VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ

TENSION DEVICES OF BELT CONVEYORS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — TOMASZ GLAC
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. Ing. JIŘÍ MALÁŠEK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Tomasz Glac

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Napínací zařízení pásových dopravníků

v anglickém jazyce:

Tension devices of belt conveyors

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Porovnání řady způsobů konstrukčních řešení a výpočtů napínacích zařízení pásových dopravníků, výběr a konstrukční zpracování jednoho z řešení.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte:
- rozsáhlý rešeršní rozbor řešení napínacích zařízení pásových dopravníků,
- konstrukční návrh vybraného netypického napínacího zařízení.

Nakreslete:
- sestavný výkres napínacího zařízení,
- vybrané výkresy nebo schemata dle dohody s vedoucím práce.

Seznam odborné literatury:

1. Shigley J.E.,Mischke Ch.R.,Budynas R.G.: Konstruování strojních součástí. 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
2. Bigoš P.,Kuľka J.,Kopas M.,Mantič M.: Teória a stavba zdvíhacích a dopravných zariadení. TU v Košiciach. 2012. ISBN 978-80-553-1187-6
3. Jančík, L.: Části a mechanismy strojů, ČVUT Praha, 2004.
4. Klimeš P.: Části a mechanismy strojů I, II, VUT Brno 2003.
5. Janíček P., Ondráček E., Vrbka J.: Pružnost a pevnost, VUT Brno, 1992.
6. Gajdůšek, J., Škopán, M.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení, skripta VUT Brno 1988.
7. Dražan,F. a kol.: Teorie a stavba dopravníků.
8. Kolář, D. a kol.: Části a mechanizmy strojů.

Vedoucí bakalářské práce:doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 20.11.2014

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ DĚKANÁT

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním řady způsobu napínacích zařízení pásových dopravníku a konstrukčním návrhem pneumatického napínacího zařízení DYNAP. Je zde provedený vzorový výpočet napínací síly. Dále jsou zde popsány jednotlivé části napínacího zařízení DYNAP, jeho způsob montáže, spouštění, seřízení a ovládání. K práci je přiložena výkresová dokumentace zařízení.

KLÍČOVÁ SLOVA

napínací zařízení, pásový dopravník, dynap, napínací síla,

ABSTRACT

This bachelor´s thesis deals with the comparison of various tension devices of belt conveyors and a constructional suggestion of a pneumatic tension device DYNAP. The paradigmatic calculation of the tension force is conducted. Furthermore, the components of the tension device are described, as well as the method of its assembling, activation, adjusting and handling. The drawing documentation of the device is attached.

KEYWORDS

tension devices, belt conveyor, dynap, tension force

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GLAC, T. *Napínací zařízení pásových dopravníků*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 47 s.

Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana doc. Ing. Jiřího Maláška, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. května 2015 ……..……..……..

Jméno a přímení

PODĚKOVÁNÍ

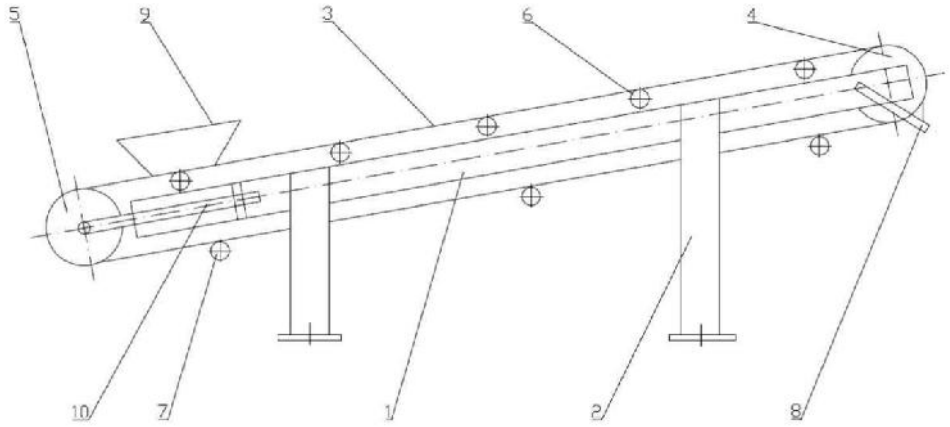
Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce panu doc. Ing. Jiřímu Maláškovi, Ph.D. za cenné rady, které mi pomohly při řešení této práce. Rád bych poděkoval také firmě OKD, a.s. Chtěl bych taktéž poděkovat celé své rodině za podporu během studia.

OBSAH

Úvod 15
1 Napínací zařízení 17
1.1 Tuhá napínací zařízení 17
1.1.1 Tuhé Napínací zařízení pomocí šroubu 18
1.1.2 Tuhé Napínací zařízení pomocí pastorku a hřebene 19
1.2 Závažová napínací zařízení 20
1.2.1 Vertikální závažové napínací zařízení 20
1.2.2 Horizontální závažové napínací zařízení 21
1.3 Pneumatická napínací zařízení 22
1.4 Elektrohydraulická napínací zařízení 23
1.5 Elektrická napínací zařízení 24
2 Vzorový výpočet napínací síly 25
2.1 Výpočet sil na poháněcím bubnu 25
2.2 Výpočet sil na napínacím bubnu 26
2.3 Změna tahových sil při rozběhu dopravníku 26
2.4 Výpočet napínací síly 27
3 Napínací zařízení dynap 29
3.1 Článek napínacího zařízení 30
3.2 Napínací vozík s napínacím bubnem 31
3.3 Vozík pneumatických válců se středovým úchytem 32
3.4 Pneumatické válce 33
3.5 Podpěra gurty 34
3.6 Dorazy 34
3.7 Boční kryty 34
3.8 Kotvící soupravy 34
3.9 Zpevňovací rám 35
3.10 Kotvení napínací stanice 35
4 Montáž a spouštění napínacího zařízení dynap 37
4.1 Montáž mechanických a pneumatických části napínacího zařízení 37
4.2 Spouštění a seřízení napínacího zařízení 38
5 Ovládání 39
Závěr 41
Použité informační zdroje 43
Seznam použitých zkratek a symbolů 45
Seznam příloh 47

ÚVOD

Pásové dopravníky patří k zařízením, která umožňují přepravu sypkých i kusových materiálů. Materiál lze přepravovat jak ve vodorovném, šikmém, tak i v strmém směru. Výhodou pásových dopravníků je možnost přepravy materiálu na velké vzdálenosti a také kontinuálnost dopravy. Pásové dopravníky se skládají z několika hlavních části. Tato bakalářská práce se zaměřuje na napínací zařízení pásových dopravníků.



Obr. 1 Schéma pásového dopravníku

1. Rám dopravníku
2. Stojina dopravníku
3. Dopravní pás
4. Hnaný buben
5. Hnací buben
6. Horní válečkové stolice
7. Dolní válečkové stolice
8. Stěrač pásu
9. Násypka dopravníku
10. Napínací zařízení

1 NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Napínací zařízení tvoří nedílnou část pasového dopravníku. Je potřebné k dosažení dostatečného tření mezi hnacím bubnem a pásem tak, aby byla na pás přenesena požadovaná tažná síla. Závisí na něm správné napnutí pásu, životnost pásu a tím také hospodárnost celého zařízení. Musí zajistit dostatečně velké předpětí pásu jak za rozběhu dopravníku, tak při jeho ustáleném chodu. Další funkcí napínacího zařízení je zamezit prověšení dopravního pásu mezi jednotlivými stolicemi. Prověšení mezi jednotlivými stolicemi může být způsobeno tíhou přepravovaného materiálu nebo samotnou tíhou dopravního pásu.

Mezi základní druhy napínání dopravních pásů se řadí napínaní tuhé, závažové, pneumatické, elektrohydraulické či napínání elektrickým zařízením. Rozdělení je provedeno podle literatury [1]

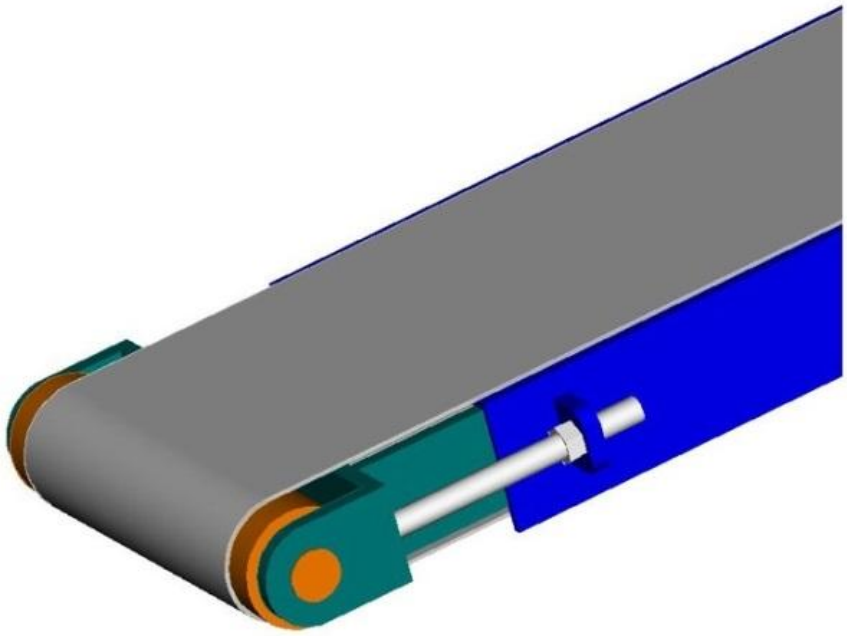
- Napínací zařízení tuhá
- Závažová napínací zařízení
- Pneumatická napínací zařízení
- Elektrohydraulická napínací zařízení
- Elektrická napínací zařízení

1.1 TUHÁ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Tuhá napínací zařízení se používají především pro krátké dopravníky a pro dopravníky s pásy s vložkami z ocelových lanek. Napínání se provádí pohybem napínacího bubnu (většinou vratný buben) pomoci šroubu, ručního kladkostroje nebo pomocí pastorku a hřebene. Napínání pásu se musí provádět rovnoměrně po obou stranách napínacího bubnu, aby nedocházelo k šikmému postavení bubnu vůči ose dopravníku, což by vedlo k jednosměrnému vytahování pásu a k jeho sbíhání z válečků. Velikost napínací síly se určuje pouze odhadem, avšak musí být již za klidu dostatečně velká na to, aby se vyhovělo přenosu sil i při rozběhu dopravníku. V dnešní době se nejčastěji používají tuhá napínací zařízení pomocí šroubu nebo pastorku a hřebene, a proto zde uvedu malé porovnání těchto dvou druhů.

1.1.1 TUHÉ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ POMOCÍ ŠROUBU

Napínaní pásu se provádí otáčením šroubu, který tlačí na ložiskový blok, v němž je uložený vratný buben, který přenáší napínací sílu na pás. Napínaní musí být prováděno rovnoměrně na obou stranách.



Obr. 1.1 Tuhé napínací zařízení pomocí šroubu (Jack screw tension)[7]

Výhody tuhého napínacího zařízení pomocí šroubu:

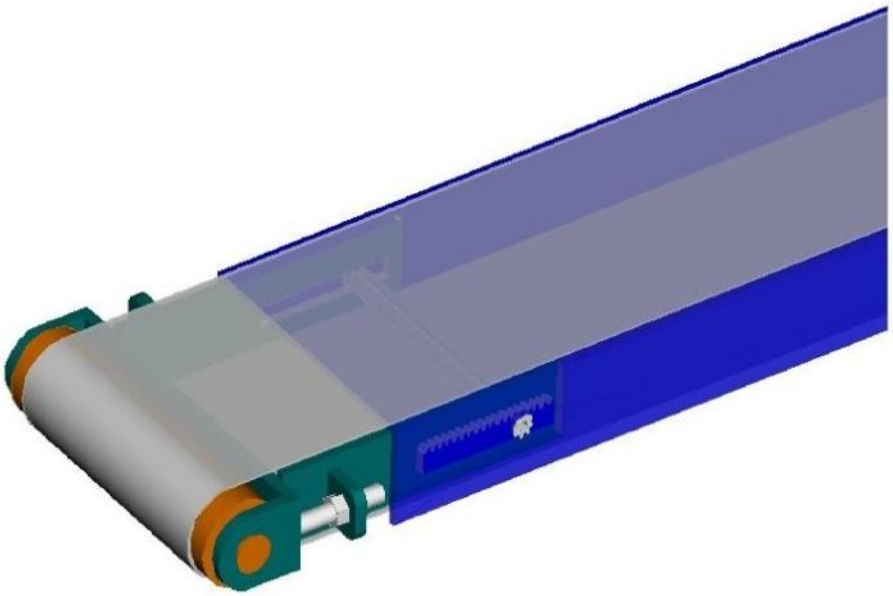
- Hlavní výhodou napínacího zařízení pomocí šroubu je jeho jednoduchost.
- Skládá se z několika málo jednoduchých částí, které jsou snadno dostupné
- Nízká cena zařízení

Nevýhody tuhého napínacího zařízení pomocí šroubu:

- Nutnost přesného seřízení obou stran
- Může dojít k přepnutí pásu, což vede k jeho poškození
- Vyžaduje pravidelné napínání pásu

1.1.2 TUHÉ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ POMOCÍ PASTORKU A HŘEBENE

Na rámu dopravníku jsou namontovány dva hřebeny, po kterých se pohybují ozubené pastorky. Otáčením hřídele s pastorky dochází k posunutí vratného bubnu, tím se přenese napínací síla na pás.



Obr. 1.2 Tuhé napínací zařízení pomocí pastorku a hřebene (Rack and pinion tension) [7]

Výhody tuhého napínacího zařízení pomocí pastorku a hřebene:

- K napínání dochází na obou stranách zároveň, čímž se zabrání nerovnoměrnému napnutí a tudíž sbíhání pásu z válečků
- Pastorek může být dimenzován tak, že po dosažení potřebné napínací síly je již obtížné otáčet pastorkem

Nevýhody tuhého napínacího zařízení pomocí pastorku a hřebene:

- Nutnost přesné výroby rámu dopravníku
- Vyžaduje pravidelné napínání pásu

1.2 ZÁVAŽOVÁ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Závažová napínací zařízení se používají pro delší pásové dopravníky a u dopravníku s textilními vložkami. Napínání probíhá přímo nebo pomocí různých kladek samotnou hmotnosti závaží. Tento způsob napínání zaručuje stálou napínací sílu. Hmotnost závaží se musí zvolit tak, aby se vyvodila dostatečná napínací síla pro všechny provozní režimy. Činnost tohoto druhu napínání není závislá na zdroji energie a není zapotřebí žádného způsobu řízení. Závažová napínací zařízení se dělí na vertikální a horizontální.

1.2.1 VERTIKÁLNÍ ZÁVAŽOVÉ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Vertikální závažové napínací zařízení se nejčastěji umisťuje co nejblíže hnacího bubnu, a to z důvodu zajištění dobrého přenosu hnací síly na pás. Napínání probíhá na vratné větvi dopravníku pomocí kladky, která je umístěná v napínacím rámu, jenž se pohybuje po vodících sloupech. Závaží táhne dolů napínací rám i s kladkou, a tak dochází k napnutí dopravníku.

Obr. 1.3 Vertikální závažové napínací zařízení[8]

Výhody vertikálního závažového napínacího zařízení:

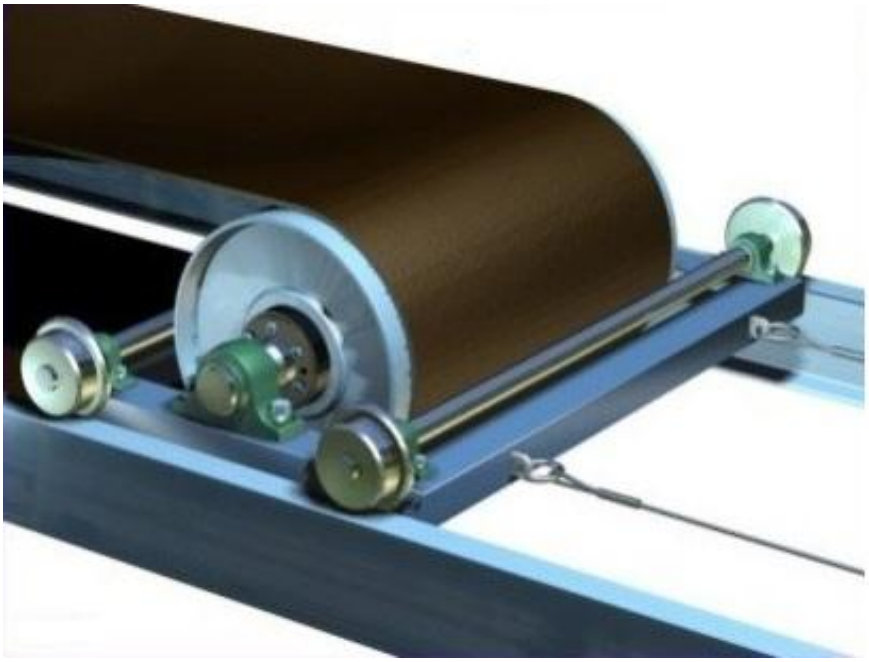
- Jednoduchost zařízení
- Minimální požadavky na údržbu

Nevýhody vertikálního závažového napínacího zařízení:

- Poměrně velké rozměry
- Je zapotřebí volný prostor pod vratnou větvi dopravníku

1.2.2 HORIZONTÁLNÍ ZÁVAŽOVÉ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Napínání pomocí horizontálního závažového napínacího zařízení probíhá nejčastěji na vratné stanici pásového dopravníku. Používá se tam, kde není místo pod vratnou větvi dopravníku. Vratný buben je uložen na napínacím vozíku, který se pohybuje po dráze vlivem působení závaží, a tak dochází k napínání pásu dopravníku.



Obr. 1.4 Horizontální závažové napínací zařízení[9]

Výhody horizontálního závažového napínacího zařízení:

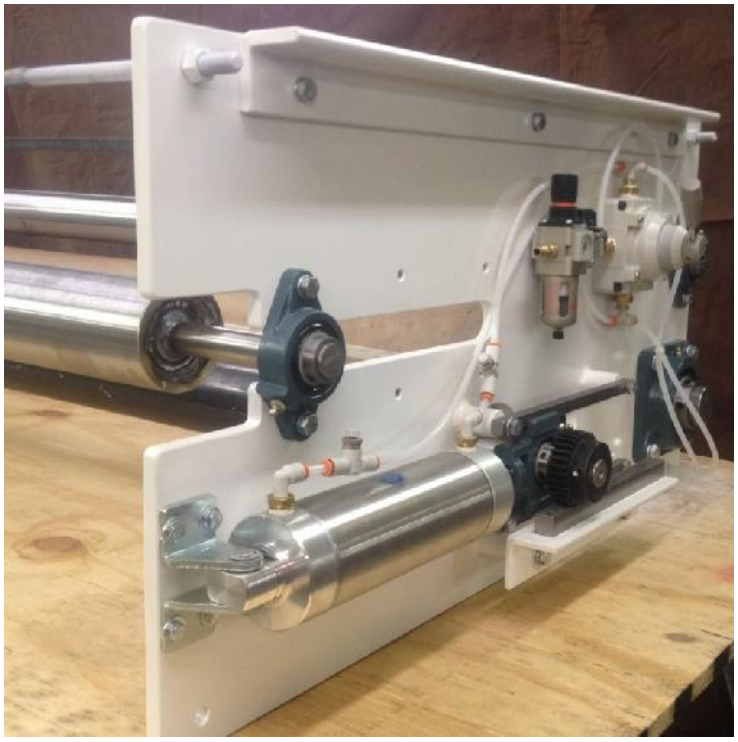
- Není zapotřebí místo pod dopravníkem
- Napínání probíhá na vratném bubnu, tudíž není potřeba použíti kladek pro vedení pásu
- Oproti vertikálnímu závažovému napínacímu zařízení stačí použít kratší dopravní pás, což snižuje celkové náklady na dopravník

Nevýhody horizontálního závažového napínacího zařízení:

- Je potřeba vytvořit dráhu pro napínací vozík
- Dráha pro napínací vozík musí být přesně vyrobená, aby nedocházelo k nerovnoměrnému napínání pásu.

1.3 PNEUMATICKÁ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Pneumatická napínací zařízení se používají pro delší pásové dopravníky a dopravníky zatížené těžkým nákladem. Potřebné napnutí pásu se zajišťuje pomocí tlakového vzduchu v pneumatickém válci. Do válce se přivede stlačený vzduch a tím dochází k vysouvání nebo zasouvání pístnice, která napíná přímo pas nebo pohybuje s napínacím vozíkem. Velikost napínací síly určuje velikost a počet pneumatický válců. Zapojením jednotlivých zařízení do série zajistíme navýšení kratších zdvihů. Při trvalém protažení nebo při pružném protažení vlivem dynamických sil, které vznikají při rozběhu či změně obtížení pásu pneumatické válce, rychle reagují a dopínají pás tak, aby nedošlo k prokluzu mezi hnacím bubnem a pásem. Po vyčerpání zdvihu válců, v důsledku trvalého protažení pásu, se přestaví napínací válce do nové polohy. Tento druh napínání se nejčastěji používá v hornických dolech, kde využívá již zavedené rozvody stlačeného vzduchu.



Obr. 1.5 Pneumatické napínací zařízení[10]

Výhody pneumatického napínacího zařízení:

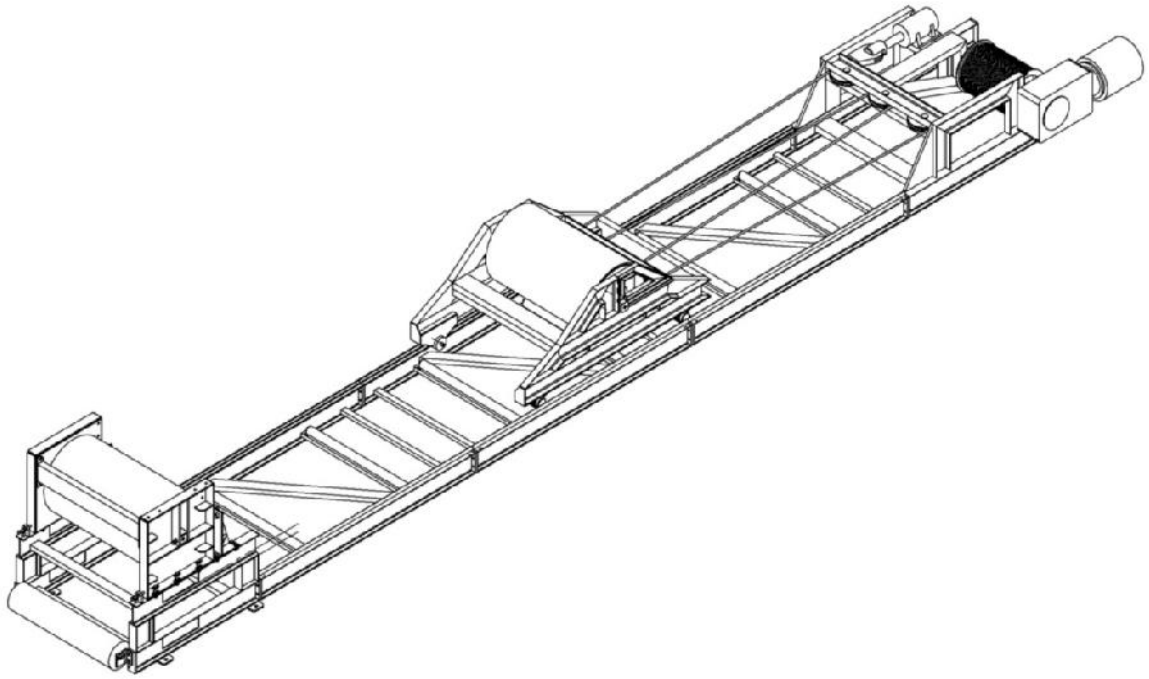
- Možnost rychlého nastavení napínací síly vzhledem k režimu provozu dopravníku
- Poměrně levné zařízení vhledem k dosahovaným výkonům

Nevýhody horizontálního závažového napínacího zařízení:

- Malé zdvihy zařízení
- Složité přestavování napínacího zařízení
- Požadavek na dokonalou těsnost
- Nutnost údržby

1.4 ELEKTROHYDRAULICKÁ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Elektrohydraulická napínací zařízení umožňuji nastavit požadovanou napínací sílu jak při rozběhu, tak při provozu pásového dopravníku. Napínací síla se vyvozuje lineárním hydraulickým motorem. Jestliže potřeba posunutí napínacího vozíku je větší než zdvih lineárního hydromotoru, používá se naviják s převodem. Před spuštěním pohonu dopravníku se nejdřív spustí pohon čerpadla, které zásobuje hydromotor tlakovým olejem, a až tlak v hydromotoru dosáhne 150% hodnoty provozního stavu, dojde k spuštění motoru pohonu dopravníku. Po dosažení jmenovité rychlosti pásu dopravníku, dojde k automatické regulaci tlaku v hydromotoru na provozní hodnotu. Elektrohydraulická napínací zařízení se používají převážně pro delší pásové dopravníky. Často se taky používají v důlním průmyslu z důvodu možnosti snadné regulace při různých režimech provozu na optimální hodnoty napětí v pásu, a díky tomu nedochází k poškozování pásu vlivem např. trvalého prokluzu na poháněcím bubnu nebo enormního otěru, což vede k jeho delší životnosti.



Obr. 1.6 Elektrohydraulické napínací zařízení [11]

Výhody elektrohydraulického napínacího zařízení:

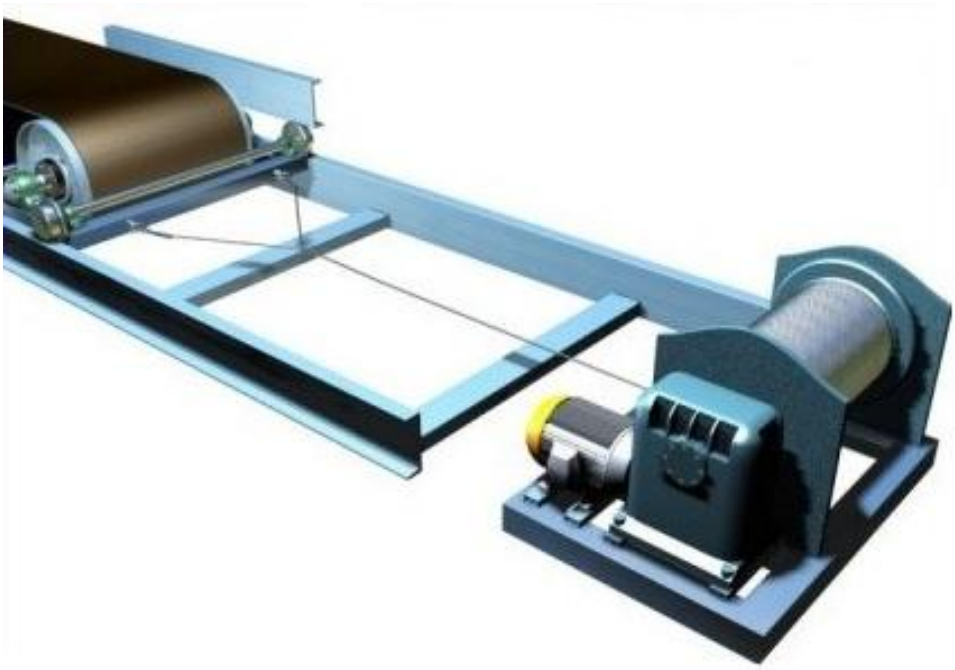
- Snadná regulace napínací síly při rozběhu i během provozu
- Možnost automatického provozu
- Umožňuje velké posuvy napínacího bubnu

Nevýhody elektrohydraulického napínacího zařízení:

- Požadavky na těsnost systému
- Potřeba kontroly množství oleje
- Nutnost údržby

1.5 ELEKTRICKÁ NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Elektrická napínací zařízení vyvozují napínací sílu pomocí navijáku se šnekovým převodem. Napínací sílu lze regulovat automatický nebo ručně. Při automatické regulaci dochází k upravování napínací síly vzhledem k režimu provozu dopravníku a teoretické síle. Tento způsob napínání je vhodný převážně pro delší dopravníky.



Obr. 1.7 Elektrické napínací zařízení [12]

Výhody elektrického napínacího zařízení:

- Jednoduchost při zajišťování velkých posuvů napínacího bubnu.
- Poměrně levné řešení
- Snadná údržba

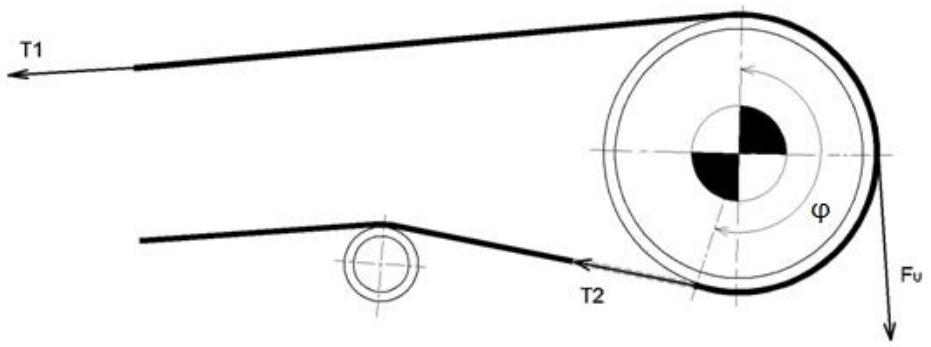
Nevýhody elektrického napínacího zařízení:

- Obtížnější přestavování napínacího zařízení

2 VZOROVÝ VÝPOČET NAPÍNACÍ SÍLY

Výpočet napínací síly byl proveden podle normy ČSN ISO 5048 [6]

2.1 VÝPOČET SIL NA POHÁNĚCÍM BUBNU



Obr. 2. Průběh sil na poháněcím bubnu

(1)

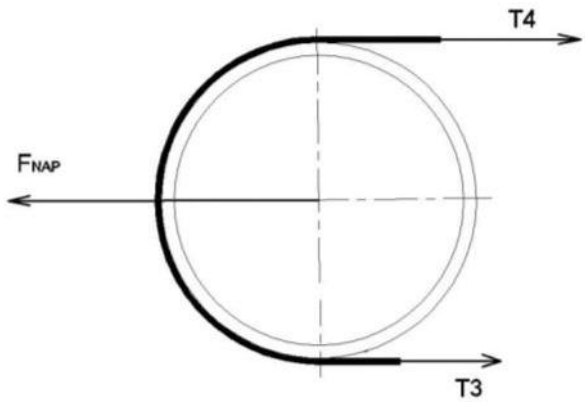
$$T_1 = F_U \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1}\right)$$

μ [-] -je součinitel tření mezi bubnem a dopravním pásem, volen dle normy [6]
φ [rad] - úhel opásání na poháněcím bubnu, zvolen 3,839 (≈ 220°)

(2)

$$T_2 = F_U \cdot \left(\frac{1}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1}\right)$$

2.2 VÝPOČET SIL NA NAPÍNACÍM BUBNU



Obr. 2. 1 Průběh sil na napínacím bubnu

(3)

$$T_3 = T_2 + f \cdot L \cdot g \cdot (m_B \cdot cos\delta + m_{RD}) + F_R - m_B \cdot g \cdot H$$

(4)

$$T_4 = T_1 - f \cdot L \cdot g \cdot [(q_G + m_B) \cdot cos\delta + m_{RH}] - F_{gl} - F_f - F_a - F_{ST} - m_B \cdot g \cdot H$$

2.3 ZMĚNA TAHOVÝCH SIL PŘI ROZBĚHU DOPRAVNÍKU

(5)

$$T'_1 = \xi \cdot F_U \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1}\right)$$

kde:

[ξ] [-] -je součinitel zvětšení obvodové síly při rozjezdu dopravníku, volen dle normy [6]

(6)

$$T'_2 = \xi \cdot F_U \cdot \left(\frac{1}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1}\right)$$

(7)

$$T'_3 = T'_2 + f \cdot L \cdot g \cdot (m_B \cdot cos\delta + m_{RD}) + F_R - m_B \cdot g \cdot H$$

(8)

$$T'_4 = T'_1 - f \cdot L \cdot g \cdot [(q_G + m_B) \cdot cos\delta + m_{RH}] - F_{gl} - F_f - F_a - F_{ST} - m_B \cdot g \cdot H$$

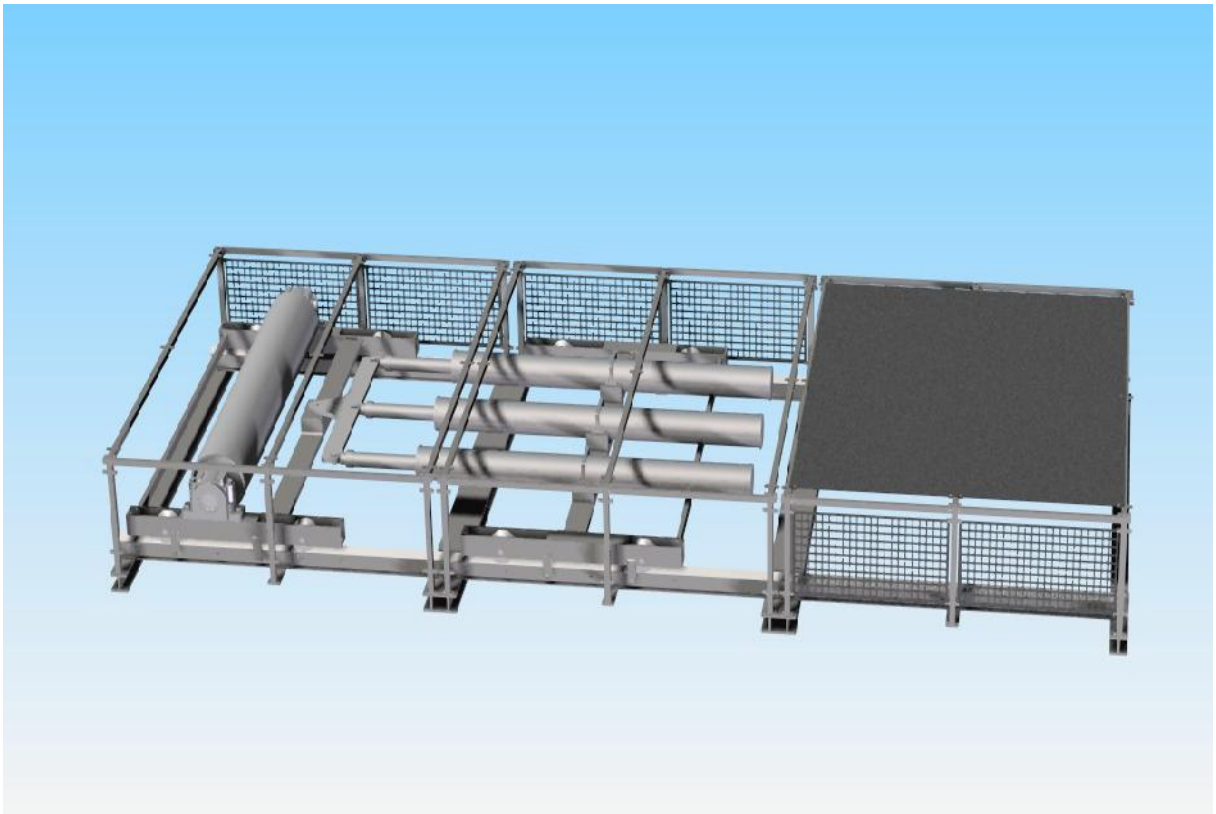
2.4 VÝPOČET NAPÍNACÍ SÍLY

(9)

$$F_{NAP} = T'_3 + T'_4$$

3 NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ DYNAP

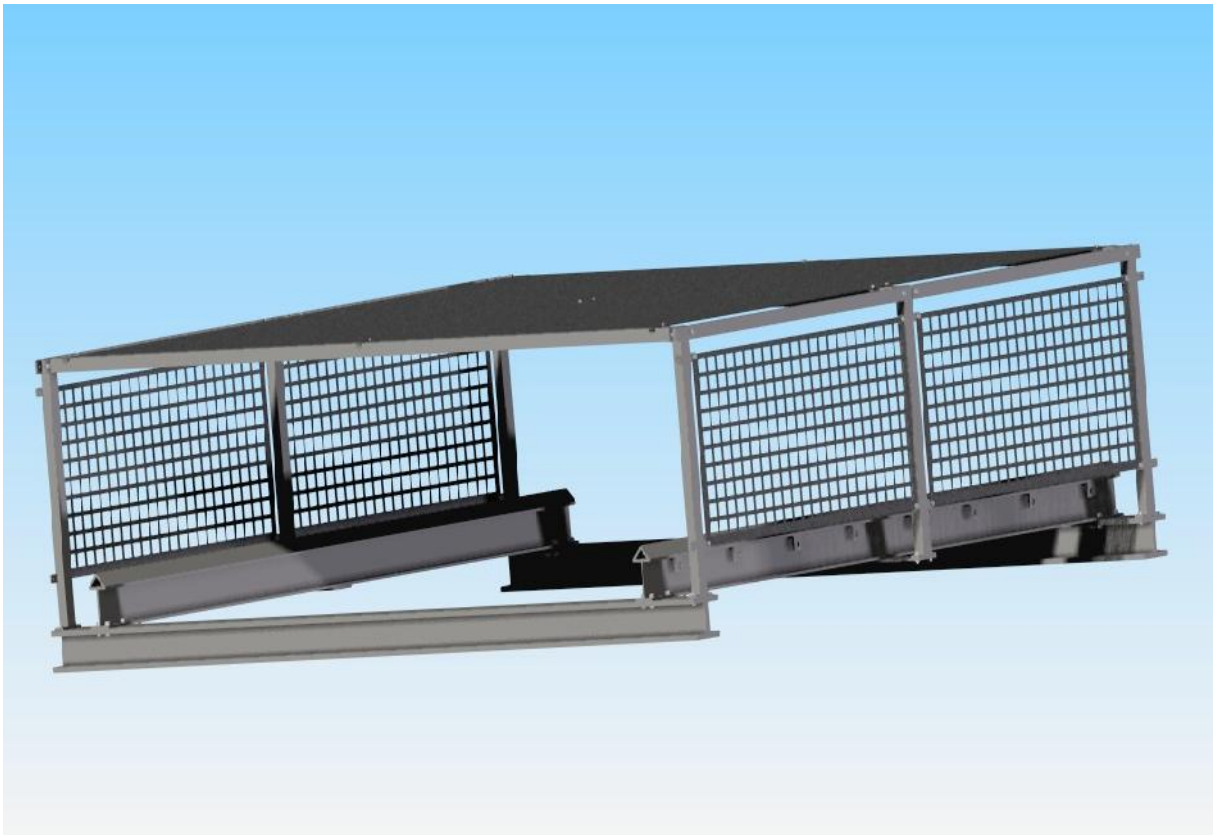
Napínací zařízení DYNAP je určeno pro napínání pásového potahu (dále často jen gurty) důlních pásových dopravníků. Zařízení udržuje konstantní seřiditelnou napínací sílu ve spodní tj. vratné větvi pásové gurty v místě tratě, kde je umístěno. Tato napínací síla je vyvozena pneumatickými válci, které jsou pod stálým tlakem vzduchu. Při trvalém protažení nebo při pružném protažení vlivem dynamických sil při rozběhu či změně obtížení gurty tyto pneumatické válce rychle reagují a dopínají ji nastavenou silou. Po vyčerpání zdvihu válců v důsledku trvalého protažení gurty se přestaví napínací vozík a vozík pneumatických válců do nové polohy. Trať horní nosné větve pásového potahu je vedena nad napínacím zařízením tak, aby vzdálenost mezi nejnižším bodem tratě a nejvyšším bodem článku napínacího zařízení byla vždy min. 50 mm. Horní větev tratě a samotná napínací stanice jsou zakrytovány bočními kryty proti náhodnému dotyku. [4]



Obr. 3. Napínací zařízení DYNAP

3.1 ČLÁNEK NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

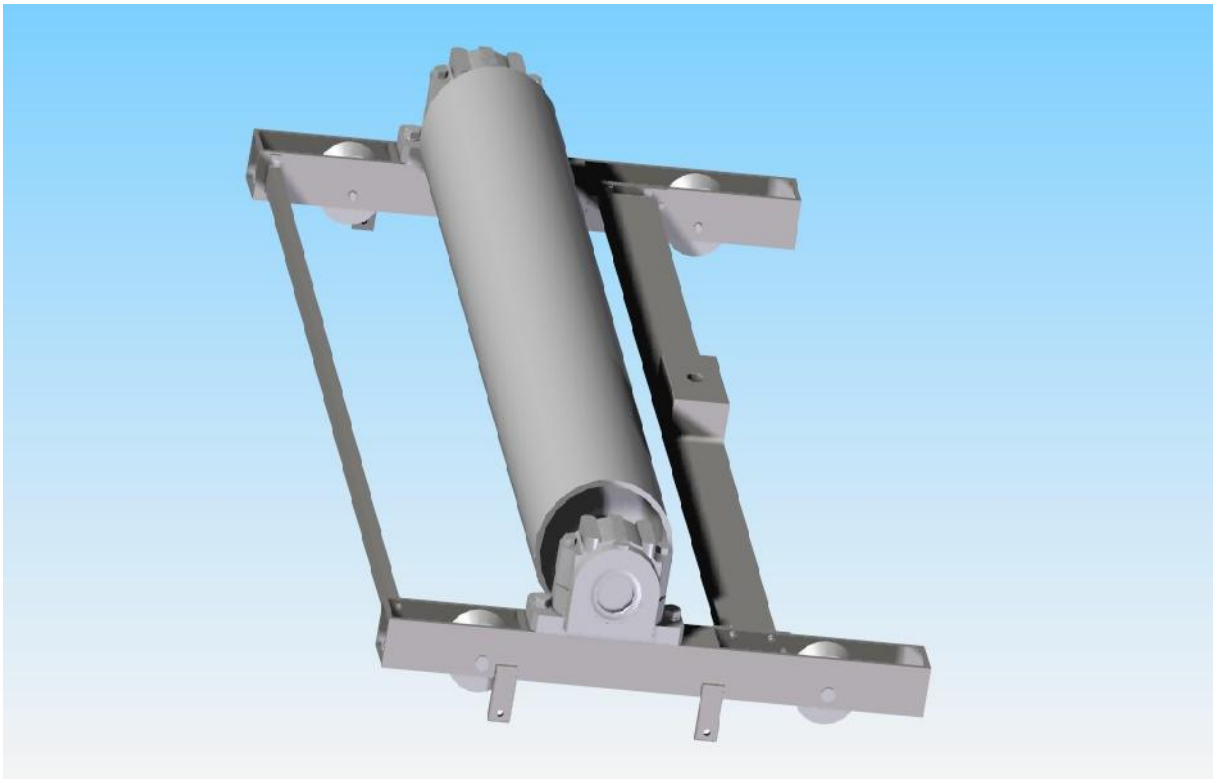
Délkový modul článku je 3m. Počet článků je možno volit od 3 do 11ks. Článek tvoří dráhu pro pojezd napínacího vozíku s napínacím bubnem a vozíku pneumatických válců. Bočnice článku a jeho příčné členy jsou v rozebíratelném provedení, sešroubují se až po dopravě na místo instalace. Spodní část článku tvoří příčné podpěry s děrami Ø 50 mm pro ukotvení do počvy či betonového základu. Kotvení se realizuje kotvícími svorníky do děr vyvrtaných v počvě či šrouby zabetonovanými v základu. Požadovaná kotvící síla jedné kotvy činí 60kN. [4]



Obr. 3.1 Článek napínacího zařízení

3.2 NAPÍNACÍ VOZÍK S NAPÍNACÍM BUBNEM

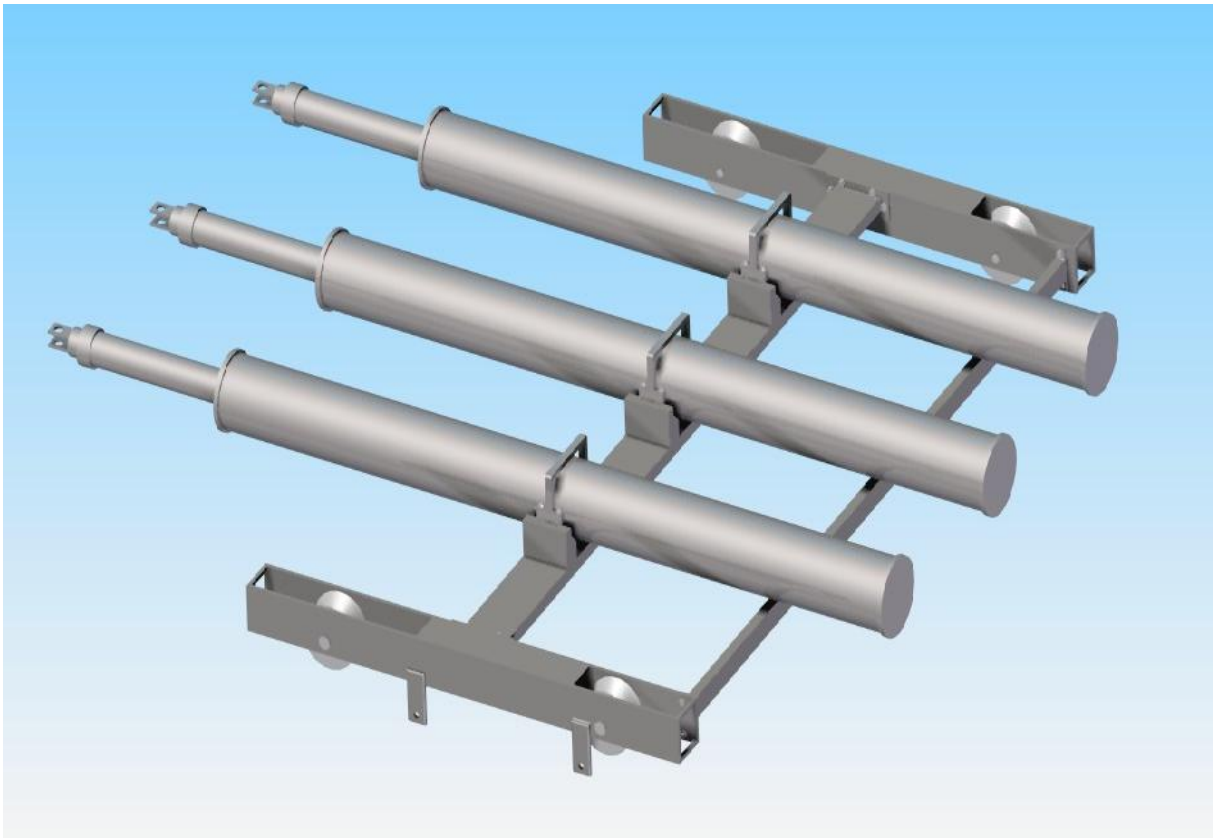
Vyrábí se vozík zajišťovaný na pojezdové dráze buď dorazy nebo čepy vkládanými do stabilizátorů. Vozík se kolečky pohybuje po sedlové dráze uvnitř napínacího zařízení. Jeho zvedání z dráhy zabraňují stabilizátory. Skládá se ze sešroubovaného rámu s pojezdovými koly a ložiskových domků, ve kterých je uložen napínací buben. Ložiskové domky je možno centrovat pomocí posuvového šroubu. K zadní části rámu je upevněno vahadlo, do kterého se přes aretační tyč začepují pneumatické válce. Vozík je vybaven centrálním mazáním. Mazání se ale nesmí provádět za chodu dopravníku. [4]



Obr. 3.1 Napínací vozík s napínacím bubnem

3.3 VOZÍK PNEUMATICKÝCH VÁLCŮ SE STŘEDOVÝM ÚCHYTEM

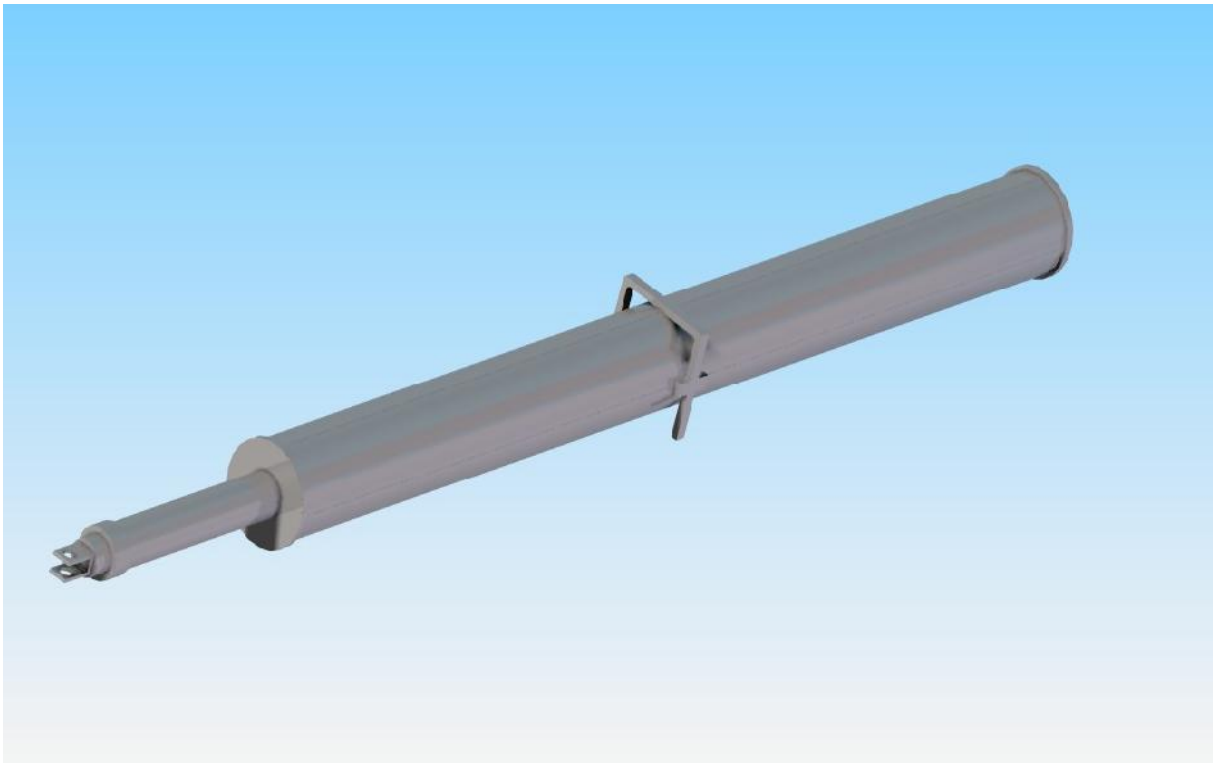
Sestává ze sešroubovaného rámu s pojezdovými koly, na jehož příčník se za středový úchyt upevní pneumatické válce. V případě použití jednoho válce montuje se tento doprostřed vozíku. Pokud se použijí dva válce, montují se na oba boky, a tři válce pak do všech úchytů. Zvedání vozíku na pojezdové dráze zabraňují 4 stabilizátory. Vozík lze fixovat na dráze pomocí dorazů nebo se fixuje čepy vkládanými do stabilizátorů. Po vyčerpání zdvihu pneumatických válců je zapotřebí vozík přesunou,t tj. vzdálit od vratné stanice. Provede se to tak, že se uvolní dorazy nebo čepy ze stabilizátoru a vozík se protitlakem válců přesune do nové polohy, kde se opět zafixuje dorazem nebo čepy ve stabilizátorech. [4]



Obr. 3.2 Vozík pneumatických válců se středovým úchytem

3.4 PNEUMATICKÉ VÁLCE

Standardní provedení válce má středový úchyt. Válce jsou dvojčinné. Při chodu dopravníku jsou pneumatické válce s vozíkem fixovány na pojezdové dráze. Pod quasikonstatním tlakem je jen pístnicový prostor, což zajišťuje ovládací skříň napínacího zařízení. Pohyblivý válec je tak dynamický odtahován od pevného válce vratné stanice napínáčky a gurta je napínána konstantní silou. Tak jak se gurta protahuje, zasouvá se pístnice do válce. Před vyčerpáním zdvihu je zapotřebí občas zrušit fixaci vozíku válce a odsunout ho dále od vratné stanice. Toto odsunutí se provede zafixováním vozíku s napínacím bubnem, odfixováním vozíku pneumatických válců a natlakováním jejích pístového prostoru. Po patřičném posunutí se provede fixace a uvolnění v opačném pořadí. Dle specifikace je možno dodat pneumatické válce a ovládací skříně od třech výrobců, a to od UVB Technik s.r.o., Poličské strojírny a.s. nebo ASCO Joucomatic v několika provedeních. Je ale zapotřebí ověřit jejích připojovací rozměry. [4]



Obr. 3.3 Pneumatický válec

3.5 PODPĚRA GURTY

V případě, že použijeme 4 a více článků napínáčky, je zapotřebí zajistit, aby gurta byla uvnitř napínacího zařízení podepřena. K tomu slouží přesunovatelná podpěra s válečky shodnými s vratnými válečky tratě. Podpěry se vkládají mezi vratnou stanici a napínací vozík. První podpěra se umisťuje asi 4m od vratné stanice, další pak co 4 m. Po umístění se podpěra začepuje k vedení pojezdové dráhy. Válečky se v podpěrách zajišťují pojistkami. Viz příloha P1 [4]

3.6 DORAZY

Při práci napínacího zařízení slouží k fixaci polohy vozíku pneumatických válců na pojezdové dráze. Při překládáni tohoto vozíku do nové polohy se tyto dorazy vyčepují a přemístí před a za napínací vozík, kde se začepují, takže fixují napínací vozík s napínacím bubnem na pojezdové dráze do té doby, než se tlakem vzduchu vpuštěného do pístového prostoru pneumatických válců vozík pneumatických válců odsune od napínacího vozíku. Pokud má napínací vozík pneumatických válců stabilizátory s děrami pro přímou fixaci na dráze, jsou dorazy zbytečné. Viz příloha P2 [4]

3.7 BOČNÍ KRYTY

Slouží pro ochranu proti nahodilému dotyku osob na gurtu a otáčející se části. Montují se na články tratě nad napínacím zařízením. Kryty se montují ze strany chůze pracovníků. Pokud se používá dopravníkové síto, nesmí vzniknout nebezpečí proniknutí končetiny přes oka síta. Viz příloha P3 [4]

3.8 KOTVÍCÍ SOUPRAVY

Slouží k zakotvení napínací stanice. Sestává z řetězových úseků, třmenů, napínacího šroubu a kotvícího svorníku patřičné délky podle charakteru počvy. Ukotvit napínací zařízení můžeme pomocí kotvení do počvy nebo pomocí kotvící soupravy se svorníkem. Tyto způsoby lze použít, pokud výpočet dokazuje dostatečnou pevnost kotvení a stabilitu zakotveného zařízení v konkrétních podmínkách určitého důlního díla. Viz příloha P4 [4]

3.9 ZPEVŇOVACÍ RÁM

Z důvodu zvýšení tuhosti napínací stanice se tam, kde není betonový základ, používá zpevňovací rám, který se smontuje na počvě, a na nějž se ustavuje základna napínacího zařízení. Podélný rám má na bocích přivařeny podložky s navrtanými otvory D50, přes které se pomocí svorníků kotví do počvy. [4]

3.10 KOTVENÍ NAPÍNACÍ STANICE

Zpevňovací rám napínací stanice se položí na vyrovnanou počvu a kotví se jednak přes otvory svorníků přímo do počvy, tak pomocí kotvících souprav do rovných tyčí. Tyto rovné tyče jsou opět svorníky ukotveny k počvě a svými boky jsou zapuštěny do boků důlního díla a uchyceny k důlní obloukové výztuži. Viz příloha P5 [4]

4 MONTÁŽ A SPOUŠTĚNÍ NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ DYNAP

4.1 MONTÁŽ MECHANICKÝCH A PNEUMATICKÝCH ČÁSTI NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

Připraví se betonový základ nebo se vyrovná a zpevní počva. Umístí, smontuje a ukotví se zpevňovací rám. Umístí a smontují se články tratě, kromě posledních dvou, na opačné straně než je buben napínací stanice. Při montáži je nezbytné dodržet souosost podélných os napínacího zařízení a dopravníku a kolmost zrcadlových stavebních prvků k podélné ose. Za poslední článek se umísti podstavec vratné stanice. Poslední dva články, které se umístí na opačném konci než je vratná stanice, se smontují bez horních příčníků, krycích plechů a bez zavětrování.
Pojezdové dráhy jednotlivých článků na sebe navazují geometricky. Po celé délce je zapotřebí dodržet rozteč 1650 mm mezi levou a pravou dráhou. Rozteč děr, do kterých se zasouvají čepy dorazů i podpěry gurty, je 375 mm a musí být zachována bez ohledu na přechod mezi dvěma sousedními články. U takto smontovaných a geometricky srovnaných článků a podstavce vratné stanice se dotáhnou spojovací šrouby a ukotví se do počvy. Následuje usazení vratné stanice na její podstavec a horních krycích plechů na články. Po seřízení a dotažení šroubu se opět vratná stanice ukotví.

Do posledních dvou shora otevřených článků napínací stanice se postupně vloží podpěra gurty, napínací vozík, vozík pneumatických válců a pneumatické válce. Vozík pneumatických válců se proti pohybu po dráze zajistí dorazy, které se začepují nebo přímo čepy. Úchyty pneumatických válců se přes aretační člen začepují mezi napínací vozík a vozík pneumatických válců.
Na poslední dva články se namontují horní příčníky, horní krycí plechy a zavětrování. Zkontroluje se, zda je nejnižší bod horní nosné tratě minimálně 50 mm nad nejvyšším bodem napínací stanice, pokud je níže, zvedne se trať na závěsech.
Ovládací skříň se napojí hadici DN50 na přívod vzduchu a výstupy se propojí hadicemi DN 31,5 s pneumatickými válci.
Následuje protažení gurty. Výchozí poloha začepované podpěry gurty je asi 1m od vratné stanice. Následuje výchozí poloha napínacího vozíku asi 2m od vratné stanice. V této poloze se napínací vozík oboustranně fixuje dorazy proti pohybu. Gurta se táhne shora přes válec vratné stanice, tam se stočí zpět a táhne se shora na napínací buben. Ovine se kolem napínacího bubnu a spodem se pak táhne k podstavci vratné stanice, který je vybaven převáděcími válečky s držáky. Protahování gurty se provádí pomocí vrátku se vzduchovým pohonem či pomocí řetězového ručního zvedáku. Je zakázáno pomáhat si spouštěním pohonu poháněcí stanice. [4]

4.2 SPOUŠTĚNÍ A SEŘÍZENÍ NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

Poté, co jsou spojeny jednotlivé úseky gurty na celém dopravníku, otevře se přívod vzduchu do pneumatických válců. Napínací vozík je dorazy nebo čepy zafixován cca 2 m od vratné stanice. Nyní se seřídí výchozí poloha vozíku pneumatických válců tak, že se vpustí tlak do pístového prostoru a vozík se odtlačí asi o 300 mm před maximální výsuv válců. V této poloze se dorazem nebo čepem vozík pneumatických válců zafixuje. Poté se uvolní dorazy napínacího vozíku. Při uvolňování a upevňování dorazů je zapotřebí dbát maximální opatrnosti. Nasadí a upevní se boční kryty, kolem napínacího zařízení se protáhne a upevní blokovací lanko. Nastává pokusné spouštění dopravníku za účelem zjištění, kde gurta vybíhá mimo ideální dráhu. Seřízení chodu gurty, které se provádí až po zastavení chodu a zajištění proti nahodilému rozjetí se řídí dvěma pravidly:

- Pravidlo protitlaku bubnu.
  Na té straně bubnu, kde se gurta tlačí k okraji se zvýší napětí tak, že se centrováním okraj bubnu posune ve směru příchodu gurty. Lze rovněž postupovat obráceně tj. na opačné straně centrovacím šroubem buben uvolnit.
- Pravidlo protitlaku válečku.
  Tam, kde se na trati gurta tlačí k okraji dráhy se zvětší šípovitost válečků. Tím se zvětší dostředná síla na gurtu.

Seřízení je zapotřebí věnovat pozornost, zbytečné používání šípovitosti u více válečků způsobuje předčasné opotřebení gurty. [4]

5 OVLÁDÁNÍ

V případě vyčerpání zdvihu, to znamená zasunutí pístnice, je zapotřebí přesunout vozík pneumatických válců dále od vratné stanice. Postup je následující:

- Dorazy oboustranně fixujeme napínací vozík
- Dva dorazy začepujeme v místě, kde chceme vysunutím pístnice přesunout vozík pneumatických válců.
- Ventil ovládací skříně se přesune do polohy povolování gurty a vzduch se vpustí do pístového prostoru.
- Pístnice se tlakem vzduchu vysune tak, aby zbyl zdvih 300 mm od krajní vysunuté polohy.
- Uzavře se ventil přívodu vzduchu.
- Dorazy se zafixuje vozík pneumatických válců.
- Odstraní se dorazy na napínacím vozíku
- Ventil se přepne do polohy napínání gurty.

V případě vyčerpání zdvihu celého napínacího zařízení včetně zasunuté pístnice je zapotřebí zkrátit gurtu a kráčením vrátit napínací vozík a vozík pneumatických válců do původní krajní polohy blíže vratné stanici. Postup kráčení je následující:

- Ventil ovládací skříně se přesune do polohy povolování gurty, vzduch se vpustí do pístového prostoru a vysune se pístnice tak, aby zbyl zdvih 300 mm od krajní vysunuté polohy.
- Odstraní se dorazy u vozíku pneumatických válců a zafixuje se napínací vozík.
- Ventil ovládací skříně se přesune do polohy napínání gurty a vzduch se vpustí do pístnicového prostoru.
- Pístnice se tlakem vzduchu zasunou do krajní polohy a vozík pneumatických válců se přesune k napínacímu vozíku.
- Odstraní se dorazy u napínacího vozíku a zafixuje se vozík pneumatických válců.
- Ventil ovládací skříně se přesune do polohy povolování gurty a opět se vysune pístnice. Výše uvedené kráčení se opakuje až do přesunutí napínacího vozíku do krajní polohy cca 2 m od vratné stanice napínacího zařízení.

Po provedeném zkrácení gurty se provede napnutí gurty. [4]

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo provést rešeršní rozbor řešení napínacích zařízení pásových dopravníku a provést konstrukční návrh vybraného atypického napínacího zařízení. Na začátku jsem se zabýval popisem jednotlivých druhů napínacích zařízení a jejich výhodami a nevýhodami. Následně jsem provedl teoretický výpočet napínací síly. Dále jsem řešil návrh konstrukčního řešení pneumatického napínacího zařízení DYNAP a provedl podrobný popis jeho součástí. V dalších kapitolách jsem popsal montáž a ovládání napínacího zařízení DYNAP. Poté jsem vytvořil kompletní 3D model napínacího zařízení DYNAP v programu Solid Edge V19. Součástí mé práce byla taky výkresová dokumentace sestavy napínacího zařízení.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

[1] GAJDŮŠEK, J., ŠKOPÁN, M. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně 1988. 277 s

[2] DRAŽAN, F. VOŠTOVÁ, V., JEŘÁBEK, K. Teorie a stavba dopravníků. 1.vyd. Praha: ČVUT. 1983. 290s.

[3] LANG, R. *Pásový dopravník přestavitelný – napínací stanice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 58 s.

[4] BUCYRUS CZECH REPUBLIC a.s. Návod k použití NP DYNAP B, 2001. 30 s.

[5] LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. 4. vyd. Úvaly: Albra 2008. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7

[6] ČSN ISO 5048. *Zařízení pro plynulou dopravu nákladů – Pásové dopravníky s nosnými válečky – Výpočet výkonu a tahových sil.* Praha: Český normalizační inst itut, 1994. 16 s.

Internetové zdroje:

[7] IEN.com – *Belt tensioning methods* [online].

http://www.ien.com/article/belt-tensioning-methods/163654

[8] CKIT.co.za [online].

http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/troughed/beginners-guide/bg26a.htm

[9] CKIT.co.za [online].

http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/troughed/beginners-guide/bg26c.htm

[10] ECKELSBILT.com – *Take up systems* [online].

https://www.eckelsbilt.com/take-systems

[11] SE-MI.CZ [online].

http://www.se-mi.cz/download/katalogy/2013/AJ/AJ-pasove_a_hreblove_dopravniky.pdf

[12] CKIT.co.za [online].

http://www.ckit.co.za/secure/conveyor/troughed/beginners-guide/bg26d

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

f	[-]	Globální součinitel tření
F_a	[N]	Odpor setrvačných sil v místě urychlování
F_f	[N]	Odpor mezi dopravovanou hmotou a násypkou
F_{gl}	[N]	Odpor tření mezi dopravovanou hmotou a bočním vedením
F_H	[N]	Úhel natočení klikového hřídele
F_{NAP}	[N]	Napínací síla
F_R	[N]	Odpor čističe dopravního pásu
F_{ST}	[N]	Potřebná obvodová síla na poháněcím bubnu
g	[$m.s^{-2}$]	Tíhové zrychlení
H	[m]	Dopravní výška
L	[m]	Osová vzdálenost přesypů
m_{RD}	[kg]	Hmotnost rotujících částí 1 válečků v dolní větvi dopravníku
m_{RH}	[kg]	Hmotnost rotujících částí 1 válečků v horní větvi dopravníku

SEZNAM PŘÍLOH

P1 Podpěra gurty

P2 Dorazy

P3 Kryty boční

P4 Kotvící souprava

P5 Kotvení napínací stanice

P6 Pneumatické schéma

Výkres napínacího zařízení dynap č. výkresu 1-3P/2-NZD