

EFEKTIVNÍ ŘÍZENÍ POHYBŮ NŮŽEK CNS 700 SM

M. Prokeš*, M. Formánek*

Summary: *Tento příspěvek se zabývá způsobem řízení pohybů hydraulických spotřebičů u nových semimobilních nůžek na zpracování kovového odpadu CNS 700 SM, které jsou vyráběné ve firmě ŽĎAS, a.s. Je zde předveden kompletní hydraulický systém nůžek, který zahrnuje pohon, systém zvedání a především řídicí rozvod, který, díky své konstrukci, umožňuje účelné řízení všech pohybů hlavních dvojčinných přímočarých hydromotorů s využitím všech jejich pracovních ploch, minimalizaci časových ztrát, optimální nastavení a vyladění hydraulickoelektrického řízení pro klidné, plynulé a zároveň rychlé pohyby přímočarých hydromotorů. Příspěvek uvádí ukázkou konstrukčního řešení hydraulického bloku, který zajišťuje nejen řízení jednotlivých pohybů, ale také dekompresi, hydraulickou aretaci, tlumení a ochranu proti multiplikaci hlavních hydraulických spotřebičů.*

1. Technologické určení nůžek CNS 700 SM

Hydraulické nůžky CNS 700 SM, které vyrábí firma ŽĎAS, a.s. jsou určeny pro zpracování kovového odpadu. Kovový odpad je metalurgickým průmyslem vyžadován nejen z ekonomických, ale i ryze technických důvodů, neboť tvoří podstatnou část vsázky moderních ocelářských agregátů. Ocel je nejrozšířenějším konstrukčním materiálem, proto v oblasti kovového odpadu má nejdůležitější pozici odpad ocelový. Rozměrová úprava odpadu, spolu s pečlivým odstraněním metalurgicky nevhodných částic je velice důležitý krok na cestě k ekonomickému zhodnocení této suroviny.

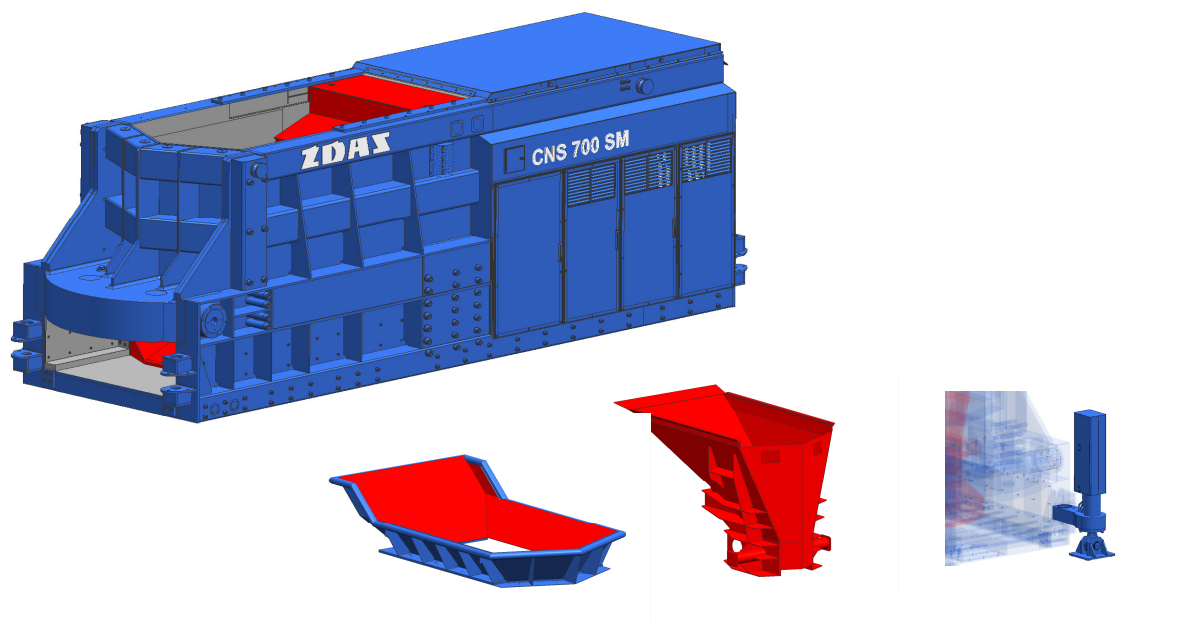
Akciová společnost ŽĎAS dodává vysoce výkonná a spolehlivá zařízení na úpravu kovového odpadu. Jedná se zejména o paketovací lisy a hydraulické nůžky. ŽĎAS za dobu své existence vyrobil a dodal do zemí Evropy a Asie téměř 600 paketovacích lisů a více než 200 hydraulických nůžek, včetně navazujících zařízení. Dodávky těchto zařízení realizuje od projekčního řešení, dodávek na klíč, přes kusová zařízení až po servisní opravy, náhradní díly a modernizace zastaralých zařízení.

2. Využití hydraulických nůžek pro zpracování kovového odpadu

Nůžky jsou vhodné pro stříhání velkoobjemného i tyčového odpadu.

Snadné přemístění nůžek a nezávislost jejich chodu na elektrické energii, předurčuje nůžky pro práci ve sběrnách nebo přímo v místě výskytu odpadu. Základem konstrukce nůžek je vyztužené dno, po jehož opracované otěruvzdorné ploše pohybují dva hydraulické válce nožovými saněmi proti střížné přední stěně.

* Ing. Miloš Prokeš, Ing. Michael Formánek, ŽĎAS, a.s.; Strojírenská 6; 591 01 Žďár nad Sázavou; tel.: +420 566 641 111, fax: +420 566 642 817; e-mail: milos.prokes@zdas.cz; michael.formanek@zdas.cz



Ke stlačení a přidržování odpadu před stříhem slouží přidržovač, poháněný hydraulickým válcem. V zadní části nůžek je umístěn pohon s diesel-motorem, pohánějícím pomocná a hlavní čerpadla, která přivádějí tlakový olej z nádrže přes blok rozvodu do hydraulických válců. Vlastní střížný nůž uprostřed nožových saní doplňují na obou stranách šikmé shrnovací nože, které při záběru se šípovým nožem střížné stěny provádějí posuv odpadu do osy nožových saní a snižují tak šířku ustříženého odpadu bez přidavných mechanismů. Pro zavážení odpadu do nůžek a odbavování nastříhaného odpadu je uvažováno s mobilním nakladačem, jehož řidič prostřednictvím panelu dálkového ovládání řídí chod nůžek v ručním i automatickém režimu. Kromě dálkového ovládání mají nůžky na boku uzamykatelnou el. skříňku pro ovládání dieselmotoru a pro ovládání přidržovače a nožových saní. Automatický mazací systém snižuje náklady na údržbu. Vodorovný pohyb nože a přidržovače nepřenáší rázy do základu, proto jako základ nůžek může být pouze betonový panel. Nožové saně provádějí při každém stříhu současně i odbavení nastříhaného odpadu. Hydraulické nohy slouží ke zvednutí nůžek do polohy nutné pro podjetí čtyřnápravového návěsného podvalníku pod nůžky.

3. Přednosti konstrukce nůžek

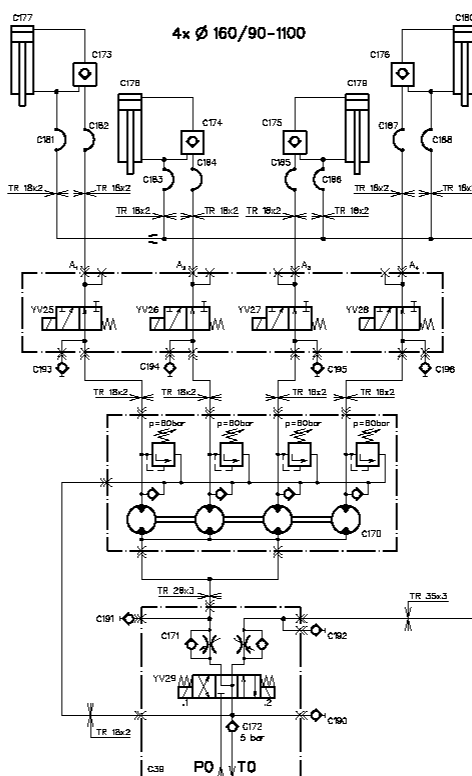
- odzkoušený originální princip stříhání kovového odpadu
- ověřená konstrukce nůžek
- vyšší střížná i přidržovací síla
- velký zavážecí prostor
- vyšší výkon
- mobilnost zařízení

4. Systém zvedání nůžek

Systém zvedání nůžek má za úkol zvednout dno nůžek do takové výšky, aby bylo možné provést jejich snadné naložení na podvalník tahače. Funkce je zřejmá z hydraulického schéma (Obr. 1). Systém se skládá ze čtyřech hydraulických přímočarých hydromotorů, řídicího bloku se šoupátkovými rozváděči, děliče proudu a z řídicího bloku s hlavním směrovým šoupátkovým rozváděčem. Přimo u každého hydraulického přímočarého hydromotoru je umístěn hydraulicky ovládaný zpětný ventil, který zabrání pohybu při poruše propojovacího

potrubí nebo hadice. Šoupátkové rozváděče na řídicím bloku umožňují dálkové samostatné řízení pohybu jednotlivých válců. V případě nutnosti vyrovnání nůžek z důvodu nerovného nebo měkkého základu. V případě rovného a pevného základu budou ve funkci všechny hydromotory zároveň a synchronizace jejich pohybů je zajištěna pomocí děliče proudu. Směr pohybu je řízen pomocí směrového šoupátkového rozváděče. Rychlost pohybů je nastavena na škrtkících ventilech, které jsou umístěny v mezidesce pod šoupátkový rozváděčem.

(Obr.1)
ZVEDÁNÍ
NŮŽEK
CNS 700 SM



5. Vestavné ventily

Abych se mohl zabývat vlastním řešením řídicího bloku, musím se nejdříve zmínit o jeho hlavním stavebním prvku, kterým je vestavný ventil, také nazývaný logický ventil nebo cartridge. Vestavné ventily jsou moderní hydraulické prvky pro hrazení průtoku nositele energie. U nůžek menších výkonů jsou s úspěchem používány v hydraulických obvodech nepřímo řízené šoupátkové rozváděče. Ale u nůžek CNS 700 SM jsou již průtoky hydraulickými obvody tak velké, že je nutné použít řešení s vestavnými ventily. Vestavné ventily lze s výhodou použít již od světlosti DN 25, přičemž dochází ve srovnání s klasickým způsobem hrazení průtoku šoupátkovými rozváděči k výrazným hmotnostním a ekonomickým úsporám (malá hmotnost na jednotku výkonu, nepatrný objem pro zástavbu, malá ztráta výkonu a krátké přestavné časy). Efektivnost použití vestavných ventilů roste se stoupající sériovostí jejich využití. Vestavné ventily mohou plnit nejen funkci prvků pro hrazení průtoku, ale umožňují také řízení průtoku a tlaku v hydraulickém obvodu. Jejich předností je také nižší pořizovací náklady ve srovnání se šoupátkovými rozváděči. Nejnižších nákladů dosáhneme při umístění vestavných ventilů do hydraulického řídicího bloku. Se zřetelem k pracovním parametrům hydraulického obvodu je zřejmé, že vestavné ventily jsou aplikovány obzvláště tam, kde musí být řízena a regulována velká protékající množství. Nevýhodou zapojování vestavných ventilů je, že při projektování vyžaduje vyšší odbornou znalost parametrů a chování jednotlivých zapojení.

6. Princip vestavných ventilů

Vestavný ventil má vždy dva výkonové vstupy a jeden vstup řídicí. Základním konstrukčním prvkem je kuželka, která hradí průtok mezi výkonovými vstupy a na základě velikosti řídicího tlakového signálu. Kuželka dosedá do sedla lucerny. Je-li kuželka pod tlakem, je prvek uzavřen, není-li pod tlakem je prvek otevřen. Z hlediska logických operací tedy plní funkci negace, odtud pramení název logický prvek. Velikost řídicího tlaku závisí na tlacích v prostorech výkonových vstupů, na průřezech kuželky, dosedací plochy a průřezu mezikruží. Vestavné ventily mohou dále v kombinaci s některými řídicími tlakovými prvky plnit funkci vysoce výkonných tlakových prvků.

Řízení vestavných ventilů lze provést interní a externí. Interní řízení využívá tlaku z výkonových vstupů. Externí řízení předpokládá tak velký externí tlakový signál, aby na kuželce nastala rovnováha a přitlačovala ji do sedla lucerny. K řízení kuželky ve vestavném ventilu se používá sedlový nebo šoupátkový rozváděč. Kritériem pro jejich volbu je charakter pracovního cyklu. Je-li časový interval výdrže (řádově sekundy) je vhodné použít šoupátkové rozváděče. Jsou-li pracovní výdrže (přestávky mezi jednotlivými operacemi) dlouhé (řádově minuty) doporučují použít k řízení vestavných ventilů sedlové ventily. Zamezují totiž obliteraci, která je u šoupátkových rozváděčů běžná. Nevýhodou sedlových ventilů je jejich citlivost na průtokové přetížení.

7. Konstrukce vestavných ventilů

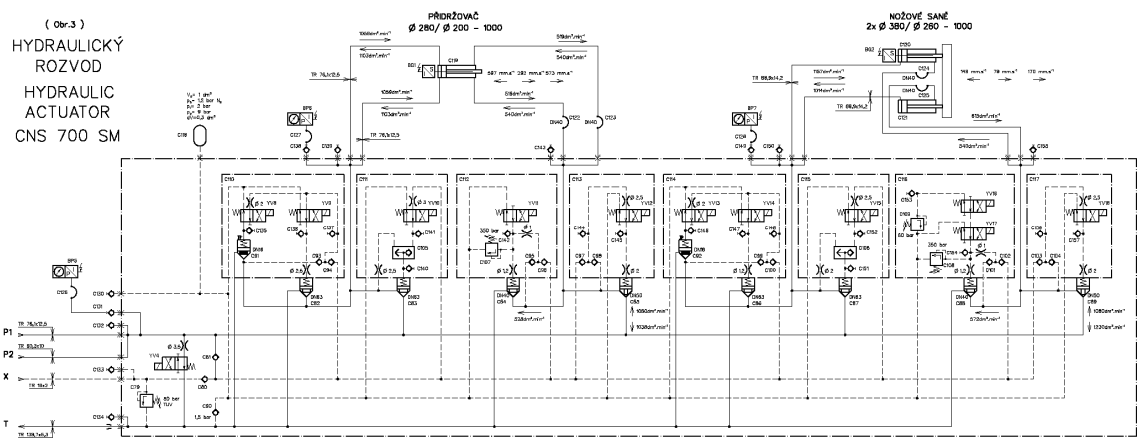
Základním konstrukčním prvkem vestavného ventilu je kuželka zalapovaná v sedle pouzdra ventilu – lucerna. Kuželka může být s tlumícím trnem nebo bez něj. Úhel sedla bývá obvykle 45°. Ventil musí být mezi sedlem a kuželkou těsný. Mezi kuželkou a jejím vedením dochází k průtoku vlivem výrobní přesnosti - lekáž. Je-li požadována absolutní těsnost, používá se těsnění. Pro zajištění vratného pohybu kuželky je umístěna v prostoru nad kuželkou pružina s definovaným předpětím, které odpovídá tlaku 0,05 až 0,4 MPa. Prvky pro ovládání vestavného ventilu se umísťují na přípojovací desku (víko), která obsahuje kanály pro řízení ventilu. Na přípojovací desku mohou být umístěny řídicí i kontrolní hydraulické prvky jako jsou např. šoupátkové rozváděče, tlakové ventily a kontrolní měřící body. Pro posouzení statického a dynamického chování vestavných ventilů jsou důležité jejich charakteristiky. Statickou charakteristiku představuje závislost průtoku kapaliny na tlakovém úbytku.

8. Dynamické chování vestavných ventilů

Dynamické chování vestavných ventilů představuje průběh tlaku v přívodech vestavného ventilu v závislosti na čase při jeho otvírání a zavírání. Tato charakteristika je ovlivněna několika faktory, mezi které patří konstrukční provedení kuželky ventilu, vliv síly od proudění, vliv síly pružiny, vliv třecích sil a v neposlední řadě způsob zdroje pro řízení. Časový průběh uzavírání s interním ovládním je značně delší. Tlak ve výstupní výkonové větvi se rychle mění teprve v poslední fázi pohybu kuželky vestavného ventilu. Jestliže je potřeba zkrátit přestavné časy vestavných ventilů, je nutno použít externí řídicí zdroj ovládacího tlaku.

9. Řešení řídicího bloku nůžek CNS 700 SM vyráběném ve firmě ŽĐAS a.s.

Jak již bylo zmíněno, s ohledem na potřeby trhu se firma ŽĐAS a.s. začala věnovat hydraulickým kontejnerovým nůžkám. Tato řada nůžek nese označení CNS. Posledním typem jsou semimobilní nůžky CNS 700 SM. Je třeba se zmínit, že u tohoto typu nůžek byly použity některé originální řešení hydraulického pohonu, které se osvědčili již u předchozích



Vestavný ventil C82 slouží pro zpětný pohyb přidržovače má poměr pracovních ploch 7 % je určen pro průtok pracovní kapaliny z prostoru pod kuželkou, který je spojený s prostorem pístu hydromotoru přidržovače, do prostoru mezikruží ventilu, který je spojen s odpadem a nádrží pohonu. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C110 obsahuje vestavný ventil C91 má poměr pracovních ploch 7 %, obsahuje tlumící trn a je určen pro dekompresi pracovní kapaliny z prostoru pístu hydromotoru přidržovače. Dorazovým šroubem lze provést nastavení škrcení ventilu C91, a tím ovlivnit délku a průběh dekomprese. Víko dále obsahuje šoupátkové rozvaděče YV8 a YV9, jenž slouží k řízení vestavných ventilů. Dále jsou ve víku umístěny zpětné ventily C93, C94, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku.

Vestavný ventil C83 slouží pro dopředný pohyb přidržovače má poměr pracovních ploch 7% je určen pro průtok pracovní kapaliny z prostoru pod kuželkou, který je spojen s tlakovým zdrojem, do prostoru mezikruží ventilu, který je spojený s prostorem pístu hydromotoru přidržovače. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C111 obsahuje šoupátkový rozvaděč YV10, jenž slouží k řízení vestavného ventilu C83. Dále je ve víku umístěn výběrový ventily C105, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku. Takovéto zapojení vestavného ventilu zamezuje zpětnému pohybu hydromotoru při ukončení operace přidržení.

Vestavný ventil C84 slouží pro dopředný pohyb přidržovače má poměr pracovních ploch 7% je určen pro průtok pracovní kapaliny z prostoru pod kuželkou, který je spojený s prostorem pístnice hydromotoru přidržovače, do prostoru mezikruží ventilu, který je spojen s odpadem a nádrží pohonu. Tento vestavný ventil plní další funkci a to ochranu proti překročení pracovního tlaku vlivem multiplikace. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C112 obsahuje šoupátkový rozvaděč YV11, jenž slouží k řízení vestavného ventilu. Dále jsou ve víku umístěny zpětné ventily C95, C96, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku. Víko dále obsahuje přímořízený pojistný ventil C107, který plní funkci primárního tlakového ventilu jako ochrany před multiplikací.

Vestavný ventil C85 slouží pro zrychlený dopředný a zpětný pohyb přidržovače má poměr pracovních ploch 50 % je určen pro průtok pracovní kapaliny oběma směry jak z prostoru pod kuželkou, který je spojen s tlakovým zdrojem, tak z prostoru mezikruží ventilu, který je spojený s prostorem pístnice hydromotoru přidržovače. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C113 obsahuje šoupátkový rozvaděč YV12, jenž slouží k řízení vestavného ventilu. Dále jsou ve víku umístěny zpětné ventily C97, C98, které slouží

k výběru externího nebo interního řídicího tlaku. Tento vestavný ventil pomáhá k využití plochy pístnice hydromotoru přidržovače.

Vestavný ventil C86 slouží pro zpětný pohyb přidržovače má poměr pracovních ploch 7 % je určen pro průtok pracovní kapaliny z prostoru pod kuželkou, který je spojený s prostorem pístu hydromotorů nožových saní, do prostoru mezikruží ventilu, který je spojen s odpadem a nádrží pohonu. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C114 obsahuje vestavný ventil C92 má poměr pracovních ploch 7 %, obsahuje tlumící trn a je určen pro dekompresi pracovní kapaliny z prostoru pístu hydromotorů nožových saní. Dorazovým šroubem lze provést nastavení škrcení ventilu C92, a tím ovlivnit délku a průběh dekomprese. Víko dále obsahuje šoupátkové rozvaděče YV13 a YV14, jenž slouží k řízení vestavných ventilů. Dále jsou ve víku umístěny zpětné ventily C99, C100, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku.

Vestavný ventil C87 slouží pro dopředný pohyb nožových saní má poměr pracovních ploch 7 % je určen pro průtok pracovní kapaliny z prostoru pod kuželkou, který je spojen s tlakovým zdrojem, do prostoru mezikruží ventilu, který je spojený s prostorem pístu hydromotorů nožových saní. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C115 obsahuje šoupátkový rozvaděč YV15, jenž slouží k řízení vestavného ventilu C87. Dále je ve víku umístěn výběrový ventily C106, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku. Takovéto zapojení vestavného ventilu zamezuje zpětnému pohybu hydromotoru při ukončení operace stříhání.

Vestavný ventil C88 slouží pro dopředný pohyb přidržovače má poměr pracovních ploch 7% je určen pro průtok pracovní kapaliny z prostoru pod kuželkou, který je spojený s prostorem pístnice hydromotorů nožových saní, do prostoru mezikruží ventilu, který je spojen s odpadem a nádrží pohonu. Tento vestavný ventil plní další dvě funkce. Za prvé je to ochrana proti překročení pracovního tlaku vlivem multiplikace. Za druhé slouží jako tlakově předepnutý ventil pro zbrzdění stříhu a zamezení tlakového rázu při stříhu. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C116 obsahuje šoupátkový rozvaděč YV17, jenž slouží k řízení vestavného ventilu, a obsahuje šoupátkový rozvaděč YV16, který slouží k připojení primárního předepínacího tlakového ventilu C109. Hodnota tlaku nastavená na tomto přímořizném pojistném ventilu představuje tlakové předepnutí tzn. tlumení stříhového rázu. Dále jsou ve víku umístěny zpětné ventily C101, C102, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku. Víko dále obsahuje přímořizný pojistný ventil C107, který plní funkci primárního tlakového ventilu jako ochrany před multiplikací.

Vestavný ventil C89 slouží pro zrychlený dopředný a zpětný pohyb nožových saní má poměr pracovních ploch 50 % je určen pro průtok pracovní kapaliny oběma směry jak z prostoru pod kuželkou, který je spojen s tlakovým zdrojem, tak z prostoru mezikruží ventilu, který je spojený s prostorem pístnic hydromotorů nožových. Otevírací tlak daný charakteristikou pružiny je 0,06 MPa. Víko ventilu C117 obsahuje šoupátkový rozvaděč YV18, jenž slouží k řízení vestavného ventilu. Dále jsou ve víku umístěny zpětné ventily C103, C104, které slouží k výběru externího nebo interního řídicího tlaku. Tento vestavný ventil pomáhá k využití plochy pístnice hydromotoru přidržovače.

10. Výhody řešení řídicího bloku s vestavnými ventily firmy ŽĎAS a.s.

1. Použití minimálního počtu vestavných ventilů – sdružení funkcí
2. Použití kombinovaného tlakového zdroje, kde externí zdroj je posílen o akumulátor pro řízení ventilů, je zajištěno velice rychlé zavírání vestavných ventilů a tím celý hydraulický systém dosahujeme významné časové úspory při chodu nůžek.

3. Způsob zapojení vestavných ventilů umožňuje využití všech pracovních ploch přímočarých hydraulických válců. Toto řešení opět významně urychluje chod nůžek.
4. Díky použití vestavných ventilů s pružinami o malém předpětí dosahujeme snížení energetických ztrát v hydraulickém systému a tím k vyšší účinnosti celého zařízení.
5. Zvýšení celkové produktivity nůžek (minimální čas cyklu při maximálních úsporách energie).
6. Pomocí programovatelného řídicího systému SPS je zajištěn dynamický avšak klidný bezrázový chod vestavných ventilů.

11. Základní parametry hydraulického systému

Přímočarý hydromotor přidržovače ϕ 280 / ϕ 200 – 1000

Přímočarý hydromotor nožových saní 2x ϕ 380 / ϕ 260 – 1000

Pracovní tlak 32 MPa

Dodávané množství z čerpadel 1080 dm³/min

Instalovaný příkon diesel motoru 168 kW

12. Závěr

Firma ŽĐAS a.s. je výrobcem hydraulických nůžek na zpracování kovového odpadu, které nesou označení CNS. Posledním typem jsou semimobilní nůžky CNS 700 SM. U konstrukce těchto nůžek byly použity osvědčená originální řešení mechanické i hydraulické části, které se osvědčily již u předchozích kontejnerových nůžek nižší tonáže.

Aby bylo možné provést snadné naložení semimobilních nůžek na podvalník tahače, byly nůžky vybaveny systémem hydraulického zvedání. Tento systém realizuje zvedání pomocí čtyř hydraulických přímočarých hydromotorů. Synchronizaci pohybů motorů zajišťuje dělič proudu. Bezpečné zvedání zajišťuje hydraulicky ovládaný zpětný ventil umístěný přímo u každého hydraulického přímočarého hydromotoru. Systém dále umožňuje nejen synchronní chod hydromotorů, ale také samostatný pohyb každého přímočarého hydromotoru pro případ nutnosti vyrovnání nůžek z důvodu nerovného nebo měkkého základu.

Aby byla dosažena maximální výkonnost a produktivita nůžek byl navržen nový hydraulický řídicí blok pro pohon hydraulických přímočarých hydromotorů přidržovače a nožových saní. Byla využita výhoda vestavných ventilů, která umožňuje sdružení několika funkcí na jeden vestavný ventil, a tím bylo dosaženo použití minimálního počtu vestavných ventilů. Pro dosažení co možná nejkratších přestavných časů vestavných ventilů byl použit kombinovaný způsob řízení – kombinovaný zdroj ovládacího tlaku. Konstrukční řešení řídicího bloku umožňuje využití všech pracovních ploch přímočarých hydraulických válců. Při použití kombinovaného zdroje ovládacího tlaku bylo možno do řídicího bloku zabudovat vestavné ventily s malým otevíracím tlakem a tím jsem dosáhl minimalizaci tlakových energetických ztrát. Díky výše uvedeným výhodám nového konstrukčního řešení hydraulického řídicího bloku došlo k maximálnímu zvýšení produktivity semimobilních nůžek CNS 700 SM. Tím byla splněna další důležitá podmínka pro dobré uplatnění toho stroje na trhu mezi zařízeními, která jsou určena pro zpracování kovového odpadu.

13. Reference

Pivoňka J. Ing. (1987) Tekutinové mechanismy

Williebrand H. (1977) Dynamické chování dvoucestného cartridge-ventilu. *Časopis: Industrie Anzeiger* 99. Jg. Nr. 77.