

Rekonštrukcia linky rezania a spájania textilného kordu RTK5 v Matadore Púchov

Gumárenský závod Matador Púchov patrí k stabilným pilierom slovenskej ekonomiky s pestrým výrobným sortimentom a neustálym dopytom po svojich výrobkoch. Reportáž z podniku, v ktorej sme v stručnosti predstavili všetky fázy výroby, sme priniesli v druhej polovici roka 2004. Matador Púchov je však ako živý organizmus, ktorý sa neustále vyvíja a kontinuálne inovácie sú bežnou súčasťou jeho života. V poslednom štvrtroku 2005 prebehla rekonštrukcia linky rezania a spájania textilného kordu RTK5 nachádzajúcej sa z hľadiska celej výroby medzi fázami pogumovania textilného kordu a konfekcie. Nasledujúci článok sa venuje opisu rozsahu rekonštrukcie, ako aj opisu činnosti samotnej linky.

Hlavné dôvody rekonštrukcie

Hlavnými dôvodmi rekonštrukcie bola potreba presunúť tok materiálu na opačnú stranu pôvodnej linky so zámerom posunúť ho bližšie k nadväzujúcej fáze výroby (konfekcia) a zároveň uvoľniť priestor na pravej strane, kde bola pôvodne rozložená časť linky. Ďalšími dôvodmi bola náhrada pôvodnej poruchovej a nespoľahlivo pracujúcej spájačky za novú (RTK5) a, samozrejme, zvýšenie výkonu linky. Kompletná rekonštrukcia navíjačiek kordu prebehla už pred dvoma rokmi.

Konštrukčný opis linky

Vstupom do novej časti linky sú pôvodné prvky: odvíjačka kordu, slučka, podávací dopravník a nožnice na strihanie kordu, tvoriace jeden celok s nožnicovým dopravníkom. Pohyb nožníc je riadený pôvodným riadiacim systémom linky, v ktorého režii je aj riadenie všetkých uzlov pred nožnicami. V začiatkovej etape rekonštrukcie linky riadil pôvodný riadiaci systém aj štart a stop meniča nožnicového dopravníka. Žiadaná hodnota jeho otáčok – analógový signál 0 až 10 V – sa privádzala reléovým prepínačom z viacerých zdrojov. Zdrojmi boli nastavovacie potenciometre v rozvádzači linky, novým zdrojom bol analógový výstup meniča prísunového dopravníka. V ďalšej etape rekonštrukcie linky prevzal riadenie pohonu nožnicového dopravníka už nový riadiaci systém a nový menič. V automatickom režime teda pracuje väčšinou nožnicový dopravník synchronne s prísunovým dopravníkom.

Nová časť linky v podstate pozostáva z prísunového dopravníka (2 200 mm), spájacieho stola, na ktorom je dorazová lišta a tesne pred ňou prítlačná (spájacia) lišta. Potom nasleduje pneumatické „cukacie“ zariadenie s prítlačnou kefou, ďalej odtahový valec



Nožnicový a prísunový dopravník



Posuvná časť spájacieho zariadenia s pridržiacou kefou

s prítlačným valcom, jama s optosnímačmi a odrazkami (= prvý vyrovnávací zásobník), kontrolný dopravník, slučka s optosnímačmi a odrazkami (= druhý vyrovnávací zásobník) a perforačné zariadenie. Pohony nožnicového dopravníka, prísunového dopravníka a odtahového valca sú vysokodynamické a presné polohovacie servopohony Siemens Masterdrives MC so synchronnými servomotormi. Pohony kontrolného dopravníka a perforačného zariadenia sú realizované bežnými asynchronnými motormi a štandardnými meničmi Siemens Micromaster MM440. Za novou časťou linky opäť nasledujú jednotlivé uzly pôvodnej linky, napr. lemovačka a dve navíjačky. Medzi perforačným zariadením a dopravníkom lemovačky je znovu vyrovnávacia slučka.

Medzi nožnicovým a prísunovým dopravníkom je optosnímač prítomnosti materiálu. Po opustení nožnicového dopravníka odchádzajúcim ústrižkom a napolohovaní ďalšieho ústrižku do vyčkávej medzipolohy na nožnicovom dopravníku sa generuje signál na povolenie ďalšieho cyklu strihania (prísun materiálu do nožníc a strih). Nad prísunovým dopravníkom sú dva optosnímače prítomnosti materiálu – spomaľovací S1 a referenčný R2. Tie riadia pohyb dopravníka a odtahového valca. Za spájačkou je optosnímač prítomnosti materiálu na kontrolu správnosti spojenia.

Opis činnosti linky

Linka sa začína odvíjačkou pogumovaného textilného kordu spolu s navíjačkou zábalu, v ktorom je kord kvôli ochrane zvinutý. Za nimi nasleduje ťažný valec. Jeho úlohou je odvíjať kord z cievky a posúvať ho smerom k dopravníku, ktorý podáva materiál do nožníc. Za ťažným valcom sa nachádza tzv. tanečník, resp. kompenzačná slučka. Plní funkciu akéhosi zásobníka vyrovnáva-



Dopravník nakladania pásov

júceho diferencie medzi plynulým pohybom ťažného valca a krokovým pohybom podávacieho dopravníka do nožníc. Táto vstupná časť linky je otočná v určitom rozsahu uhla v závislosti od vyrábaného sortimentu. V nožniciach sa kord strihá na úseky s požadovanou šírkou a odtiaľ pokračuje z nožnicového dopravníka na prísunový, ktorý je vstupnou bránou novej časti linky. Za ním nasleduje spájací stôl s odtahovým valcom, kde sa jednotlivé ústrižky kordu spájajú do jedného súvislého celku. Kompenzačná jama umiestnená za odtahovým valcom plní podobne ako tanečník funkciu kompenzačného zásobníka. Potom nasleduje kontrolný dopravník, kde sa vykonáva kontrola spojov a v prípade potreby aj ich dodatočné manuálne dotlačenie. Ďalšou časťou je opätovne kompenzačný zásobník, za ktorým je umiestnené perforačné zariadenie. To prepichuje do kordu diery, aby mal v nadchádzajúcej výrobnjej fáze na konfekcii kadiaľ unikáť vzduch. Záverečnými prvkami sú dopravníková lemovacia na nanášanie ramenných výplní a tri navíjačky do cievok.

Rekonštrukcia

Výrobcom a dodávateľom novej časti linky bola KONŠTRUKTA-Industry, a.s. Trenčín. Niektoré celky staršieho vybavenia si v závide Matador presunuli na druhú stranu vlastnými silami, kde ich upravili a modifikovali pre potreby nastávajúcej výroby. Dodávateľom elektrických a automatizačných komponentov bola spoločnosť NES Nová Dubnica. Celá rekonštrukcia od zadania požiadavky až po spustenie do skúšobnej prevádzky trvala necelé štyri mesiace. Pri návrhu tejto linky využili konštruktéri skúsenosti s výrobou predchádzajúcej linky RTK4, pričom niektoré komponenty novej časti linky ako spájačka a prísunový a kontrolný dopravník sa prevzali s istými úpravami z linky RTK4.

Praktické problémy

Technici KONŠTRUKTA-Industry, a.s. a NES Nová Dubnica narazili v priebehu riešenia projektu na niekoľko bežných problémov, akým je napr. aj vhodné umiestnenie rozvádzača. Podľa vlastných slov mali tiež mierne obavy, ako sa im podarí sklbiť pôvodné a rekonštruované vybavenie linky. Ihneď po spustení linky do skúšobnej prevádzky sa ukázalo, že nedosahuje výkon pôvodného riešenia. Po narezaní kordu totiž prechádzal ústrižok veľkú vzdialenosť z nožnicového dopravníka až priamo na miesto spájania, čo bolo z časového hľadiska neefektívne. Riešenie sa našlo vo vytvorení medzipozície na nožnicovom dopravníku, vďaka čomu sa na celú dĺžku dopravníka zmestia dva ústrižky kordu a skráti sa celkový čas prechodu až po miesto spájania. Po tejto zmene organizácie pohybov bolo potrebné vykonať aj úpravy softvéru, čím sa maximálna výkonnosť linky vyšplhala na 17 spojov za minútu. Nožnicový dopravník si na rozdiel od pôvodného návrhu takisto vyžadoval zložitejší algoritmus riadenia. Jeho pohon

bol preto nahradený moderným servopohonom a riadenie presunuté zo starého riadiaceho systému na nový.

Vhodné technické riešenie bolo potrebné navrhnuť aj pre hladký prechod kordu medzi nožnicovým a prísunovým dopravníkom tak, aby nedochádzalo k zachytávaniu kordu v štrbine medzi dopravníkmi. Tento problém sa čiastočne vyriešil inštaláciou lišty povrchovo upravenej teflónom a prítlačným valcom. K jeho úplnému vyriešeniu však prispelo až zavedenie medzipohy na konci nožnicového dopravníka, pretože tým sa dosiahla veľmi nízka rýchlosť prechodu materiálu cez kritické miesto.

Riadiace a komunikačné prvky

Riadenie pôvodnej časti linky od odvíjania kordu až po strihanie nožníc je v režii staršieho PLC S5-135 od spoločnosti Siemens. Zvyšné celky sú v správe najmodernejšieho PLC Simatic S7-400 od rovnakého výrobcu. Pôvodné PLC bolo vybavené sériovou komunikáciou Interbus. Nové PLC využíva zbernicu Profibus-DP. Komunikácia medzi riadiacimi PLC S5-135 a S7-400 prebieha jednoduchou vzájomnou výmenou niekoľkých bitov. V rekonštruovanej časti linky sa okrem Profibusu ďalej využíva Simolink. Druhý spomenutý typ komunikácie je špeciálna optická zbernica spoločnosti Siemens určená na presnú synchronizáciu viacerých pohonov. V prípade linky RTK5 sa uplatňuje pri rýchlostnej a polohovej synchronizácii pohybov dopravníkov. Z hľadiska členenia je táto komunikácia súčasťou meničov frekvencie. Zbernica Profibus sa využíva na komunikáciu PLC S7-400 s podriadenými zariadeniami – s tromi frekvenčnými meničmi servopohonov (pohon nožnicového, prísunového dopravníka a odtahového valca) a dvoma meničmi Micromaster (pohon kontrolného dopravníka a perforačného zariadenia).



Rozvádzač linky: meniče frekvencie Micromaster (hore), meniče frekvencie Masterdrives Motion Control (dole)

Snímače

V pneumatických valcoch od spoločnosti Festo sa nachádzajú indukčné snímače polohy. Okrem nich sú na linke použité optické snímače prítomnosti (na vstupe, spomalenie, polohovanie, kontrola roztrhnutia spoja a v slučkových jamách).

Ťažiskové úlohy riadenia linky

Odborníci NES Nová Dubnica z vlastných skúseností pri návrhu riadenia iných podobných výrobných liniek v závode vedeli, že treba zabezpečiť súbeh viacerých pohonov, aby prechod materiálu medzi dopravníkmi prebiehal synchronne a plynule. Na túto úlohu použili meniče frekvencie Siemens z radu Masterdrives Motion Control, ktoré vo svojej bohatej softvérovej nadstavbe umožnili zabezpečiť všetky požadované funkcie, vďaka čomu nebolo potrebné zaťažovať softvérového špecialistu zdĺhavým a komplikovaným programovaním funkcií, ako je synchronizácia, odmeriavanie polohy a určovanie začiatku brzdenia dopravníkov. Hlavný riadiaci systém S7-400 plní funkciu celku vykonávajúceho nadradené logické riadenie a udeľujúceho pokyny meničom frekvencie.

Automatický režim spájania

Východiskovým stavom pre štart automatického režimu je stav po pripojení prichádzajúceho ústrižka. Kontinuálny pás spojeného materiálu sa nachádza čiastočne na prísunovom dopravníku, pod spájačkou, na odťahovom valci, v jame (ako visiaca slučka), na kontrolnom dopravníku, v ďalšej slučke, v perforačnom zariadení atď. Dorazová a prítlčná lišta spájačky sú hore. Na nožnicovom dopravníku sa nachádzajú dva ústrižky: jeden v čakacej medzipoľohy na konci dopravníka, druhý, práve odstrihnutý, pod nožnicami. Nožnice sú v hornej úvrati. Pôvodný riadiaci systém signalizuje do nového PLC S7-400 pripravenosť na odsun ústrižka. Synchronizovaný pohyb nožnicového dopravníka (ND), prísunového dopravníka (PD) a odťahového valca (OV) je riadený tzv. virtuálnym mastrom (VM) linky. Ten sa nachádza v meniči odťahového valca. V automatickom móde je VM nadradený celej linke a pohony odťahového valca (OV), prísunového dopravníka (PD) aj nožnicového dopravníka (ND) sú v podriadenom režime – slave.

Pred štartom automatického cyklu je virtuálny master zastavený (dáva nulovú rýchlosť). Meniče OV, PD a ND sú zapnuté v režime slave voči VM, žiadané hodnoty ich rýchlostí a polôh sú prebrané z virtuálneho mastra, preto všetky tri pohony zatiaľ stoja. Po povel na štart automatického cyklu spustí svoju činnosť VM. Na jeho vstupe je prepnutá konštantná hodnota rýchlosti v1. Výstupná rýchlosť VM po rampe narastá a všetky tri pohony sa rozbiehajú synchronne. Z PD odchádza spojený koniec pásu, z ND na PD prechádza prichádzajúci ústrižok z čakacej medzipoľohy. Po ND sa pohybuje posledný odstrihnutý ústrižok smerom do medzipoľohy. Po ustálení rýchlosti sa krúti odťahový valec a oba dopravníky konštantnou rýchlosťou v1. Zmena nastane, keď odchádzajúci koniec spojeného materiálu odíde spod spomaľovacieho optického snímača S1 (nad PD). Hrana tohto signálu dá povel na odmeriavanie dráhy P1. Po jej prejení sa vstup VM prepne na zníženú rýchlosť v2. Výstupná rýchlosť VM sa začne znižovať, tým sa znižuje aj rýchlosť OV, PD a ND.

Po odchode konca ústrižku z PD na spájací stôl už nie sú PD a OV zviazané materiálom a môžu sa pohybovať nezávisle od seba. Preto môže virtuálny master opäť zrýchliť, tentoraz na maximálnu hodnotu v3, aby sa prichádzajúci ústrižok na ND a PD čo najrýchlejšie priblížil k spájačke. Pritom pohon OV, ktorý určuje rýchlosť odchádzajúceho pásu, prejde do tzv. ostrovného režimu (catch-up mode). Jeho žiadaná rýchlosť už nie je určená virtuálnym mastrom, ale je to nezávislá hodnota. V okamihu odchodu pásu z druhého referenčného snímača (R2) sa pohon OV nareferencuje a koniec pásu dopolohuje do cieľovej pozície pod spájačkou. Pohon OV zahlásí riadiacemu systému, že ukončil polohovanie pod spájačku. Riadiaci systém dá kefe povel na uchopenie konca materiálu a pohyblivý stôl vykoná pohyb vpred a vzad. Tým sa koniec odchádzajúceho pásu strhne zo schodíka pod spájačkou a následne sa pritlačí o jeho hranu. Nasleduje spustenie dorazovej lišty nadol, tesne nad úroveň materiálu. Medzitým prichádzajúci ústrižok, riadený virtuálnym mastrom a pohonom PD, po príchode

de na spomaľovací snímač S1 odmeria vzdialenosť P2. Vzápätí prejde do ostrovného režimu, teda spomalí na hodnotu ostrovných rýchlostí v2 a po prechode referenčného snímača R2 sa nareferencuje a ukončí polohovanie do cieľovej pozície pred spájačkou tak, že sa začiatok ústrižku trochu oprie o spustenú dorazovú lištu. Ak by sa dorazová lišta nestihla spustiť do jeho príchodu, môže sa ostrovná rýchlosť na chvíľu znížiť na nulu. Počká sa na spustenie lišty a až potom sa ukončí polohovanie.

Pohon PD zahlásí riadiacemu systému ukončenie polohovania pod spájačkou. Riadiaci systém dá povel na spustenie spájacej a následne na zdvihnutie spájacej i dorazovej lišty. Tým sa uskutoční spojenie odchádzajúceho pásu s prichádzajúcim ústrižkom.

Nožnicový dopravník sa po odchode celého prichádzajúceho ústrižku na prísunový dopravník odpojí od VM a prejde do ostrovného režimu. Je naprogramovaný tak, že začiatok posledného ústrižku sa zastaví tesne pred miestom prechodu z ND na PD. Tým sa povolí ďalší cyklus prísunu materiálu pod nožnice. Jeden cyklus je ukončený a celá linka je pripravená na ďalší.

Na výstupe z odťahového valca sa nachádza jama, ktorá slúži ako vyrovnávací zásobník medzi cyklicky pracujúcou spájačkou a viac-menej spojitou pracujúcim kontrolným dopravníkom. Rýchlosť kontrolného dopravníka je riadená na základe logických signálov štyroch optických snímačov, ktoré merajú hĺbku previsu slučky v jame.

Monitorovanie a evidencia prevádzky linky

Pre potreby vyhodnocovania efektívnosti činnosti linky sa vykonáva kontinuálny automatický monitoring základných parametrov. Zaznamenáva sa dĺžka vstupného materiálu, druh materiálu a počet strihov nožníc za zmenu. Tieto údaje sú k dispozícii kompetentným pracovníkom s príslušnými prístupovými právami na internej podnikovej sieti.

Prínosy

Jedným z najväčších prínosov popri získaní potrebného priestoru, náhrade spájačky a zvýšení reálnej výkonnosti o 30 % (15 spojov za minútu) je jednoduché prestavovanie spájačky pri zmene sortimentu. „Nastavovanie starej spájačky bola hotová alchymia. Tento úkon bolo potrebné niekedy vykonať aj niekoľkokrát za deň a vyžadoval si značnú skúsenosť a poriadnu dávku trpezlivosti,“ okomentoval neoceniteľný prínos nového riešenia Zdeno Velič, vedúci údržby prevádzky Výroba polotovarov v závode.

Plány do budúcnosti

V budúcnosti sa plánuje prejsť na riadenie celej linky jedným riadiacim systémom S7-400, ktorý momentálne spravuje vetvu linky od prísunového dopravníka až po koncové navijáčky kordu so zábalom. Štyristovkový rad riadiaceho PLC je dostatočne výkonný a s príslušným rozšírením vstupno-výstupných modulov sa zhostí svojej úlohy bez akýchkoľvek problémov. V ďalšej etape sa nahradí starý vizualizačný systém za systém WinCC od spoločnosti Siemens, ktorý je v prevažnej miere nasadený v celom závode. Nespornou výhodou tohto zámeru je fakt, že väčšine operátorov je WinCC dôverne známy, vďaka čomu odpadá potreba kompletného zaškolenia personálu.

Na záver by sme sa radi podakovali Ing. Milanovi Minárikovi, konštruktérovi spoločnosti Konštrukta-Industry, a. s., a Zdenovi Veličovi, vedúcemu údržby prevádzky Výroba polotovarov z Matadoru Púchov za ochotu pri poskytovaní všetkých potrebných informácií.

Branislav Bložon
Ing. Milan Kamaryt
e-mail: kamaryt@nes.sk