

Michał LIBERUS

Zygfryd LIBERUS

Józef KUBICA

ZABEZPIECZENIE NADMIAROWO-PRĄDOWE SILNIKÓW ELEKTRYCZNYCH LOKOMOTYW DOŁOWYCH

Streszczenie. Wspomniano o przyczynach awaryjności silników elektrycznych lokomotyw dołowych oraz o teoretycznych możliwościach zwiększenia trwałości tych silników. Opisano sposób i układ do zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego silników lokomotyw o sterowaniu stycznikowo-oporowym. Podano wstępne wyniki pracy układu w warunkach ruchowych.

1. Wprowadzenie

Duża awaryjność silników trakcyjnych elektrycznych lokomotyw dołowych wskazuje na konieczność poprawy stanu rzeczy. Wśród przyczyn zniszczenia silników przeważają skutki cieplne i dynamiczne przeciążeń prądowych. Dotyczy to silników wszystkich typów lokomotyw ze sterowaniem oporowym, w których jedynym zabezpieczeniem był bezpiecznik, a obecnie jest wyłącznik jednobiegunowy zamkowy typu TWZ-2 z wyzwalaczem elektromagnetycznym. Konstrukcja i wykonanie wyłącznika nie odpowiadają w pełni wymaganiom stawianym mu w trudnych warunkach dołowych. Cechuje go płynność prądu rozruchowego. Działając niejednokrotnie przedwcześnie (przy prądzie niższym od nastawionego), skłania maszynistów do nastawiania wartości maksymalnej, która jest większa od prądu godzinowego lokomotywy. Nastawiona jest tylko jedna wartość prądu rozruchowego wyzwalacza wyłącznika, którą w praktyce dobiera się do sumy prądów obu silników połączonych równolegle. Dlatego silniki nie mogą być zabezpieczone przy połączeniu szeregowym nawet w przypadku poprawnej pracy wyłącznika TWZ-2.

Warunki środowiskowe, mała odpowiedzialność oraz oportunizm personelu zatrudnionego w transporcie, doprowadzają do przeciążeń lokomotyw. W składzie pociągu spotyka się za dużo wagonów. Czasem wagony ciągnięte są przez lokomotywę jadącą innym równoległym torem. Do szepiania nadmiernej ilości wozów (w aspekcie skutków stanów nieustalonych) skłania niedogodna charakterystyka mechaniczna lokomotyw starszych typów. Ich prędkość godzinna jest niewiele niższa od prędkości dopuszczalnej.

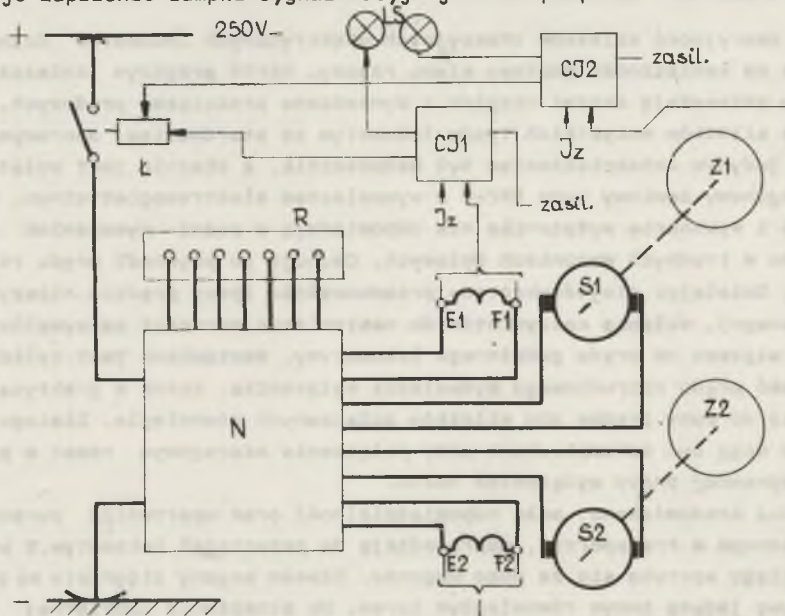
W ogólności przyczynami statycznych i dynamicznych przeciążeń prądowych są własności techniczne układu zabezpieczenia i sterowania lokomoty-

wy oraz warunki ruchowe, środowiskowe i organizacyjne. Rozmiary skutków przeciążeń rodzą problemy gospodarcze i społeczne. Stąd uzasadniona i pilna potrzeba podjęcia prób zwalczania przyczyn lub przynajmniej ograniczenia skutków przeciążeń. Teoretycznie istnieją dwa kierunki działania prowadzące do zwiększenia trwałości silników trakcyjnych:

- poprawa organizacji pracy, zwiększenie odpowiedzialności, wiedzy zawodowej personelu oraz uświadomienie sobie strat społecznych i gospodarczych powstałych przez niszczenie silników,
- udoskonalenie techniczne lokomotyw ze sterowaniem oporowym, aby ułatwić maszynistom nieprzegrzewanie silników lub zgoła im to uniemożliwić.

2. Propozycje rozwiązania układu do zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego silników lokomotywy

Sposób zabezpieczenia zilustrowano na rys. 1. Wartość rzeczywista prądu silnika (każdego z osobna) porównywana jest z dwiema wartościami progowymi prądu. Przekroczenie wartości progowej niższej równej $0,85 I_g$ powoduje zapalenie lampki sygnalizacyjnej LS na pulpicie sterowniczym w lo-

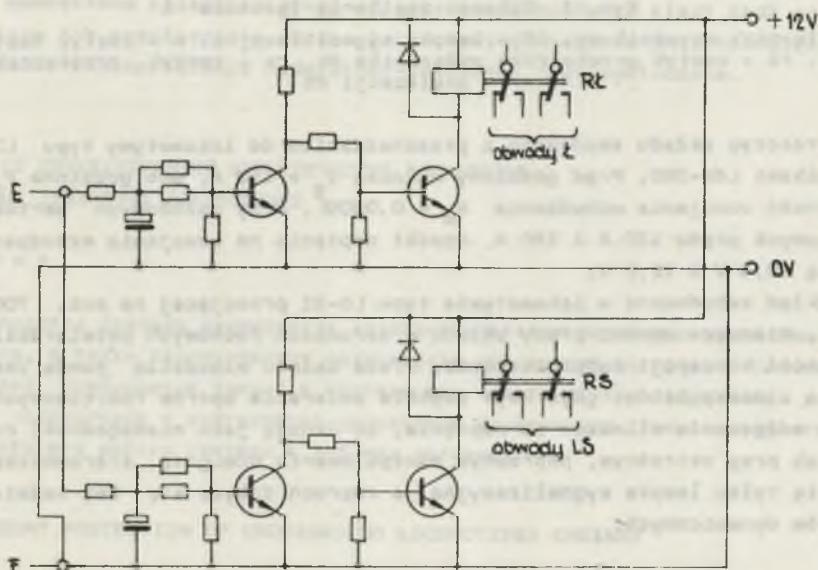


Rys. 1. Schemat blokowy zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego lokomotywy elektrycznej

Ł - łącznik stycznikowy, CI1, CI2 - czujnik prądu, LS - lampka sygnalizacyjna, R - opornik rozruchowy, N - nastawnik, S1, S2 - silnik trakcyjny, Z1, Z2 - zestaw kół lokomotywy, E1F1, E2F2 - uzwojenie wzbudzenia szeregowego, I_z - zadane wartości progowe prądu silnika

komotywie. Przekroczenie wartości progowej wyższej, z założenia równej prądowi godzinnemu I_g , powoduje zadziałanie łącznika ξ - rys. 1. Łącznik ξ to stycznik typu SE-400, którym zastąpiono wyłącznik typu TWZ-2. Do pomiaru prądu silnika wykorzystano spadek napięcia na szeregowym uzwojeniu wzbudzenia silnika.

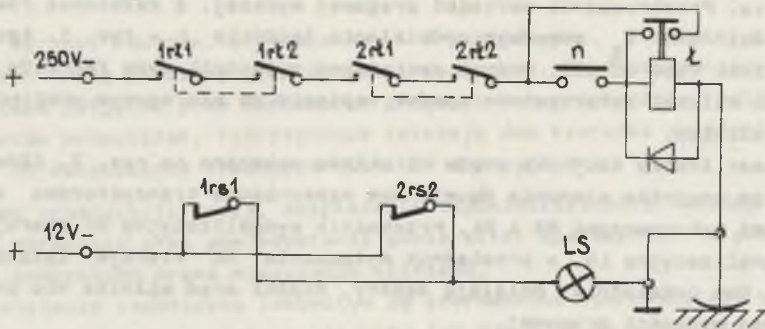
Schemat ideowy czujnika prądu CI układu pokazano na rys. 2. Główne zespoły tego czujnika stanowią dwustanowe wzmacniacze tranzystorowe z przełącznikami wykonawczymi RS i RŁ. Przełącznik sygnalizacyjny RS steruje lampką sygnalizacyjną LS, a przełącznik wyłączenia RŁ steruje łącznikiem ξ - rys. 1. Oba przełączniki działają dopóty, dopóki prąd silnika nie przekroczy danej wartości progowej.



Rys. 2. Schemat ideowy czujnika prądu CI1, CI2

RŁ - przełącznik wyłączenia, RS - przełącznik sygnalizacji

Sposób połączenia układu zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego do obwodów lokomotywy zilustrowano na rys. 3. Przekroczenie niższej wartości progowej, z założenia równej $0,85 I_g$, spowoduje zwolnienie przełącznika sygnalizacyjnego RS. Wówczas zestyk z tego przełącznika zamknie obwód lampki LS. Przekroczenie wyższej wartości progowej prądu spowoduje zwolnienie przełącznika wyłączenia RŁ. Wówczas zestyk no tego przełącznika przerwie obwód cewki łącznika ξ , który z kolei odłączy silnik od sieci. Ponowne zamknięcie obwodu głównego wymaga cofnięcia dźwigni sterowniczej do pozycji zerowej.

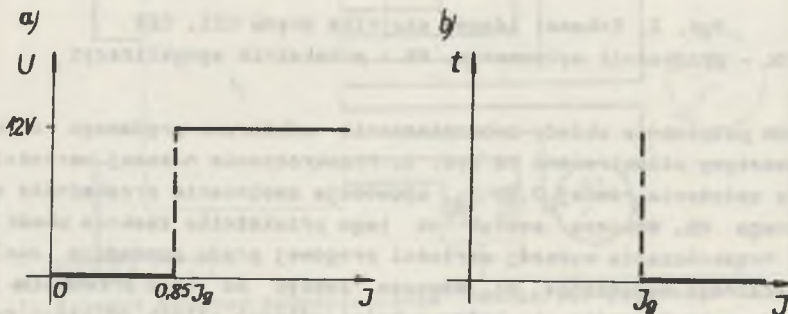


Rys. 3. Schemat zasilania łącznika t

t - łącznik stycznikowy, LS - lampka sygnalizacyjna, n - zespół nastawnika N, r1 - zespół przekaźnika wyłącznika R t , rs - zespół przekaźnika sygnalizacji RS

Prototyp układu zbudowano z przeznaczeniem do lokomotywy typu LD-21 z silnikami Lda-280. Prąd godzinny silnika $I_g = 150$ A, moc godzinna $P_g = 32$ kW, oporność uzwojenia wzbudzenia $R_w = 0,080 \Omega$. Przy założonych wartościach progowych prądu 130 A i 150 A, spadki napięcia na uzwojeniu wzbudzenia wynoszą 10,4 V i 12,0 V.

Układ zabudowano w lokomotywie typu LD-21 pracującej na poz. 700 kop. Anna. Pierwsze wyniki pracy układu w warunkach ruchowych potwierdziły poprawność koncepcji zabezpieczenia. Praca układu wzbudziła pewne zastrzeżenia u maszynistów, gdyż zbyt szybkie zwieranie oporów rozruchowych powoduje odłączenia silników od napięcia, co uznają jako niedogodność ruchową. Jednak przy ostrożnym, poprawnym manipulowaniu dźwignią sterowniczą zapala się tylko lampka sygnalizacyjna, a rozruch odbywa się bez nadmiernych uderów dynamicznych.



Rys. 4. Charakterystyki układu
a) sygnalizacyjna, b) zabezpieczeniowa

3. Wnioski

1. Zabezpieczenie chroni atale oba silniki lokomotywy przed pracą z prądem większym od godzinnego, niezależnie od połączeń silników (szeregowo, równoległe, jeden silnik), rodzaju pracy (hamowanie, napędzenie) i kierunku jazdy.

2. Względna prostota działania, budowy i montażu układu oraz odporność jego elementów na wstrząsy i pył wskazuje na możliwość powszechniejszego zastosowania go.

3. Konstrukcja układu zapewnia samokontrolę działania. Wszystkie uszkodzenia wewnętrzne układu inicjują odłączenie silników od sieci bądź uniemożliwiają ich przyłączenie. Praca lokomotywy z niesprawnym a nieodłączonym układem zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego jest wykluczona.

ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОДЗЕМНЫХ РУДНИЧНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

Р е з ю м е

Упоминаются причины аварийности электродвигателей подземных рудничных локомотивов, а также теоретические возможности повышения долговечности этих двигателей. Описываются способ и система для защиты от перенапряжений двигателей локомотивов с контакторно-реостатным управлением. Даются вступительные результаты работы системы в рабочих условиях.

OVERCURRENT PROTECTION OF UNDERGROUND LOCOMOTIVES ENGINES

S u m m a r y

Underground Locomotive engine faults causes have been considered as well as the theoretical possibilities of increasing reliability of the engines. A means of overcurrent motor protection and a system for locomotives with a contactor resistance control have been described along with some preliminary work characteristics in operational conditions.