

NÁSTĚNNÝ JEŘÁB A JEHO MECHANISMY

THE WALL CRANE AND HIS MECHANISMS

Leopold Hrabovský¹

Anotace: Příspěvek popisuje konstrukční návrh modelu otočného nástěnného jeřábu. Jeřábový vozík nástěnného jeřábu, ve formě tažené kočky je osazen zdvihovým mechanismem, je instalován na výložníku modelu nástěnného jeřábu.

Klíčová slova: jeřábový vozík, zdvihový mechanismus, pojezdový mechanismus, nástěnný jeřáb.

Summary: This entry describe constructional design of a model wall crane. A crane trolley of the wall crane, in design as drawing crane is equipped trolley by lifting device, is situation of a jib of the model wall crane.

Key words: crane trolley, crane travel, lifting device, wall crane.

ÚVOD

V rámci projektu SP2017/90 Studentské grantové soutěže Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava je předmětem zájmu realizovat model nástěnného jeřábu, jehož výložník umožní otáčení v rozmezí do 180°. Pohon otáčecího, zdvihacího i pojezdového mechanismu nástěnného jeřábu je předpokládán ruční.

Jednoduchý jeřábový vozík, osazený zdvihacím mechanismem, pojíždí po horní ploše výložníku a je tažen v obou směrech pojezdové dráhy lanem.

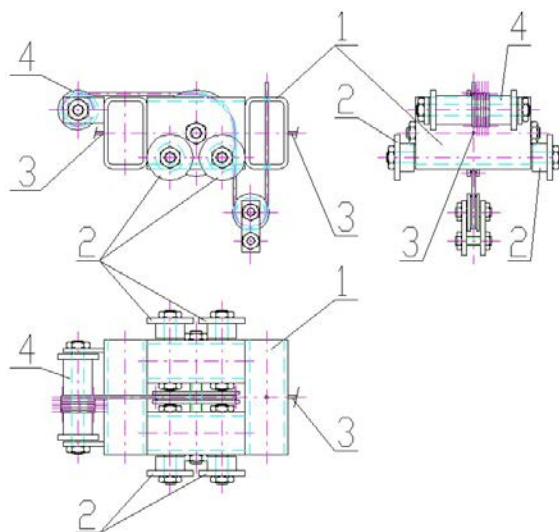
Nástěnné jeřáby, dle (1, kap. 14.02.01), mívají nosnost od 1 t do 3 t a při vyložení od 4 do 8 m zpravidla jednoduchou kočku. Výložníky nástěnných jeřábů jsou otočné (ručním tahem za hák nebo kladnici) zpravidla v rozmezí do 180°, na rozích zdí nebo jiných nosných konstrukcí až do 270°. Výjimečně se výložník otáčí o 360°, pak musí být horní ložisko upevněno ve stropě. Pohon zdvihacího ústrojí bývá často ruční, při stálém provozu elektrický (elektrický kladkostroj nebo visutá kočka kladkostrojového typu).

1. JEŘÁBOVÝ VOZÍK

Jeřábový vozík modelu nástěnného jeřábu, je realizován ve formě tažené, jednoduché pojížděcí kočky. Vlastní kočku, viz obr. 1, tvoří jednoduchý svařovaný rám **1**, spočívající na čtyřech volně uložených, nepoháněných pojezdových kolech **2** s jedním nákolkem, která se v horizontální rovině vedou po horní ploše výložníku. Na obou čelních plochách rámu **1** jeřábového vozíku jsou instalovány uchopovací body **3**, k nimž jsou uchyceny volné konce tažného lana.

¹ doc. Ing. Leopold Hrabovský, Ph.D, titul, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, Ústav dopravních a procesních zařízení, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Tel.: +420 597 323 185, E-mail: leopold.hrabovsky@vsb.cz

Jeřábový vozík je osazen mechanismem zdvihu **4**, který je podrobně popsán v kap. 3 tohoto příspěvku.



Zdroj: Autor

Obr. 1 - Jeřábový vozík nástěnného jeřábu (konstrukční provedení)

Popisovaný jeřábový vozík, dle obr. 1, je dílčí částí realizovaného modelu nástěnného jeřábu, viz obr. 9.

2. POJEZDOVÉ ÚSTROJÍ JEŘÁBOVÉHO VOZÍKU

Pojezdové ústrojí jeřábového vozíku modelu nástěnného jeřábu, viz obr. 1, je tvořeno čtyřmi nepoháněnými pojezdovými koly **2** s jedním nákolkem, která jsou uchycena vůči podélným nosníkům rámu **1** tažené kočky.

Tažné lano musí být dle (2, kap. 10.05.01) při skutečné realizaci tažené kočky dimenzováno se zřetelem na zvětšené odpory při protahování zdvihacích lan při pojíždění. Při tažení kočky, viz (1, kap. 14.02.01), vznikají poměrně mnohem větší pohybové odpory než u kočky normální, tažená kočka je však lehčí, takže i moment od její tíhy je menší.

Pojezd kočky, po horní ploše výložníku, je realizován tažným lanem **1**, viz obr. 2. Volné konce tažného lana jsou uchyceny k uchopovacím členům **5**, instalovaným na čelních nosnících rámu tažené kočky **4**. Tažné lano **1** je vedeno polokruhovou drážkou volné kladky **2** (uchycené na konci výložníku **3**) k poháněcímu třecímu kotouči **6** (nebo lanovému bubnu).

Odpory pojížděcích kol K [N] je možno určit dle (3) rovnice (1).

$$K = \frac{(Q + m_k) \cdot g}{R} \cdot (e + f_{\xi} \cdot r_{\xi}) \cdot k_p \quad [N] \quad (1)$$

kde Q [kg] - nosnost (maximální hmotnost zvedaného břemene) jeřábu,

m_k [kg] - jmenovitá hmotnost jeřábového vozíku (kočky),

R [m] - poloměr pojezdového kola jeřábového vozíku (kočky),

e [m] - rameno valivého tření,

f_{ξ} [-] - součinitel čepového tření pro valivé nebo kluzné uložení pojezdových kol,

r_{ξ} [m] - poloměr čepu pojezdového kola jeřábového vozíku (kočky),

k_p [-] - součinitel přídavných (nezahrnutých) odporů při pojezdu kočky.

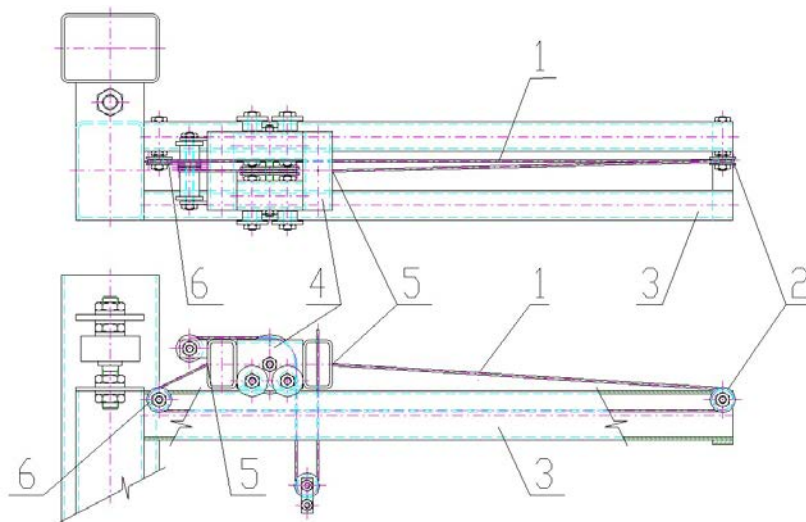
Za předpokladu, že nástěnný jeřáb pracuje uvnitř budovy (je zanedbán vliv působícího tlaku větru na jeřábový vozík) je možno ze vztahu (2) určit potřebný příkon P [W] elektromotoru poháněcí jednotky pojezdu kočky.

$$P = \frac{(K + K_1) \cdot v}{\gamma} \text{ [W]} \quad (2)$$

kde v [m/s] - pojezdová rychlost kočky,

K_1 [N] - odpor proti otáčení volné kladky **2** (instalovaná na konci výložníku **3**),

γ [-] - celková účinnost poháněcí jednotky pojezdu jeřábového vozíku.



Zdroj: Autor

Obr. 2 - Pojezdové ústrojí jeřábového vozík nástěnného jeřábu (konstrukční provedení)

Je-li k vyvození pojezdu kočky využíváno poháněcí jednotky s třecím kotoučem, je nutno zabezpečit dostatečný přítlak tažného lana vůči drážce třecího kotouče, aby byl zajištěn přenos síly třením. Předpokladem bezpečného přenosu tažné síly je dostatečná velikost odbíhající síly, která je garantem přenosu síly třením. Teorie přenášení tažné síly třením z pohonu do tažného prvku vychází z Eulerova vztahu pro vláknové tření.

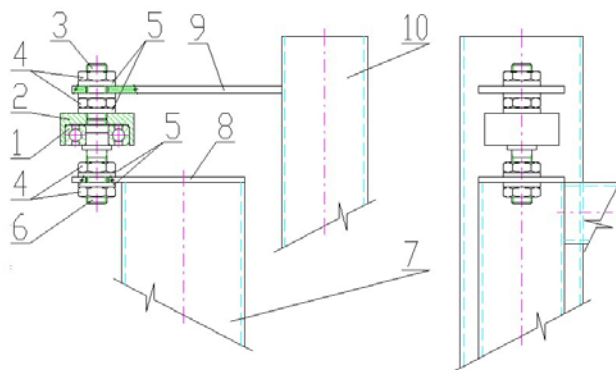
3. OTÁČECÍ MECHANISMUS MODELU NÁSTĚNNÉHO JEŘÁBU

Otáčení sloupu modelu nástěnného jeřábu o 180° zabezpečují dva systémy - horní a dolní.

Otáčení horní části sloupu modelu nástěnného jeřábu zajišťuje horní otočový systém, viz obr. 3. Tento systém je opatřen jednořadým kuličkovým ložiskem **1**, které je uchyceno za vnější kroužek v tělese **2** válcového tvaru. Plocha podstavy tělesa **2** je opatřena průběžným otvorem s vnitřním závitem. Na vnitřní závit tělesa **2** je našroubována závitová tyč **3**, která je proti případnému uvolnění (vůči závitu tělesa **2**) pojištěna podložkou **5** a nízkou šestihrannou maticí **4**. Závitová tyč **3** je následně provlečena otvorem v nosníku **9**. Na závitové tyči **3** jsou osazeny vůči oběma stykovým plochám nosníku **9** podložky **5**. Shora je závitová tyč **3** vůči nosníku **9** sevřena šestihrannou maticí **4**.

Nosník **9** je přivařen k válcovanému profilu **10** (u modelu profil **10** simuluje zeď reálného provedení nástěnného jeřábu).

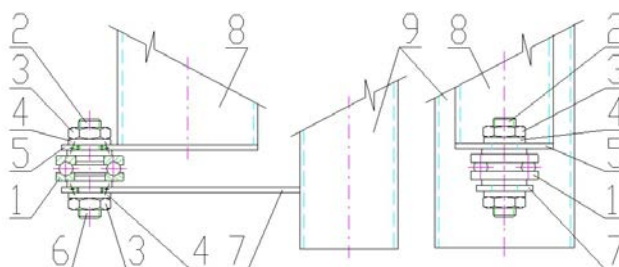
Na vnitřní kroužek kuličkového ložiska **1** je nalisován čep hřídele **6**. Na závitové části hřídele **6** jsou osazeny dvě nízké šestihranné matice **4** s podložkami **5**. Nízké šestihranné matice **4** svírají hřídel **6** vůči konzole **8**. V konzole **8** je vytvořen válcový otvor, jímž je provlečena závitová část hřídele **6**. Konzola **8** je přivařena k otočnému sloupu **7** modelu nástěnného jeřábu.



Zdroj: Autor

Obr. 3 - Horní systém otáčecího ústrojí sloupu modelu nástěnného jeřábu (konstrukční provedení)

Otáčení dolní části sloupu modelu nástěnného jeřábu zajišťuje dolní otočový systém, viz obr. 4. Tento systém je opatřen jednořadým kuličkovým axiálním ložiskem **1**. Čep hřídele **2** je nalisován do otvoru horního kroužku ložiska **1**. Dřík hřídele **2** je provlečen otvorem v konzole **5**. V koncové části dříku hřídele **2** je vytvořen závit, na který je osazena válcová podložka **4** a nízká šestihranná matice **3**. K otočnému sloupu **8** je přivařena konzola **5**.



Zdroj: Autor

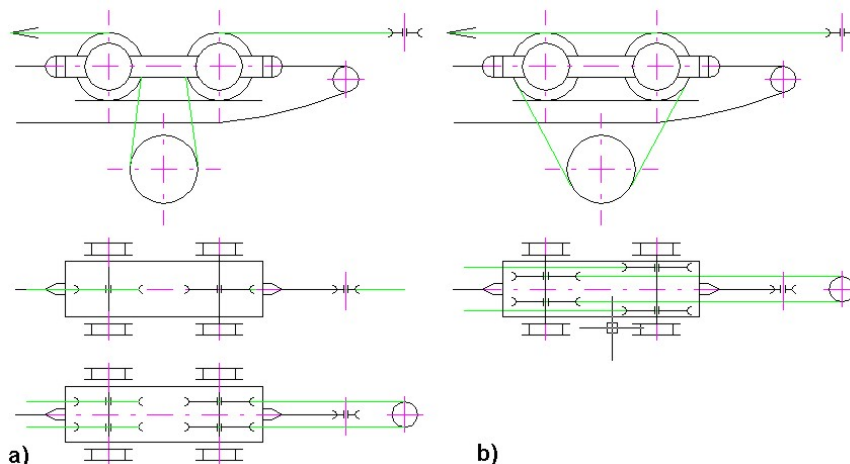
Obr. 4 - Dolní systém otáčecího ústrojí sloupu modelu nástěnného jeřábu (konstrukční provedení)

Nosník **7** je přivařen k válcovanému profilu **9** (u modelu profil **9** simuluje zeď reálného provedení nástěnného jeřábu). Na spodní kroužek jednořadého axiálního kuličkového ložiska **1** je nalisován čep hřídele **6**. Dřík hřídele **6** je provlečen otvorem v nosníku **7**. Na závitové části hřídele **6** je osazena nízká šestihranná matice **3** a válcová podložka **4**, které svírají hřídel **6** vůči nosníku **7**.

4. ZDVIHOVÝ MECHANISMUS MODELU NÁSTĚNNÉHO JEŘÁBU

U reálných konstrukcí nástěnných a sloupových jeřábů je realizováno zdvihací ústrojí způsobem, kdy jsou na kočce instalovány vodící kladky pro nosné zdvihací lano. Kladky zdvihacího ústrojí jsou uspořádány buď na nápravách pojízděcích kol (obr. 5) nebo na

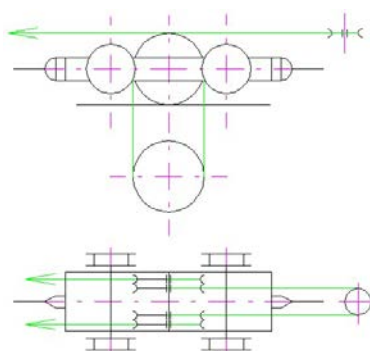
samostatném čepu uprostřed rozvoru kol (obr. 6). Vedení lana dle obr. 5a je méně výhodné než podle obr. 5b a obr. 6. Nejvýhodnější je podle obr. 6, neboť nosná lana běží jedním směrem a kladnice se snadno nerozkývají. Pro menší nosnosti, cca do 5 t, bývá břemeno zavěšeno na dvou průřezech lana (viz obr. 5a horní půdorysný pohled), při větších nosnostech se zavěšuje na čtyři průřezy (viz obr. 5a spodní půdorysný pohled).



Zdroj: (2, kap. 10.05.01)

Obr. 5 - Schéma tažené kočky. Břemeno zavěšeno na a) 2 a 4 průřezech lana, b) 4 průřezech lana

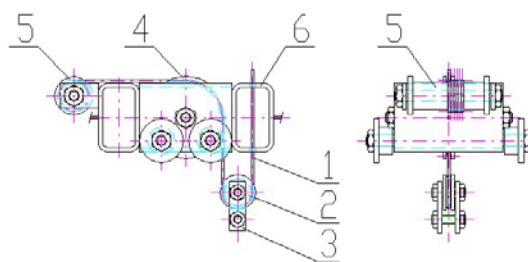
Je-li pojízděcí kočka realizována jako tažená, pak je třeba při dimenzování nosného zdvihového lana zohlednit odpory při protahování zdvihových lan při pojíždění (blíže viz (2, kap. 10.05.01)).



Zdroj: (2, kap. 10.05.01)

Obr. 6 - Schéma tažené kočky

Zdvihové ústrojí u modelu nástěnného jeřábu je instalováno na pojízděcí tažené jeřábové kočce. Jeden volný konec nosného lana **1** je uchycen k rámu kočky **6**, viz obr. 7. Nosné lano **1** je dále vedeno přes kladku **2** kladnice **3** na vodící kladku **4** a poté na lanový buben **5**.



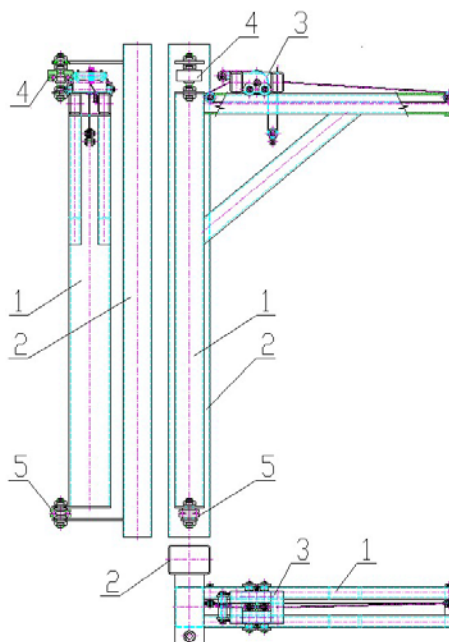
Zdroj: Autor

Obr. 7 - Zdvihové ústrojí modelu nástěnného jeřábu (konstrukční provedení)

U skutečných nástěnných jeřábů je lanový buben, na který je navíjeno zdvihové lano, zpravidla umístěn na otočném sloupu, řidčeji mimo něj (pak musí být zdvihací lano vedeno dutým čepem nebo vodícími kladkami). Vyvozená síla obsluhou na ruční kliku nebo elektromotorem je přenášena na zdvihadí buben zpravidla třecími převody nebo čelními ozubenými koly. Při ručním pohonu bývá první předloha zpravidla výsuvná, aby se břemena o nižší hmotnosti zdvíhala vyšší rychlostí. Brzda je západková.

5. MODEL NÁSTĚNNÉHO JEŘÁBU

Otáčením výložníku kolem osy svislého sloupu, při současném přesunu jeřábového vozíku po horních nosnících výložníku, je nástěnný jeřáb (viz obr. 8) schopen obsáhnout částečně plochu kruhu, jehož poloměr je dán největším vyložením jeřábu.



Zdroj: Autor

Obr. 8 - Model nástěnného jeřábu (konstrukční provedení)

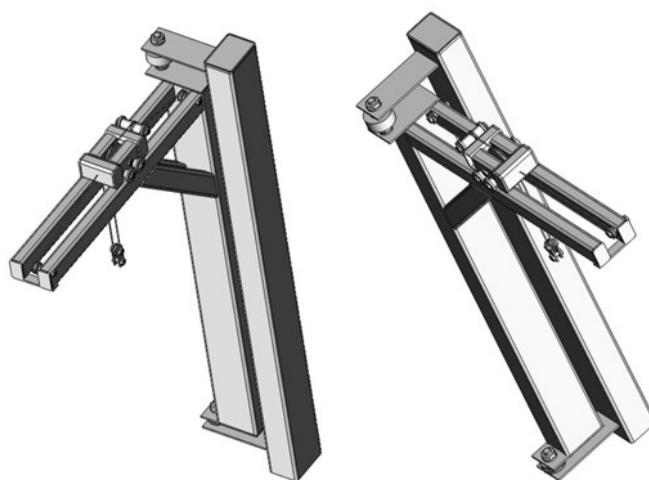
Jako u všech jeřábů s měnitelným vyložením je i zde mezi dovoleným břemenem a vyložením nepřímá úměrnost, břemeno násobeno vyložením je pro určitý jeřáb konstantou, která jej charakterizuje a nazývá se „parametr jeřábu“. U modelu nástěnného jeřábu, viz obr. 8, je výložník (tvořený dvěma válcovanými profily) pevně spojen v jeden celek se sloupem **1**, který se otáčí ve svou ložiskách: horním **4**, zatíženém jen radiálně, a dolním **5**, které přenáší

jak radiální tak axiální zatížení. Vůči zdi (u modelu nástěnného jeřábu je zeď nahrazena nehybným sloupem obdélníkového průřezu **2**) je sloup **1** otočný, což zabezpečuje horní **4** a dolní **5** ložisko (otočový systém, podrobněji je popsán v kap. 3 tohoto příspěvku).

Jeřábový vozík **3** je koncipován ve formě tažené kočky, její konstrukční návrh je blíže popsán v kap. 1 tohoto příspěvku. Zdvihací ústrojí je osazeno na jeřábovém vozíku **3**, jeho návrh je popisován v kap. 4 tohoto příspěvku

6. ZÁVĚR

V příspěvku je popisován konstrukční návrh a je v něm zobrazena na dílčích obrázcích i fyzická realizace jeřábového vozíku, který je opatřen motorickým pohonem mechanismu zdvihu a mechanismu pojezdu. Pojezdová i zdvihová rychlost mechanismů je uvedena v příslušných vztazích.



Zdroj: Autor

Obr. 9 - Nástěnného jeřábu (konstrukční provedení v SolidWorks)

Jeřábový vozík je součástí plánovaného provedení laboratorního standu, který spolu s dvounosíkovým mostem bude reprezentovat mostový jeřáb. V blízké době bude proveden konstrukční návrh dvounosíkového mostu, opatřený poháněcí stanicí pojezdového mechanismu.

Uváděné řešení jeřábového vozíku je dílčím výstupem řešení v rámci projektu SP2017/90 Studentské grantové soutěže Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava s názvem „Vývoj, výzkum s realizace zdvihacích zařízení s proměnlivým vyložení schopných otáčení“.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) REMTA, F., KUPKA, L.: *Jeřáby III. díl*. SNTL Praha 1961. 412 s.
- (2) REMTA, F., KUPKA, L.: *Jeřáby II. díl*. SNTL Praha 1958. 389 s.
- (3) PAVLIŠKA, J., HRABOVSKÝ, L. *Dopravní a manipulační zařízení IV*. Ostrava, 2004. 128 s. ISBN 80-248-0537-5.