očištěn od olejů, mastnot nebo rzi. Pokud je vyžadována částečná odolnost proti korozi nebo vlhkosti, doporučuje se následující předúprava povrchu: pro ocel: pískování nebo fosfátování železem či zinkem, pro galvanizovanou ocel a hliník: chromátování

5. Pokyny pro manipulaci a skladování

Skladovat za teplot nižších než + 30 °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)	1,658 - 1,726
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)	576 – 603
P/CL210 Obsah vody (%)	0,0 - 0,0
P/YC060 Distribuce částic o velikosti menší než 32 µ (%)	41 - 43
P/YC120 Distribuce částic o velikosti menší než 63 µ (%)	80 - 82
P/CC050 Lesk Referenční metoda	88,0 – 95,0 UNI 9389

7. Způsoby nanášení

Nanášejte automaticky nebo manuálně pistolemi se záporným nábojem (60/80 KV) nebo triboelektrickými pistolemi (pistolemi, kde elektrický náboj vzniká třením).
Doporučuje se nanášet ve vrstvách o tloušťce 60 –80 µ a vytvrzovat při teplotě 200°C na 10 minut. Pro vytvrzování lesklého povlaku z epoxy-polyesterových pryskyřic je možné použít následující kombinace teploty a času:

10 – 15 minut x 200 °C (teplota podkladu)
15 – 22 minut x 190 °C(teplota podkladu)
20 – 30 minut x 180 °C (teplota podkladu)
Pro vytvrzování použijte dané údaje

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

8. Technologické vlastnosti a testy odolnosti

Použitý podklad	UNI plech
Tloušťka	60 mikronů
Vytvrzování	10 minut při 200°C
P/CM010 Buchholzova zkouška tvrdosti vtlačením Referenční metoda	více než 90 UNI EN ISO 2815
P/CM181 Odrazová tvrdost Persozovo kyvadlo Referenční metoda	více než 300 UNI 8402
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/CM170 Kuželový trn Ohýbací zkouška Referenční metoda	Maximálně 20 mm UNI EN ISO 6860
P/CM100 Mřížková přilnavost (2 mm) (GT) Referenční metoda	0 - 0 UNI EN ISO 2409
P/CM190 Zkouška v solné mlze O tisíc hodin později Referenční metoda	 vtisk napříč 3 – 6 mm UNI ISO 9227
P/CM230 Odolnost proti vlhkosti O 500 hodin později Referenční metoda	 žádná změna UNI 8744

Náš technický list výrobku představuje výsledky laboratorních testů ; tyto nemají závaznou hodnotu.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

IGP-DURA®*pox* 02

Vnitřní prášková barva

Technický list

IGP-DURA®*pox* 02 je vyroben z epoxidových pojiv, a opovídajících tvrdidel, a světlu, teplu, a chemikáliím odolných pigmentů.

Vlastnosti

- výborný rozliv
- velmi dobrá odolnost chemikáliím a rozpouštědlůmm

Použití

- dekorativní a funkřní lakování
- laboratorní zařízení
- armatury pro plyn a vodu
- části strojů
- nástroje

Sortiment

Typy povrchu

- **0209A**, hladký, lesklý
  hodnota lesku, ISO 2813 : > 85‘ / 60°
- **0207**, hladký, hedvábně lesklý
  hodnota lesku, ISO 2813 : 65-85‘ / 60°
- **0202**, hladký, matný
  hodnota lesku, ISO 2813 : 15-25‘ / 60°
- **0201**, hladký, hluboce matný
  hodnota lesku, ISO 2813 : 00-15‘ / 60°

Další varianty typů povrchu jsou ve výrobním programu IGP.

Odstíny

Především RAL a NCS odstíny, po domluvě je možné dodat také speciální odstíny.

Specifikace prášku

• zrnitost	< 100µm
• pevné částice	> 99%
• hustota	1,3 - 1,6 kg/lt
• skladovatelnost	min. 6 měsíců
• teplota skladování	< 25°C

Balení

- karton s vloženým antistatickým PE-pytlem, obsah 25 kg netto
- karton s vloženými 20-ti antistatickými PE-pytli á 25 kg, obsah 500 kg netto
- Big Bag á cca 500 kg

Bezpečnostní list : SD 010
(SD 090 : 0202A)

Váš prodejce pro ČR a SR :
OK-COLOR, spol. s r.o.
www.okcolor.cz
283 880 301

IGP-DURA®*pox* 02

Technický list

Pokyny ke zpracování

Předúprava
Podklad pro nanášení prášku musí být zbaven okují, korozních produktů, olejů, mastnot a zbytků po opracování.

- Hliník, podle určení hotového výrobku odmastit nebo ošetřit chromátováním dle DIN 50939
- Ocel nebo pozinkovaný plech, podle určení hotového výrobku odmastit nebo ošetřit Fe-nebo Zn-fosfátováním

Další informace : viz také naše speciální příloha o předúpravách (IGP-TI 100).

Přístroje k nanášení
Všechna na trhu obvyklá elektrostatická nebo elektrokinetická zařízení (korona / tribo).
Předpisy, které musí být dodrženy: ustanovení VDE a technické poučení VDM č. 24371.

Regenerační vlastnosti
Použitý prášek získaný zpátky, rovnoměrně (pokud možno automaticky) přimíchávat k novému prášku v přiměřeném, co možná nejmenším, poměru.

Podmínky vypalování
Udány jsou kombinace teploty a času, které vedou k optimální polymeraci povlaku.

Teplota objektu	Doba vypalování	
	0209/0207	0202/0201
160°C	15 minut	45 minut
180°C	**10 minut**	20 minut
190°C	8 minut	1**0 minut**

K zajištění optimálních vypalovacích podmínek se v každém případě doporučuje provést praktické zkoušky s konkrétními výrobky a danou vypalovací pecí.

Technologické hodnoty

Následující data byly zjištěny na ocelovém plechu o tloušťce 0,8 mm, který byl opatřen vrstvou 60-80 µm IGP-DURA®*pox* 02 a vypalován při 180°C (resp. 190°C) 10 min.

- mřížkový řez, ISO 2409 - St 0
- rázová tažnost, ASTM 2794 > 10 kg x cm
- Erichsenova tažnost, ISO 1520 > 1 mm
- Buchholzova tvrdost, ISO 2815 > 80

- 500-1000* hodin test v kondenzační komoře, EN ISO 6270 : bez bublinek, bez podkorodování (* podle předúpravy)

- 500-1000* hodin test v solné komoře, DIN 50021 : bez bublinek, bez podkorodování (* podle předúpravy)

Dlouhodobá teplotní odolnost :
nad 120°C pozvolné žloutnutí.
UV-test :
po 48 hodinách začíná žloutnutí.
Chemická odolnost
IGP-DURA®*pox* 02 má velmi dobrou odolnost vůči mnoha zředěným kyselinám a louhům, strojním a jiným olejům, stejně jako vůči mnoha rozpouštědlům. Konkrétní odolnost je potřeba vždy vyzkoušet.

Poznámka

Uvedené technicko-uživatelské rady jsou založeny na současných poznatcích a zkušenostech, platí však pouze jako nezávazné instrukce a neosvobozují Vás od vlastních zkoušek. Použití, využití a zpracování výrobků probíhá mimo naše možnosti kontroly a je prováděno výhradně v rámci Vaší odpovědnosti.

0108-0607V2

TECHNICKÝ LIST VÝROBKU

Datum vydání: 31.ledna 2011 Datum revize:
Technický list výrobku: Prášková barva INVER: EPOXY BIANCO 9003 5G TR
Kód: 30740 31/01/2011

1. Identifikace přípravku a dovozce

1.1 Obchodní název přípravku :	EX BIANCO 9003 5G TR
1.2 Identifikace dovozce:	
Jméno nebo obchodní jméno:	PCT ČR s.r.o.
Místo podnikání nebo sídlo:	Mlýnská 138, 584 01 Ledeč 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 pryskyřice. Výrobek vytváří rovný tvrdý film s dobrou odolností proti mechanickým poškozením, detergentům, palivům a olejům..
Tento produkt má rovněž dobré výsledky v odolnosti proti chemikáliím. Obsahuje bezolovnatá a bezchromová barviva**.**

3. Použití

Vzhledem k jeho speciálnímu složení má výrobek vynikající ochranné a dekorativní účinky.
Je zejména navržen pro interiérové použití.

4. Doporučené pracovní cykly

Upravovaný povrch musí být očištěn od olejů, mastnot nebo rzi. Pokud je vyžadována částečná odolnost proti korozi nebo vlhkosti, doporučuje se následující předúprava povrchu: pro ocel: pískování nebo fosfátování železem či zinkem, pro galvanizovanou ocel a hliník: chromátování

5. Pokyny pro manipulaci a skladování

Skladovat za teplot nižších než + 30 °C; vyšší teploty mohou prášek poškodit nežádoucími změnami a hrudkovatěním.
Životnost v originálním balení: min. 18 měsíců

6. Technické údaje

P/CL092 Specifická hmotnost (kg/l)	1,578 - 1,642
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)	609 – 634
P/CL210 Obsah vody (%)	0,0 - 0,0
P/CC050 Lesk Referenční metoda	3,0 - 7,0 UNI 9389

7. Způsoby nanášení

Nanášejte automaticky nebo manuálně pistolemi se záporným nábojem (60/80 KV) nebo triboelektrickými pistolemi (pistolemi, kde elektrický náboj vzniká třením).
Doporučuje se nanášet ve vrstvách o tloušťce 60 –80 μ a vytvrzovat při teplotě 200°C na 10 minut. Pro vytvrzování matného povlaku z epoxydových pryskyřic je možné použít následující kombinace teploty a času:

10 -15 minut	200 °C (teplota podkladu)
15 -22 minut	190 °C (teplota podkladu)
20 -30 minut	180 °C (teplota podkladu)
Pro vytvrzování použijte dané údaje	

8. Technologické vlastnosti a testy odolnosti

Použitý podklad	UNI plech
Tloušťka	60 mikronů
Vytvrzování	10 minut při 200°C
P/CM010 Buchholzova zkouška tvrdosti vtlačením Referenční metoda	více než 90 UNI EN 2815
P/CM181 Odrazová tvrdost Persozovo kyvadlo Referenční metoda	více než 300 UNI 8402
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/CM170 Kuželový trn Ohýbací zkouška Referenční metoda	Maximálně 20 mm UNI EN ISO 6860
P/CM100 Mřížková přilnavost (2 mm) (GT) Referenční metoda	0 - 0 UNI EN ISO 2409
P/CM190 Zkouška v solné mlze O tisíc hodin později Referenční metoda	 vtisk napříč 3 – 6 mm UNI ISO 9227
P/CM230 Odolnost proti vlhkosti O 500 hodin později Referenční metoda	 žádná změna UNI 8744

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 | Epoxidové barvy

Popis výrobku:
CPC 60 je série práškových barev na bázi epoxidové pryskyřice. Nabízí tak velmi dobré aplikační vlastnosti.
Série epoxidových práškových barev CPC 60 je speciálně vyvinuta pro antikorozní ochranu, zvláště železných povrchů.

Aplikace:
- Laboratorní vybavení
- Strojní komponenty
- Nářadí
- Armatury a potrubí

Vlastnosti:
- Výborné tečení
- Dobré mechanické vlastnosti
- Velmi dobrá odolnost vůči chemikáliím a rozpouštědlům.

Skladovací doba: 18 měsíců.

Balení: Kartonové krabice – 20 kg.

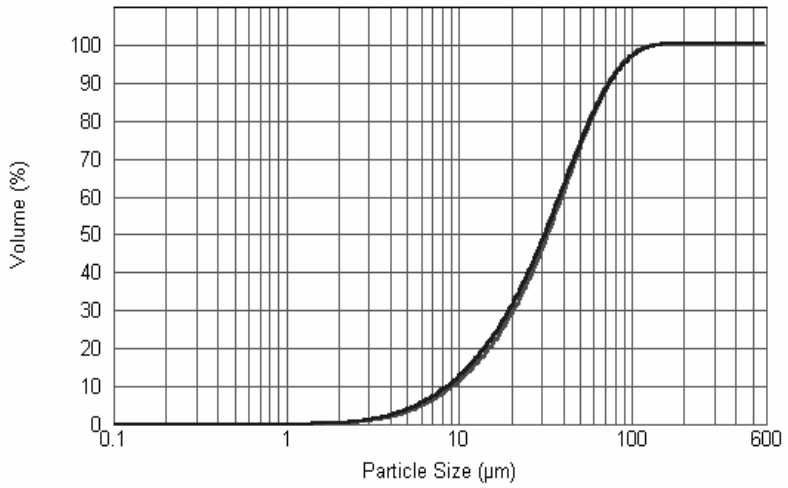
Skladovací podmínky:
V originálně zabalených krabicích na suchém místě při teplotě 5-25°C.

Specifikace barvy:
Odstín: různé odstíny RAL, speciální barvy lze přizpůsobit
Povrchový efekt: hladký
Lesk: lesk (80-90%), polomat (60-70%), mat (15-25%) < 60°
Hustota: 1500-1700 kg/m³, v závislosti na odstínu
Lakovací zařízení: elektrostatika
Vydatnost: 9-12 m²/kg při tloušťce vrstvy 70 µm

Rozdělení velikosti částic:

D (0,9) = 80-100 µm

D (0,5) = 35-50 µm
D (0,1) ≈ 10 µm

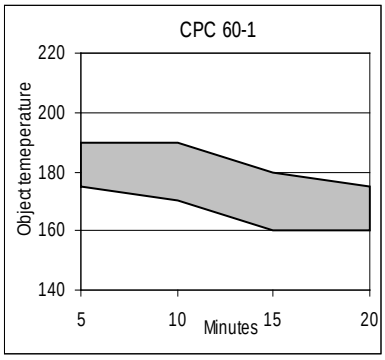


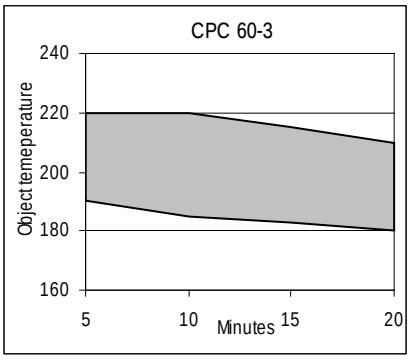
Povrchová předúprava:
Železo: odmaštění

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 | Epoxidové barvy

Vypalovací podmínky:





Výsledky testu :

Fyzikální vlastnosti (0,8 mm ocelový plech)	Lesk	Polomat	Mat
Vytvrzovací parametry (parametry objektu)	10 min / 180°C	15 min / 180°C	20 min / 180°C
Tloušťka vrstvy v µm (ISO 2808)	60-70	60-80	60-70
Stupeň lesku <60° (ASTM 523, DIS 2813)	> 80	60-70	15-25
Adheze (ISO 2409)	Gt 0		Gt 0
Zkouška ohybu (ISO 1519)	≥ 3	≥ 5	≥ 5
Odolnost vůči dopadu – přímý (ASTM D 2794-69),palce	70 in	60	50in
Elasticita - test hloubením (DIN ISO 1520)	≥ 7	≥ 7	4
Tvrdost (Bucholz) (ISO 2815)	≥ 91	≥ 91	≥ 91
Chemické vlastnosti (plech Granodine 1993 Henkel)			
Solná komora 500 h (DIN 50021 SS)– podkorodování v řezu:	max. 1 mm	max. 1 mm	max. 1 mm
Mlžná komora 500 h (DIN 50017 SK)– podkorodování v řezu:	max. 1 mm	max. 1 mm	max. 1 mm

Tyto technické informace byly sestaveny na základě našich vědomostí, laboratorních testů a praktických zkušeností. V případě aplikací 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 předešlého upozornění.
Systém kvality je řízen v souladu s požadavky mezinárodních standardů jakosti ISO 9001.

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 - 61 - 1 — Epoxidové barvy pro aplikaci v silné vrstvě

Popis výrobku
CPC 61-1 je série práškových barev na bázi epoxidové pryskyřice. Nabízí tak velmi dobré aplikační vlastnosti.
Série epoxidových práškových barev CPC 61-1 je speciálně vyvinuta pro elektrickou izolaci.

Aplikace
- Elektrická zařízení (ferrity)

Vlastnosti:
- Výborný rozliv
- Dobré mechanické vlastnosti
- Velmi dobrá odolnost vůči chemikáliím a rozpouštědlům

Skladovací doba: 18 měsíců.

Balení: Kartonové krabice – 20 kg.

Skladovací podmínky:

Specifikace barvy:
Odstín: různé odstíny RAL; limitované elektrickými vlastnostmi pigmentů
Povrchový efekt: hladký
Lesk: lesk, >80%
Hustota: 1500-1700 kg/m^3, v závislosti na odstínu
Lakovací zařízení: elektrostatika
Doporučená tloušťka vrstvy: 100-300 µm

Povrchová předúprava:
Železo: odmaštění

Výsledky testu :

Fyzikální vlastnosti (0,8 mm ocelový plech)	Lesk
Vytvrzovací parametry (parametry objektu)	15 min / 170°C
Tloušťka vrstvy v µm (ISO 2808)	100-300
Stupeň lesku <60° (ASTM 523, DIS 2813)	> 80
Adheze (ISO 2409)	Gt 0
Tvrdost (Bucholz) (ISO 2815)	≥ 91
Chemické vlastnosti (plech Granodine 1993 Henkel)	
Solná komora 500 h (DIN 50021 SS)– podkorodování v řezu:	max. 1 mm
Mlžná komora 500 h (DIN 50017 SK)– podkorodování v řezu:	max. 1 mm
Elektrické vlastnosti (Ferity)	
Průrazné napětí	>25 kV/mm

Tyto technické informace byly sestaveny na základě našich vědomostí, laboratorních testů a praktických zkušeností. V případě aplikací 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 předešlého upozornění.
Systém kvality je řízen v souladu s požadavky mezinárodních standardů jakosti ISO 9001.