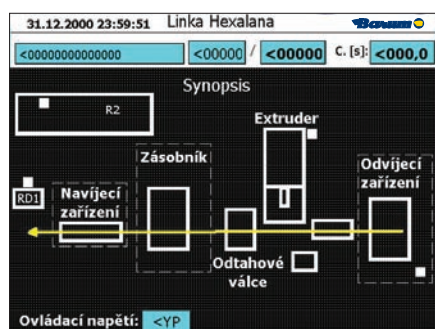


Modernizovaný řídicí systém linky na výrobu lan

Společnost Barum Continental z Otrokovic patří v současnosti mezi nejúspěšnější podniky gumárenského koncernu Continental. K rozsáhlému výrobnímu zařízení, nutnému pro výrobu pneumatik, patří i linka na ocelové lanové výztuže pneumatik – tzv. Hexalana. Modernizace řídicího systému linky byla zákazníkem zadána společnosti Compas automatizace spol. s r. o., se sídlem ve Žďáru nad Sázavou. Součástí dodávky byl návrh i vlastní realizace modernizovaného řídicího



Obr. 1. Zobrazení dispozice linky Hexalanas diagnostikou bezpečnostních prvků

systému s použitím automatizační techniky od firmy Siemens včetně celosvětově nejrozšířenější průmyslové komunikační sítě Profibus. V systému je k synchronizaci podřízených pohonů v síti Profibus s výhodou použita jejich izochronní přímá komunikace (*slave-to-slave*).

Popis výrobního zařízení

Linka Hexalana je určena k produkci komponenty, lana, které je společně s dalšími prvky následně kompletováno a použito jako výztuž komerční automobilové pneumatiky.

Linka začíná v úseku *cívečnice*, kde je drát odvíjen z cívek, na kterých je dodán. Následně drát prochází hlavou *extruderu*, kde je pogumován, a hromadí se v zařízení nazývaném *zásobník*. Pogumovaný drát dopravují z extruderu do zásobníku tzv. *odtahové válce*.

Ve druhé části linky je drát odebírán z zásobníku stáčen do podoby jednotlivých lan (kusů lana). Tato část výrobního zařízení se skládá z *navíjecího bubnu* a *rozkladové hlavy*. Pogumovaný drát je vytahován z zásobníku a postupně, podle požadavků na výrobek, navíjen na elektricky poháněný navíjecí buben. Rozklad drátu ve vrstvě a současně také přechody na další vrstvy lana zajišťuje elektrický pohon rozkladové hlavy. Po navinutí je zhotovené lano odstřiženo od vý-

chozího polotovaru – pogumovaného drátu, vyhozeno z linky a následně ručně uloženo do stojanu.

Operátoři mají přehled o stavu celé linky díky základnímu zobrazení (obr. 1), které současně slouží i k diagnostice bezpečnostních prvků umístěných na lince.

Požadavky na řídicí systém

První automatizační úlohou na lince je regulace množství polotovaru v zásobníku v závislosti na jeho aktuálním odběru. Množství lana v zásobníku se odměřuje při použití absolutního čidla úhlové polohy a reguluje prostřednictvím jednoduché vačkové regulace otáček odtahových válců. Tento typ regulace byl zvolen z důvodu omezujících požadavků na regulační zásahy do otáček odtahových válců. Omezení bylo třeba zavést proto, že změny rychlosti, resp. zrychlení pohybu drátu při jeho odtahu nejen výrazně ovlivňují kvalitu pryžového povlaku drátu, ale také extrémně zatěžují mechanické komponenty v předchozím úseku cívečnice. Z toho vyplývá požadavek na velmi jemné zásahy a jen pomalé změny otáček odtahových válců. Protože se požadavky na rychlost odebírání drátu ze zásobníku mohou měnit, byl do řídicího systému zaveden také jednoduchý algoritmus korekcí, resp. adaptací na vzniklé změny. Opět přitom bylo nutné uvažovat limitující faktor minimalizace změn akčního zásahu.

Jádrem automatizační úlohy však představuje úsek navíjecího zařízení, kde je nutné synchronizovat pohon navíjecího bubnu s pohonem rozkladové hlavy při dodržení požadavku na přesnost a rychlost pohybů. Vše je nutné provádět letmo, s výjimkou konečného přestřižení drátu po ukončení navíjení lana. Na obr. 2 jsou pro ilustraci ukázány příklady vrstvení vyráběných lan.

Základem původního řešení uzlu navíjecího zařízení byly servopohon, použitý k pohonu navíjecího bubnu, a krokový motor, realizující rozklad drátu při jednotlivých tzv. návinech. S řídicím systémem byly pohony spojeny digitálními i analogovými linkami. Nevýhodou dosavadního řešení bylo, že rozkladová hlava mohla vykonávat kroky pouze v rozlišení daném použitým krokovým pohonem. Výsledkem bylo nejen nepřesné navíjení jednotlivých vrstev a přechodů mezi nimi, ale také omezená možnost nastavení pro konkrétní provedení lana zadané k výrobě, při přechodu na jiný typ lana navíc spo-

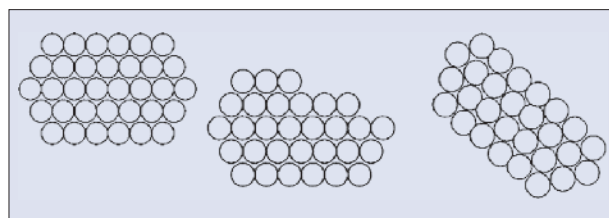
jená s potřebou mechanických úprav navíjecího zařízení.

Zákazník požadoval kompletní výměnu řídicího systému dané linky spojenou s výměnou snímačů a akčních členů a kompletním přepracováním ovládacích panelů, při splnění požadavků na bezpečnost provozu. Vedle rekonstrukce elektrické části linky byla rekonstruována i část mechanická. Nepříjemným omezujícím faktorem byl omezený prostor pro umístění elektrických pohonů.

Struktura řídicího systému

V novém řešení řídicího systému jsou pohony navíjecího zařízení obsluhovány přes vyhrazenou sběrnici Profibus. Oddělením komunikace s pohony od komunikace s operátorským panelem a ústřední jednotkou I/O byl již ve fázi návrhu vytvořen prostor k optimalizaci přenosů dat mezi samotnými pohony, bez nutnosti brát zřetel na potřeby jiných účastníků (I/O modulů, operátorského panelu, připojených programovacích prostředků apod.).

Bezpečnost linky je zajištěna tradičním způsobem, tj. klasickými hardwarovými moduly, řešícími úlohy dvouručního ovládní, kontrolu uzavření branky atd.



Obr. 2. Ukázka průřezů vyráběných lan

Pro obsluhu jsou navržena dvě ovládací místa. Jedno je umístěné v prostoru extruderu a druhé, s operátorským panelem, v prostoru navíjecího zařízení. Jako operátorský panel byl zákazníkem zvolen grafický panel Siemens OP270.

Struktura modernizovaného řídicího systému linky Hexalana je na obr. 3.

Pohony navíjecího zařízení

Nejsložitější z řídicích úloh – synchronizace dvou pohonů v sekci navíjecího zařízení – byla vyřešena s použitím inovace sběrnice Profibus: izochronní provoz s výměnou dat probíhající mezi pohony v pozici podřízených jednotek (*slave*) ve chvílích, kdy je dokončena odpovídající komunikace mezi řídicí jednotkou a podřízenými jednotkami (*master – slaves*). Princip izochronního provozu a je-

ho výhody jsou popsány ve firemní literatuře firmy Siemens i publikovány sdružením Profibus (viz též <http://www.profibus.cz>).

Regulované pohony

Pohon *navíjecího bubnu* obstarává asynchronní motor od firmy Siemens s výkonem 7 kW napájený z měniče Siemens MC. Pohon je opatřen inkrementálním snímačem natočení, umístěným na hřídeli motoru.

K pohonu *rozkladové hlavy* byl rovněž využit motor Siemens, napájený z měniče Siemens MC. Pohon je vybaven absolutním snímačem polohy.

Měniče jsou navzájem i s řídicím programovatelným automatem propojeny sběrnici Profibus-DP s přenosovou rychlostí 3 Mb/s.

Regulace navíjení a rozkladu

Pohony navíjecího bubnu a rozkladové hlavy pracují v režimu synchronizace polohy. Pohon navíjecího bubnu slouží jako *master* a pohon rozkladové hlavy jako *slave*, který svou činnost (rozklad, tj. posun hlavy o rozteč závitu, resp. průměr drátu) synchronizuje s aktuální polohou navíjecího bubnu. Synchronizace pohonů je řešena bez účasti programovatelného automatu řídicího linku s využitím již zmíněné užitečné vlastnosti pohonů od firmy Siemens, kterou je možnost vzájemné *přímé* synchronizace činností podřízených účastníků (*slave-to-slave*) po sběrnici Profibus (Siemens Motion Control).

Celé řešení funguje následovně. Pohon navíjecího bubnu zasílá údaj o aktuální úhlové poloze bubnu do pohonu rozkladové hlavy. Ten sleduje polohu navíjecího bubnu, v jeho definované poloze posune o krok rozkladovou hlavu a zahájí tak navíjení dalšího závitu lana. Jeho činnost se podobá činnosti krokového motoru. Výhoda v porovnání s krokovým motorem spočívá v přesnosti řízení polohy (systém s polohovou zpětnou vazbou) a ve variabilitě výrobního programu. Je tomu tak proto, že krok rozkladu – a tudíž i průměr zpracovávaného drátu – může být libovolný. Veškeré provozní veličiny, jako rychlost navíjení, průměr drátu (resp. krok rozkladu) a celková délka lana, tj. veličiny vyplývající z daného výrobního programu, jsou do pohonů zasílány z nadřazeného řídicího systému. Ten také řídí zapínání a vypínání pohonů i ostatní činnost linky vydáváním např. příkazů k nastavení výchozích poloh, k počáteční synchronizaci, k přepnutí mezi rychlostní polohou a zpětnou vazbou v sekci navíjení a rozkladu drátu apod.

Pro dosažení větší variability a zlepšení kvality procesu navíjení a rozkladu (zrychlení regulačního pochodu, odstranění mechanických rázů atd.) je možné prostřednictvím řídicího systému zadávat rozběhové rampy, okamžik provedení kroku a omezení krouticího momentu tak, jak je žádoucí v jednotlivých fázích navíjení lana (zejména při rozbě-

hu a brzdění navíjecího bubnu). Cílem samotného naladění regulátorů polohy a rychlosti v pohonech bylo směřováno dosáhnout velmi rychlé (s dobou odezvy řádu milisekund), ale přítom z mechanického hlediska ještě přípustné regulace.



Obr. 4. Zobrazení z recepturového systému

K ladění pohonů byl použit program pro nastavení a diagnostiku pohonů komunikující s nimi po síti Profibus.

Přednosti modernizovaného řídicího systému

Hlavní přínos řešení realizovaného firmou Compas automatizace spočívá v dosažení optimální rychlosti řídicích smyček i bez použití řídicího systému o dost vyšší výkonnosti třídy. Klasická cesta by totiž vedla k použití velmi rychlého procesoru řady Simatic, popř. karty pro současné ovládání polohy dvou os. Obě tato řešení však znamenají významný nárůst nákladů i složitosti systému. Použití těchto pohonů od firmy Siemens však již samy o sobě umožňují programovat úlohy regula-



Obr. 3. Zobrazení struktury modernizovaného řídicího systému linky Hexalana

ce polohy s možností externí synchronizace a komunikace po sběrnici Profibus. V konečném tvaru je úloha rozdělena na část *sekvenční* s přesunem požadovaných hodnot parametrů pro návin a část *prováděcí*, která na základě zadaných hodnot parametrů a spouštěcích povelů navine drátu do zadané podoby lana. Sekvenční část úlohy je realizována v řídicím systému a prováděcí (hlavní) část v pohonech. Ty jsou, zásluhou přímé vzájemné komunikace (pohon – pohon), navíc nezávislé na aktuálním zatížení řídicího systému. Tím se dosahuje velké stability kvalitativních parametrů výsledného výrobku.

Díky použitému strukturovanému způsobu programování je sekvenční řízení celé linky

důsledně odděleno od řízení polohy navíjecího bubnu a rozkladové hlavy jako speciální pohonářské úlohy. Současně je také výrazně průhlednější softwarové řešení projektu. To do budoucna znamená i nemalé úspory v důsledku zjednodušení údržby výrobní linky.

Popsané řešení umožňuje volně zadávat hodnoty parametrů vyráběného lana; tím vzrostla využitelnost a flexibilita linky. Pro jednotlivá lana lze nyní libovolně specifikovat nejen počet drátů ve vrstvě a počet vrstev, ale i způsob přechodu z vrstvy na vrstvu.

Způsob nastavování linky a jejích parametrů pro jednotlivé výrobky je patrný z pohledu na jedno ze zobrazení z recepturového systému, který je také součástí dodaného řešení (obr. 4).

Souhrn

Výsledkem rekonstrukce systému řízení linky na výrobu ocelových lanových výstuh pro pneumatiky je nejen zlepšení výkonných i kvalitativních parametrů, ale i zajištění nutné bezpečnosti linky. Nově vyřešený uzel navíjecího zařízení umožňuje výrobcům rychleji a snáze přestavovat linku na nové produkty a dosahovat větší kvality a především velmi velké opakovatelnosti hodnot jakostních parametrů lan v čase.

Přínosem po technické stránce je zjednodušení uzlu navíjecího zařízení, a tím jeho větší spolehlivost, a dále použití izochronního režimu činnosti sítě Profibus společně s přímou komunikací podřízených jednotek (*slave-to-slave*). Tuto metodu použila firma COMPAS automatizace poprvé. Po dobrých zkušenostech byl uvedený princip následně použit také v zařízení pro letmé dělení pryžových pásů. Nyní se ukazuje jako vhodný pro

široké spektrum úloh, v nichž fungují regulované elektrické pohony ve vzájemné provázanosti a s koordinovanými pohyby.

Společnost Compas automatizace popsáním řešením opět doložila, že dokáže ve prospěch zákazníků využít i ty nejmodernější automatizační prostředky, a to ve vzájemné provázanosti. Bližší informace se lze dozvědět na kontaktních místech uvedených v inzerátu na šesté straně obálky tohoto čísla, ve stánku firmy na MSV 2004 v Brně nebo také na <http://www.compas.cz>

Ing. Zbyněk Bezchleba,

Ing. Libor Hájek,

COMPAS automatizace spol. s r. o.