

Andrzej BYWALEC, Tadeusz PISKORSKI, Rafał CZARDYBON  
Zakład Elektroniki Górniczej „ZEG” SA, Tychy

## ENERGOELEKTRYKA W GÓRNICTWIE – ROZRUSZNIK OGNIOZCZELNY TYRYSTOROWY ROT-800/N-2

**Streszczenie.** Wykorzystanie Rozrusznika Ognioszczelnego Tyrystorowego typu ROT-800/N-2 z funkcją łagodnego rozruchu umożliwia zmniejszenie ilości przesypów i wydłużenie tras przenośników. Rozrusznik ten charakteryzuje się rozbudowanym układem diagnostyki, który umożliwia wykrywanie awarii wewnętrznych i zewnętrznych. Odprawy wyłącznika zabezpieczone są przekaźnikami analogowymi i cyfrowymi. Rozrusznik ma dopuszczenie: FTZU 04 ATEX 0132.

## POWER ENGINEERING ELECTRONICS IN MINING INDUSTRY – EXPLOSION-PROOF THYRISTOR STARTER OF THE TYPE ROT-800/N-2

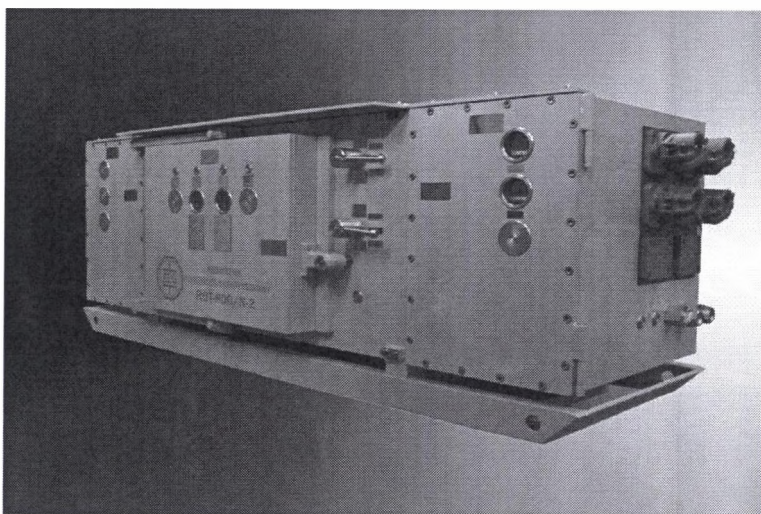
**Summary.** The utilization of the ROT-800/N-2-type explosion-proof thyristor starter with smooth start function enables decrease in number of sift points along with elongation of conveyor routes. The starter features advanced diagnostics system making it possible to detect internal and external faults. Outgoing branches of the starter are protected with analog and digital relays. The starter is granted the admission No. FTZU 04 ATEX 0132.

### 1. Wprowadzenie

Rozwój nowoczesnej techniki w przemyśle górnym, koncentracja produkcji, konieczność zwiększenia bezpieczeństwa pracy wymusiła wprowadzenie nowych urządzeń do łagodnego rozruchu silników asynchronicznych – a szczególnie stosowanych w przenośnikach taśmowych, na głównych ciągach odstawy urobku (SOFT-START). Takie rozwiązanie pozwoliło ograniczyć momenty dynamiczne podczas rozruchu przenośników, a tym samym wydłużyć żywotność poszczególnych elementów i podzespołów mechanicznych oraz elektrycznych przenośników, a także zdecydowanie wydłużyć żywotność taśmy

przeñośnika. Rozrusznik typu SOFT-START zapewnia przede wszystkim bezawaryjną pracę przeñośników odstawy urobku oraz rytmiczną pracę urządzeń wydobywczych w przodkach eksploatacyjnych.

Zakład Elektroniki Górniczej „ZEG” SA w Tychach, dążąc do rozszerzenia asortymentu produkowanych wyrobów dla górnictwa, opracował typoszereg obudów ognioszczelnych wraz z wyposażeniem elektrycznym, przeznaczonych do zastosowania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Na tej bazie powstał Rozrusznik Ognioszczelny Tyrystorowy typu ROT-800/N-2 mający funkcję łagodnego rozruchu (Soft-Start).



Rys. 1. Rozrusznik Ognioszczelny Tyrystorowy ROT-800/N-2  
Fig. 1. Explosion-proof thyristor starter of the type ROT-800/N-2

## 2. Zastosowanie rozrusznika, warunki pracy i stosowania

Rozrusznik Ognioszczelny Tyrystorowy typu ROT-800/N-2 przeznaczony jest do:

- zasilania i sterowania procesem miękkiego rozruchu oraz rozruchu bezpośredniego czterech silników elektrycznych,
- zasilania, z możliwością pracy rewersyjnej, dwóch silników elektrycznych stacji napinającej przeñośnika.

Rozrusznik umożliwia zdalne lub zespołowe sterowanie napędów z silnikami jednobiegowymi oraz współpracę z systemami automatyki, łączności i ostrzegania.

Rozrusznik przeznaczony jest do stosowania w zakładach górniczych w wyrobiskach zaliczonych do stopnia „a”, „b”, „c” niebezpieczeństwa wybuchu metanu oraz klasy „A” lub „B” zagrożenia wybuchu pyłu węglowego. Rozrusznik przystosowany jest do pracy w następujących warunkach:

- napięcie eksploatacyjne  $0,85 \div 1,1 U_n$ .
- temperatura otoczenia  $-10^{\circ}\text{C} \div 40^{\circ}\text{C}$ .
- wilgotność względna powietrza do 95% przy  $40^{\circ}\text{C}$ .

Wykonanie rozrusznika jest zgodne z normami EN 50014:1997+A1,A2, EN 50018:2000, EN 50020:2002 i spełnia wymagania grupy I M2 oraz dyrektywy ATEX.

### 3. Wyposażenie

Rozrusznik Ognioszczelny Tyrystorowy typu ROT-800/N-2 wyposażony jest w:

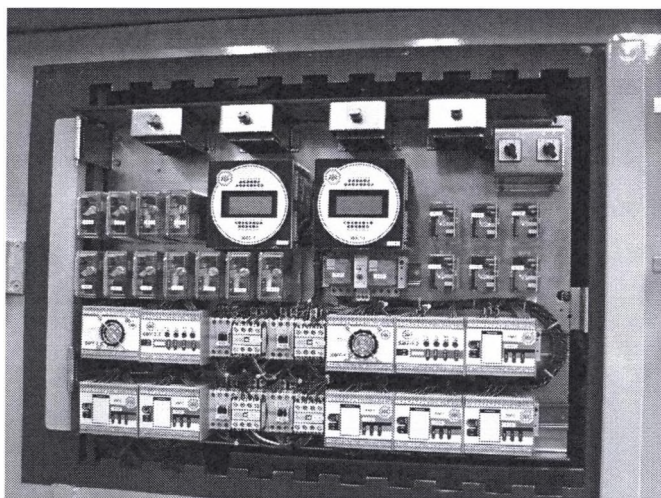
- dwa rozłączniki o prądzie znamionowym 500A,
- cztery styczniki próżniowe o prądzie znamionowym 400A,
- dwa bloki tyrystorowe oraz dwa sterowniki bloków tyrystorowych typu SMT (cyfrowy),
- dwa styczniki powietrzne o prądzie znamionowym 85A,
- dwa wyświetlacze analogowo – cyfrowe typu WAC-1.

Odpiływy wyposażone są w zabezpieczenia:

- nadmiarowo – prądowe typu PNP-1 (cyfrowe),
- upływowo – blokujące typu UP6R (analogowe),
- ciągłości uziemienia KD73X (analogowe),
- temperaturowe typu KLH (analogowe).

Współpraca z zewnętrznymi obwodami iskrobezpiecznymi zrealizowana jest poprzez Przekazniki Separacyjne Iskrobezpieczne typu PSI-1.

Rozrusznik ma obwód pomocniczy o napięciu 42V, który może być wykorzystany do zasilania zewnętrznych odbiorników o mocy do 200VA. Obwód ten wyposażony jest w centralno – blokujące zabezpieczenie upływowe typu UP6R. Wszystkie zabezpieczenia cyfrowe wraz ze sterownikami SMT są połączone z wyświetlaczem typu WAC-1 za pomocą złącza RS-485.



Rys. 2. Płyta sterowniczo-zabezpieczająca rozrusznika  
Fig. 2. Control and protection board of the starter

#### 4. Dane techniczne

Typ	ROT-800/N-2
Znamionowe napięcie łączeniowe	3x500V/660V/1000V, 50Hz
Znamionowe napięcie obwodów pomocniczych:	42V i 220V
Moc obwodów zewnętrznych 42V jednego ciągu rozłącznikowego	200VA
Prąd znamionowy ciągły:	
– całkowity rozrusznika	800A
Zwarciova zdolność łączenia	25kA, $\cos\phi=0,25$
Parametry sterownika:	
– czas rozruchu	(0÷30) s, z regulacją płynną
– początkowa wartość napięcia	(0÷0,6) $U_N$ , z regulacją płynną
– znamionowy prąd	400A
– krotność prądu	3÷6 $I_N$
Napięcia wyjściowe przekaźników:	
– PSI-1	15V AC 133Hz
– KLH	2,3V AC

– KD73X

12V AC

Zabezpieczenie nadmiarowo – prądowe:

Zakres nastaw prądu znamionowego  $I_n$ :

– dla przetwornika  $I_{U1}$  1mV/A

1÷400A

Zakres nastaw członu zwarciovego

3÷12 x  $I_n$  (max 4000A)

Zakres nastaw członu asymetrii

5÷50%

Zakres członu przeciążeniowego

wg charakterystyki członu

przeciążeniowego przekaźnika PNP-1

Zabezpieczenie upływowo – blokujące:

Wartość rezystancji blokowania

50k $\Omega$

Zabezpieczenie upływowo centralno –

blokujące 42V:

Wartość rezystancji blokowania

7k $\Omega$

Zabezpieczenie kontroli ciągłości uziemienia

i temperatury:

Człon ciągłości uziemienia:

Wartość rezystancji blokowania

80 $\Omega$ ±20 $\Omega$

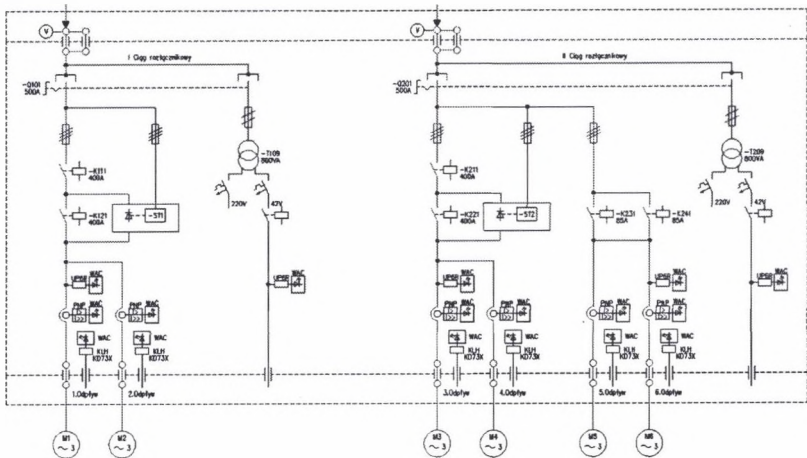
Człon termiczny:

Wartość rezystancji blokowania

13 do 14k $\Omega$

Stopień ochrony obudowy

IP 54



Rys. 3. Schemat poglądowy ROT-800/N-2

Fig. 3. ROT-800/N-2 – schematic diagram



## 5. Badania, budowa i działanie

Rozrusznik Ognioszczelny Tyrystorowy ROT-800/N-2 może pracować jako urządzenie wykorzystujące funkcję łagodnego rozruchu silników lub w stanach awaryjnych z pominięciem bloku tyrystorowego. Całe urządzenie sterowane jest poprzez sterowniki modułów tyrystorowych.

Sterownik modułów tyrystorowych składa się z trzech części:

- układ sterowania tyrystorów typu SMT-1.1,
- kontroler soft – start typu SMT-1.2,
- układ synchronizacji typu SMT-1.3.

Układy sterowania tyrystorów typu SMT-1.1 i kontrolery soft – start typu SMT-1.2 umieszczone są na uchylnej płycie sterowniczej z przodu komory głównej.

Układy synchronizacji typu SMT-1.3 umieszczone są na blokach tyrystorowych (radiatorach).

Do układu synchronizacji typu SMT-1.3 doprowadzone są poprzez bezpieczniki sygnały napięciowe z faz L1, L2, L3. Układ synchronizacji typu SMT-1.3 połączony jest z układem sterowania tyrystorów typu SMT-1.1, w którym znajdują się wzmacniacze impulsów bramkowych, które poprzez transformatory bramkowe załączają poszczególne tyrystory.

Na przedniej części obudowy układu sterowania tyrystorów typu SMT-1.1 znajdują się diody LED sygnalizujące stany pracy układu sterowania.

Kontrolery soft – start typu SMT-1.2 zawierają:

- układ mikroprocesorowy wraz z pamięcią, w której przechowywane są nastawy, oraz program,
- układ pomiarowy prądu,
- przekaźniki wykonawcze,
- zaciski do połączenia z wyświetlaczem typu WAC-1,
- złącze do podłączenia klawiatury.

Układ pomiarowy współpracuje z dwoma przekładnikami prądowymi zabudowanymi na przewodach dopływowych do styczników głównych. W przypadku przekroczenia nastawionego prądu rozruchu sterownik blokuje podawanie impulsów bramkowych na tyrystory i czeka około 1s, jeżeli prąd rozruchowy układu nie obniży się w tym czasie poniżej nastawionej wartości, to sterownik całkowicie wyłącza układ. Rozruch należy zacząć od początku. Kontrolery soft – start typu SMT-1.2 połączone są z wyświetlaczem widocznym z zewnątrz poprzez wzierniki na drzwiach. Na wyświetlaczu tym w zależności od stanu pracy sterownika wyświetlane są informacje, np.:

- soft – start gotowy do startu,
- podczas rozruchu:
  - pozostały czas w sekundach do końca rozruchu,
  - prąd w amperach płynący w układzie, itp.

Zmiany parametrów sterowników typu SMT-1.2 można dokonywać poprzez potencjometry dostępne z zewnątrz obudowy sterowników.

Badania rozrusznika były prowadzone w KD „Barbara” i w FTZU – Ostrawa – Radwanice i zakończone otrzymaniem certyfikatów: FTZU 04 ATEX 0131 – obudowa ognioszczelna, FTZU 04 ATEX 0132 – obudowa wraz z układem elektrycznym i FTZU 04 ATEX 0024X – PSI-1. Po zakończeniu cyklu badań urządzenie zostało przekazane do próbnej eksploatacji do KWK Mysłowice. Uruchomienie i początkowy okres pracy nadzorowane było przez grupę konstruktorów w miejscu zainstalowania rozrusznika. Rozrusznik obsługuje przenośnik taśmowy o długości około 1000 m. W próbnym okresie eksploatacji trwającym już 4 miesiące urządzenie pracuje bezawaryjnie ku obopólnemu zadowoleniu producenta i użytkownika.

## 6. Wnioski

Zastosowanie funkcji łagodnego rozruchu w urządzeniach zasilających silniki asynchroniczne pozwoliło na:

- zwiększenie żywotności elementów mechanicznych (przekładnie, bębny, silniki, sprzęgła),
- wydłużenie tras przenośników,
- wyeliminowanie poślizgu taśmy,
- zwiększenie bezpieczeństwa pracy (wyeliminowany efekt kołysania taśmy).

## LITERATURA

1. Zakład Elektroniki Górniczej „ZEG” SA: Rozrusznik Ognioszczelny Tyristorowy ROT-800/N-2. Opis techniczny R 415627, Tychy 2004.

## Abstract

With the aim to extend their production assortment, the Mining Electronics Factory "ZEG" SA appointed a team of designers in order to work out a case containing electric equipment and, in consequence, a device meant for soft start of asynchronous motors. In result of works, the prototype device under the brand name ROT-800/N-2 came into being. The required functions of the device can be fulfilled thanks to microprocessor controllers, microprocessor overcurrent protections and an intrinsically safe separating relay designed and executed by the designers' team. The starter was tested at the Experimental Mine "Barbra" in Mikołów as well as at the FTZU Institute in Ostrawa-Radwanice (Czech Republic) and granted such certificates as: FTZU 04 ATEX 0131 (for the explosion-proof case), FTZU 04 ATEX 0132 (for the case together with electric equipment) and FTZU 04 ATEX 0024X PSI-1. On completing the full cycle of tests the device was put into experimental operation at one of Silesian mines. The start-up and initial working period of the starter was supervised by the designers' team at its installation point. The starter co-operates with a belt conveyor (length: approx. 1000 m). During the tentative exploitation period lasting already 4 months the device works without faults to the satisfaction of both the manufacturer and the user.