

## Moderní řešení v galvanice na příkladu linky pro pokovení plastů

Vít Holoubek – Kovofiniš a. s. Leděč nad Sázavou

Koncem roku 2020 byla firmou Kovofiniš dodána firmě KP Galvano moderní linka pro pokovení plastů. Od roku 2021, kdy byl zahájen sériový provoz linky, objem pokovovaných dílů trvale narůstal. Koncem srpna roku 2022, právě v době, kdy byl naplánován přechod z dvousměnného provozu na třísměnný, vypukl bohužel na lince zničitelný požár. Jeho následkem byla značně poškozena hala, a to zejména její střecha, a ze značné části zničena galvanická linka. Krátce po požáru však bylo přijato strategické rozhodnutí, provoz na daném místě obnovit a od tohoto okamžiku bylo vynakládáno maximální úsilí pro dosažení tohoto cíle v co nejkratším možném čase. Proto již v listopadu 2023 mohl být zahájen testovací provoz linky a od ledna 2024 je naplánován provoz sériový. Stejně jako v případě původní linky je dodavatelem i nové linky firma Kovofiniš.

### Celková koncepce

Nová linka umožňuje pokovení ABS, ABS/PC a 2K dílů a také dílů z polyamidu (PA6). Zaměřena je zejména na díly pro automobilový průmysl, a to jak exteriérové (emblémy, nápisy, lišty, mřížky apod.) tak interiérové (rámečky, dveřní klíčky apod.). Dále se počítá s díly pro sanitární techniku i další průmyslová odvětví (např. nábytkářský a kosmetický průmysl).

Před obnovou linky bylo učiněno zcela zásadní rozhodnutí, že v nové lince budou použity pouze technologie bez šestivalentního chromu. Předúprava povrchu proto jak v případě ABS, ABS/PC a 2K dílů, tak i PA začíná bezchromovým mořením. Dále pokračuje paládiovou aktivací a chemickým niklováním, po kterém následuje měděná imerzní (primárně pro ABS, ABS/PC a 2K) nebo pyrofosfátové (primárně pro PA). Poté již navazuje klasická galvanika a to kyselé měděné, pololesklé niklování, podle požadavku na vzhled lesklé nebo saténové niklování, mikroporézní niklování a chromování. Za zmínku jistě stojí, že saténové niklování je provozováno v kontinuálním módu. Co se chromování týče, jsou v lince, v souladu s výše zmíněným rozhodnutím, zařazeny procesy trivalentního chromování pro vylučování světlých i barevných povlaků z lázní na síranové bázi s následnou elektrolytickou pasivací chromového povlaku. Po každém pokovovacím cyklu následuje po svěšení dílů dvoustupňové chemické stahování kontaktů a v případě závěsů pro díly z ABS a ABS/PC i inhibování závěsu.

Vzhledem k tomu, že pokovení plastů je v oblasti galvanického pokovování jednou z nejnáročnějších technologií, a že požadavky odběratelů dílů, zejména automobilového průmyslu, na kvalitu povlaků jsou extrémně vysoké, byly vysoké nároky kladeny i na linku. Velký důraz byl dán mj. na optimalizaci pohybu lázní a dílů, řešení pro udržování lázní v maximální možné čistotě nebo vysoký stupeň automatizace linky (zajištění stability a spolehlivosti procesu). Při návrhu linky musel být pochopitelně brán ohled i na konkurenceschopnost, a proto je v lince realizován velký počet opatření pro úsporné a efektivní využívání energií, médií a surovin (minimalizaci tepelných ztrát, spotřeb vody a chemikálií atd.). To vše samozřejmě při snaze o splnění vysokých ekologických standardů a minimalizaci dopadu zařízení na životní prostředí. V lince je proto aplikována celá řada nejlepších dostupných technik (Best Available Techniques, BAT).

Linka je umístěna ve víceúčelovém objektu v areálu firmy Kovofiniš v Ledči nad Sázavou. Tento objekt zahrnuje halu o ploše přibližně 2400 m<sup>2</sup> pro samotnou linku, sklad surových a hotových dílů o ploše přes 900 m<sup>2</sup> s regálovým systémem o kapacitě okolo 1500 paletových míst a přístavek, ve kterém se nachází pracoviště kontroly dílů, administrativa a moderně vybavená laboratoř rozdělená na analytickou, materiálovou a korozní část. V bezprostřední blízkosti haly byl zbudován nový sklad chemikálií pro linku.

### Základní charakteristiky linky

Linka je řešena jako třířadá, přičemž vlastní vanová linka je uspořádána do dvou řad a ve třetí řadě je zásobník pro všech 120 v lince používaných tyčí. Celková délka linky včetně navěšovacích a svěšovacích pracovišť a zásobníku tyčí činí 93 metrů. Takt linky je 5 minut a výkon 43 m<sup>2</sup>/h pokovované plochy. Rozměry galvanického okna jsou 2600 x 1200 x 300 mm. V lince se nachází více než 110 vanových pozic, což představuje cca 240 m<sup>3</sup> lázní a 120 m<sup>3</sup> oplachů.

Navěšování a svěšování probíhá primárně na osmi zvedacích stojanech s plynulým nastavením zdvihu vybavených dotykovými panely. Mimo to je zde ale i možnost navěšování a svěšování mimo linku na ručně manipulovaných vozících a zavážení/vyvážení vozíků do/z kteréhokoliv stojanu. Transport tyčí linkou zajišťuje 15 dopravních manipulátorů, z nichž 13 je vybaveno okapovou vaničkou a odsáváním a 4 příčné převážecí vozíky (3 suché a 1 mokré).



Obr. 1: Celkový pohled na linku

## Nejlepší dostupné techniky, úsporná, efektivní a ekologická řešení

Mezi nejlepší dostupné techniky (Best Available Techniques, BAT) uplatněné v lince mj. patří:

- promíchávání pracovních lázní prouděním kapaliny a mechanickým pohybem dílů
- snížení spotřeby elektrické energie použitím usměrňovačů s vysokou účinností
- snížení spotřeby elektrické energie a zemního plynu pomocí řízení výkonu přívodní a odsávací vzduchotechniky
- snížení tepelných ztrát vlivem snížení množství odsávaného vzduchu a izolace van
- snížení výnosu v důsledku použití dopravníků s odkapovou vaničkou
- zpětné využití výnosu zařazením úsporného oplachu pro chromování
- regenerace a recyklace oplachových vod s využitím iontoměničů
- snížení spotřeby vody díky vícestupňovým oplachům a úspornému oplachu u chromování
- údržba lázní filtrací, elektrolýzou a pomocí iontoměničů
- oddělení obtížně zpracovatelných odpadních vod (s obsahem komplexotvorných látek)
- snížení emisí díky dopravníkům s odsávanou kabinou a čištění odsávaného vzduchu
- použití méně nebezpečných látek (moření a chromování bez šestimocenného chromu)

Vybraná řešení jsou dále popsána podrobněji.

Míchání některých lázní je realizováno ejektorovými tryskami. Hlavním účelem je sice lepší homogenizace lázní a zvýšení účinnosti procesu, dalším efektem je však mj. i úspora tepla. Ve srovnání s mícháním vzduchem je totiž v tomto případě plocha hladiny lázní mnohem menší a díky tomu jsou tedy nižší tepelné ztráty, odpar a emise. V lince je instalováno přes 40 pohybů katodových tyčí od 1-dimenzionálních horizontálních nebo vertikálních, přes 2-dimenzionální (u chemického niklování, pyrofosfátového a kyselého mědění, pololesklého a lesklého niklování) až po 3-dimenzionální s regulací rychlosti a s úderem u saténového niklování.

U většiny lázní (celkem více než na 50 pozicích) a na suškách jsou instalována automatická víka. Aplikace vík umožňuje podstatné snížení množství odsávaného, a tedy i náhradou za něj přiváděného čerstvého vzduchu. Z toho resultují nižší ztráty tepla do okolí a vlivem odsávání, úspora nákladů na provoz ventilátorů odsávací a přívodní vzduchotechniky, a především na ohřev přiváděného vzduchu během topné sezóny. Motory ventilátorů jsou navíc vybaveny frekvenčními měniči, což dovoluje optimalizovat výkon vzduchotechniky nebo jej snížit v době, kdy linka nepracuje (údržba, odstávka). Samozřejmostí je tepelná izolace van s vysokou pracovní teplotou a sušek.



**Obr. 2:** Automatická víka na vanách

Dopravní manipulátory ve vanové části linky jsou vybaveny odkapovou vaničkou a odsávanou kabinou. V odkapové vaničce je zachycen okap lázní ze zboží, který je pak odváděn přímo na čistírnu odpadních vod. Díky tomu je zmenšen vnos lázní do oplachových van a lze dosáhnout snížení spotřeby oplachové vody. Dalšími efekty tohoto řešení je to, že nedochází vlivem okapu ze zboží ke znečištění technologického zařízení, z čehož plynou nižší náklady na mytí a údržbu linky, a ke kontaminaci lázní, přes něž dopravník se zbožím pouze přejíždí. Odsávaná kabina zajišťuje, že jsou vodní pára a agresivní výpary kyselin ze zboží, jenž by jinak unikaly do prostoru haly, odvedeny do odsávání. To vede ke zlepšení prostředí v hale a snížení koroze ocelových konstrukcí linky či haly.





**Obr. 3:** Dopravní manipulátory s odkapovou vaničkou a odsávanou kabinou

Snížení spotřeby vody a produkce odpadních vod je dosaženo pomocí protiproudých vícestupňových oplachů, většinou navíc s postřikovým rámem v posledním stupni, přes který je řízeně přiváděna čerstvá voda. U některých oplachů je kvůli zvýšení účinnosti použit ultrazvuk a jeden ze závěrečných oplachů je konstruován jako vysokotlaký s využitím speciálních podhladinových trysek vytvářejících kavitaci. U chromování je použit úsporný oplach, v němž se díly oplachují před a po chromování. Tím je část (přibližně polovina) výnosu z chromovací lázně recyklována zpět do chromovací lázně. Finální oplach je koncipován jako cirkulační přes iontoměniče. K tomuto účelu je instalována duplexní cirkulační ionexová stanice AQUAREG ICS, na kterou je oplachová voda z finálního oplachu kontinuálně čerpána a po vyčištění se zpět do něj vrací. Tento oplach zaručuje velmi kvalitní opláchnutí dílů při nízké spotřebě vody a nízké produkci odpadních vod.

Většina lázní i oplachů je kontinuálně filtrována svíčkovými nebo deskovými filtry, u saténového niklování jsou použity speciální jednotky pro kontinuální filtraci lázně. Celkem je u linky instalováno více než 90 filtračních aparátů. Lázně pro moření ABS a ABS/PC jsou elektrolyticky regenerovány. Při moření degradací účinné složky vznikající nežádoucí produkt je na anodách povlakovaných směsnými oxidy vzácných kovů oxidován zpět na účinnou složku. Chromovací lázně jsou regenerovány zařízením AQUAREG CrTri pracujícím na principu iontové výměny. Pomocí speciálních iontoměničů jsou z lázní odstraňovány nežádoucí kationty kovů ( $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ).

Snížení emisí je dosahováno čištěním odsávané vzdušiny před vypuštěním do atmosféry mokrou vypírkou ve 3 vícepatrových sprchových absorbérech.



**Obr. 4:** Sprchové absorbéry

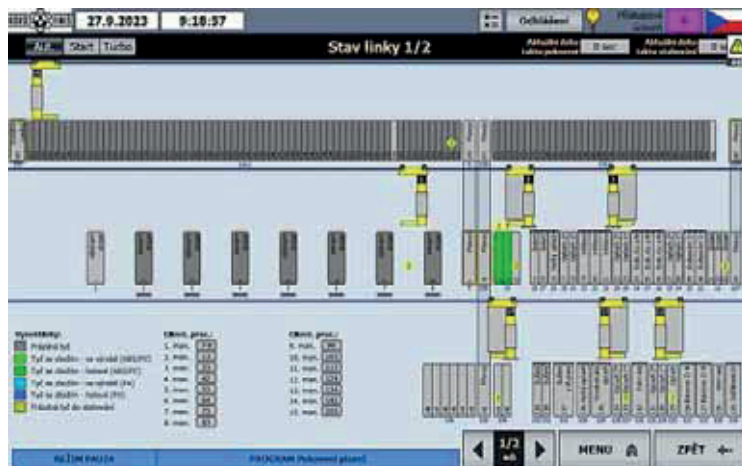
## Automatizace, řízení, vizualizace

Linka je plně automatická, řízená řídicím systémem Siemens Simatic S7-1500. Identifikace a sledování tyčí probíhá pomocí RFID technologie. Aplikovaný řídicí program je tzv. volný, což mj. znamená, že lze volit časy technologických operací nebo provozovat v lince současně různé technologie. Řídicí software umožňuje tvorbu a editaci technologických postupů, tj. vytvoření a udržování databáze technologických postupů. Technologická data pro tyč (parametry výrobků, technologický postup) se z databáze na vstupních pracovištích linky načítají automaticky pomocí RFID čteček, ale je možné je v případě nestandardních situací zadávat i ručně. Po načtení dat a provedení optimalizace řídicí program dokáže predikovat průchod tyče linkou.

Vizualizace technologického procesu je realizována na dotykovém panelu u linky a vzdáleném pracovišti technologa, rovněž je možný přístup do vizualizace z tabletů, což je výhodné pro obsluhu a údržbu z různých míst linky. Vizualizace umožňuje zobrazování činnosti linky v reálném čase, zobrazení a nastavení parametrů (teploty, proudy atd.) a samozřejmě ovládání zařízení (usměrňovače, pohyby tyčí, čerpadla atd.). Vizualizační software také zpracovává různá data a údaje a archivuje je v několika archívech. Archiv zboží obsahuje protokoly s parametry pro každou tyč, přehledový archiv obsahuje stejné parametry jako archiv zboží, avšak sumarizované podle různých kritérií (např. kódu zboží, typu technologie nebo pro různé časové úseky), archiv ampérhodin slouží k evidenci prošlého náboje pro jednotlivé usměrňovače, archiv událostí eviduje různé události typu spuštění/vypnutí linky, pauza apod. a archiv poruch veškeré poruchové stavy.

Jak řídicí software (AK Vario) tak vizualizační software (AK Visual) jsou vytvořeny v prostředí TIA Portal a jsou produktem vlastního vývoje firmy Kovofiniš, jenž pro vývoj a tvorbu těchto programů disponuje vlastními programátory. Software je propojen se systémem plánování podnikových zdrojů (ERP) uživatele linky, díky čemuž je možné mj. sofistikované plánování výroby.

Vysoce automatizováno je dávkování přísad do lázní, které jsou buď podle prošlého náboje anebo upravené plochy dávkovány více než 80 čerpadly.



Obr. 5: Vizualizace linky

## Doplňující zařízení

Kromě již výše zmíněných zařízení rozsah dodávky zahrnoval řadu dalšího zařízení zajišťujícího chod linky, zvyšujícího komfort či bezpečnost obsluhy a usnadňujícího a zkracujícího údržbu. Patří mezi ně např. chladicí jednotky pro chlazení mědicích a chromovacích lázní, dohromady 14 rezervních nádrží na lázně, přípravné nádrže pro kyselou mědicí lázeň a niklovací lázně nebo 3 pracoviště pro údržbu anod. Součástí dodávky bylo i čerpání a rozvody HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a HNO<sub>3</sub> do příslušných van.



Obr. 6: Rezervní a přípravné nádrže, dávkování

Z výše uvedeného je zřejmé, že nová linka je projektována s důrazem na dosažení co nejvyšší kvality povrchových úprav a maximální hospodárnost a ekologičnost provozu. Měla by tak svému uživateli pomoci v jeho úsilí stát se spolehlivým a konkurenceschopným partnerem dodavatelů pro přední české i světové výrobce automobilů i zákazníků z jiných oblastí průmyslu. Provoz linky je přitom velmi šetrný k životnímu prostředí.