

# Flexibilná autolakovňa s modernými pohonmi

Nová lakovňa v závode BMW v Dingolfingu je navrhnutá nielen na spracúvanie veľkého množstva modelov, ale aj ich špeciálnych modelov, ako sú napríklad cestovné modely, bezpečnostné karosérie alebo rozdielne varianty rázvoru kolies. Aby spĺňala v súčasnosti veľmi vysoké požiadavky na kvalitu, pristúpilo sa k rozsiahlej modernizácii existujúcej lakovne. Základ hnacej a regulačnej techniky pre vysokoflexibilnú a výkonnú výrobnú technológiu tvoria motorprevodovky a frekvenčné meniče Danfoss.

## Reštrukturalizácia v závode BMW

Na ploche cca 105 000 m<sup>2</sup> bola v období troch rokov realizovaná jedna z najvýznamnejších reštrukturalizácií v závode BMW v Dingolfingu. Vybavenie podľa novej koncepcie umožňuje dopravovať karosérie s dĺžkou až 6 m a hmotnosťou takmer 1 000 kg. Celková kapacita bola navrhnutá pre dvojjmennú prevádzku s výkonom viac ako 1 200 jednotiek za deň. Vlastný výrobný proces pri každej karosérii trvá v priemere 7 hod., čo zodpovedá celkovej priebežnej dobe len 18 hodín.

## Dôkladné čistenie

Karosérie musia prejsť najprv zariadením bodywasher, kde sú pomocou kief a ostrekovacích dýz zbavené zvyšku tukov a nečistôt. Následne sa začne predbežná úprava. V novej autolakovni je pri odmastovaní a fosfatizácii prvýkrát realizovaný postup RoDip. Spočíva v tom, že karoséria je postupne ponorená do dvanástich nádrží a v každej sa otočí zvislo okolo vlastnej osi. Takto je zaistené optimálne opláchnutie a vyprázdnenie dutín karosérie. Podstatne sa zlepšil čistiaci efekt a vedie aj k rovnomernému naniesniu fosfátovej vrstvy, ktorá má dôležitú funkciu v rámci antikorozynej ochrany. Vďaka homogénemu náteru navyše vykazuje aj lepšiu priľnavosť následných lakových vrstiev.

Pre túto časť zariadenia je navrhnuté riadenie podľa centrálnej koncepcie. Frekvenčné meniče sú inštalované do rozvádzačov a použili sa samostatné motorprevodovky radu Danfoss Bauer 2000 (obr. 1). Pre požadovanú dynamiku a variabilitu sú použité frekvenčné meniče Danfoss VLT5000 (obr. 2). Všetky meniče sú riadené cez zbernicu ProfiBus. Všetky hnacie jednotky pásových

dopravníkov a manipulátorov sú v permanentnom spojení, čím je zaistený optimálny chod výroby.

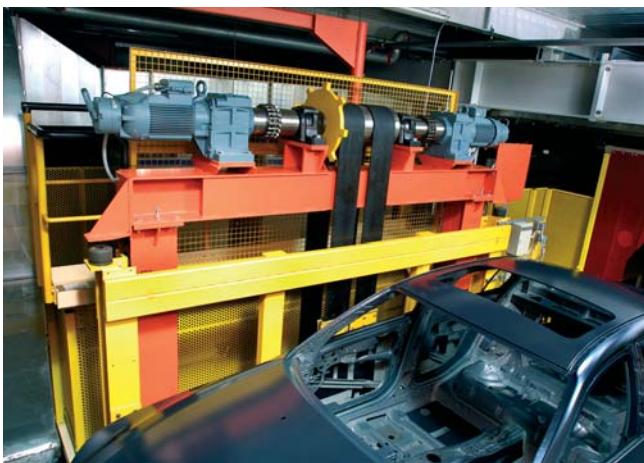
## Koncepcia zariadení

Po vykonaní predbežnej úpravy postupujú karosérie do úseku ponorného katodického lakovania. Tu sa nanáša základný náter v hrúbke 15 – 25 µm. Ďalším krokom je sušenie, resp. vypaľovanie základného náteru, utesnenie zvarov (obr. 3) a nanášanie ochrany proti korózii na podvozok a znovu sušenie.

Karosérie následne prichádzajú na úsek na dokončenie ponorného katodického lakovania; tu sa ručným brúsením odstránia prípadné nerovnosti doterajšej povrchovej úpravy. Zvyšky prachu alebo brusný prach sa dôsledne odstránia ručným čistením a následne rotujúcimi kefami vyrobenými z peria austrálskeho pštrosa emu. Zaisťujú optimálny čistiaci účinok a maximálnu šetrnosť voči materiálom. Na ploche zhruba 33 000 m<sup>2</sup> sa rozkladá úsek na nanášanie laku s vysokou pigmentáciou. Je rozdelený na tri plne automatické linky s celkovým počtom 36 lakovacích robotov. Každá z liniek má výrobnú kapacitu viac ako 400 karosérií za deň. Na realizáciu príslušnej technológie a dopravnej techniky bolo treba viac ako 1 200 motorprevodoviek Danfoss Bauer 2000 a rovnaký počet frekvenčných meničov či softštartérov.



Obr.2 Frekvenčný menič radu Danfoss VLT 5000 so zabudovanou voliteľnou komunikačnou zbernicou ProfiBus (vľavo je prístroj formátu kniha, vpravo formátu kompakt)



Obr.1 Zdvíhadlo karosérií v úseku mimoúrovňového zásobníka: čelné motorprevodovky radu BG so zabudovanou brzdou a možnosťou ručného odbrzdzenia. Riadenie sa vykonáva pomocou frekvenčného meniča radu Danfoss VLT 5000 po zbernici ProfiBus



Obr.3 Prekladacia stanica z vystreďovacej zdvižnej plošiny na pásové dopravníky. Úsek utesňovania zvarov, motorprevodovka radu BK20 s výkonom 0,75 kW so zabudovanou brzdou, konektorom a spojenými kotúčmi nasadzovaných za tepla

## Optimalizované riešenie pohonov

Spektrum výkonov frekvenčných meničov Danfoss radu VLT 5000 sa pri tom pohybuje od 0,75 do 400 kW. Požiadavky na riadiacu techniku boli formulované jednoznačne. Pri všetkých zariadeniach musela byť použitá jednotná technika. Pre vysoký podiel dopravnej techniky bolo zariadenie na tomto úseku vybudované decentralizované. Na základe tejto koncepcie boli priamo na pásové dopravníky namontované frekvenčné meniče radu Danfoss FCD 300 a softštartéry radu Danfoss DMS 300 s výkonom 0,18 – 3,00 kW (obr. 4).



Obr.4 Decentralizované pohony. Vľavo frekvenčný menič radu Danfoss FCD 300 a vpravo softštartér DMS 300 s rozsahom výkonov od 0,18 – 3,00 kW a napájacím napätím  $3 \times 380 - 480 \text{ V} \pm 10 \%$

Komunikácia medzi frekvenčnými meničmi a riadením jednotlivých zariadení je realizovaná zbernicou ProfiBus. Decentralizované frekvenčné meniče a softštartéry sú navyše vybavené externou prípojkou 24 V DC, umožňujúcou komunikáciu na evidenciu procesných dát alebo na zmenu nastavovacích parametrov, aj keď je zariadenie v nečinnosti.

Pre pohony pásových dopravníkov boli použité výhradne motory s kuželočelnou prevodovkou radu Danfoss Bauer 2000. Práve v prípadoch, keď je nutná regulácia pásových dopravníkov v dolnom rozsahu kmitočtov (napr. pri rozbehu či dobehu alebo pri zdvíhaní), sa prejavuje nízka účinnosť závitovkových prevodoviek a navyše ich samosvornosť spôsobuje nestabilné správanie pohonu. V mnohých prípadoch možno pozorovať traslavý pohyb. Pri alternatívnom použití kúželočelných prevodoviek možno konštatovať evidentne plynulejšie a rovnomernejšie správanie pohonu.

Vďaka výrazne lepšej účinnosti, ktorá je práve pri rozbehu spojená s vyšším krútiacim momentom, sa mohli takmer vo všetkých prípadoch použiť motorprevodovky s nižším výkonom motora. Tým sa navyše dosiahlo zníženie investičných nákladov na zariadenie a na samotnú prevádzku.

## Lak na vodnej báze

Nanášanie laku na vodnej báze je, zrejme, najväčším samostatným projektom v úseku novej lakovne BMW v Dingolfingu. Použitý spôsob otvoril nové dimenzie pre techniku lakovania. Roboty použité v úseku nanášania laku s vysokou pigmentáciou nenanášajú lak ako doteraz len na vnútorné, ale aj na vonkajšie strany karosérie. To umožnilo ďalšie zvýšenie stupňa automatizácie, pretože odpadli dovtedy obvykle používané pojazdné lakovacie jednotky.

Nanášanie laku s vysokou pigmentáciou sa vykonáva pomocou tzv. vysokootáčkových kalíškových rozprašovačov, ktoré sú

umiestnené na ramenách lakovacích robotov. Táto metóda elektrostatického lakovania umožňuje aplikovať pomocou robotov laky s vysokým obsahom pigmentu na vodnej báze. Aby sa znížila spotreba a minimalizovalo zaťaženie životného prostredia, lak sa rozváža priamo v rôznych základných farbách. Do systému bolo integrovaných 6 okružných vedení na lakovanie z vonkajšej strany. Štyri z nich sú pre základné farby bielu, čiernu, červenú, sivú, a dve zvyšné pre špeciálne odtiene alebo ich možno plniť skúšobnými farbami. Na lakovanie vnútorných strán karosérie je použitých 15 okružných vedení.

Po nanesení laku s vysokou pigmentáciou nasleduje sušenie, resp. vypaľovanie. Pre cirkulačné jednotky nadväzujúcich sušární sa pre vysoký výkon použili softštartéry radu Danfoss MCD 3000 s výkonom až 30 kW. Po procese schnutia sa karoséria presúva cez vyprázdňovací zásobník do dokončovacieho úseku a na opätovnú kontrolu akosti. Následne sú karosérie dopravené do plne automatického triediaceho zásobníka na úrovni 18 a 21 m s dispozíciou 60 miest. Pomocou zvislých dopravníkov, posuvných zaraďovacích vozíkov, vystreďovacích zdvižných plošín (obr. 5) a pásových dopravníkov sú karosérie dopravované na presne určené miesta. Tu sú podľa farieb rozdelené do skupín a čakajú na ďalšiu automatickú prepravu.



Obr.5 Vystreďovací zdvihač na úseku zaraďovacieho pásového dopravníka na mieste výstupu zo zásobníka. Retazový dopravník je poháňaný motorprevodovkami radu BK a meničmi VLT 5000, vystreďovací stôl motorprevodovkami radu BG a softštartérmí DMS 300

Skupiny karosérií sú po tzv. vratnej linke opäť dopravené k lakovacím linkám. Tu sa nanesie základný lak riedený vodou: unilaky s hrúbkou cca 20  $\mu\text{m}$  a metalizované laky s hrúbkou cca 15  $\mu\text{m}$  a zase nasleduje operácia sušenia.

## Z ekologických dôvodov prášok

Pre ďalší procesný krok – aplikáciu priesvitného smaltu zvolili v závode v Dingolfingu celkom novú cestu. Ako jediný výrobca automobilov na svete stavila firma BMW na práškové priesvitné smalty. Výhody sú jednoznačné: nie sú potrebné riedidlá ani voda a tým odpadá likvidácia odpadových vôd a čistiace zariadenia. Vďaka práškovému nástreku, pri ktorom je rozstrek nižší než pri bežných postupoch, možno s kontinuálnym recyklačným systémom doceliť až 95 % využitie materiálu.

Po nanesení priesvitného smaltu sú karosérie dopravené na vypaľovanie. Tu dochádza k skvapalneniu práškových zložiek smaltu a vytvoreniu dokonale homogénnej a jednoliatej vrstvy laku. Hotové a nalakované karosérie sú dopravené do ďalšej stanice kontroly na zisťovanie akosti. Tu prebieha vizuálne posúdenie a prípadné prebrúsenie a doleštenie. Nakoniec sa vykonáva ešte konzervácia dutín a karoséria je pripravená na konečnú montáž.

## Technika firmy Danfoss

Všetky technologické postupy a pomocné procesy, ktoré tu boli uvedené, sú založené na hnacej a regulačnej technike firmy Danfoss, ktorá je optimálne prispôbena požiadavkám zariadenia a vysokému stupňu flexibility. Táto technika bude aj v budúcnosti prispievať k zaisteniu vysokých požiadaviek na akosť inováčných technológií firmy BMW.



**Dipl. Ing. Friedrich Kelnhofer**

17

divízia Motion Controls  
firmy Danfoss Nemecko

**Danfoss, s. r. o.**

Továrenská 49  
953 01 Zlaté Moravce  
Tel.: 037/640 62 80  
Fax: 037/640 62 90  
e-mail: danfoss.sk@danfoss.com  
<http://www.danfoss.sk>