

Ochrana pohonů rypných orgánů dobývacích strojů

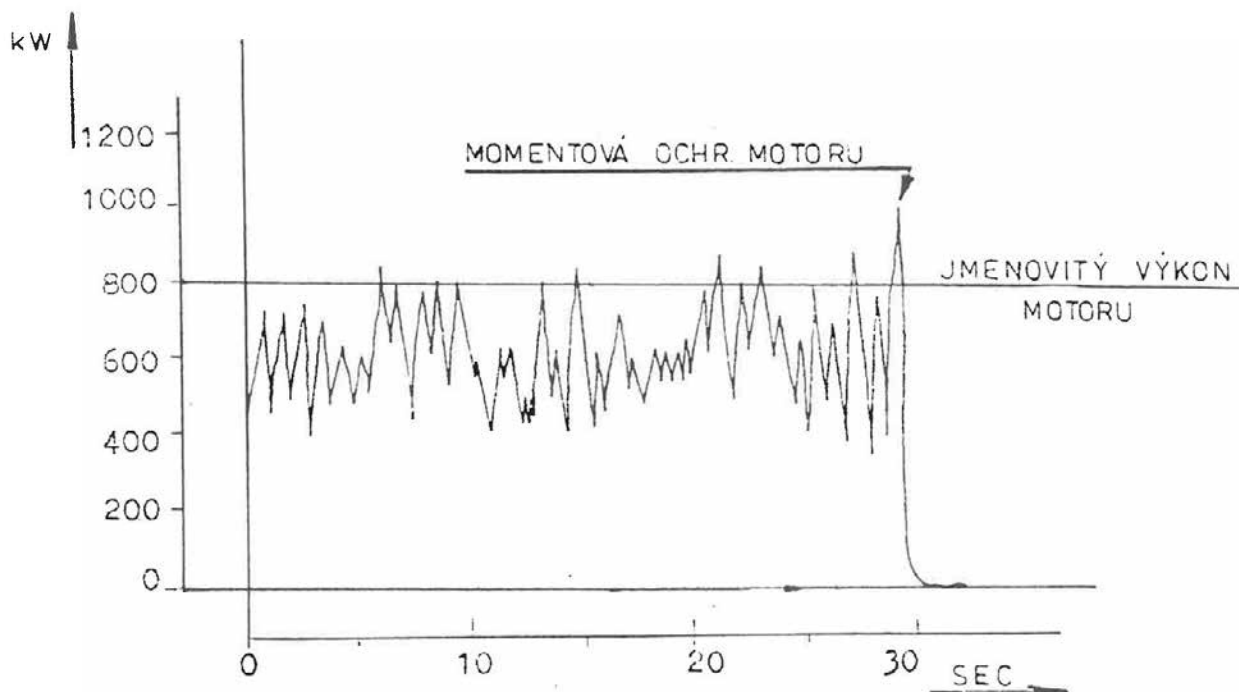
V posledních letech vzrůstá konkurence v oblasti energie. Aby si hnědé uhlí zachovalo své postavení na trhu, musí společnosti zabývající se těžbou uhlí hledat cestu k efektivnosti. Jednou z mnoha cest vedoucích k žádoucímu cíli je zvyšování spolehlivosti zařízení. Dobývané zeminy jsou nehomogenní, často s náhlou změnou vlastností, (rozumí se změny v pevnosti dobývané zeminy, výskyt proplátek atd). Velikost sil působících na rypný orgán a tím i na pohon rypného orgánu nelze přesně určit, lze je pouze stanovit s jistým rozptylem. Aby tento rozptyl odpovídal předpokladům návrhu zařízení, musí se do systému zabudovat prvky, které budou omezovat velikost působících sil na dobývací orgán i pohon a tím budou chránit nejenom části pohonu, ale i jiné části velkstroje, protože síly působící na rypný orgán se přenášejí nejenom na horní část velkstroje, ale jistým podílem i na podvozky.

Způsob ochrany dobývacích orgánů kolesových i korečkových rypadel je obdobný.

Při práci působí na dobývací orgán momenty :

$$M = M_{\text{mot}} + J \cdot \varepsilon.$$

Moment motoru M_{mot} je omezen velikostí motoru, proudovým nastavením motoru, tepelnou ochranou motoru, případně zařízením, které snímá přímo nebo nepřímo krouticí moment motoru a při dosažení nastavené hodnoty vypíná pohon. Tuto hodnotu lze tedy s dostatečnou přesností nastavit a omezit tak síly vyvolané hnacím momentem motoru. (obr. 1)



OBR. 1

Daleko obtížnější je limitovat síly, působící na rypný orgán a pohon, vyvolané setrvačností hmot. Velikost těchto sil se omezuje obtížněji než velikost sil od hnacího momentu motoru a omezení je velmi nákladné.

Rozebereme si velikost momentu hybnosti $M_2 = J \cdot \varepsilon$.

Velikost momentu M_2 rotujících hmot je dána momentem setrvačnosti J zařízení a úhlovým zrychlením (zpožděním) ε . Zjednodušeně lze konstatovat, že množství energie potřebné pro zastavení rotujícího tělesa je tím větší, čím hmotnější těleso rotuje (čím vzdálenější jsou rotující hmoty od osy rotace) a čím rychleji (na kratší dráze) těleso zastavíme.

U pohonu rypného orgánu je J dáno konstrukčním řešením a jeho velikost je možno ovlivnit pouze v malém rozsahu. Celková hodnota J sestává :

- z hodnoty kola, korečků, hřídele kola (u kolesového rypadla).
- z hodnoty řetězu, korečků a turasové hřídele s turasy (u korečkového rypadla)
- z hodnoty převodové skříně, hodnoty spojky a hodnoty motoru.

Pro ilustraci vlivu momentu setrvačnosti jednotlivých částí přepočtených na vstupní hřídel u konkrétního stroje (rypadla K 10 000)

uvádíme : motor J	1594,125 kpm s ² (každý ze dvou)
spojka J	23,05 kpm s ² (zubové spojky)
převodovka J red	1057,1 kpm s ² (každá ze dvou)
koleso J	552,1 kpm s ²

Celkový setrvačný moment soustavy je $J = 5900,65 \text{ kpm s}^2$

Úhlové zrychlení je dáno vztahem $\varepsilon = \omega/t$

Úhlová rychlost $\omega = \pi \cdot n / 30$

Hmoty máme redukovány na hřídele motoru, které mají otáčky 990 min^{-1} , to je $16,5 \text{ sec}^{-1}$

Hodnota úhlové rychlosti je $1,728 \text{ rad s}^{-1}$

Při zastavení kola na 20 cm je doba zastavení 0,35 sec.

Budou-li veškeré vazby uvnitř systému pohonu tuhé, vznikne přídavný moment na hřídeli kola

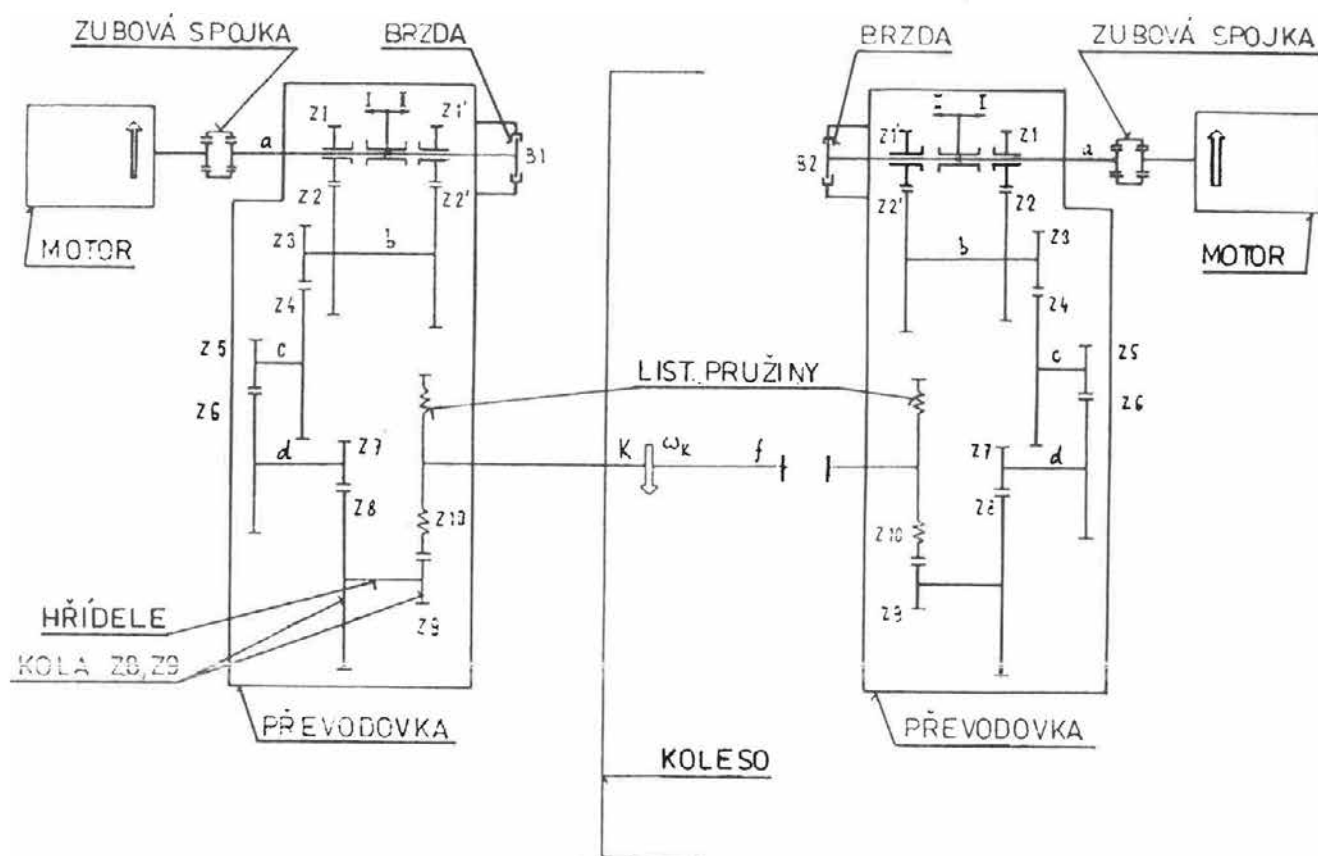
$$M = J \cdot \varepsilon = 29\,132,35$$

Na obvodu kola by působila síla řádově 9013,8 kN. (převod ve skříně je $i = 228,66$)

Je pochopitelné, že tak velké síly v systému nemohou vzniknout. Je to proto, že celá soustava má vlastní pružnost. Při provozu dochází k nakroucení hřídele kola, hřídeli ve skříně, ohybu zubů atd. Pružností celé soustavy je velikost sil omezena. Přesto je nutno zařízení chránit před tímto přetížením. V technické praxi je známá celá řada řešení. Čím je toto opatření blíže k působišti vznikajících sil, tím je řešení výhodnější.

První sílu zachycuje rypný orgán, to je buď koreček nebo zub. Při použití zubů tvoří první ochranu zub. I když tento způsob nepovažujeme za řešení je skutečnost že při ulomení zubu dochází k prodloužení dráhy do zastavení a tedy k omezení působících sil.

Další způsob řešení vyplývá z obr. 2 a 3. Na obrázku 2 je naznačeno umístění pružin mezi náboj a věnec ozubeného výstupního kola. Vlastní provedení je patrné z obr. 3. Vzhledem k omezené velikosti napružení náboje listových pružin mezi ozubeným věncem a nábojem, lze tímto způsobem snížit špičku vznikajících sil, tuto špičku nelze úplně odstranit.

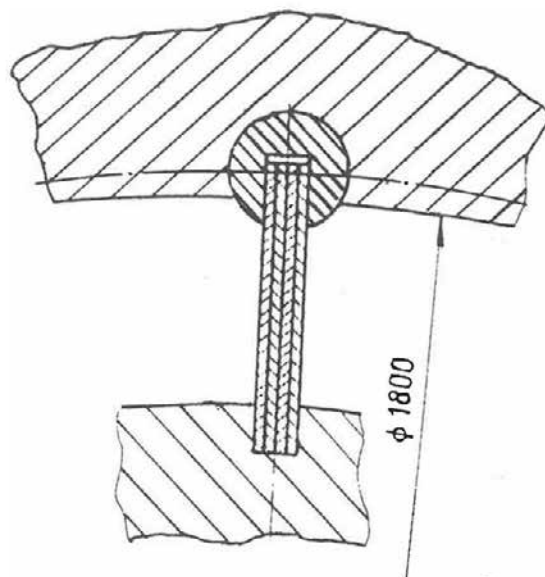


SCHEMA POHONU KOLESA RYPADLA K 10000

OBR. 2

Další stupeň ochrany je buď pojistná spojka nebo pojistka na spojce mezi motorem a převodovkou. V tomto případě dojde k omezení síly až na spojce a záleží na konstrukci spojky nebo pojistky jak velká síla bude působit.

Pojistné spojky mohou být hydraulické, třecí, případně jiné konstrukce. Každé z těchto spojek má své výhody i nevýhody. Nejčastěji používané třecí spojky, tím že součinitel tření nelze určit, nelze přesně ani určit rozpojovací moment. Spojka nemůže reagovat ani na strmost působícího zatížení a začíná působit až po dosažení rozpojovacího momentu. Proto při použití této spojky nelze vyloučit špičky.



OBR. 3

Pro zajímavost porovnáme použití spojky, která při určité hodnotě odpojí rotor motoru s dřívějším výpočtem, kdy působí i setrvačné síly motoru.

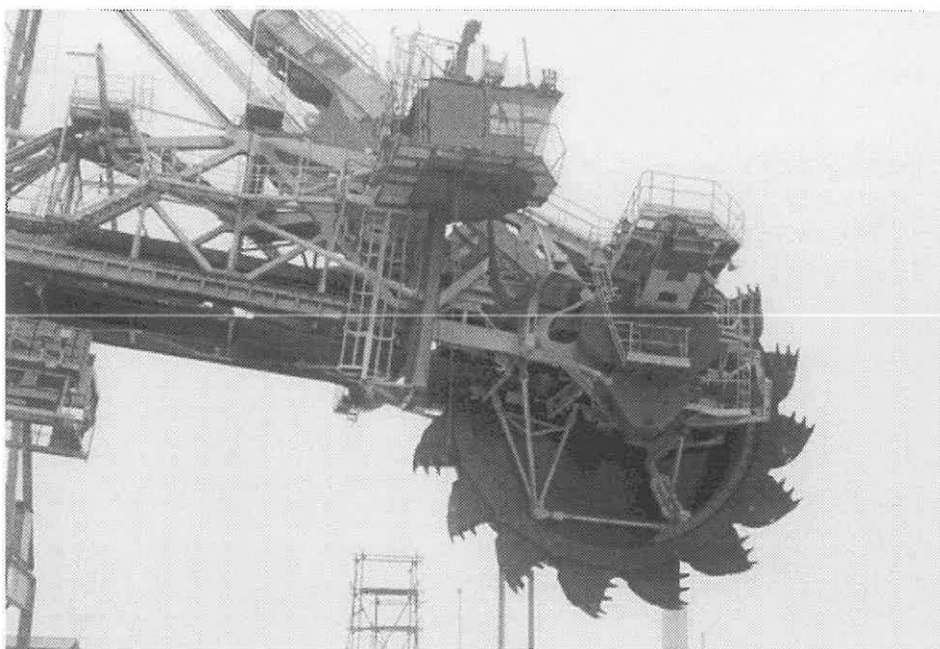
Moment setrvačnosti odpojením motorů poklesne na $J = 2712,4 \text{ kpm sec}^2$

Ostatní hodnoty zůstávají zachovány.

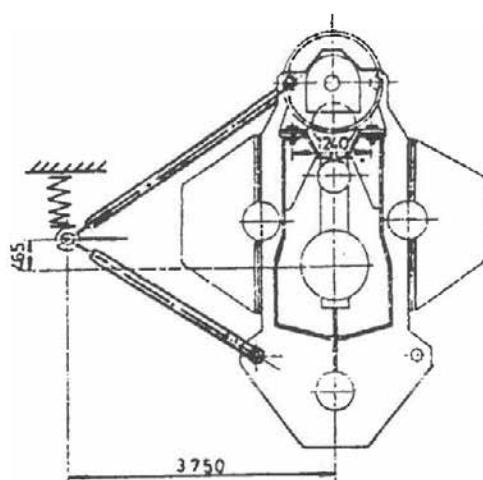
Potom síla působící na koleso 4143,4 kN poklesne (opět bez uvažování pružnosti systému).

Z rozboru je zřejmé, že i při spolehlivém působení spojky nelze vyloučit přetížení, i když odpojením rotujících hmot poklesnou hodnoty sil na přibližně poloviční hodnotu.

Dalším způsobem ochrany je odpružení kotvení převodovky pohonu, kombinované se snímáním působících sil v táhlech. Při překročení nastavení hodnoty hnacího kroutícího motoru (ještě před vypnutím proudovou ochranou) se vypíná pohon viz obr. 4 a 5.



Obr. 4



Obr. 5

Tento způsob v kombinaci s odpružením uvnitř skříně považujeme za nejvýhodnější. Pružiny, do kterých jsou vetknuty táhla kotvení převodovek mají stálejší hodnotu propružení při dané působící síle než je součinitel tření v pojistné spojnici a případnou změnou tuhosti pružin lze poměrně jednoduchým způsobem změkčovat charakteristiku.

Na dalších obr. předkládáme skutečné naměřené hodnoty. Porovnáním obr.1 - moment motoru, s obrázkem působících sil napětí (obr.7) je vidět, že krouticí moment motoru není skutečným obrazem sil působících na rypný orgán. Na obr. 6 jsou síly působící na koreček. Na obr. 7 jsou průměrné hodnoty napětí v táhlech kotvení převodovky. Na obr. 8 je průběh měrné rypné síly.

Při tomto měření byly měřeny skutečné hodnoty přetížení působící v táhlech, obr. 6, 7, 8. Doba přetížení se pohybuje sice ve zlomcích sec., ale i při nastavené hodnotě

1,5násobku jmenovité hodnoty, dosahují skutečné hodnoty sil působící v táhlech kotvení hodnot až 2 a max. naměřená hodnota byla 3,04.

Je známo, že u jiných typů rypadel byly hodnoty tohoto přetížení ještě vyšší.

DYNAMOMETR 15. KOREČEK

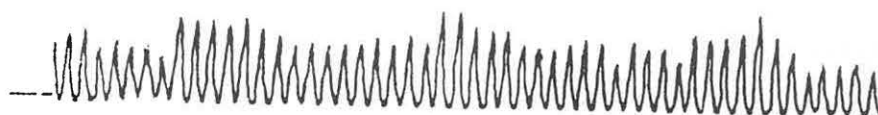


DYNAMOMETR 16. KOREČEK

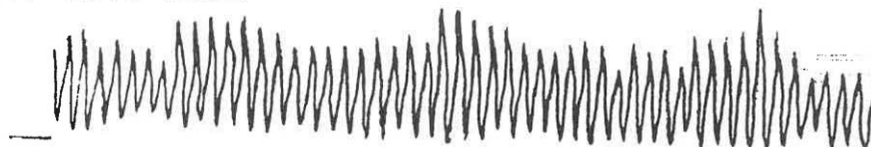


OBR. 6

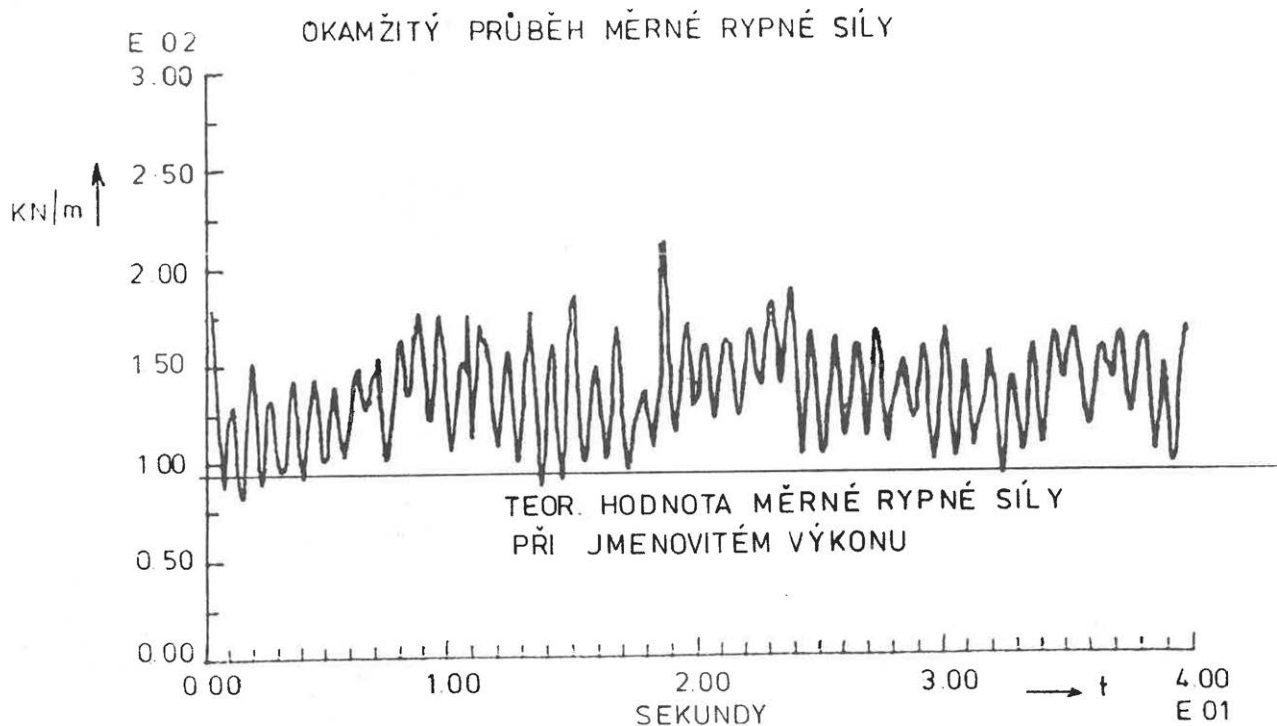
NAPĚTÍ- PRAVÉ TÁHLO



NAPĚTÍ- LEVÉ TÁHLO



OBR. 7



OBR. 8

Závěr

Při dobývání zemin v českých podmínkách při výskytu proplátek a rovněž cizích předmětů (pažnice vrtů, zbytky stavební činnosti atd), je nezbytné chránit rypný orgán proti přetížení.

I když toto přetížení nelze úplně vyloučit, vhodným řešením ochrany je možno přetížení omezit.

Za nejúčinnější považujeme kombinaci několika ochran.

1. Ochrana pohonu elektrickou cestou - proudové a tepelné omezení

2. Mechanické

- odpružení kol uvnitř skříně
- odpružení kotvení pohonu
- vypínání pohonu signálem tenzometricky snímaným z táhla kotvení převodovek
- použitím střížného kolíku na pružné spojení mezi motorem a převodovkou.

Současné použití uvedených ochran se ukázalo jako dostatečné pro provoz v podmínkách, pro které bylo rypadlo určeno.

Literatura :

- | | |
|---|---------------------|
| Torzní kmity pohonu kola rypadla K 10 000 | - VÍTKOVICE 941.3 |
| Měření rypných sil na rypadle K 10 000 | - ÚAM Brno |
| Výpočty pohonu kola | - VÍTKOVICE PRODECO |
| Dokumentace pohonu kola | - VÍTKOVICE PRODECO |