

Aleksander LUTYŃSKI

PRÓBA ZASTOSOWANIA ROZRUSZNIKA TYRYSTOROWEGO W NAPĘDZIE GÓRNICZEGO PRZENOŚNIKA ZGRZEBŁOWEGO

Streszczenie. W referacie przedstawiono wyniki badań przenośnika zgrzeblowego Rybnik-80 produkcji Rybnickiej Fabryki Maszyn RYFAMA z zastosowanym wyłącznikiem rozruchowym typu OW-0142R. Badania dotyczą fazy rozruchu przenośnika nie załadowanego urobkiem. Zastosowanie w napędzie wyłącznika rozruchowego pozwoliło na porównanie warunków rozruchów łagodnego i sztywnego badanego przenośnika.

EFFORTS AIMED AT THE APPLICATION OF A THYRISTOR STARTER IN A MINE ARMOURED CONVEYOR DRIVE

Summary. A method of carrying out tests on an armoured stage loader of the Rybnik-80 type manufactured by the „RYFAMA” Machinery Factory in Rybnik, Poland, and equipped with a thyristor starter is dealt with in the paper. The thyristor starter makes it possible to control a softstart of the drive as well as to control a direct start-up.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach obserwuje się rozwój konstrukcji przenośników zgrzeblowych ścianowych oraz podścianowych, odstawiających urobek z wysoko wydajnych ścian węglowych. Rozwój konstrukcji determinowany jest w głównej mierze koncentracją wydobycia i przejawia się wzrostem wymiarów rynien przenośnika, wzrostem wymiarów, masy łańcucha oraz zgrzebeł, wzrostem prędkości łańcucha, a co za tym idzie, wzrostem mocy jednostek napędowych.

Wymienione zmiany parametrów techniczno-eksploatacyjnych wpływają w dość istotnym stopniu na warunki rozruchu bezpośredniego (sztywnego) przenośników zgrzeblowych. Roz-

ruch ten staje się cięższy. Wzrastają przyspieszenia mas będących w ruchu, a w ich wyniku naprężenia w ciągu łańcuchowym, wzrasta obciążenie elementów napędu przenośnika i innych jego zespołów, występują znaczne spadki napięć w sieci elektroenergetycznej i wysokie prądy rozruchowe. Powszechnie stosowanym w przemyśle krajowym rozwiązaniem napędu, w którym łagodzone są skutki ciężkiego rozruchu, jest napęd z silnikiem dwubiegowym. W krajach o wysoko rozwiniętym poziomie górnictwa podziemnego zauważyć można tendencje odchodzenia od takiego rozwiązania. Zastępowane jest ono rozwiązaniami, w których stosowane są silniki asynchroniczne wraz ze sprzęgłami hydrodynamicznymi na wodę z regulowanym opróżnianiem produkowane przez firmę Voith, silniki asynchroniczne z kolumnami tyrystorowymi w wykonaniu firmy Breuer-Motoren, silniki asynchroniczne sterowane prze-miennikami częstotliwości, silniki asynchroniczne z modułowymi przekładniami planetarnymi firmy Dorstener i zintegrowanym czujnikowaniem do napędu i sterowania czy też silniki asynchroniczne z przekładniami planetarnymi WB CST.

W przemyśle krajowym również poszukuje się korzystnych rozwiązań w tym zakresie. Taką próbę nowego rozwiązania stanowi wyłącznik typu OW - 0142R, będący tyrystorowym urządzeniem łagodnego rozruchu.

2. OPIS BADANYCH URZĄDZEŃ

Przeprowadzone badania uznać należy za wstępne, rozpoczynające pewną serię badań z tego zakresu. Mają one dać odpowiedź, które z proponowanych na rynku krajowym rozwiązań jest najefektywniejsze dla konkretnych warunków stosowania i lokalizacji przenośnika. Celem tych badań jest także weryfikacja opinii o możliwości stosowania w napędach przenośników zgrzeblowych rozruszników tyrystorowych

Objektem badań był przenośnik zgrzeblowy Rybnik-80 produkcji Rybnickiej Fabryki Maszyn RYFAMA w Rybniku. Przenośnik usytuowany był poziomo i pracował jako podający urobek do zbiornika w KWK Piast.

Przenośnik charakteryzował się następującymi parametrami:

- wydajność szczytowa	500 t/h,
- wydajność średnia	400 t/h,
- szerokość rynny	750 mm,
- profil rynny	E 225,

- moc napędu	1x90 kW,
- prędkość łańcucha	0,87 m/s,
- długość przenośnika	40m.

W przenośniku zastosowano przekładnię zębatą walcową typu PZP-720/3 o przełożeniu $i = 30$ i silnik asynchroniczny 2SGF 280/M-4 na napięcie 500 V o obrotach znamionowych $n_{zn} = 1480$ obr/min, prądzie znamionowym $I_{zn} = 127$ A i krotności prądu rozruchowego do znamionowego $I_r / I_{zn} = 5$ oraz sprzęgło podatne typu Sp - 55.

W badanym przenośniku Rybnik-80 zastosowano dwupasmowy łańcuch ogniowy 26x92 mm klasy C prowadzony środkowo.

Zastosowany w napędzie przenośnika wyłącznik rozruchowy typu OW - 0142R, produkcji Zakładu Aparatury APATOR w Toruniu, przeznaczony jest do silników asynchronicznych górniczych, zasilanych z trójfazowej sieci elektroenergetycznej z izolowanym punktem gwiazdowym transformatora zasilającego. Wyłącznik ten wyposażony jest w ochronę przed skutkami zwarć, przeciążeń, zaników fazy i doziemień. Wyłącznik umożliwia sterowanie zarówno rozruchem łagodnym silnika asynchronicznego, jak i rozruchem bezpośrednim.

Dane techniczne wyłącznika są następujące:

- znamionowe napięcie łączeniowe	500 V,
- prąd znamionowy ciągły	125 A,
- prąd znamionowy łączeniowy	125 A,
- szczytowy prąd tyrystorów	1,5 kA,
- czas trwania prądu ograniczenia, w funkcji jego wartości:	200 A - 60 s, 300 A - 30 s, 400 A - 10 s.
- znamionowe napięcie obwodów sterowania	24 V.

Wyłącznikiem OW - 0142R realizować można łagodny rozruch przenośnika dwoma sposobami, to jest sterując napięciem lub prądem. Parametry obu tych sposobów rozruchu opisać można następująco.

Rozruch napięciowy:

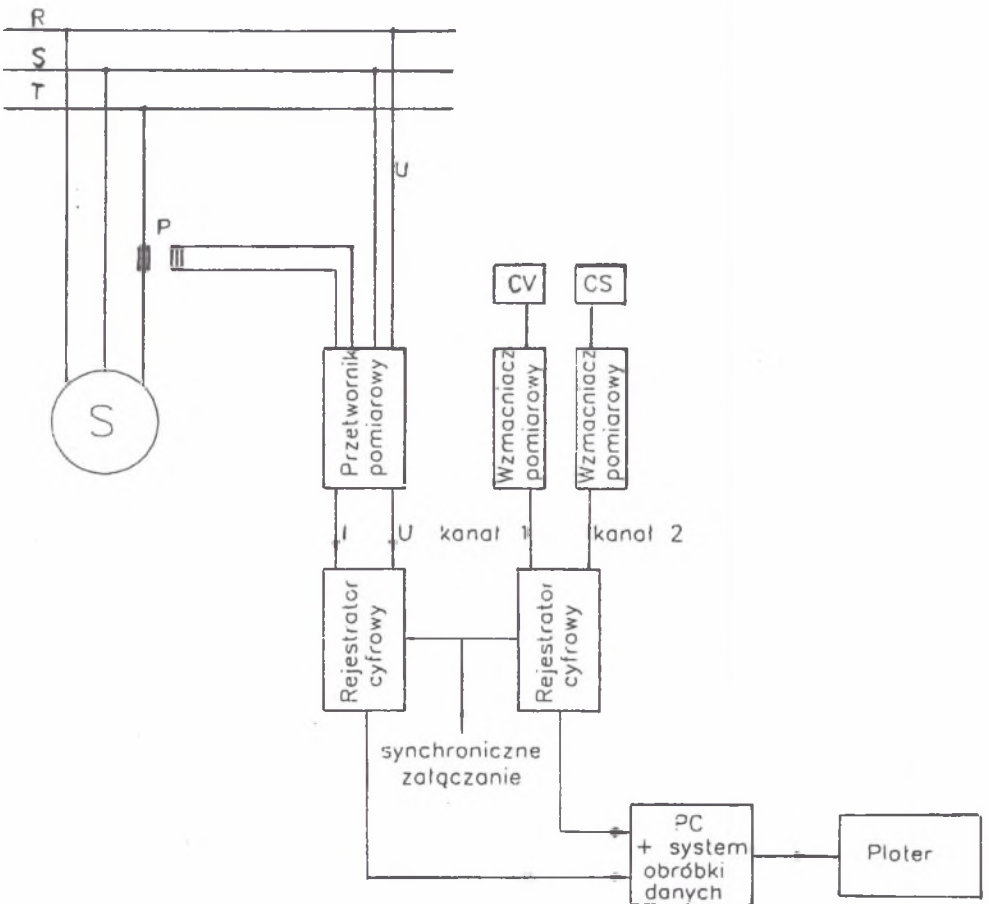
- czas narastania napięcia wyjściowego	0,5 do 60 s,
- czas opadania napięcia wyjściowego to 50% czasu narastania napięcia wyjściowego.	

Rozruch prądowy:

- gradient narastania prądu wyjściowego	10 do 1000 A/s.
---	-----------------

3. OPIS APARATURY BADAWCZEJ

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano system pomiarowy o schemacie jak na rys.1, zbudowany z układów: rejestracji i przetwarzania danych. Układ rejestracji składał się z przekładnika prądowego o przełożeniu $n = 400/5$, przetworników analogowych wielkości elektrycznych SML firmy Reader o zakresach pomiarowych: prądu - 5A, napięcia - 1 kV, rejestratorów cyfrowych typu MS2 firmy DMT oraz fotoelektrycznego czujnika prędkości obrotowej i tensometrycznego czujnika siły wraz ze wzmacniaczami. Klasa dokładności użytych do pomiarów przekładników wynosi 0,5, a przetwornika 2,5. Układ przetwarzania danych składał się z komputera klasy PC wyposażonego w system obróbki danych DIA-DAGO



Rys.1. Schemat blokowy systemu pomiarowego: P - przekładnik prądowy, S - silnik asynchroniczny, CV - fotoelektryczny czujnik prędkości, CS - tensometryczny czujnik siły, PC - komputer klasy PC

Fig. 1. Block diagram of a measuring system: P - current transformer, S - asynchronous motor, CV - photoelectric speed sensor, CS - strain gauge-type force sensor, PC - computer of PC class

firmy DMT oraz plotera pozwalającego na wydruk zarejestrowanych przebiegów, jak i wyników analizy statystycznej.

Elementy układu pomiarowego mają stopień ochrony IP65 i umożliwiają badanie wielkości elektrycznych w warunkach dołowych.

Przetwornik analogowych wielkości elektrycznych typu SML stanowi centralną jednostkę układu pomiarowego i jest uniwersalnym przetwornikiem wielkości elektrycznych zmiennych w czasie, takich jak natężenie i napięcie prądu, moc czynna, bierna i pozorna oraz początkowy kąt fazowy.

Rejestracji wybranych wielkości elektrycznych dwukanałowego rejestratora cyfrowego MS2 dokonywać można z częstotliwościami próbkowania 10, 20, 50, 100, 200, 300, 500 lub 1000 Hz. Wyboru częstotliwości próbkowania dokonuje się w zależności od potrzeby obserwacji szybkości zmian rejestrowanych wielkości i ustala przed pomiarem przy użyciu mikroprzełączników systemu MS2. W przypadku konieczności rejestrowania w jednym czasie kilku wielkości mierzonych istnieje możliwość synchronicznego zapisu maksymalnie na czterech kanałach poprzez równoległe połączenie dwóch rejestratorów typu MS2. Miało to miejsce w opisywanym przypadku wykonywanych badań.

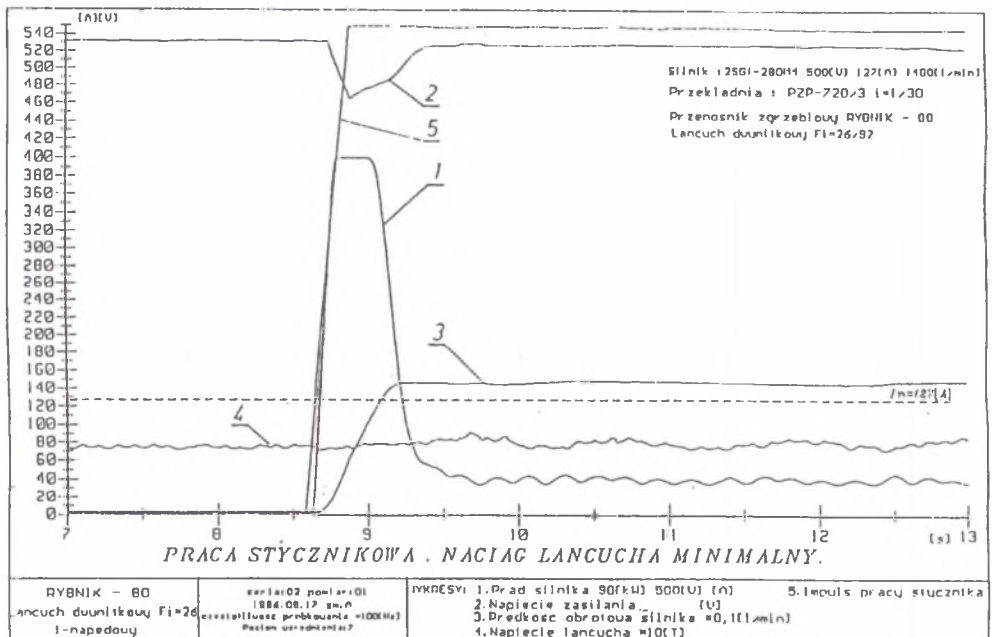
Zaletami systemu pomiarowego są:

- możliwość szybkiego określenia mierzonych wielkości,
- możliwość jednoczesnego pomiaru kilku wielkości fizykalnych charakteryzujących pracę maszyny,
- ocena pracy maszyny w warunkach rzeczywistych,
- sposób zabudowy i przeprowadzenie pomiarów nieuciążliwe dla operatorów obsługujących maszyny,
- prostota budowy i montażu oraz skuteczność działania,
- niezawodność i duża dokładność pomiarów w warunkach panujących podczas badań przemysłowych, takich jak: wibracje, temperatura, wilgotność i zapylenie,
- szeroki zakres rejestrowanej częstotliwości i możliwość dokonywania wielokrotnej transformacji czasowej zarejestrowanych przebiegów,
- możliwość przeprowadzenia szybkiej i różnorodnej analizy wyników,
- powtarzalność wyników pomiarów (współczynnik korelacji 0,8) i niewielki błąd bezwzględny toru pomiarowego, rejestracji oraz odtwarzania wyników.

4. WYBRANE WYNIKI BADAŃ I POMIARÓW

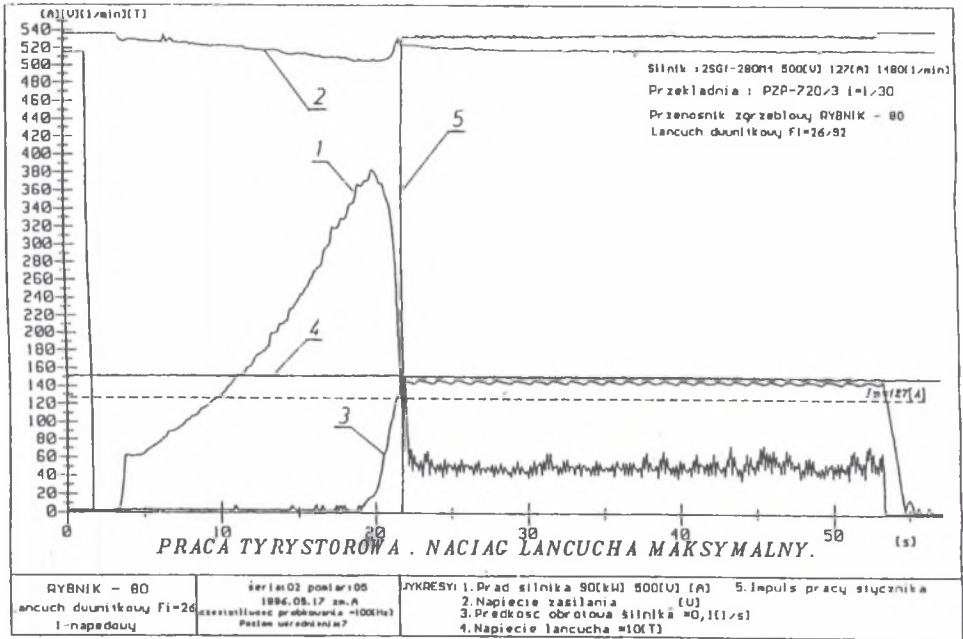
Badania przenośnika zgrzeblowego przeprowadzone zostały zgodnie z opracowanym wcześniej harmonogramem. W opisywanym etapie badania przeprowadzono dla przenośnika bez jego obciążenia nadawą. Warunki pracy przenośnika różnicowano przez zadanie dwóch różnych co do wartości sił naciągu wstępnego łańcucha zgrzeblowego. Sterowano także łagodnym rozruchem przenośnika zadając wyłącznikiem OW-0142R odpowiedni czas narastania napięcia wyjściowego lub gradient narastania prądu wyjściowego albo wykonywano rozruch bezpośredni (stycznikowy). Podczas badań rejestrowano wszystkie fazy pracy przenośnika.

Z kilkudziesięciu uzyskanych oscylogramów, przykładowo, dla zilustrowania omawianych zagadnień, zaprezentowano trzy na rys.2, 3 oraz 4. Przedstawiają one przebiegi prądu silnika, siły w łańcuchu zgrzeblowym, napięcia zasilania i prędkości obrotowej silnika w czasie rozruchów i ruchu ustalonego. Rysunki prezentują przebiegi dla rozruchu bezpośredniego oraz rozruchów łagodnych przy sterowaniu napięciem lub prądem.

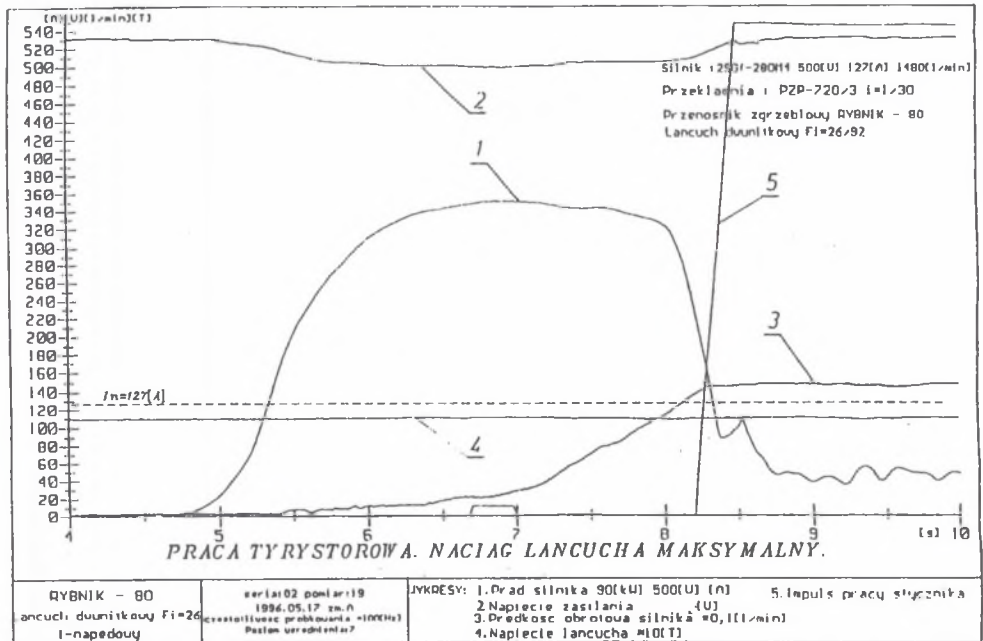


Rys. 2. Oscylogram rozruchu bezpośredniego przenośnika

Fig.2. Oscillogram of direct start-up of the conveyor



Rys.3. Oscylogram rozruchu tyrystorowego napięciowego przenośnika
 Fig.3. Oscillogram of start-up of the conveyor with a voltage - operated thyristor



Rys.4. Oscylogram rozruchu tyrystorowego prądowego przenośnika
 Fig.4. Oscillogram of start-up of the conveyor with a current-operated thyristor

W tabl.1 przedstawiono wybrane wyniki przeprowadzonej analizy pierwszego etapu badań. W tablicy tej podano wartości średnie mierzonych parametrów, w wyniku kilkakrotnie powtarzanych pomiarów, jakie uzyskano w trakcie badań jednego stanu naciągu łańcucha przenośnika i różnych nastaw wyłącznika sterującego rozruchem. Łatwo zauważyć istotne różnice w wartościach prezentowanych parametrów. W czasie łagodnego rozruchu istotnie maleją o około 50% spadki napięć w sieci elektroenergetycznej. Równie istotnie zmniejsza się maksymalny prąd rozruchu silnika. Wydłuża się, w granicach od 3- do 6-krotnie czas od momentu rozruchu silnika do osiągnięcia przez niego prędkości obrotowej ruchu ustalonego. Wynika z tego, że ciągnio łańcuchowe oraz elementy konstrukcji napędu, jak i innych zespołów przenośnika zgrzeblowego poddawane są, w tym przypadku, zdecydowanie niż-

Tablica 1

Niektóre wyniki pomiarów i badań przenośnika zgrzeblowego z wyłącznikiem OW-0142R

	Rozruch przenośnika					
	bezpośredni naciąg łańcucha		tyrystorowy naciąg łańcucha	prądowy naciąg łańcucha	tyrystorowy naciąg łańcucha	napięciowy naciąg łańcucha
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
Maksymalny spadek napięcia zasilania, %	14,0	13,6	6,8	4,6	6,2	5,2
Maksymalny prąd rozruchu, A	635	635	368	359	365	327
Czas od momentu podania napięcia na silnik do osiągnięcia przez niego prędkości obrotowej ruchu ustalonego, s	0,79	0,66	2,93	2,2	18,2	15,7
Czas od momentu podania napięcia na silnik do momentu jego rozruchu, s	0,16	0,10	0,88	0,87	15,3	12,1
Czas od momentu rozruchu silnika do osiągnięcia przez niego prędkości obrotowej ruchu ustalonego, s	0,63	0,56	2,1	1,42	2,9	3,6
Średni prąd ruchu ustalonego, A	38	36	42	32	50	35
Prąd, przy którym nastąpił rozruch silnika, A	180	160	182	163	200	185

szym obciążeniom podczas rozruchu. Zaznaczyć należy, że podane wartości czasów są średnimi spośród uzyskanych dla różnych nastaw wyłącznika. Zależności pomiędzy czasami rozruchu przenośnika a odpowiednimi nastawami wyłącznika sterującego będą przedmiotem osobnej analizy.

Podane w tablicy średnie wartości prądu dla ruchu ustalonego wykazują różnice dla różnych naciągów łańcucha. Wynika to z problemów dokonania nastawy naciągu o dokładnie zdefiniowanej wartości. I tak, wartości maksymalne naciągu wahały się w granicach od 38 do 50 kN, a wartości maksymalne od 110 do 145 kN.

5. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania przenośnika zgrzeblowego z wyłącznikiem pozwalającym na realizację łagodnego rozruchu potwierdziły zalety łagodnego rozruchu w pracy przenośników. Wykazały, że spadki napięć w sieci elektroenergetycznej są mniejsze. Mniejsze są również prądy rozruchu. W wyniku dłuższych czasów rozruchu zmniejszają się istotnie obciążenia elementów przenośnika. Obserwowane na oscylogramach realizacje ruchu silnika wskazują na łagodne narastanie momentu napędowego, a niewielkie przemieszczenia kątowe świadczą o kasowaniu luzów w łańcuchu kinematycznym napędu. W ten sposób poprawiony zostaje komfort rozruchu przenośnika. Poddany badaniom wyłącznik jest jedną z wielu możliwych propozycji zastosowań w przenośnikach zgrzeblowych urządzeń realizujących łagodny rozruch. Wydaje się ze wszech miar słuszne kontynuowanie badań w przedstawionym zakresie.

Recenzent: Dr hab.inż. Sylwester Markusik
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

An increasing concentration of hand coal extraction necessitates changes in the design of armoured face conveyors and stage loaders. The most essential changes cover increasing of

dimensions of conveyor pans, increasing of dimensions and mass of chain and flights, increasing of chain speed as well as of installed power of driving units.

The afore-named changes in technical and operational parameters bring about difficult conditions under which direct starting of conveyors takes place. They appear as an increase in stresses of a tension member, an increase in load on elements of the conveyor drives and on other units, an increase in starting acceleration, considerable voltage drops in the power network and an increase in starting current. Disadvantageous effects of hard starting of armoured conveyors are suppressed by the application of devices which introduced to the drives provide their softstart.

A method of carrying out tests on an armoured stage loader of the Rybnik-80 type manufactured by the „RYFAMA” Machinery Factory in Rybnik, Poland, and equipped with a thyristor starter is dealt with in the paper. The thyristor starter makes it possible to control a soft-start of the drive as well as to control a direct start-up.

The testing equipment used during tests and the object subjected to test are described and the obtained results are presented.