

Jan MICHALÍK¹
Stanislav KUČERA²
Jan BOROŠKA³

HYBRIDE UNTERTAGEBERGBAULOKOMOTIVE UND IHR EINFLUSS AN DIE ARBEITSUMGEBUNG

Summary. One from harmful factors in underground mining are exhaust gases from internal combustion engines. In this paper one possibility of reduction of exhaust gases emission by reconstruction of diesel locomotive LZH-50 has been presented. After reconstructin this locomotive is a diesel-storage-battery locomotive LZDEA.

PODZIEMNE LOKOMOTYWY HYBRYDOWE I ICH WPŁYW NA WARUNKI PRACY

Streszczenie. Jednym ze szkodliwych czynników w górnictwie podziemnym są spaliny pochodzące z silników spalinowych. W artykule przedstawiono możliwość ograniczenia emisji spalin poprzez przebudowę lokomotywy spalinowej LZH-50 na lokomotywę spalinowo-akumulatorową LZDEA.

1. EINLEITUNG

Die Senkung der energetischen Ansprüche und gleichzeitig der Qualitätserhöhung der Arbeitsumgebung in wesentlichen Massen beeinflussten Kriterien für die Bewertung der Anlagen, die die Energie der Erdölprodukte in die Traktionbewegung umwandeln. Typische Darsteller einer beweglichen Abgassequelle, die wesentlich negativ auf den menschlichen Körper wirken, sind Untertagebergbaulokomotive mit Verbrennungsmotoren. Die Forschungsergebnisse und die Beobachtung von Schadstoffen in Abgassen stellen heutzutage ein Komplex von komplizierten Problemen, die gelöst werden müssen, dar. Prinzipiell ist die Lösung in zwei Varianten möglich:

¹ Doc. Ing. Csc - Lehrstuhl für theoretische und applizierte Elektrotechnik, EF, ŽU in Žilina, Veľky diel, O10 26 Žilina, Tel.: 089152535.

² Ing. Csc - Lehrstuhl für theoretische und applizierte Elektrotechnik, EF, ŽU in Žilina, Veľky diel, O10 26 Žilina, Tel.: 089152535.

³ Prof Ing. - Lehrstuhl für Mechanisation, Verkehr und Bohren BERG TU Košice Tel.: 095/633 I 753.

- durch die Erhöhung des Abluft- und Klimaanlagewirkungsgrades der Untertagebergbau Räume
- die Senkung der Menge von gesundheitsschädlichen Abgasen aus ihrer Quelle (von Lokomotiven) durch eine technische Lösung

Die erste Variante ist ökonomisch sehr anspruchsvoll und aus diesem Grund soll für die Priorität die Lösung auf dem Gebiet der Quelle (Lokomotive) halten.

2. KONSTRUKTIONSLÖSUNGSVORSCHLAG DER DIESEL-ELEKTROAKKU-LOKOMOTIVE

Eine von Möglichkeiten der technischen Problemlösung ist der Umbau der Untertagebergbaulokomotive von der ursprünglichen diesel-hydraulischen zu der Diesel-Elektroakku-Lokomotive der Bauart LZH-50, (Abb.1).

Einige technische Daten LZH-50:

Motorbauart: Zetor 720I

max. Leistung: 38 kW

Treibstoffverbrauch: 248g/kWh

Hydromotor: 6 Stk. AM 16-AE

Expeditionsgewicht: 3 700 kg

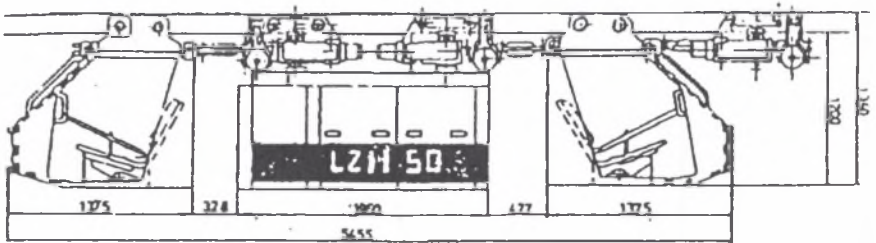


Fig. 1. View of locomotive LZH 50
Rys. 1. Widok lokomotywy LZH 50

Der Grund der Rekonstruktion ist das Ersetzen der Diesel-hydraulischen- durch die Diesel-Elektroakku-Traktionseinheit (nachstehend LZDEA). Durch das genaue Wissen von Bahnverhältnisse und der Technologie des Verkehrs ist es bei der optimalen Leistungsverteilung möglich, die Leistung in der Anfangsphase des Dieselmotors um 70 bis zum 80% zu senken. Die Skizze des Schaltungsschemas LZDEA stellt die Abbildung 2 dar.

Mit dem Umbau wird der ursprüngliche Dieselmotor mit einer Leistung von 38 kW durch einen Dieselmotor mit der Leistung von 12 bis zum 18 kW, der mit der gesenkten Leistung betrieben wird. Dies gewährleistet eine problemlose Einstellung, so dass die gestellten Parameter von Abgasen eingehalten werden. Die arbeitstätigkeit des Motors ist im Bereich der optimalen Leistung (siehe Abb. 3), der auf das Niveau der mittleren Traktionsleistung P_1 eingestellt ist.

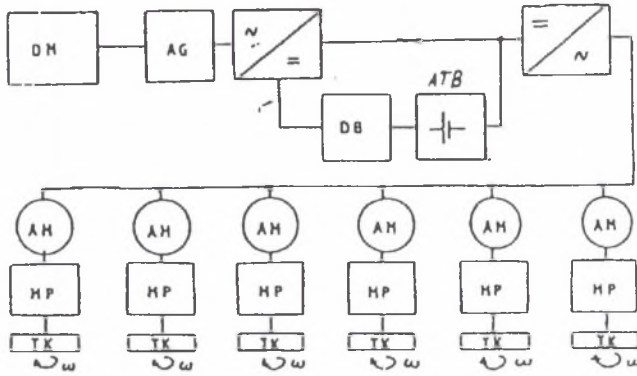


Fig. 2. Scheme of locomotive LZDEA

DM - diesel engine , AG - generator , DB - battery charger , AM - asynchron motor , PM - mechanical transmission, TK - driving wheel, ATB - tractions batteries

Rys. 2. Schemat lokomotywy LZDEA

DM - silnik spalinowy, AG - prądnicza, DB - ładowacz baterii, AM - silnik asynchroniczny, PM - przekładnia mechaniczna, TK - koło napędne, ATB - bateria akumulatorów trakcyjnych

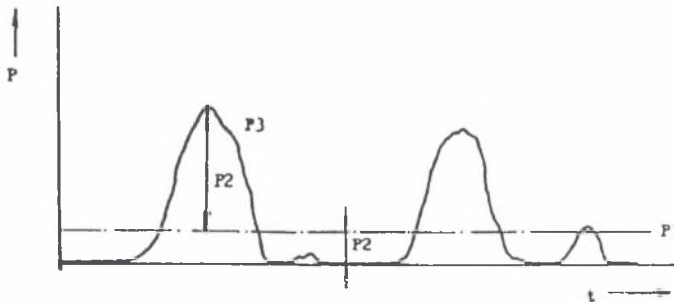


Fig. 3. Tractive power against time

Rys. 3. Zależność mocy na cele trakcyjne od czasu

2.1. Traktionscharakteristiken des Fahrzeugs mit der elektrischen Traktion

Beim Errechnender Traktionscharakteristiken der Lokomotive mit der elektrischen Traktion wurden völlig die Bahnverhältnisse und die Technologie der Beförderung bei den die LZH-50 betrieben wurde eingehalten. Die Traktionscharakteristik des Treibfahrzeuges mit der elektrischen Traktion ist mit dem Errechnen aus der Charakteristik der Drehungen und des Drehmoments des Asynchrontraktionsmotors (nachstehend AM) mit der Rücksicht an das Getriebeverhältnis zwischen dem Motor und der Achse bei der Voraussetzung, dass alle AM gleiche Charakteristiken haben bestimmt. Aufgrund der theoretischen Simulationen wurde ein zeitlicher Tachogramm und Hodogramm der Anfahrt der beschriebenen Zugeinheit, die die Abbildung 4 darstellt. Die Abbildung 5 stellt eine Periode der Forderung der maximalen Traktionsleistung dar.

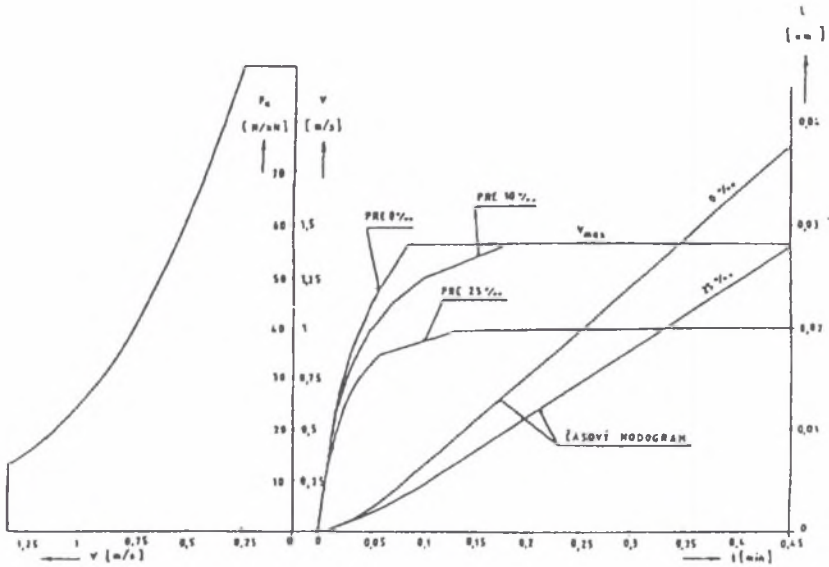


Fig. 4. Tractive force against speed and speed and distance vs. time
 Rys. 4. Zależność siły pociągowej od prędkości oraz drogi i prędkości czasu

Das Errechnen der Leistungsmenge des Dieselmotors, des Traktionswechselstromgenerators und der Kapazität der Traktionsakkubatterie (nachstehend ATB) wurden folgende Werte simuliert: Gewicht der Zueinheit - 52 Tonnen, max. Fahrgeschwindigkeit 1,34 m/s, spezifischer Fahrwiderstand 25 N/kN, Steilverhältnisse $\pm 2,5\%$.

Einzelne Abschnitte der zeitlichen t-Achse stellen dar:

- A-B: Traktionswechselstromgenerator ladet die Traktionsakkubatterie und der Dieselmotor (nachstehend ATB) bei der konstanten Leistung $P_{dt\ NAB}$
- B-C: Die Forderung der Traktionsleistung steigt. Aus diesem Grund begirnen Drehungen des NFM zu steigen und die Traktionswechselstromgenerator wird erregt, der ein Impuls zur Erhöhung des geforderten Stromwertes bekam.
- C-: Es ist eine maximale mögliche Leistung für die Traktion aus der Seite des NFM, $P_{dt\ max}$
- C-D: Um die Forderung der Traktionsleistung zu erfüllen, muss bei einer konstanten Leistung des NFM die Ladungsleistung verringert werden.
- D-E: Die Leistung des NFM ist konstant und aus der ATB abgenommenen Leistung beginnt bis zum Wert E - $P_{t\ max}$ zu steigen. In diesem Augenblick ist der NFM mit dem Wechselstromgenerator und der ATB fähig, die maximale Leistung in die Traktionsmotoren zu liefern.
- E-F: Die Traktionsleistung sinkt und mit der auch die geforderte Leistung aus der ATB.
- F-G: Die Leistung vom NFM ist immer maximal, die ATB werden geladen.
- G-H: Die ATB wird mit dem geforderten Strom geladen und die Leistung vom NFM sinkt mit der Traktionsleistung. Die Leistung vom NFM bleibt weiterhin auf dem benötigten Wert für die Ladung der Batterie.

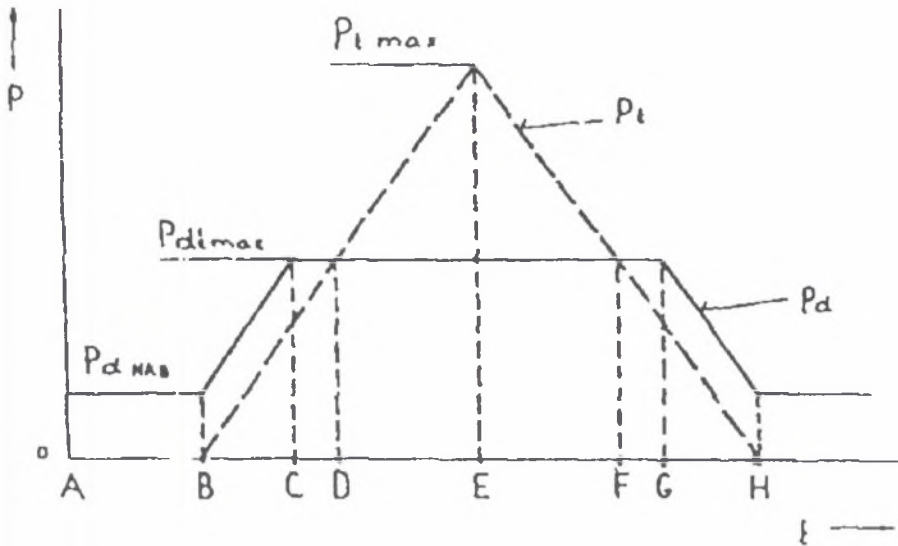


Fig. 5. A diagram of maximal tractive power vs. time

- P_t - nominal power of tractive engines
- P_d - power of diesel engine
- $P_{t \max}$ - maximal power of tractive engines
- $P_{dt \max}$ - maximal power used by tractive engines
- $P_{dt \text{ NAB}}$ - power of diesel engine necessary for charging the batteries

Rys. 5. Wykres zależności maksymalnej mocy na cele trakcyjne od czasu

- P_t - moc znamionowa silników trakcyjnych
- P_d - moc silnika spalinowego
- $P_{t \max}$ - maksymalna moc silników trakcyjnych
- $P_{dt \max}$ - maksymalna moc wydatkowana przez silniki trakcyjne
- $P_{dt \text{ NAB}}$ - moc silnika spalinowego potrzebna do ładowania baterii akumulatorów

Dem vorgeschlagenen Arbeitskreise der Zugeinheit entspricht die mittlere Leistung P_{STR_K} von Traktionsmotoren:

$$P_{STR} = \frac{1}{T} \int_0^T P_{(t)} dt = 8,53 \text{ kW}$$

Die zugeführte Leistung der Traktionsmotoren mit dem genommenen Wirkungsgrad $\eta = 0,92$ ist 9,27 kW. Die mittlere Leistung vom NFM für die Zwecke der Traktion ist:

$$P_{STR \text{ NFM}} = \frac{P_{STR} + P_{PP}}{\eta_{pren}} = \frac{9,27 + 1}{0,8} = 12,83 \text{ kW}$$

wobei P_{PP} - Leistung von Hilfsantrieben

2.2. Traktionsmotor

Das Nutzen der Eigenschaften des Gleichstrommotors in Traktionsapplikationen sind bekannt und fast vollkommen verarbeitet. Dank dem Technikniveau von heute hauptsächlich der Halbleitertechnik ist möglich, in der Traktionsapplikationen Asynchrontraktionsmotoren zu verwenden. Für die hintere Traktionscharakteristik und die gegebene Art der Übertragung der Traktionsleistung mit Hilfe der LZDEA-Lokomotive wurden 6 Stück von 3-Phasen-AM vorgeschlagen. Die Parameterje AM sind folgende:

- Nennleistung des 3-Phasen-Asynchrontraktionsmotors - $P_n = 5 \text{ kW}$
- maximale Drehgeschwindigkeit des Motors - $n = 1070 \text{ Drehungen/Minute}$
- Nenn-Drehgeschwindigkeit des Motors - $n = 386 \text{ Drehungen/Minute}$
- Anzahl von Polen - $2p = 4$
- Nenn-Phasenspannung - $U_n = 220 \text{ V}$
- Nennstrom - $I_n = 10 \text{ A}$
- Nennfrequenz - $f_n = 12,88 \text{ Hz}$
- maximale Frequenz - $f_{\max} = 35,68 \text{ Hz}$

Die geforderte Art der Steuerung der Phasenspannung für den AM in der Abhängigkeit von der Einspeisungsfrequenz stellt die Abbildung dar. Die Traktionscharakteristiken AM wurden aufgrund des zeitlichen Tachogramms und Hodogramms, Abb. 4 erstellt. Die Steuerung des Hybridantriebes LZDEA wird im Bereich der niedrigsten Belastung der Arbeitsumgebung durch Abgasse des Dieselmotors ausgeübt.

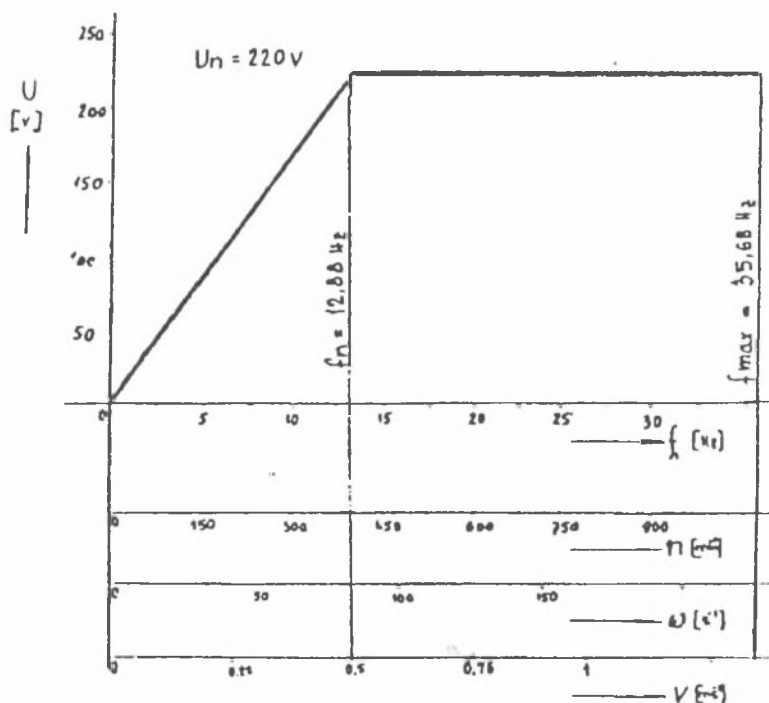


Fig. 6. The way of steering with voltage and frequency
Rys. 6. Sposób sterowania napięciem i częstotliwością

3. FAZIT

Die ernsthafte Gruppe von Risikofaktoren im Untertagebergbau stellen Auspuffabgase von Verbrennungsmotoren dar. Ihre Menge beeinflusst die Arbeitsablauf, also auch die Leistung des Verbrennungsmotors. Die vorgeschlagene Rekonstruktion der Lokomotive LZH-50 ermöglicht die Senkung von Schadstoffabgasen um 55 bis zum 70%, was eine wesentliche Verbesserung der Arbeitsumgebung bedeutet. Eine passende Wahl der Traktionsleistungsverteilung der Lokomotive LZDEA und das Nutzen der Rekuperation ist das Gewährleisten auch von energetischen Einsparungen. Es werden die Anforderungen an die Lagerung und die Manipulation mit Erdöltreibstoff verringert. Diese Rekonstruktion ist auch bei den anderen Anlagen und Maschinen im Untertage möglich, die mit Verbrennungsmotoren ausgerüstet sind.

QUELLEN

1. Kučera, S. a kol., Výskum možnosti zníženia ekologického zaťaženia životného prostredia efektívnym využitím elektrickej trakcie v aplikáciach konvenčnej a nekonvenčnej dopravy.
2. Zajac, O., Boroška, J., Gondek, H., Hlbinne dobyvacie stroje a dopravné zariadenia.
3. Klima, J., induction motor fed form a semoconductor phase konvert Zbornik konferencie All Electric Combat Vehicle, Haifa, Izrael, 14 - 17 may 1995.

Recenzent: Dr hab.inż. Piotr Adamiec
Prof. Politechniki Śląskiej

Streszczenie

Ważną grupę czynników ryzyka w górnictwie podziemnym stanowią spaliny emitowane przez silniki spalinowe. Ich ilość wpływa na warunki bezpieczeństwa i higieny pracy. Im większa jest moc silnika, tym większa emisja spalin. W pracy zaproponowano zmniejszenie mocy silnika spalinowego lokomotywy spalinowej z przekładnią hydrauliczną poprzez jej rekonstrukcję na lokomotywę spalinowo-akumulatorową. Umożliwi ona obniżenie emisji spalin o 55-70%. Dodatkową korzyścią jest możliwość hamowania odzyskowego, powodującego oszczędność energii. Analogicznej rekonstrukcji można poddać także inne urządzenia pracujące pod ziemią.