



RESULTS OF FATIGUE TESTS OF THE SAG FLAT STEEL-RUBBER COATED BALANCE ROPES

VÝSLEDKY ÚNAVOVÝCH SKÚŠOK PLOCHÉHO OCEĽOVO- GUMOVÉHO VYROVNÁVACIEHO SAG LANA

Alfred Carbogno¹, Jacek Dyrda², Stefan Mateja³, Michal Niedzwiedz⁴

¹Silesian Technical University, Mining Mechanization Institute, Akademicka Str 2, 44-110 Gliwice, Poland, tel. (48) 32 237 12 74, fax. (48) 32 237 15 95 e-mail: img@polsl.gliwice.pl

^{2,3}Centre Research and Underground Mining Supervision Ltd, Ledzinska Str 8 43-143

Ledziny, Poland, tel (48) 32 223 60 07, fax. 48 32 222 62 95, e-mail: oridug@cbidgp.pl

⁴SAG, Industries LTD, Manufacturers of Steel-Rubber Ropes, Szopienicka Str 58A, 40-432 Katowice, Poland, tel. (48) 32 255 73 70, (48) 32 255 73 72, e-mail: rope@sag-ket.pl

Abstrakt: Článok popisuje metódy a výsledky únavových testov plochého oceľovo-gumového SAG lana. Únavové skúšky ukazujú, že je vyhovujúca desaťročná perióda používania lana pri banských zdvíhacích zariadeniach. Únavové testy osového zaťaženia boli uskutočnené v Centre Výskumu a Riadenia Podzemných baní, Ledziny, Poľsko.

Keľúčové slová: vyrovnávacie lano, ploché oceľovo-gumové lano, únavový test

Abstract: Methods and results of fatigue test of the SAG flat steel-rubber coated balance ropes are presented in the article. The fatigue tests show that the 10 year period of ropes operation in the mine hoisting machines can be met. Fatigue tests of axial load were carried out in Centre Research and Underground Mining Supervision Ltd., Ledziny, Poland.

Key words: balance rope, flat steel-rubber coated rope, fatigue tests

Úvod

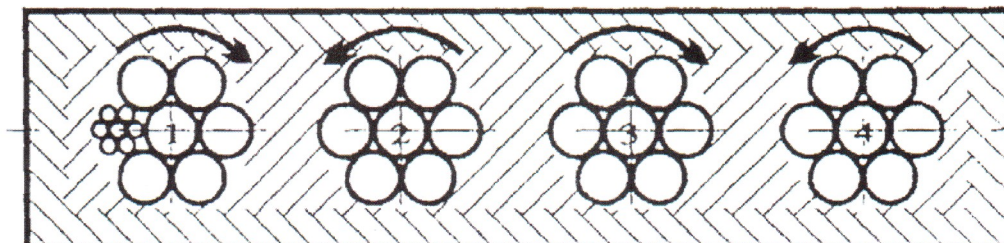
Použitie plochého oceľovo-gumového vyrovnávacieho SAG lana v baniach v Poľsku a v zahraničí sa osvedčilo z hľadiska ich prijateľného použitia a na druhej strane z hľadiska potreby vykonávať nové preverovanie a ďalší výskum lán.

Introduction

The use of the flat steel-rubber coated SAG balance ropes in pits in Poland and abroad so far proved, on the one hand, their satisfactory application, on the other hand the necessity to carry out new checking and additional investigations.

Ploché oceľovo-gumové vyrovnávacie SAG lano je nekorozívne a pozostáva z dvoch hlavných častí, a to zinkom potiahnutého oceľového lana a gumy (Obr.1).

The flat steel-rubber coated SAG balance rope is a non corrosive one and consists of two basic elements, namely zinc coated steel ropes and rubber (Fig.1).



Obr. 1 Prierez plochým oceľovo-gumovým SAG lanom typu 9,3-123x29/4x18-1570
Fig. 1. Cross-section of the flat steel-rubber coated AG rope type 9,3-123x29/4x18-1570

V SAG lane je zinkom potiahnuté oceľové lano otočne stočené, doprava alebo doľava. Gumový obal pozostáva z dvoch vrstiev gumy. Vnútoraná vrstva, dotýkajúca sa povrchu lana, je vyrobená z gumy s dobrými adhéznymi vlastnosťami, zatiaľ čo vnútorná vrstva je vyrobená z ohňovzdornej gumy, ktorá je odolná opotrebovaniu a odstraňuje statický náboj.

V SAG lane bolo použité Warrington W6x25+At (alebo symbol: W7x25) oceľové lano. Drôtené lanko v prameni lana má lineárne spojenie s kovovým jadrom. Je otočne zvinuté, doprava alebo doľava. V závislosti na hmotnosti jedného metra lana, sa v SAG lane nachádza 2,4,6 alebo 8 vulkanizovaných oceľových lán, striedavo napravo alebo naľavo.

Okrem lana W6x25+At, nová autorizácia umožňuje použitie iných konštrukcií oceľových lán, ktoré sú v súlade s dokumentáciou autorizácie, napríklad Warrington W6x19+At, W6x31+At, W6x128+At a pod.

SAG laná sa vyskytujú v dvoch hrúbkach 29mm a 35mm, šírka je v rozsahu od 118 do 212mm, kým hmotnosť je medzi 5,9 a 21,6 kg/m. Niektorí producenti vyrábajú laná aj so šírkou od 60 do 300mm.

In SAG ropes the zinc coated steel ropes are anti-coiled, to the right or to the left. The rubber coating consists of two layers of rubber. The inner layer, touching the surface of the steel ropes, is made of rubber of high adherence properties, whilst the outer layer is made of slow-burning rubber, abrasion-resisting, removing static charges well.

Warrington W6x25+At (other symbol: W7x25) steel ropes have been used in SAG ropes the wires in rope strand having a linear contact, and with metallic core. They are anti-coiled, to the right or to the left. Depending on the mass of one meter of the rope, they have 2,4,6 or 8 steel ropes vulcanized inside, left and right alternating.

Besides W6x25+At ropes, the new authorization allows also for applying other constructions of steel ropes, which comply with the authorization documentation, eg ropes with the Warrington W6x19+At, W6x31+At, W6x128+At, etc. SAG ropes come in two thickness 29 mm and 35 mm, their width range from 118 to 212 mm, while the unit mass in between 5.9 and 21.6 kg/m. The manufacturer may also produce ropes of widths between 60 and 300 mm.

1 Subjekt výskumu

Ploché oceľovo-gumové SAG lano 9,3-123x29/4x18-1570.

Technické parametre: nominálna sila pretrhnutia lana $P_o=1025.8$ kN, súhrnná sila pretrhnutia lana $P_w=1091.8$ kN, zaručená sila pretrhnutia lana $P_c=909.1$ kN, koeficient efektivity lana $\eta >0.82$, nominálny kovový prierečny rez $F=652.8$ mm², ťahové napätie $R_m=1570$ N/mm², počet drôtených lán v SAG lane – 4 kusy, priemer lana $\varnothing 18$ mm, konštrukcia oceľového drôteného lana W7x25.

Test bol vykonaný na vertikálnom prístroji pre únavové skúšky typu UPDh-100S, s hydraulickým tlmičom PU-900 (MFL produkcie). Príklady parametrov troch typov SAG lán sú nasledujúce:

- maximálna sila $P_{max} = 452.4$ kN,
- minimálna sila $P_{min} = 297$ kN,
- perióda nesúmerného koeficientu $r = 0.655$
- frekvencia zaťaženia $f = 250$ cycles/min.

Na obrázkoch 2 a 3 je znázornené lano počas priebehu únavovej skúšky a po ňom.

1 Investigation subject

Flat steel rubber coated rope SAG 9,3-123x29/4x18-1570.

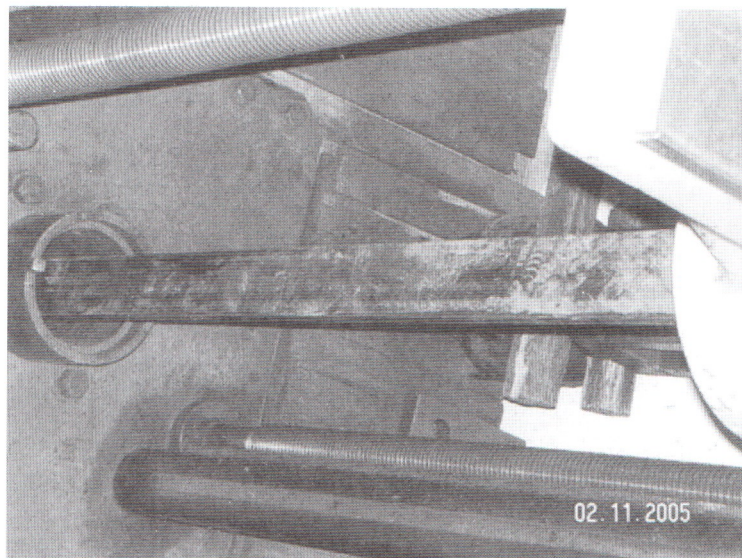
Technical parameters: nominal rope breaking force $P_o=1025.8$ kN, aggregate rope breaking force $P_w=1091.8$ kN, guaranteed rope breaking force $P_c=909.1$ kN, rope efficiency coefficient $\eta >0.82$, nominal metallic cross-section $F=652.8$ mm², wire tensile stress $R_m=1570$ N/mm², number of steel wire ropes in SAG rope 4 pieces, rope diameter $\varnothing 18$ mm, construction of steel wire rope W7x25.

Tests were done in vertical fatigue testing machine type UPDh-100S with hydraulic pulsator PU-900 (MFL production).

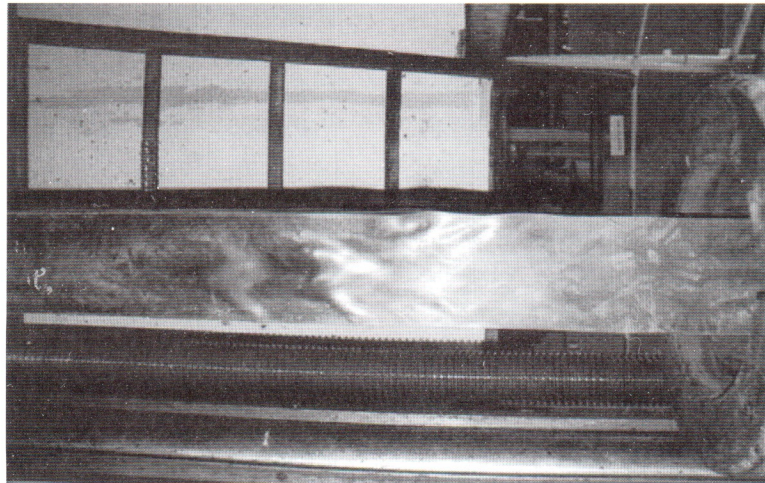
Parameters of 3 tested SAG ropes samples are the following:

- maximum force $P_{max} = 452.4$ kN,
- minimum force $P_{min} = 297$ kN,
- cycle asymmetry coefficient $r = 0.655$,
- frequency of load $f = 250$ cycles/min.

A view of rope during the tests is shown on figure 2 and after them on figure 3.



Obr. 2 Pohľad na SAG lano v prístroji pre únavový test
Fig. 2 SAG rope view in the fatigue testing machine



Obr. 3 Príklad SAG lana po teste
Fig. 3 SAG ropes samples after the tests

2 Výsledky únavových testov

Merania vykonané na SAG lanách ukazujú, že počet únavových cyklov (bez pretrhnutia lana) bolo nasledujúce:

Príklad č.1 - $N_1 = 2540000$ cyklov,

Príklad č.2 - $N_2 = 1810000$ cyklov,

Príklad č.3 - $N_3 = 2093000$ cycles,

a priemerná hodnota je $N_A = 2148000$ cyklov.

MakNII inštitút uskutočňuje únavové testy na RTK a SAG type lana. CBiDGP uskutočnil ten istý test pre SAG lano. Keďže parametre oboch testov su veľmi podobné, výsledky sú prezentované v rovnakom diagrame (obr.4).

Záver

1. Únavový test SAG lana určuje hlavné číslo únavového cyklu, predpokladané pre SAG lano $N_b = 2 \cdot 10^6$ cyklov.
2. Teoretická kalkulácia životnosti SAG lana do pretrhnutia lana je 7,2 – 14,3 rokov v závislosti od ochranného faktora nového lana.
3. Ochranný faktor nového lana významne pôsobí na životnosť SAG lana.
4. Test pretrhnutia lana, ktorý bol predtým subjektom únavového testu, vykazuje silu pretrhnutia o veľkosti $P = 380, 310, 351$ kN. Táto sila korešponduje s ochranným faktorom $n_s = 2.92, 2.3, 2.7$.

2 The results of fatigue tests

Measurements taken on the SAG ropes show that the number of fatigue cycles (without rope breaking) was as follows:

sample no 1 – $N_1 = 2540000$ cycles,

sample no 2 – $N_2 = 1810000$ cycles,

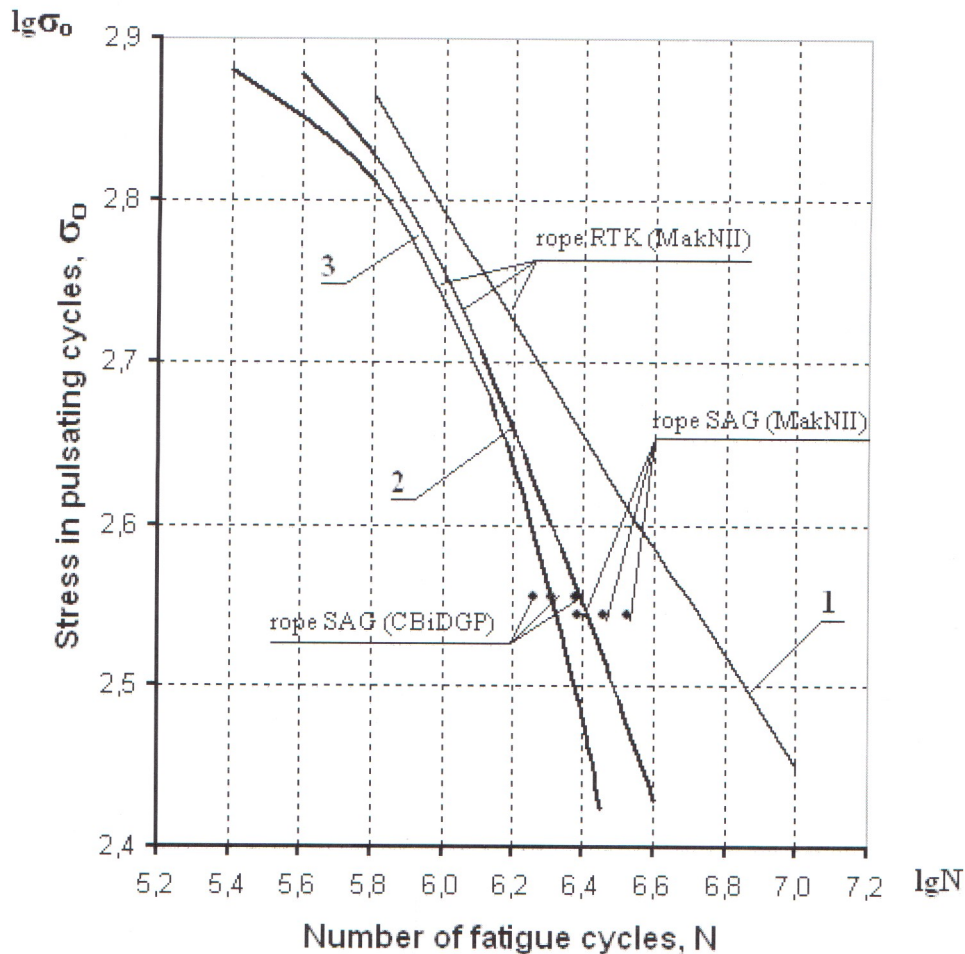
sample no 3 – $N_3 = 2093000$ cycles,

what gives the average number $N_A = 2148000$ cycles.

MakNII Institute carried out fatigue tests of RTK type (Ukrainian production) and SAG type ropes. CBiDGP did the same test for SAG ropes. As the parameters of both tests were very similar thus results are presented in the same diagram (Fig.4).

Conclusion

1. Fatigue test of the SAG ropes shows that the basic number of fatigue cycle that we can assume for the SAG ropes is $N_b = 2 \cdot 10^6$ cycles.
2. Theoretical calculations of the SAG ropes life time show that their life time till the moment of wire breaking is 7.2-14.3 years depends on safety factor of a new rope.
3. Safety factor of a new rope effects the SAG ropes life time significantly.
4. Breaking tests of the SAG ropes, that were previously a subject of fatigue tests, shows breaking force of $P = 380, 310, 351$ kN. It corresponds respectively to safety factor of $n_s = 2.92, 2.3, 2.7$.



Obr. 4 Výsledky únavového testu RTK a SAG ocelovo-gumového lana vykonaného MakNII inštitútom a SAG lana vykonaného CBiDGP (1-empirická regresná krivka pre RTK, 2- 1% limit pre konfidenčnú úroveň výsledku, 3- 5% limit pre konfidenčnú úroveň výsledku)

Fig. 4. Results of fatigue tests of RTK and SAG flat steel-rubber coated ropes done by MakNII Institute and only SAG ropes done by CBiDGP (1- empirical regression line for RTK, 2- 1 % limit of results' confidence level, 3- 5 % limit of results' confidence level)

Literatúra / References

- [1] Carbogno A., Berezinsky V.I.: Badania zmeczeniowe lin wyrownawczych plaskich stalowo-gumowych SAG. Miedzynarodowa Konferencja Bezpieczenstwo Pracy Urzadzen Transportowych w Gornictwie – Diagnostyka, Naprawy i Remonty. CBiDGP w Ledzinach, 30.05-01.06.2003, s. 83-91
- [2] Carbogno A., Mateja S., Dyrda J.: Badania zmeczeniowe lin wyrownawczych plaskich stalowo-gumowych typu „SAG”. Centrum Badan i Dozoru Gornictwa Podziemnego sp. Z o.o. w Ledzinach. Praca badawcza Nr 122/T/CBiDGP/05 Myslowice, listopad 2005.
- [3] Samorodov V., Berezinsky I., Diemjanienko G.S.: Dinamiceskije ispytaniya obrazcov riezintrosowego uranoviesivajusciego kanata SAG na gidropulsacionnoj masinie. Protokol no92. Ispytatelnyj ciontr MakNII. Makiejevka-Donbas, 1993 Ukraina.