

# OTÁČECÍ ÚSTROJÍ HYDRAULICKÝCH NAKLÁDACÍCH JEŘÁBŮ

## SLEWING GEAR OF THE HYDRAULIC LOADER CRANES

Pavel Vraník<sup>1</sup>

---

*Anotace: Rotační pohyb hydraulického nakládacího jeřábu bývá v současnosti realizován dvěma způsoby a to buď hřebenovým převodem nebo pomocí rotačního hydraulického motoru. Obě varianty mají své výhody a nevýhody, které je zapotřebí přiblížit a následně varianty porovnat.*

*Klíčová slova: rotační pohyb, otáčecí ústrojí, hřebenový převod, rotační hydraulický motor, úhel natočení*

*Summary: Rotary motion of a hydraulic loader crane is presently performed in two ways, either by means of rack and pinion or by hydraulic motor. Each variant has its advantages and disadvantages and it is necessary to explain these properties and subsequently compare it.*

*Key words: rotary motion, slewing gear, rack and pinion, hydraulic motor, slewing angle*

### 1. ÚVOD

Rotační pohyb je jednou z charakteristických vlastností hydraulických nakládacích jeřábů. Možnost rotace sloupu jeřábu, a tudíž i zvedacího ramene a teleskopického výložníku, zajišťuje jeřábu velkou operativnost, neboť obslužná plocha je poté tvořena kruhem o poloměru maximálního vyložení jeřábu.

Rotační pohyb jeřábu je realizován otáčecím ústrojím, které je samo o sobě poměrně složitým mechanismem a je tedy zapotřebí věnovat mu nejen při návrhu, nýbrž i při provozu a údržbě náležitou pozornost.

### 2. OTÁČECÍ ÚSTROJÍ

Otáčecí ústrojí nakládacích jeřábů je v současnosti realizováno dvěma způsoby v závislosti na zdvihovém momentu jeřábu, resp. jeho velikosti.

Prvním způsobem je realizace otáčivého pohybu prostřednictvím hřebenového převodu, kdy se hřeben pohybuje ve válci – je poháněn hydraulickou kapalinou působící na písty, s nimiž je hřeben spojen. Hřeben svým ozubením zapadá do ozubení vyfrézovaném na čepu sloupu a tímto způsobem dochází k rotačnímu pohybu jeřábu (obr. 1).

Druhým způsobem je realizace otáčivého pohybu prostřednictvím rotačního hydromotoru, kdy pastorek hydromotoru zapadá do ozubení vyfrézovaném na čepu sloupu a

---

<sup>1</sup> Ing. Pavel Vraník, VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, Ústav dopravních a procesních zařízení, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava – Poruba, Tel.: +420 597 321 719, E-mail: [pavel.vranik@vsb.cz](mailto:pavel.vranik@vsb.cz)

tím dochází k rotaci jeřábu. Již z popisu tohoto řešení vyplývá, že nepřítomnost hřebene vede k možnosti neomezené rotace jeřábu, pokud tedy nebereme v potaz vedení hydraulické kapaliny (obr. 2).



Zdroj: Autor

Obr. 1 - Realizace rotačního pohybu jeřábu prostřednictvím hydraulických válců a hřebenového převodu na nakládacím jeřábu OSTROJ NJ 105



Zdroj: [1]

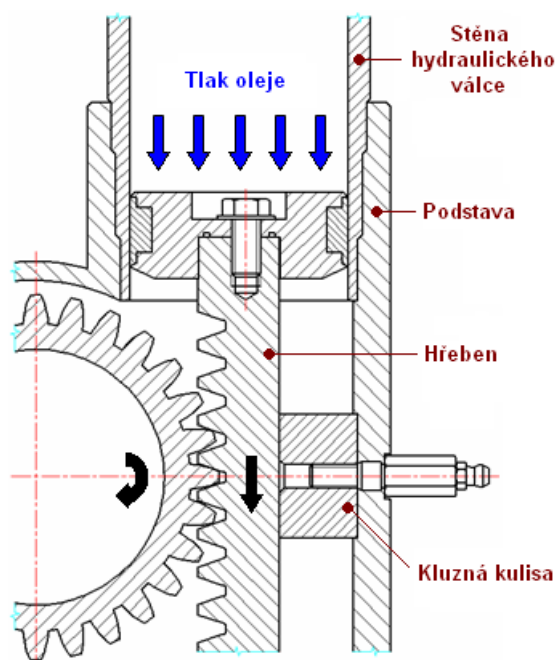
Obr. 2 - Realizace rotačního pohybu jeřábu prostřednictvím rotačního hydromotoru na nakládacím jeřábu FASSI F1500XP

Je zřejmé, že oba způsoby mají své výhody i nevýhody, jež vyplývají z jednotlivých konstrukčních řešení obou variant, jak bude dále uvedeno.

## 2.1 Realizace rotačního pohybu jeřábu hřebenovým převodem

Kombinace hydraulického válce a hřebenového převodu je poměrně jednoduchou, avšak vysoce spolehlivou variantou realizace rotačního pohybu nakládacího jeřábu. Toto řešení je schopné přenášet vysoké krouticí momenty a vzhledem k tomu, že je hřeben spolu s ozubením na čepu sloupu ponořeno v olejové lázni, dostáváme bez údržbové konstrukční řešení.

Základním konstrukčním prvkem této varianty je hřeben, který je rozebíratelným šroubovým spojením spojen s písty. Dle potřeby působí (z příslušné strany) na píst hydraulická kapalina, jejíž tlaková energie se přemění na energii mechanickou – axiální posuv hřebene. Ozubení hřebene zapadající do ozubení na čepu sloupu vyvolá požadovaný rotační pohyb sloupu jeřábu.



Zdroj: Autor dle [2]

Obr. 3 – Možné konstrukční řešení hřebenového převodu

Uvedené řešení má však i nevýhody, které vyplývají jednak s omezeného prostoru, jednak z přítomnosti hydraulických hadic. Je zřejmé, že úhel otočení je závislý na délce hřebene. U nakládacích jeřábů malé, lehké a střední řady se úhel natočení pohybuje v intervalu od 370 do 420 [deg].

Vydeme-li tedy z předpokladu, že požadujeme úhel natočení 400 [deg], bude délka hřebene  $l_{hb}$  [m] dána vztahem:

$$l_{hb} = \underbrace{1,11 \cdot \pi \cdot d_r}_{\text{úhel } 400^\circ} + \underbrace{\pi \cdot \frac{d_r}{2}}_{\text{výchozí poloha}} \quad (2.1)$$

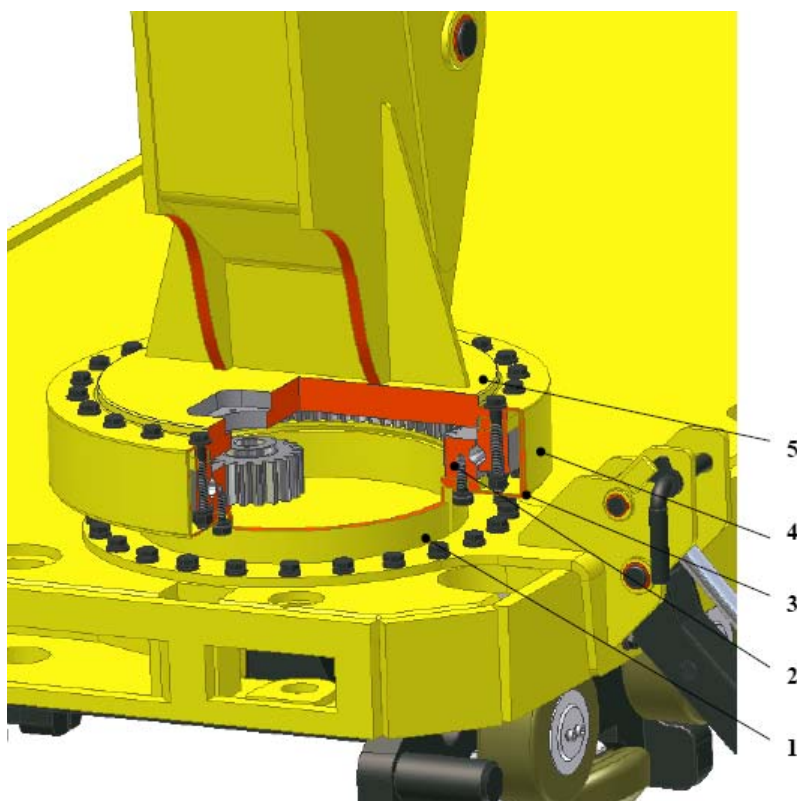
kde:  $d_r$  [m] – roztečný průměr ozubení na čepu sloupu

Připočteme-li k této délce volný prostor na obou stranách válců potřebný pro uskutečnění natočení (na obě strany) tak zjistíme, že maximální možná velikost hydraulických válců omezená max. šířkou vozidla, na kterém je jeřáb namontován, je velmi omezená. Navíc se zvyšující se kapacitou jeřábu se přirozeně musí zvětšit i roztečný průměr ozubení  $d_r$ , což vede buď ke dvojici hřebenu, popř. k pohonu otoče jeřábu rotačním hydromotorem.

Co se týče manévrovatelnost, tak velký vliv na přesnou manévrovatelnost má bezesporu vůle v ozubení. Čím nižší je vůle v ozubení, tím nižší bude dodatečný výkyv výložníku při zastavení. Je zřejmé, že radiální síly by mohly způsobit prohnutí hřebenu – z tohoto důvodu je v místě tvarového styku hřebene s ozubením na sloupu zašroubována kluzná kulisa. Ta, kromě již zmíněné eliminace průhybu, rovněž snižuje vůle v ozubení a zvyšuje tak bezpečnost při manipulaci s materiálem.

## 2.2 Realizace rotačního pohybu rotačním hydromotorem

Použití rotačního hydromotoru, na jehož konci je umístěn pastorek zpravidla zapadající do ozubení velkopřůměrového axiálního ložiska je konstrukční řešení s celou řadou výhod. Vzhledem k tomu, že odpadají hydraulické válce s hřebenem, má toto řešení nejen nižší vlastní hmotnost, což je zejména v oboru nakládacích jeřábů ostře sledovaná vlastnost, ale i neomezený úhel natočení sloupu jeřábu.



Zdroj: [3]

Obr. 4 – 3D model otáčecího ústrojí poháněné rotačním hydromotorem

Na výše uvedeném obr. 4 je zobrazeno konstrukční řešení otáčecího ústrojí poháněné rotačním hydromotorem. Otáčecí ústrojí se skládá z fixované spodní části (1),

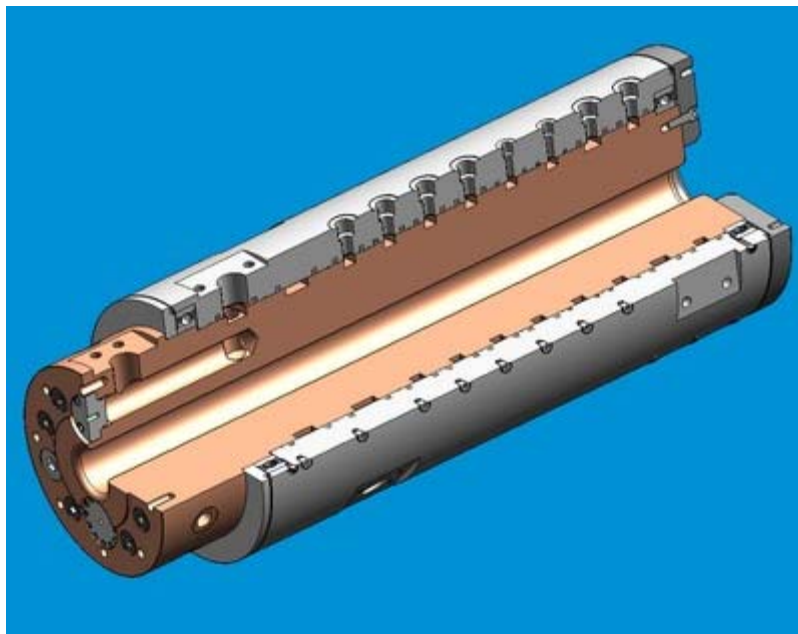
velkorozměrového ložiska s vnitřním ozubením (2), dvou krytů (3, 4) pro zabránění vniku nečistot. Vnější část velkorozměrového ložiska je připojena šroubovým spojením ke sloupu jeřábu (5), jak uvádí [3].

Má-li však být úhel natočení prakticky neomezený, je třeba vyřešit přívod hydraulické kapaliny z podstavy na sloup a dále až k výložníku. Je zřejmé, že použití hadic nepřichází v úvahu.

Z tohoto důvodu se u nakládacích jeřábů s pohonem otoče rotačním hydromotorem používá k přívodu kapaliny k hydraulickým prvkům rotační rozdělovač. Tento prvek, který je používán rovněž např. u zemních a stavebních strojů, bývá také někdy nazýván jako tzv. „volné hadicové spojení“ nebo „otočný přívod.“

Rotační rozdělovače jsou v současné době stále častěji vybavovány pohyblivým těsněním z teflonu, popř. i lekáží a umožňují přenášet tlak až do hodnoty 40 [MPa].

Pro obor hydraulických nakládacích jeřábů jsou však typické varianty s maximálním dovoleným tlakem 30 [MPa] a dovolují hnanému stroji max. obvodovou rychlost 1,5 [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ] a s již zmíněným pohyblivým těsněním, jak uvádí např. [4].



Zdroj: [5]

Obr. 5 – Řez 3D modelem rotačního rozdělovače hydraulické kapaliny

Nevýhodou rotačního rozdělovače a tím i pohonu otoče rotačním hydromotorem jako celku je vysoká pořizovací cena, která se u rotačního rozdělovače pohybuje ve statisících korun, což je pořizovací cena jeřábů lehké řady. Tuto nevýhodu jen těžce snižuje fakt, že není zapotřebí žádných hadic, které mají omezenou trvanlivost.

Výše uvedené skutečnosti nepřímo určují toto konstrukční řešení pro nakládací jeřáby těžké řady, přičemž i zde je na místě zvážit, je-li nekonečný úhel natočení nezbytný a naopak, zda-li pro běžné účely nepostačuje úhel natočení 400 [deg], který je pro tento obor jeřábů typický.

### 3. ZÁVĚR

Z uvedených výhod a nevýhod obou konstrukčních řešení otáčecího ústrojí je zřejmý výrazný rozdíl mezi oběma variantami a to nejen po stránce konstrukční. V současné době, kdy hraje pořizovací cena hlavní roli, je zapotřebí pečlivě zvážit, zda-li omezený úhel natočení spolu s hydraulickými hadicemi a tím pádem možným rizikem prasknutí hadice vyváží onen obrovský rozdíl v pořizovací ceně. Navíc, přihlédneme-li ke skutečnosti, že hřebenový převod je ověřené konstrukční řešení s minimem rotačních, resp. pohyblivých částí (jež je zapotřebí utěsnit), je rozhodování o volbě optimální varianty pohonu otoče ještě o něco složitější.

### POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Webové stránky výrobce hydraulických nakládacích jeřábů FASSI*  
URL: <<http://www.fassigroup.com>> [citováno 27. září 2010]
- [2] PALFINGER. *Die Krantechnik. Kapitel D.*
- [3] BARAŇÁK, J. *Návrh mobilní hydraulické ruky pro hlubinné doly.* Diplomová práce, VŠB-TU Ostrava, 2007, s. 33.
- [4] *Webové stránky výrobce hydraulických zařízení HUNGER MASCHINEN*  
URL: <<http://hunger-maschinen-gmbh.de>> [citováno 29. září 2010]
- [5] *Webové stránky konstrukční kanceláře KONUS*  
URL: <<http://www.konus.sk>> [citováno 23. září 2010]