

P.2900/73

MERA

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA

APARATURA POMIAROWA

INFORMATYKA



BIULETYN

3 (133)
Rok XII 1973

KOLEGIUM REDAKCYJNE

Redaktor Naczelny: mgr Roman Sprawski
Sekretarz Redakcji: mgr Zofia Bieguszevska-Kochan
Redaktorzy działowi: mgr Bolesław Drożak
mgr inż. Andrzej Wyrzykowski
Jan Grzędzielski
Członkowie: mgr inż. Ryszard Jackowicz
mgr inż. Henryk Chyrek
mgr Czesław Pawlak
mgr inż. Ludomir Krzystolik
inż. Ludomir Kowalski

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej - 516,- zł

Instytucje państwowe i społeczne mogą zamawiać prenumeratę wyłącznie za pośrednictwem Oddziałów i Delegatur CKPiW "RUCH". Prenumeraty dla czytelników indywidualnych przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze. Można również dokonać wpłat na konto PKO nr 1-6-100020 CKPiW "RUCH", Warszawa, ul. Wronia 23

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI
I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



BIULETYN „MERA”

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA
APARATURA POMIAROWA
I N F O R M A T Y K A

Numer poświęcony
Zakładom Wytwórczym
Aparatury Precyzyjnej "Mera-Pafal"

WARSZAWA, MARZEC 1973

Spis treści

- K. Ogrodnik	Rozwój Zakładów Wytwórczych Aparatury Precyzyjnej "Mera-Pafal" w Swidnicy...	3
- Cz. Mądrzak B. Matuszewski	Rozwojowe problemy produkcji indukcyjnych liczników energii elektrycznej w aspekcie ich nowoczesności, jakości i asortymentu	7
- M. Skoczylas	Problemy elektronicznego pomiaru energii elektrycznej	10
- R. Kot	Zagadnienie zdalnego sterowania odbiornikami energii elektrycznej za pomocą sygnałów o częstotliwości akustycznej	14
- M. Kudła R. Wcisło	Regulator współczynnika mocy model RC-4	16
- F. Jung	Wybrane zagadnienia z technologii produkcji liczników energii elektrycznej	21
- A. Chrzanowski M. Jaworski	Produkcja kół zębatach z poliacetalu w "Mera-Pafal"	27
- R. Sady	Wykonywanie łącznika rdzeni na prasie "Hydomat"	31
- Z. Łuckoś J. Rozumowski	Zastosowanie transporterów taśmowych w montażu liniowym w ZWAP "Mera-Pafal" ...	34
- J. Wojciechowski	Metody kontroli i odbioru liczników energii elektrycznej	37
- M. Kudła Z. Wicher	Zagadnienie powtarzalności wskazań liczników w świetle własnych badań	43

Redakcja i Zakład Małej Poligrafii: Dział Wydawnictw Przedsiębiorstwa Automatyki Przemysłowej "Mera-Pnefal", ul. Patriotów 77, 04-950 Warszawa. Tel. 12-41-71 /Red. / i 12-41-60 /ZMP/. Zam. 95/73, R-81. Nakład 1300 egz.

ROZWÓJ ZWAP "MERA-PAFAL" W ŚWIDNICY



W Kronice Zakładu pod datą 3 października 1945 r. czytamy:

"Uruchomienie Państwowej Fabryki Liczników i Zegarów Elektrycznych w Swidnicy nie jest typowym przykładem odbudowy Zakładu, zniszczonego i wymagającego jedynie remontu i uzupełnienia. W danym wypadku objęto bowiem obiekt ogołocony kompletnie z maszyn i urządzeń, co łącznie z faktem częściowego zniszczenia budynków i dewastacji terenu pozostawionej przez działania wojenne, wymagało właściwie montażu nowej Fabryki.

Decyzja montażu Fabryki Liczników, która wyłoniła się na Zjeździe Elektryków Polskich we wrześniu 1946 roku, podyktowana była koniecznością gospodarczą. Wojna zniszczyła w Polsce doszczętnie wszystkie fabryki wytwarzające liczniki elektryczne, zaś Energetyka Polska w swym planowym rozwoju elektryfikacyjnym musiała mieć zapewnienie, że odpowiednia ilość liczników energii elektrycznej zostanie wyprodukowana, względnie - sprowadzona. Roczne zapotrzebowanie liczników na najbliższych kilka lat określone zostało na około 250.000 sztuk rocznie.

Zadanie postawione przez czynniki urzędowe - zmontowania w możliwie krótkim czasie Fabryki - było niewątpliwie trudne i wielu fachowców odnosiło się sceptycznie do przedsięwzięcia. Tym niemniej żywy przykład wykazał, że zaledwie po kilku miesiącach wyężonej pracy, zadanie zostało spełnione. "Dnia 4 października 1945 r. przystąpiono do pracy".

Ta pamiątkowa notatka z Księgi Zakładu nie oddaje atmosfery trudu, wysiłku, a niejednokrotnie wyrzeczeń ludzi, którzy podjęli działanie na rzecz wzniesienia w Swidnicy dużej nowoczesnej fabryki.

Wzrost potencjału produkcyjnego przedsiębiorstwa

Działalność inwestycyjną w ciągu minionych 27 lat podzielić można na trzy zasadnicze etapy.

I Etap /lata 1945 - 1955/ - to zagospodarowanie istniejących powierzchni, a więc instalowanie nowych maszyn.

II Etap /lata 1956 - 1961/ to mała rozbudowa, czyli wybudowanie odlewni metali kolorowych wraz z nową hartownią, i nową bakeliciarnią, powiększenie wydziału mechanicznego oraz budowa nowego budynku produkcyjnego nr 10

III Etap /lata 1962 - 1972/ to duża rozbudowa, w wyniku której Zakład otrzymał: nową centralną kotłownię, centralny magazyn; budynek rozwojowy; neutralizator ścieków galwanicznych; nową sieć energetyczną, nową podstację wysokiego i niskiego napięcia; nową kompresorownię, nowe pomieszczenie dla gospodarki transportowej; nowe oświetlenie Zakładu i ulic obok Zakładu; powiększenie terenu Zakładu o ok. 150% wraz z drogami i siecią wodno-kanalizacyjną.

Zakład został uporządkowany, znikły prawie wszystkie obiekty drewniane i łatwopalne dokonuje się przebudowy obiektów z drewnianymi dachami, wydatnie zmniejszając zagrożenie pożarowe.

Niezależnie od nowych budynków produkcyjnych technologicznych i pomocniczych oraz uzbrojenia terenu Zakład otrzymał wiele nowoczesnych maszyn i aparatów. W wyniku dużej rozbudowy Zakład otrzymał w latach 1971 - 1972 budynki produkcyjne nr 11 i 12, w których umieszczono zrekonstruowane i powiększone wydziały mechaniczne oraz montażowe z wzorcownią i malarnią elektroforetyczną. Obecnie wznoszony jest budynek produkcyjny nr 25, w którym znajdują się: wydział tworzyw sztucznych oraz odlewnia metali kolorowych, nowa stołówka wraz z zapleczem, nowe ambulatorium /Zakład Lecznictwa Zapobiegawczego/.

Rozwój produkcji przedsiębiorstwa

W pierwszym okresie rozwój produkcji przedsiębiorstwa ze względu na zupełny brak fachowców następował w bardzo trudnych warunkach. Zakład nie miał żadnych doświadczeń ani tradycji. Z biegiem lat produkcja Przedsiębiorstwa skoncentrowała się na dwóch podstawowych grupach wyrobów, tj. licznikach energii elektrycznej i wyrobach elektrotechniki motoryzacyjnej.

A oto niektóre ważne fakty i daty z historii rozwoju produkcji Przedsiębiorstwa:

Rok 1947. Rusza produkcja własna wszystkich części do liczników EFK-1.

Rok 1949. Opracowano i rozpoczęto produkcję licznika trójfazowego typu C1 oraz jednofazowego A2.

Lata 1950-1955. Następuje dalszy wzrost produkcji, przede wszystkim liczników energii elektrycznej jedno- i trójfazowych, a także zegarów elektrycznych i automatycznych wyłączników światła. Wartość produkcji potroiła się w stosunku do roku 1949.

Rok 1958. Rozpoczęto produkcję nowego licznika energii elektrycznej A3 a następnie A4.

W roku 1960. Zakład sprzedał licencję licznika A4 do Indii. Był to duży sukces młodej wówczas kadry technicznej, która zdobyte w naszym zakładzie doświadczenia przekazała pracownikom hinduskim. Dziś Zakład w Bombaju, wykorzystując naszą dokumentację, nasze urządzenia i maszyny produkuje znaczne ilości tych liczników ciesząc się dużym popytem na rynku hinduskim.

Lata 60-te były szczególnie intensywne w rozwoju konstrukcji liczników. W tym bowiem czasie uruchomiono produkcję licznika A5, którego konstrukcję opracowano całkowicie we własnym zakresie. Było to poważne osiągnięcie, gdyż mimo niewielkich doświadczeń opracowano licznik o bardzo wysokich parametrach technicznych

Licznik ten, przeciążalny pomiarowo do 500% mocy znamionowej, spełnia również podstawowe wymagania wielu znanych norm zagranicznych.

Konstrukcja ta pozwoliła na zdobycie nowych rynków zagranicznych.

Dalszym osiągnięciem stało się uruchomienie licznika trójfazowego C5, przeciążalnego do 400% mocy znamionowej. Jego walory techniczne są bardzo wysokie. Na bazie liczników A5 i C5 opracowane zostały liczniki specjalne.

W latach 1969/1970 powstały liczniki - 1 fazowe A52 i 3-fazowe C52, przeznaczone głównie na eksport do NRD i stanowiące obecnie podstawowy asortyment liczników produkowanych w "Mera-Pafal".

Drugim ważnym asortymentem naszej produkcji są wskaźniki i czujniki samochodowe. Ich produkcję rozpoczęto w 1962 r. na podstawie dokumentacji z innych zakładów. W produkcji tej obserwuje się dość znaczny postęp. Wszystkie wyroby uległy bowiem modernizacji, wprowadzono wiele ulepszeń konstrukcyjnych i technologicznych. Opracowane zostały wskaźniki pyło- i wodoszczelne.

W roku 1968 o trzymano licencję na wskaźniki i czujniki przeznaczone do samochodów FIAT,

których produkcję uruchomiono w bardzo krótkim czasie. W roku 1969 przyjęto również czujniki poziomu paliwa i temperatury wody, z przeznaczeniem dla ZSRR.

W roku 1972 w "Mera-Pafal" rozpoczęto produkcję zestawu szybkościomierza SF-67, rozpoczynając jednocześnie prace nad wdrożeniem w roku 1974 nowego typu zestawu szybkościomierza, oznaczonego symbolem 748.

Duże znaczenie w rozwoju produkcji naszego zakładu ma produkcja eksportowa. Eksport liczników rozpoczęto w roku 1952, ale jakość ich odbiegała wówczas od poziomu liczników produkowanych za granicą. Dlatego też przy zwiększających się zadaniach eksportowych, wysiłki Zakładu szły nie tylko w kierunku wykonania zadań ilościowych, ale i dostosowania ich do wymogów rynków zagranicznych. Początkowo eksportowano tylko liczniki 1-fazowe a następnie rozszerzono eksport o liczniki 3-fazowe.

W roku 1965 produkcja eksportowa "Mera-Pafal" mierzona wartością w złotych dewizowych, wzrosła 56 razy w stosunku do roku 1952, przy czym ilość wyeksportowanych liczników była 13,4 razy większa.

W "Mera-Pafal" potwierdziła się zasada, że rynek światowy jest bodźcem do podnoszenia stopnia nowoczesności i poziomu technicznego wyrobów. Chcąc sprostać warunkom narzuconym przez rynek światowy, jesteśmy zmuszeni do energicznych wysiłków na rzecz podnoszenia stopnia nowoczesności, jakości poziomu technicznego. A to zapewnia intensyfikację i efektywność gospodarowania.

Dodatkową korzyścią jest unowocześnienie całej produkcji Zakładu, dzięki czemu również nabywca krajowy otrzymuje wyrób bardziej nowoczesny i wyższej jakości. Efekty w tym zakresie można ocenić na podstawie liczb charakteryzujących nowoczesność produkcji "Mera-Pafal".

W roku 1966 tylko 25,2% wyrobów zaliczanych było do grupy A /grupa B - 74,8%/ a w roku 1970 wyroby grupy A stanowiły już 74% produkcji ocenianej /grupa B - 26%/.

Nie licząc pierwszego okresu funkcjonowania, kiedy głównym czynnikiem wzrostu produkcji były oddawane do eksploatacji nowe powierzchnie produkcyjne, podstawowym czynnikiem rozwoju przedsiębiorstwa jest wzrost wydajności pracy, wynikający z wprowadzenia na szeroką skalę postępu technicznego i intensyfikacji pracy.

Przedstawiając rozwój "Mera-Pafal" trudno porównywać stan aktualny z pierwszymi latami pracy Zakładu dlatego też celowe wydaje się zilustrowanie tego zagadnienia w procentach w stosunku do roku 1960.

Zestawienie to niewątpliwie świadczy o utrzymaniu wysokiej dynamiki rozwoju przedsiębiorstwa przy zachowaniu prawidłowych podstawowych proporcji ekonomicznych. Istotny wpływ na całokształt ekonomiki przedsiębiorstwa miało utworzenie Zakładu Doświadczalnego, który stał się "laboratorium postępu technicznego". W krótkim okresie Zakład Doświadczalny wykonał szereg aparatów kontrolno-pomiarowych do badania i sprawdzania wyrobów oraz urządzeń specjalnych do modernizacji technologii.

W roku 1972 - zgodnie z Zarządzeniem nr 45/72 Naczelnego Dyrektora ZPAiAP "Mera" - rozszerzono zakres działania Zakładu Doświadczalnego "Mera-Pafal". Dodatkowym zadaniem ZD jest przede wszystkim opracowywanie, doświadczalne sprawdzanie i wdrażanie w zakresie produkcji aparatury pomiarowej, elektrycznej, mechanicznej oraz elementów pneumatyki /nowych technologii montażu, zmechanizowanych stanowisk i linii montażowych, zautomatyzowanych stanowisk obróbczych, przyrządów pracujących i montażowych na bazie elementów pneumatyki/ w przedsiębiorstwach zgrupowanych w ZPIAP "Mera"

Lp.	Wyszczególnienie	1960	1965	1970	1972	1975
1	2	3	4	5	6	7
1.	Produkcja globalna	100,0	188,2	384,5	573,6	697,8
2.	Zatrudnienie ogółem	100,0	104,0	134,8	161,9	167,0
	w tym:					
	- robotnicy gr. przemysł.	100,0	107,9	137,1	170,1	173,1
	- pracown. inż. - techn.	100,0	106,0	151,3	158,2	178,9
3.	Eksport wg cen dewiz.	100,0	60,0	1421,3	2140,8	2793,0
4.	Wydajność pracy na 1 zatrudn.	100,0	180,0	284,9	354,2	417,8
5.	Srednie płace na 1 zatrudnionego	100,0	118,5	136,0	143,4	159,1
6.	Zmianowość pracy robotn. bezp. -prod.	1,50	1,59	1,68	1,75	1,80

Wraz z ogólnym rozwojem przedsiębiorstwa, opanowywaniem nowych konstrukcji i technologii systematycznie rosła liczba zatrudnionych. Źródłem naboru wykwalifikowanych pracowników są przede wszystkim: Przyzakładowa Szkoła Zawodowa, system stypendiów fundowanych oraz dokształcanie pracowników w trybie wieczorowym i zaocznym w technikach i wyższych uczelniach.

Realizacja podstawowych zadań produkcyjno-ekonomicznych "Mera-Pafal" zawsze szła w parze z systematyczną poprawą warunków socjalno-bytowych załogi w miejscu pracy i w czasie wolnym po pracy. Cennym osiągnięciem w tej dziedzinie jest posiadanie od wielu lat dużego Zakładowego Ośrodka Wczasowego w Kołobrzegu składającego się z 3 pawilonów mieszkalnych, w których na jednym 14-dniowym turnusie przebywać może 250 pracowników naszego Zakładu wraz z rodzinami.

Należy dodać, że w sezonie letnim w okresie szczytu przypadającego od maja do połowy września w Ośrodku w Kołobrzegu przebywa łącznie ok. 1 900 osób. Liczba ta pozwala zorientować się jaki wysoki procent pracowników Zakładu korzysta w okresie sezonu z tej formy wypoczynku.

Oprócz tego w malowniczo położonej leśnej miejscowości nad jeziorem Olejnica Zakład posiada już od 4 lat drugi Ośrodek Wypoczynkowy, z którego może jednorazowo korzystać 60 osób.

Wolny czas po pracy pracownicy przedsiębiorstwa wykorzystują czynnie w Zakładowym Domu Kultury, w bibliotece zakładowej posiadającej 13-tysięczny księgozbiór, w Kole Łowieckim, Wędkarskim itp.

Zakład prowadzi również inne agendy socjalne jak żłobek, przedszkole, świetlicę dziecięcą, stołówkę, hotel robotniczy.

Pracownicy Zakładu mogą na miejscu korzystać z opieki lekarskiej w Zakładowej Przychodni Zdrowia.

Poważnym problemem, pomimo uruchomienia budownictwa domków jednorodzinnych, pozostaje kwestia mieszkań dla ciągle wzrastającej załogi przedsiębiorstwa.

Przedstawione w tabeli dane dotyczące perspektyw rozwojowych przedsiębiorstwa do roku 1975 wskazują, że również w roku 1973 oraz w latach przyszłych nastąpi dalszy wzrost produkcji "Mera-Pafal" wynikający z konieczności zaspokojenia potrzeb energetyki krajowej, przemysłu motoryzacyjnego i ciągle wzrastającego eksportu.

/// /// ///

mgr inż. Czesław Mądrzak
mgr inż. Bolesław Matuszewski
ZWAP "Mera-Pafal" - Swidnica

ROZWOJOWE PROBLEMY PRODUKCJI INDUKCYJNYCH LICZNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ W ASPEKTCIE ICH NOWOCZESNOŚCI JAKOŚCI I ASORTYMENTU

Obserwowany w świecie postęp w technice licznikowej dotyczy trzech zasadniczych kierunków, a mianowicie: wzrostu przeciążalności pomiarowej, poprawy własności metrologicznych oraz wydłużenia okresów niezawodnej pracy licznika.

Ciągły rozwój różnego rodzaju urządzeń i aparatów elektrycznych, stosowanych zarówno w gospodarstwach indywidualnych jak i przemyśle, powoduje nie tylko ogólny wzrost zużycia energii przez poszczególnych odbiorców, ale znacznie rozszerza zakres zmian obciążenia w ciągu doby. Stąd też dla zagwarantowania najbardziej rzetelnego pomiaru energii, zarówno przy niskich jak i bardzo wysokich obciążeniach, muszą być stosowane liczniki pomiarowo-przeciążalne, tzn. wskazujące względnie dokładnie w szerokim zakresie obciążenia. Tylko w takich przypadkach zarówno energetyka jak i poszczególni odbiorcy będą ponosili minimalne straty finansowe. Przeciążalność pomiarowa liczników produkowanych przez znane firmy zagraniczne ustaliła się w granicach 400 i 600% prądu znamionowego. Są to w zasadzie optymalne granice przeciążalności i nie należy się spodziewać dalszego wzrostu, ponieważ obejmują one górne wartości dopuszczalnych mocy zainstalowanych. Dalszy wzrost poboru energii wymagałby wymiany instalacji zasilających, co ze względów ekonomicznych jest chyba nieopłacalne. W takich przypadkach bardziej korzystnym jest stosowanie zasilania trójfazowego lub wprowadzanie pośrednich pomiarów energii.

Drugim kierunkiem rozwojowym jest poprawa własności metrologicznych. Wyraża się ona nie tylko w zwiększaniu dokładności pomiaru w szerokim zakresie obciążenia, ale również w zmniejszeniu uchybów dodatkowych wynikających z wpływu zmian napięcia, częstotliwości, temperatury itp. Jest to wynikiem osiągnięć technicznych w innych gałęziach

techniki /nowe i lepsze materiały, nowa technologia/, przy czym względy konstrukcyjne odgrywają tu decydującą rolę. Tę poprawę właściwości metrologicznych liczników potwierdzają coraz ostrzejsze wymagania stawiane licznikom przez poszczególne normy światowe.

Trzecim kierunkiem rozwojowym jest zwiększanie żywotności i niezawodności działania. Ten kierunek jest szczególnie istotny dla energetyki, ponieważ im dłużej licznik będzie pracował bez konieczności naprawy, tym mniejsze będą koszty eksploatacyjne. Przy wielu milionach zainstalowanych liczników, każde - nawet nieznaczne - wyłączenie okresu niezawodnej pracy przynosi poważne oszczędności ekonomiczne. Z drugiej strony, poprawny pomiar zużywanej energii w okresie eksploatacji licznika przynosi poszczególnym odbiorcom korzyści, ponieważ tylko w takich przypadkach mogą być zagwarantowane rzetelne opłaty za rzeczywiste zużycie pobranej energii.

Jak na tle tych głównych tendencji rozwojowych liczników przedstawia się produkcja naszych liczników?

Definitywnie wycofane zostały z produkcji liczniki A4, C3, B3. Wynikło to z ich przestarzałej i niedoskonałej konstrukcji /klasa 3/ oraz unifikacji produkcji.

Niedawno wprowadzono do produkcji liczniki podstawowe A52, C52, B52, które będą produkowane w najbliższych latach. W zakresie przeciążalności dorównują one licznikom poprzednim A5 i C5, a znacznie przewyższają pod tym względem liczniki A4 i C3. Nie podwyższono tego parametru ponad granice występujące w licznikach A5 i C5, ponieważ uważamy, że przeciążalność 400 lub 500% jest zupełnie wystarczająca w naszych warunkach, przynajmniej jeszcze na najbliższe lata.

W licznikach tych uzyskano istotny postęp w zakresie poprawy własności metrologicznych

oraz niezawodności działania dzięki wprowadzeniu szeregu zmian konstrukcyjnych i technologicznych.

Stosowany w licznikach A5 i C5 bocznik magnetyczny ze względu na tolerancje wykonawcze i niepewtarzalność jego mocowania powodował uzyskiwanie bardzo różnorodnych przebiegów krzywych uchybów, czego wynikiem był duży odpad podczas wzorcowania i trudności uzyskania uchybów w klasie 2. Opadająca na ogół krzywa uchybów przy małych obciążeniach stwarzała duże trudności w zapewnieniu rozruchu i biegu napięciowego. Zmiana boczników i ich mocowania wprowadzona do liczników A52, C52, B52 usunęły te zasadnicze mankamenty.

Wprowadzenie specjalnej kompensacji napięciowej spowodowało obniżenie uchybu dodatkowego od zmian napięcia sieci. Dzięki temu liczniki spełniają w sposób pewny wymagania norm w tym zakresie, co nie zawsze gwarantowały liczniki A5 czy C5.

Zmiana przekroju uzwojenia cewki napięciowej oraz odpowiednie dobranie kształtu i rodzaju stopu termomagnetycznego wpłynęły na obniżenie współczynnika temperaturowego.

W licznikach C52 i B52 odwrócono połączenie systemu fazy T oraz wprowadzono specjalną regulację, co w zasadniczy sposób wpłynęło na zmniejszenie wpływu kolejności faz. Liczniki C52 i B52 spełniają w tym zakresie wymagania najostrejszych norm TGL lub VDE, określających ten wpływ już od 10% obciążenia, czego nie można było osiągnąć w licznikach C3 lub B3, a nawet C5 i B5.

O poprawie właściwości metrologicznych liczników B52 i C52 świadczą zestawione w tabeli 1 podstawowe parametry.

Ze zmian wpływających na przedłużenie niezawodności należy wymienić wprowadzenie łożyska dwukamieniowego do licznika A52, co przy równoczesnym zastosowaniu nowej technologii mycia elementów trących i montażu łożysk, znacznie zmniejszyło moment tarcia. Równocześnie uzgodnione zostały z dostawcą bardzo ostre warunki na kamienie łożyskowe gwarantujące wysoką ich jakość

Zastosowanie "rękawów" termoskurczliwych na cewki napięciowe, nowego tworzywa na korpusy cewek, uszczelki skrzynek zaciskowych z materiału termoplastycznego oraz zmiana ich konstrukcji, umocniło znacznie izolację elementów wiodących prąd, w wyniku czego liczniki uodpornione zostały na napięcie udarowe rzędu 8 kV.

Do liczników trójfazowych wprowadzono, a do jednofazowych zostaną wprowadzone w najbliższym czasie nowe liczydła siedmiobębnowe, w których zastosowano koła zębate z tworzywa, zmniejszono średnicę osiek, zastosowano tulejki łożyskowe z tworzywa, wyeliminowano smarowanie. Wszystko to spowodowało zmianę obniżenia momentu tarcia, czyli zmniejszenie jego zmienności, a zatem wzrost stabilności wskazań. Ponadto liczydła te mają większą pojemność, a więc powstaje możliwość wydłużenia okresów międzyodczytowych, co oczywiście przyniesie energetyce korzyści ekonomiczne.

Tabela 1

Lp.	Dane techniczne	Liczniki jednofazowe			Liczniki trójfazowe		
		A4	A5	A52	C3	C5	C52
1.	Klasa dokładności	3	2	2	3	2	2
2.	Rozruch	0,75%	0,75%	0,5%	0,75%	0,75%	0,5%
3.	Współczynnik temperaturowy przy						
	cos fi = 1	0,12%/1°C	0,1%/1°C	0,07%/1°C	0,12%/1°C	0,1%/1°C	0,07%/1°C
	cos fi = 0,5	0,15%/1°C	0,12%/1°C	0,1%/1°C	0,15%/1°C	0,12%/1°C	0,1%/1°C
4.	Wpływ częstotliwości						
	przy cos fi = 1	1,5%	1,2%	0,8%	1,5%	1,2%	0,8%
	cos fi = 0,5	2,0%	1,7%	1,2%	2,0%	1,7%	1,2%
5.	Wpływ napięcia	1,2%	1,0%	0,8%	1,2%	1,0%	0,8%
6.	Wpływ kolejności faz	nie dotyczy			nie spełniały żadnej normy	zgodne z normą CEI tj. 50%In do Imax	zgodne z normą TGL i VDE tj. od 10%In do Imax

Wprowadzone nowe uszczelki skrzynek zaciskowych zabezpieczyły wnętrza liczników przed przenikaniem pyłu, co w znacznym stopniu zapobiega szybkiemu zużyciu się elementów trących.

Wprowadzany nowy magnes z materiału Alnico 400 uodpornił liczniki na obce pola magnetyczne.

Wszystkie te zmiany wykazują dążność Przedsiębiorstwa do poprawy jakości liczników, zgodnie z ogólnymi kierunkami rozwoju techniki licznikowej. Zmiany te, pozornie były nieznaczne, ale ich wprowadzenie wymagało nieraz długotrwałych oraz pracochłonnych studiów i badań.

Z produkowanych przez nas liczników specjalnych, opartych na licznikach A52, C52 i B52 należy wymienić:

- liczniki transformatorowe - ze względu na przeciążalność pomiarową współpracujących przekładników prądowych wynoszącą 120% ograniczono również przeciążalność liczników do 200%, przesuując odpowiednio zakres pracy, dzięki czemu pracują one bardziej pewnie i stabilnie przy małych obciążeniach. Ponadto wprowadzono do produkcji liczniki 1A oraz trójfazowe na napięcie 58/100 V.

- Liczniki dwutaryfowe - produkowane są od szeregu lat. Przewiduje się zmianę łożyskowania przekaźników dla wyeliminowania występującego niekiedy brzęczenia. Ponadto opracowywane jest całkiem nowe liczydło, w którym przewiduje się wprowadzenie kół zębatych i mechanizmu różnicowego z tworzywa, zmniejszenie średnicy osiek, wprowadzenie tulejek łożyskowych, nowego przekaźnika itp. Zmiany te wpłyną na znaczną poprawę jakości, przede wszystkim wskutek zmniejszenia momentu tarcia.

- Liczniki z hamowaniem w sferycznym - opracowane zostało nowe hamowidełko, wykazujące bardzo dobre i pewne działanie.

- Liczniki ze wskaźnikiem mocy maksymalnej - wprowadzony został nowy wskaźnik, bardziej pewnie działający. Wadą tych liczników w pewnym sensie jest ich przeciążalność tylko o 200%. Zmniejszono ją jednak celowo dla uzyskania większej dokładności odczytu. Ponadto Zakład czyni starania zastosowania w tych licznikach nowego silniczka, co powinno wpłynąć na dalsze zwiększenie ich jakości.

Uruchomiona została również produkcja jednofazowych liczników i wskaźników specjalnych:

- liczników transformatorowych A52,
- wskaźników kWh do sieci trójprzewodowej B52as,
- wskaźników kWh do sieci czteroprzewodowej C52as.

W pierwszym przypadku chodzi o półpośredni lub pośredni pomiar energii w układach jednofazowych. Wykonywane one są na 100 i 220 V oraz 1 i 5 A.

Następne pozycje dotyczą wskaźników do orientacyjnego pomiaru energii w sieciach trójfazowych trój- lub czteroprzewodowych. Są wykonywane na napięcia 100, 220, 380, 500 V bądź 58/100, 127/220, 220/380, 290/500V oraz prądy 1 i 5A.

Przedstawiony wyżej asortyment produkowanych obecnie liczników zaspokaja wprawdzie dotychczasowe potrzeby, ale zdajemy sobie sprawę, że należałoby go jeszcze bardziej rozszerzyć i unowocześnić.

Na szeroką skalę wprowadzono w naszym Przedsiębiorstwie prace nad nowymi licznikami podstawowymi, zarówno jedno- jak i trójfazowymi. Mimo, że obecnie produkowane liczniki spełniają wymagania podstawowych norm licznikowych, to jednak dąży się do ich dalszej poprawy. Producenci zagraniczni unowocześniają ciągle swą produkcję. Nie możemy zatem pozostać w tyle. Nowe liczniki A65 i C65 przewyższają w znacznym stopniu obecnie produkowane. Wykonane badania prototypów liczników jednofazowych oraz modeli trójfazowych potwierdzają ich wysoką jakość. Uzyskano znacznie lepsze parametry, z których należy wymienić:

- Przeciążalność 600%
- Klasa dokładności 2
- Wpływ napięcia 0,7%
- Wpływ częstotliwości przy $\cos \phi = 1$ - 0,7%
przy $\cos \phi = 0,5$ - 1,2%
- Współczynnik temperaturowy przy $\cos \phi = 1$
- 0,05%/1°C
przy $\cos \phi = 0,5$ - 0,07%/1°C
- Rozruch 0,4%
- Wytrzymałość udarowa 8 kV

W licznikach tych zmieniono regulację małych obciążeń na śrubową, a w regulacji magnesem wyeliminowano całkowicie występujący ruch jałowy. Ułatwi to proces wzorcowania.

W licznikach trójfazowych duży wysiłek włożono m. in. w zmniejszenie wymiarów gabarytowych i ciężaru. Te wielkości obecnych liczników są dość znaczne i odbiegają od szeregu liczników zagranicznych.

Wprowadzony ostatnio do liczników C52e nowy wskaźnik maksymalny przewyższa jakością dawniej produkowany. Nie jest on jednak jeszcze doskonały. Ponadto mając na uwadze fakt, że pomiar mocy maksymalnej zrobił ostatnio duże postępy, Zakład czyni starania o uruchomienie produkcji liczników maksymalnych z liczydłem kumulującym.

Będzie również uruchamiana produkcja liczników taryfowych których liczydło oparte będzie na uruchomionych liczydłach o zmniejszonym momencie tarcia, a więc na

najbardziej nowoczesnym rozwiązaniu. Ich jakość zatem powinna być stosunkowo wysoka.

Wielokrotnie do Zakładu zgłaszano zapytania o liczniki zdalne i sumujące. Do niedawna w "Mera-Pafal" uważano, że ze względu na bardzo niewielkie potrzeby energetyki z jednej strony, oraz duże koszty i trudności z drugiej strony, uruchomienie produkcji byłoby nieopłacalne. Wyroby są bardzo skomplikowane i technologicznie trudne. Próby uruchomienia produkcji takich zestawów przez inne firmy w krajach socjalistycznych bądź nie zdały egza-

minu bądź też jakość wyrobów jest bardzo niska.

Nie zrażając się tymi przeciwnościami Przedsiębiorstwo zleciło ostatnio Instytutowi Elektrotechniki opracowanie tego rodzaju zestawów w oparciu o układy elektroniczne.

Ostateczna decyzja o celowości uruchomienia produkcji podjęta zostanie po dokonaniu oceny tego opracowania z uwzględnieniem do datkowych czynników np. pracochłonności przepustowości, kosztów inwestycji, wyników prób eksploatacyjnych itp.

m m m

mgr inż. Marlan Skoczylas
ZWAP "Mera-Pafal" Swidnica

PROBLEMY ELEKTRONICZNEGO POMIARU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

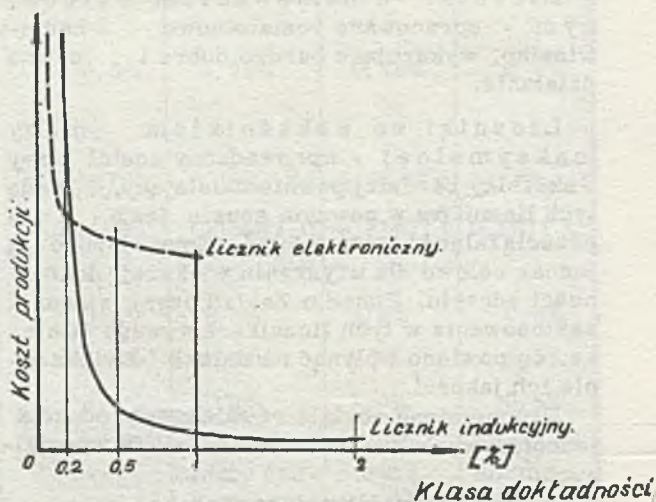
1. W s t ę p

W sieciach energetycznych o dużej mocy pobieranej zachodzi konieczność dokładnego pomiaru energii elektrycznej. Dotychczas tego rodzaju pomiary realizowano przy zastosowaniu przekładników o wysokiej dokładności oraz liczników indukcyjnych kl. 0,5. Istnieje jednak konieczność dalszego zwiększenia dokładności pomiaru energii, co najlepiej zilustruje przykład: jeżeli w miejscu pomiaru energii występuje moc 200 MW, to zwiększenie dokładności pomiaru o 0,1% pozwoli na uniknięcie błędu w rozliczeniu miesięcznym energii wartości 144 000 kWh.

Z istoty działania liczników indukcyjnych wynika bariera ich dokładności /elementy wirujące/. Dotychczas w wykonaniach specjalnych liczników indukcyjnych udało się osiągnąć dokładności 0,2% i to w małym przedziale zmian wielkości wpływających /obciążenie, napięcie, częstotliwość, temperatura/. Są to jednak konstrukcje bardzo drogie.

W ostatnim okresie coraz częściej pojawiają się informacje o rozwiązaniach konstrukcyjnych liczników energii elektrycznej nie zawierających elementów ruchomych. Są one budowane z wykorzystaniem półprzewodników. Ciekawe jest porównanie cen tych liczników z licznikami indukcyjnymi. Na rys. 1,

licznik indukcyjny klasy 0,2 jest już obecnie półtora raza droższy niż licznik elektroniczny. Wziąwszy pod uwagę fakt stałego obniżenia ceny na elementy półprzewodnikowe należy się spodziewać iż cena liczników elektronicznych kl. 0,5 będzie w niedługim czasie również porównywalna z ceną liczników indukcyjnych tej klasy.



Rys. 1. Porównanie kosztów licznika indukcyjnego i elektronicznego

2. Zasada działania elektronicznego licznika energii elektrycznej

2.1. Wiadomości ogólne

Energia elektryczna W scharakteryzowana jest przez całkę z iloczynu wartości chwilowych napięcia i prądu. /1/

$$W = \int U/t \cdot I/t dt$$

Przy założeniu sinusoidalnego charakteru obu tych wielkości, tzn.:

$$\text{prądu } I/t = \hat{I} \sin \omega t \quad /2/$$

$$\text{i napięcia } U/t = \hat{U} \sin \omega t + \varphi / \quad /3/$$

wartość chwilowa mocy wynosząc będzie

$$P = U/t \cdot I/t = \frac{\hat{U} \cdot \hat{I}}{2} [\cos \varphi - \cos /2\omega t + \varphi/]$$

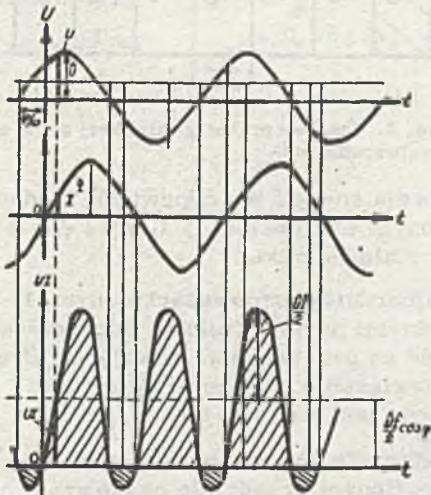
Wyrażenie to ma dwa składniki, z których jeden jest składową zmienną o podwójnej częstotliwości

$$- \frac{\hat{U} \cdot \hat{I}}{2} \cos /2\omega t + \varphi/ \quad /5/$$

natomiast drugi

$$P_{cz} = \frac{\hat{U} \cdot \hat{I}}{2} \cos \varphi \quad /6/$$

jest składową stałą, proporcjonalną do mocy czynnej. Graficzny obraz iloczynu przedstawiony jest na rys. 2.

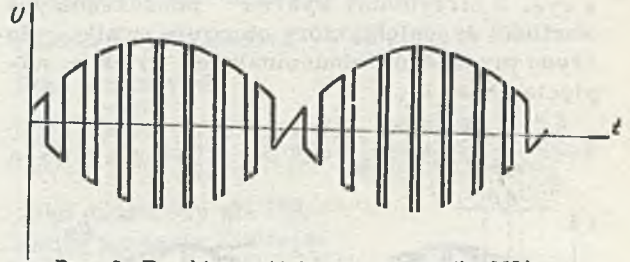


Rys. 2. Graficzne przedstawienie iloczynu $U \cdot I$

2.2. Przetwornik wejściowy

Praktyczną realizację wyrażenia /4/ można uzyskać kilkoma różnymi sposobami, z których najbardziej znany wykorzystuje właściwości mnożące hallotrona. Trudna technologia oraz zbyt mała dokładność hallotronu ogranicza jednak stosowanie tego sposobu przy bardzo dokładnym pomiarze energii. Znacznie dokładniejszy jest przetwornik wykorzystujący modulację szerokości impulsu i amplitudy /Mark - Space - Amplituden - Multiplikator, nazywany dalej Przetwornikiem MSA/.

Zasadę działania takiego przetwornika można wyjaśnić na podstawie analizy jego przebiegu wyjściowego, pokazanego na rys. 3.



Rys. 3. Przebieg wejściowy przetwornika MSA

Pierwsza faza pracy przetwornika polega na modulacji szerokości impulsu przebiegu prostokątnego uzyskiwanego z multiwibratora ostabilnego. Przebiegiem modulującym jest napięcie sinusoidalne proporcjonalne do napięcia obciążenia. Zmodulowany w ten sposób przebieg podany jest do drugiej części przetwornika, w której następuje modulacja amplitudy. Zasadniczym założeniem prawidłowej pracy przetwornika jest stosunek częstotliwości

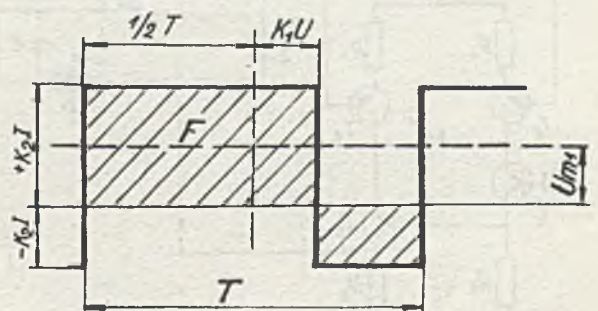
t_G - częstotliwość przebiegu prostokątnego

t_S - częstotliwość sieci energetycznej przebiegu modulującego/

$$\frac{t_G}{t_S}$$

który powinien wynosić około 100.

Ponieważ częstotliwość przebiegu prostokątnego jest znacznie większa od częstotliwości sieci energetycznej, można przyjąć, że wyznik przebiegu wyjściowego przetwornika MSA pokazanego na rys. 3 ma kształt prostokątny o różnym wypełnieniu i różnej amplitudzie w dowolnej chwili okresu sinusoidalnego.



Rys. 4.

Z powyższego rysunku wynika, że amplituda jest wprost proporcjonalna do chwilowej wartości prądu płynącego w obciążeniu, natomiast wypełnienie impulsu - wprost proporcjonalne do wartości chwilowej napięcia obciążenia. Stąd wynika, że wartość średnia U_{m1} w danej chwili na wyjściu przetwornika:

$$U_{m1} = \frac{F_1 - F_2}{T} = \frac{2k_1 \cdot k_2}{T} UI = kUI \quad /7/$$

jest wprost proporcjonalna do chwilowej wartości mocy.

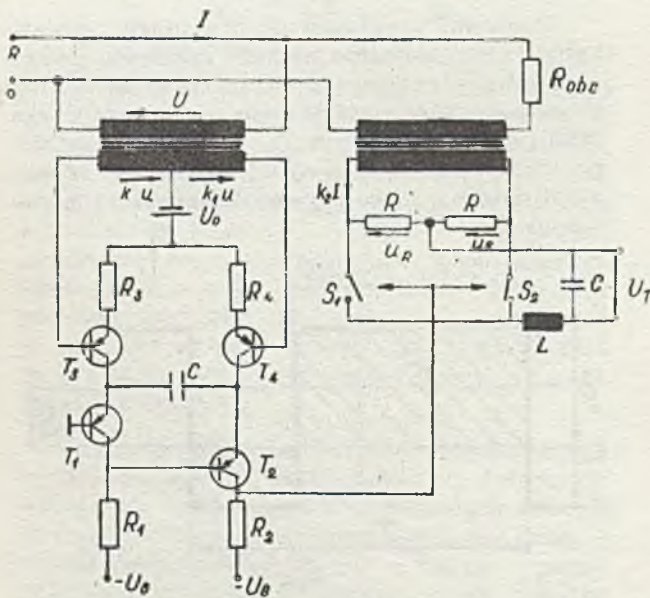
Rozpatrując kolejne wycinki przebiegu z rys. 3 otrzymany wykres poszczególnych wartości średnich, który obrazuje wynik iloczynu przebiegów sinusoidalnych prądu i napięcia /rys. 5/.



Rys. 5. Wyjściowy przebieg z przetwornika o "modulacji przestrzenno-amplitudowej"

Składowa stała U_T tego przebiegu jest proporcjonalna do mocy czynnej. Po odfiltrowaniu składowej zmiennej przebiegu, składowa stała U_T podana jest na przetwornik napięcie-częstotliwość.

Ogólnie schemat przetwornika MSA przedstawiony jest na rys. 6.



Rys. 6. Schemat ideowy przetwornika MSA

2.3. Przetwornik napięcie-częstotliwość

Na rys. 7 przedstawiony jest wykres składowej stałej U_T uzyskanej na wyjściu przetwornika MSA.

Po podzieleniu całkowitego czasu pomiaru energii elektrycznej na odpowiednie, równe odcinki czasowe τ , można przyjąć, że wartości składowej stałej w każdym z tych odcinków jest niezmienną. Podział taki uzyskuje się na przetworniku napięcie \rightarrow częstotliwość.

Mozna więc stwierdzić, że każdemu odcinkowi czasowemu podporządkowana jest odpowiednia wartość energii.

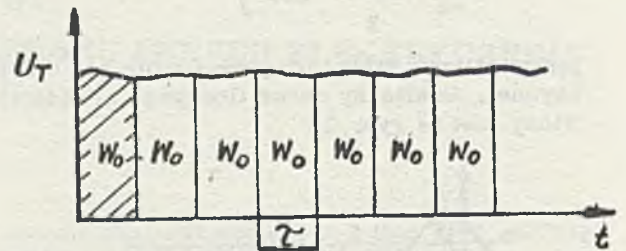
$$W_o = \int_0^{\tau} U_T dt \quad /8/$$

$$W_o = U_T \tau \quad /9/$$

Stąd wynika, że

$$f = \frac{1}{\tau} = \frac{U_T}{W_o} \quad /10/$$

Częstotliwość impulsów czasowych jest wprost proporcjonalna do U_T a tym samym i do iloczynu UI.



Rys. 7. Czasowy przebieg składowej stałej na wyjściu przetwornika MSA

Porcja energii W odpowiada odpowiednio ustalonym wartościom I , U oraz $\cos \varphi$ i stanowi stałą licznika.

Najbardziej rozpowszechnionymi i bardzo dokładnymi przetwornikami napięcie-częstotliwość są przetworniki całkujące. Przykładowe rozwiązanie takiego przetwornika przedstawione jest na rys. 8.

Całkowitą energię zmierzoną przez licznik w określonym przedziale czasowym, uzyskuje się w wyniku pomnożenia zliczonej ilości impulsów o częstotliwości f przez stałą licznika.

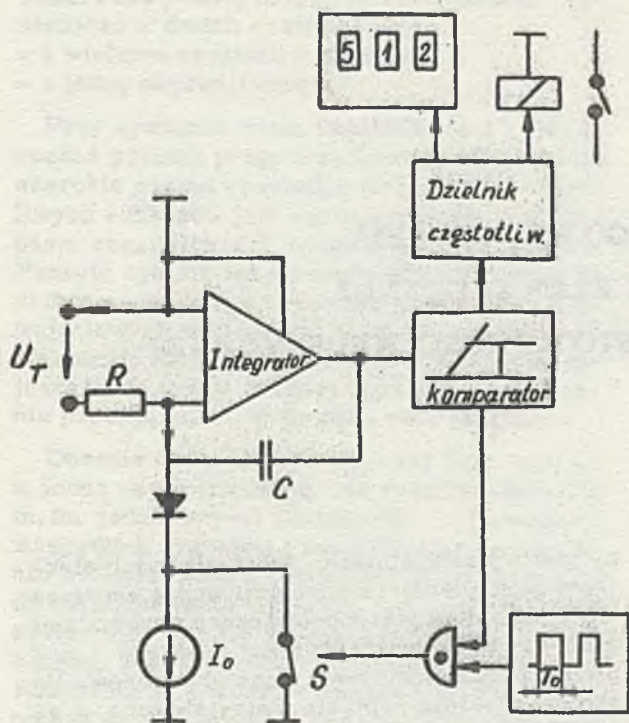
$$W = W_o \cdot N \quad W_o - \text{stała licznika}$$

$$N - \text{ilość zliczonych impulsów}$$

3. Uwagi końcowe

Przodujące firmy produkujące liczniki już obecnie w swoim asortymencie produkcji mają liczniki elektroniczne. Charakteryzują się one dużą dokładnością i małym wpływem parametrów zewnętrznych. Poniżej podane są

parametry licznika elektronicznego firmy Landis i Gyr.



Rys. 8. Przetwornik napięcie → częstotliwość

Prąd nominalny - $I_N = 1A$ lub $5A$
 Zakres prądowy - $0,05 \dots 2,0 I_N$

Napięcie nominalne

$$U_N = 100/\sqrt{3} \text{ lub } 200/\sqrt{3}$$

Zakres napięciowy - $0,9 \dots 1,1 U_N$

Częstotliwość nominalna - 50 Hz

Zakres częstotliwości - $45 \dots 66$ Hz

Błąd podstawowy

0,2% dla $0,1 I_N < I < 2,0 I_N$ przy $\cos \varphi = 1$
 0,3% dla $0,2 I_N < I < 2,0 I_N$ przy $\cos \varphi = 0,5$

Błąd dodatkowy dla 10%
 zmian napięcia zasilającego

$\pm 0,1\%/10\%$ przy $\cos \varphi = 1$
 $\pm 0,2\%/10\%$ przy $\cos \varphi = 0,5$

Wpływ częstotliwości
 w zakresie $45 \dots 65$ Hz - $\pm 0,1\%$ dla 45 f 65 Hz

Wpływ temperatury
 $\pm 0,02\%/1^\circ C$ przy $-5^\circ C \dots +45^\circ C$

W Zakładach Wytwórczych Aparatury
 Precyzyjnej "Mera-Pafal" prowadzone są
 również prace badawcze nad konstrukcją elek-
 tronicznego licznika energii. Obecny stan
 prac można określić jako studialny. Wykonany
 został model funkcjonalny licznika, a obecnie
 trwają prace nad modelem konstrukcyjnym.
 Równoległe do prac Zakładu prowadzone są
 również prace nad licznikiem elektronicznym
 w Instytucie Elektrotechniki w Warszawie.

ZAGADNIENIA ZDALNEGO STEROWANIA ODBIORNIKAMI ENERGII ELEKTRYCZNEJ ZA POMOCĄ SYGNAŁÓW O CZĘSTOTLIWOSCI AKUSTYCZNEJ

Wstęp

Jednym z ważniejszych problemów przy rozdziale energii elektrycznej jest zmienność jej zużycia w czasie. Zużycie energii elektrycznej zmienia się zarówno w ciągu doby, jak i w poszczególnych porach roku. Wpływa to niekorzystnie na pracę elektrowni - na stopień wykorzystania urządzeń wytwórczych i jest bezpośrednio związane z kosztami energii dostarczanej odbiorcom. Koszty te są różne w poszczególnych strefach dobowych /dolina nocna, dzień, dolina popołudniowa, szczył/.

Racjonalna gospodarka energetyczna wymaga wyrównania dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Jednym ze sposobów zmieniających do tego celu było wprowadzenie wielotaryfowego systemu rozliczeń. Urządzeniem niezbędnym przy tym systemie rozliczeń stał się licznik taryfowy i układ pomocniczy, przełączający taryfy. Dotychczas stosowanymi urządzeniami przełączającymi taryfy są zegary nastawiane na odpowiednią godzinę. Innym sposobem jest zastosowanie systemu zdalnego sterowania z wykorzystaniem sygnałów o częstotliwości akustycznej.

Charakterystyka SCA

System SCA /Sterowanie Częstotliwością Akustyczną/ polega na przesyłaniu poleceń do urządzeń odbiorcy, sygnałami o częstotliwości wyższej od 50 Hz. Urządzenie SCA składa się z nadajnika sygnałów sterujących /rozkazów/ współpracującego z pewną liczbą odbiorników. Odbiorniki reagują na odpowiednie rodzaje rozkazów i sterują pracą urządzeń elektrycznych odbiorcy. Zarówno nadajnik, jak i odbiorniki, podłączone są do przewodów sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem odpowiednich układów sprzęgających. Przewodysięci są tu wykorzystywane do propagacji sygnałów sterujących. Nadajnik może być dołączony w dowolnym miejscu sieci. Na ogół umieszcza-

ny jest w rozdzielniach, podstacjach lub elektrowniach. Napięcie o częstotliwości akustycznej z nadajnika jest doprowadzane przewodami sieci średnich napięć do sieci niskiego napięcia za pośrednictwem transformatorów. Po stronie niskiego napięcia zainstalowane są urządzenia odbiorcze. Obwody wejściowe odbiorników po odebraniu właściwego sygnału przekazują go na dalsze stopnie odbiornika, które uruchamiają odpowiednie wyłączniki. Nadajnik ma zatem możliwość sterowania pracą niektórych urządzeń, znajdujących się u odbiorcy.

Cel stosowania SCA

Zdalne sterowanie sygnałami o częstotliwości akustycznej znajduje szerokie zastosowanie w energetyce, m. in. do takich celów, jak:

- Przełączanie taryf w wielotaryfowych licznikach energii elektrycznej.
- Włączanie i wyłączanie pieców akumulacyjnych, bojlerów, chłodni itp.
- Włączanie i wyłączanie kondensatorów do poprawienia współczynnika mocy w sieci.
- Sterowanie wyłącznikami w stacjach i podstacjach energetycznych bez stałej obsługi.

Oprócz tego system SCA może być zastosowany do innych celów. np. do: sterowania oświetlenia ulicznego, wystaw sklepowych, sterowania zegarów synchronicznych oraz cichego alarmowania straży pożarnej, pogotowia technicznego itp.

Warunkiem pełnego wykorzystania systemu SCA jest zastosowanie dużej liczby sterowanych urządzeń odbiorczych. Tylko wtedy wprowadzenie tego systemu będzie ekonomicznie uzasadnione.

Systemy SCA i realizacja

Zdalne sterowanie sygnałami o częstotliwości akustycznej może być realizowane zasadniczo w dwóch systemach:

- z wieloma częstotliwościami
- z jedną częstotliwością

Przy systemie wielu częstotliwości każdy rozkaz posiada przyporządkowane odpowiednio szerokie pasmo częstotliwości. Liczba możliwych rozkazów jest ograniczona do ilości pasm częstotliwości wolnych od zakłóceń. Ponadto system ten wymaga skomplikowanego układu nadawczego i rozbudowanych obwodów wejściowych odbiornika. Zasadniczo był on stosowany na początku istnienia SCA, chociaż jeszcze do chwili obecnej tego typu urządzenia pracują m. in. w Anglii i we Francji.

Obecnie najczęściej stosowany jest system z jedną częstotliwością, charakteryzujący się m. in. jednakowymi warunkami propagacji wszystkich sygnałów i umożliwiający przesłanie większej liczby rozkazów. W tym systemie do rozpoznawania rozkazów stosuje się kilka kryteriów. Jednym z nich, najchętniej stosowanym, jest kryterium rozdzielczo-czasowe. Rozpoznanie rozkazów według tego kryterium polega na rozróżnieniu tzw. przerwy roboczej czyli czasu upływającego od chwili wysłania przez nadajnik impulsu startowego do chwili pojawienia się impulsu wykonawczego, będącego treścią rozkazu.

Realizacja

System zdalnego sterowania sygnałami o częstotliwości akustycznej jest stosowany w wielu krajach od szeregu lat. Próby wprowadzenia SCA przypadają na lata międzywojenne. Pierwsze urządzenia tego typu były instalowane we Francji już w 1927 r. W wyniku wieloletnich badań kilka krajów opracowało własne systemy. Obecnie najczęściej stosuje się system francuski typu "Pulsadis". Jest to system jednej częstotliwości akustycznej pracujący według kryterium rozdzielczo-czasowego. Częstotliwość sygnałów sterujących wynosi 175 Hz.

W Polsce system SCA nie był dotychczas stosowany. Jednakże próby pracy urządzeń SCA były prowadzone w kraju przez niektóre placówki naukowo-badawcze. Wyniki prób pozwalają na wyciągnięcie pewnych ogólnych

wniosków dotyczących wprowadzenia w kraju jednego z systemów. Zastosowanie SCA staje się z roku na rok coraz większą koniecznością ze względu na rozwój wielu gałęzi przemysłu i idący za tym wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Rozszerzająca się współpraca z innymi krajami w zakresie gospodarki energią elektryczną uzasadnia dodatkowo to przedsięwzięcie.

Istnieje zgodność poglądów co do tego, że w naszych warunkach najbardziej odpowiednim systemem będzie system jednej częstotliwości np. francuski "Pulsadis". Częstotliwość sterująca w tym systemie wynosi 175 Hz. W warunkach krajowych system SCA znalazł najszersze zastosowanie w energetyce. Pewne działy gosp. komunalnej mogłyby również korzystać z urządzeń tego systemu.

W początkowej fazie rozwoju system SCA może zapewnić sterowanie liczników wielotaryfowych. Korzyści wynikające z zastosowania SCA nie będą jeszcze wówczas w pełni widoczne, ze względu na niepełne wykorzystanie systemu. Chcąc uzyskać większe efekty ekonomiczne należy wprowadzić wieloprogramowy system SCA.

Głównymi urządzeniami systemu SCA są nadajniki i odbiorniki sygnałów sterujących. Ogólnie rzecz biorąc, nadajnik składa się z generatora sygnałów akustycznych i układu sprzęgającego generator z siecią elektroenergetyczną. Wybór częstotliwości rzędu 200 Hz wymaga m. in. zastosowania układu sprzęgającego o specjalnej konstrukcji. Do tego należy jeszcze dodać filtr służący do zwierania napięć o częstotliwości 50 Hz. Wszystko to powoduje, że nadajniki są urządzeniami skomplikowanymi i kosztownymi.

Dlatego produkcję tego typu urządzeń należałoby powierzyć przedsiębiorstwu mającemu pewne doświadczenie w tej dziedzinie i którego profil odpowiadałby takiej produkcji. Warunki te spełnia m. in. Zakład Doświadczalny PSiPE "Energoprojekt" w Poznaniu. Poznański "Energoprojekt" wykonywał i przeprowadzał już pewne próby z urządzeniami SCA. Z chwilą podjęcia decyzji o wprowadzeniu systemu SCA w kraju, również przed przedsiębiorstwem "Mera-Pafal" rysuje się perspektywa uruchomienia nowej produkcji: prawdopodobnie zakład nasz podejmie produkcję odbiorników SCA.

m m m

mgr inż. Mirosław Kudła
mgr inż. Wcisło Roman
ZWAP "Mera-Pafal" - Swidnica

REGULATOR WSPÓLCZYNNIKA MOCY MODEL RC-4

Przeznaczeniem regulatora współczynnika mocy jest utrzymanie w sieci odbiorczej zakładu przemysłowego zadanej wartości współczynnika mocy. Jest to zagadnienie bardzo ważne, gdyż wartość i kształtowanie współczynnika mocy wpływa w sposób zasadniczy na pracę układu elektroenergetycznego. Utrzymanie w sieci elektroenergetycznej odpowiednio wysokiego współczynnika mocy prowadzi do poprawy pracy całego układu /właściwy poziom napięcia - lepsza praca odbiorników/, zmniejszenia strat oraz lepszego wykorzystania urządzeń energetycznych, takich jak: generatory, linie przesyłowe, transformatory itp. Istnieje kilka sposobów regulacji współczynnika mocy. Jednym z najbardziej rozpowszechnionych jest kompensacja mocy biernej przy pomocy równoległe włączanych kondensatorów. Elementem porównującym zadany współczynnik mocy z istniejącym w sieci oraz powodującym w zależności od wyniku porównania/załączenie lub wyłączenie baterii kondensatorów jest regulator współczynnika mocy. Zależnie od położenia geograficznego odbiorców, po zbilansowaniu strat i zysków wynikłych z zainstalowania baterii kompensacyjnych, Zakłady Energetyczne narzucają poszczególnym odbiorcom ekonomicznie uzasadnione wartości współczynnika mocy, jakie winni utrzymać w swojej sieci.

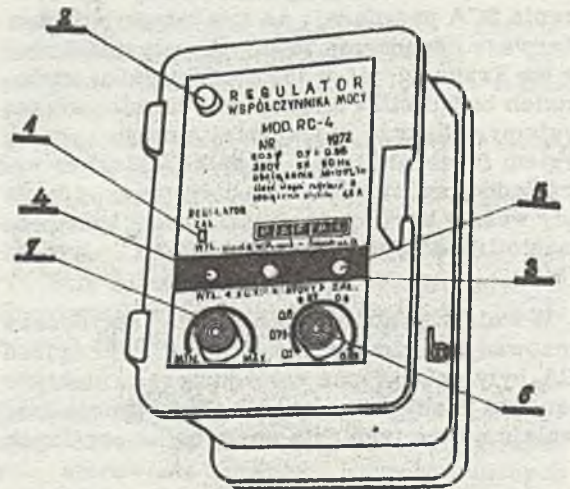
Dotychczas w kraju produkowany był regulator współczynnika mocy model RC-2, który charakteryzował się tym, że mógł utrzymywać w sieci tylko jedną wartość współczynnika mocy równą 0,9. Poza tym regulator RC-2 wykazywał pewne niedomagania w zakresie małych obciążeń oraz niezawodność,

Zastosowanie

W wyniku konsultacji z odbiorcami, Zakładami Energetycznymi, Zjednoczeniem Energetyki, PIGPE i Instytutem Elektrotechniki, opracowany został nowy typ regulatora

współczynnika mocy model RC-4 uwzględniający postawione wymagania.

Regulator RC-4 przeznaczony jest do pracy w układzie automatycznej grupowej kompensacji mocy biernej i może być instalowany w sieciach trójfazowych trój- i czteroprzewodowych niskiego napięcia. Zadaniem regulatora jest włączanie lub wyłączenie poszczególnych członów baterii kondensatorów, zależnie od wartości współczynnika mocy w kompensowanej sieci. W miarę potrzeb, regulator może pracować wspólnie z zegarem sterującym, którego rola polega na wyłączaniu regulatora w określonych okresach doby, tak aby sieć mogła pracować przy naturalnym współczynniku mocy /bez kompensacji/. Tę samą rolę spełnia wyłącznik regulatora umieszczony na jego płycie czołowej /rys. 1/.

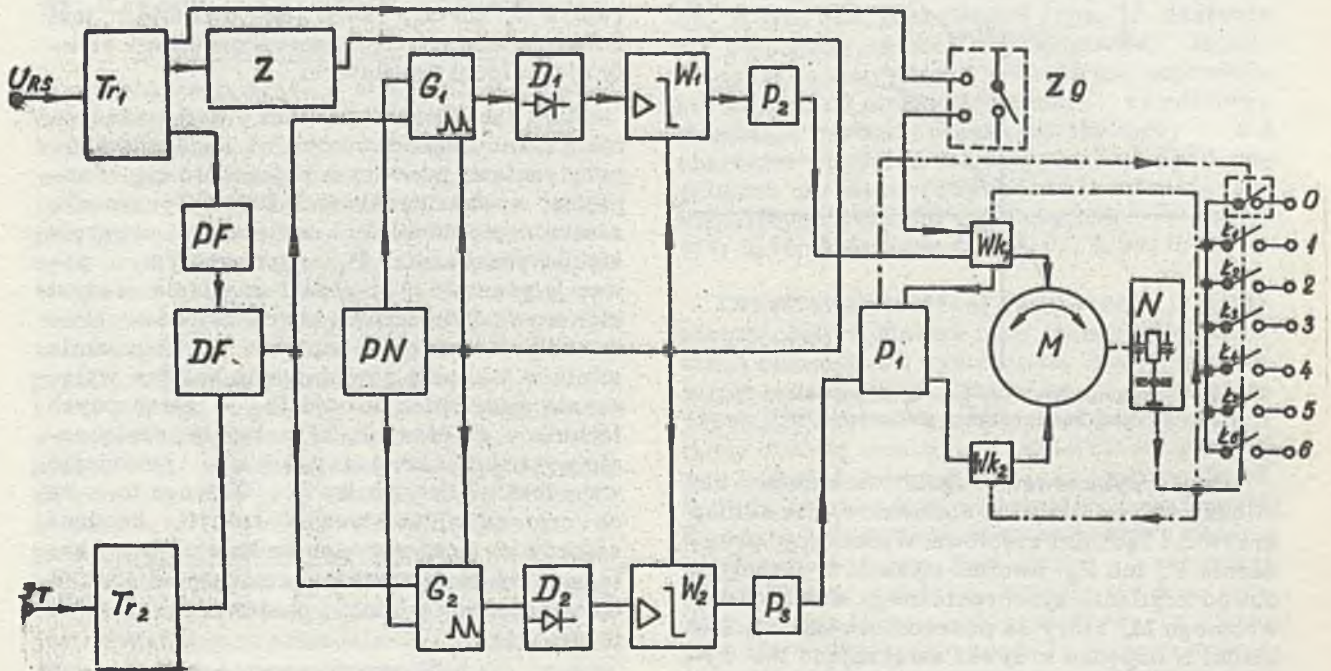


Rys. 1. Rozmieszczenie elementów na płycie czołowej regulatora: 1 - wyłącznik ręczny regulatora, 2 - bezpiecznik, 3 - sygnalizacja pracy regulatora na załączenie baterii kondensatorów, 4 - sygnalizacja pracy regulatora na wyłączenie baterii kondensatorów, 5 - sygnalizacja załączenia regulatora do sieci, 6 - pokrętko nastawienia wartości współczynnika mocy, 7 - pokrętko nastawienia szerokości strefy nieczułości /prądu rozruch. /

Budowa i zasada działania

Regulator RC-4 składa się z dwóch podstawowych części: pomiarowej i wykonawczej. Głównym elementem części pomiarowej regulatora jest dyskryminator fazy DF /rys. 2/ sterowany dwoma przełącznikami: napięciowym Tr_1 i prądowym Tr_2 .

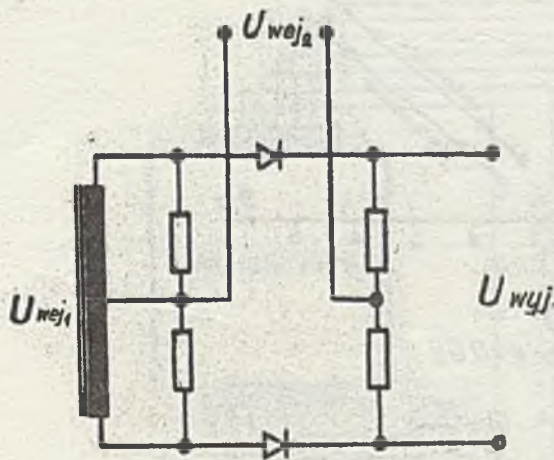
dukcyjnym charakterze prądu obciążenia w sieci, odpowiadającym zadanej wartości współczynnika mocy, kąt przesunięcia wektorów napięć /pochodzących od obwodu napięciowego i prądowego zasilających dyskryminator fazy/ będzie wynosił 90° /rys. 4/, napięcie na wyjściu z dyskryminatora będzie równe zero i



Rys. 2. Schemat blokowy regulatora

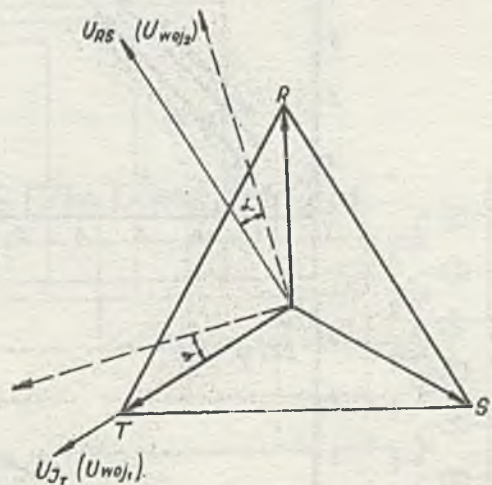
Organem nastawczym wartości współczynnika mocy w regulatorze jest mostkowy przesuwnik fazowy PF, przy pomocy którego dokonuje się wstępnego przesunięcia fazowego wektora napięcia zasilania zależnie od wymaganego współczynnika mocy.

wówczas człon wykonawczy regulatora nie będzie pracował. Przy zachwianiu tego stanu, tj. gdy wartość współczynnika mocy w sieci różni się od wartości nastawionej na regulatorze, na wyjściu z dyskryminatora pojawi się napięcie o wartości i kierunku zależnym od



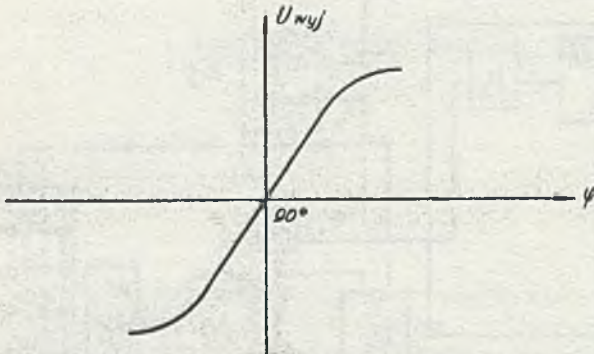
Rys. 3. Schemat dyskryminatora fazy

Zmieniając rezystancję w mostkowym przesuwniku fazowym /PF /rys. 3/ powodujemy wstępne przesunięcie fazowe wektora napięcia o kąt odpowiadający zadanej wartości współczynnika mocy. W ten sposób przy in-



Rys. 4. Wykres wektorowy wielkości wejściowych dyskryminatora fazy α - kąt wstępnego przesunięcia fazy napięcia zasilania odpowiadający zadanej wartości współczynnika mocy β - kąt przesunięcia fazowego w sieci; jeżeli $\alpha = \beta$ to napięcie wyjściowe dyskryminatora równa się zero.

klerunku i wielkości odchylenia od wartości nastawionego współczynnika mocy / rys. 5/. Sygnal wyjściowy dyskryminatora fazy DF wysterowuje jeden z dwóch identycznych układów generacyjnych G_1 lub G_2 . Impulsy generatora po detekcji D_1 lub D_2 wyzwalają wtórnik emiterowy W_1 lub W_2 powodując wzbudzenie przekaźnika P_2 lub P_3 .



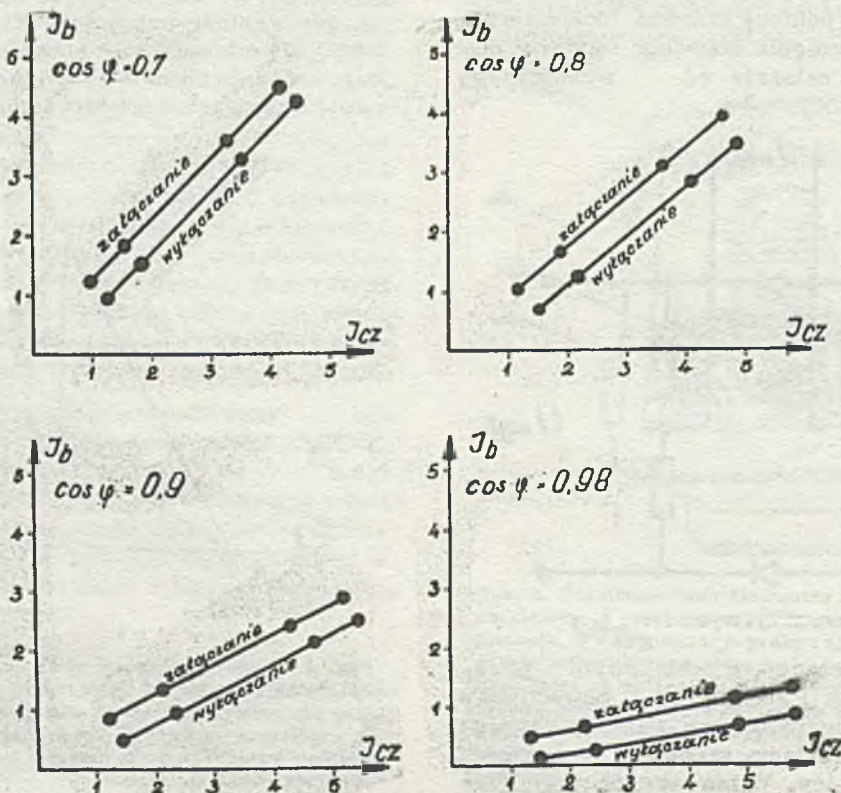
Rys. 5. Wykres $U_{wyj} = f(\varphi)$ dyskryminatora fazy, gdzie φ jest kątem między wektorami U_{we1} a U_{we2} .

Część wykonawcza regulatora składa się między innymi z takich elementów, jak silnik, krzywki i łączniki rtęciowe. Wzbudzony przekaźnik P_2 lub P_3 swoimi stykami zamyka obwód zasilania synchronicznego silnika nawrotnego M , który za pośrednictwem przekładni N napędza krzywki łączące lub wyłączające łączniki rtęciowe L_1, \dots, L_6 , szeregowo włączone w obwody zasilające styczniki baterii kondensatorów.

Aby umożliwić dopasowanie układu regulatora do różnych mocy jednego stopnia baterii, a tym samym uniknąć zjawiska "pompowania" lub zbyt dużej nieczułości, układ regulatora wyposażony jest w potencjometr nastawczy PN , umożliwiający zmianę szerokości strefy nieczułości. Zmiana położenia suwaka potencjometru powoduje podwyższenie lub obniżenie napięcia wzbudzenia generatora G_1 lub G_2 , czego konsekwencją jest rozszerzenie lub zawężenie szerokości strefy nieczułości regulatora.

Rolę zabezpieczenia sieci przed włączeniem na sieć naładowanych kondensatorów przy zaniku i ponownym pojawieniu się napięcia, spełnia przekaźnik P_1 . W przypadku zaniku napięcia w sieci następuje otwarcie styków przekaźnika P_1 , a tym samym powstaje przerwa w obwodach zasilania wszystkich styczników baterii kondensatorów. Ponowne pojawienie się napięcia uruchamia silnik w kierunku powodującym kolejne wyłączanie wszystkich uprzednio załączonych łączników rtęciowych, a następnie przełączenie wyłącznika krańcowego Wk_1 , powodując wzbudzenie przekaźnika P_1 . Oznacza to, że obwody zasilające styczniki baterii kondensatorów są przygotowane do kolejnego załączania baterii, w ilości zależnej od współczynnika mocy w sieci i nastaw na regulatorze.

Wyłączniki krańcowe Wk_1 i Wk_2 zabezpieczają przed mechanicznym uszkodzeniem przekładni. Jeżeli włączone zostaną wszystkie



Rys. 6. Charakterystyki regulatora $J_b = I / J_{ch} f$

stopnie baterii, a mimo to współczynnik mocy w kompensowanej sieci jest mniejszy od wartości nastawionej na regulatorze, wówczas zadziała wyłącznik krańcowy Wk_2 , przerywając obwód zasilania silnika, a styki wyłącznika umożliwiają pracę regulatora tylko na wyłączenie.

Analogicznie pracuje wyłącznik krańcowy Wk_1 , lecz przy przekompensowaniu sieci.

Charakterystyki pracy regulatora

Organy nastawcze, w które został wyposażony regulator RC-4, pozwalają w szerokich granicach nastawiać wymaganą wartość współczynnika mocy i szerokość strefy nieczułości. Charakterystyki regulatora najlepiej jest przedstawiać w układzie współrzędnych prąd bierny - prąd czynny. Umożliwia to bowiem odczytanie wartości biernego prądu rozruchowego dla różnych nastawionych wartości współczynników mocy i przez proste przeliczenie - wyznaczenie właściwej wielkości jednego stopnia baterii, lub odwrotnie - nastawienie /pokrętem szerokości strefy nieczułości/ właściwej wartości biernego prądu rozruchowego przy zadanej mocy jednego stopnia baterii. Ponadto charakterystyki w układzie prąd bierny - prąd czynny są identyczne dla różnych napięć nominalnych regulatorów, nawet w przypadku, gdy stosowany jest dodatkowo przekładnik napięciowy. Na rys. 6 przedstawiono przykładowe przebiegi charakterystyki regulatora dla czterech nastawionych wartości współczynnika mocy przy środkowym położeniu pokrętła szerokości strefy nieczułości. Jak widać na rysunku charakterystyki te są bardzo regularne, a wartość biernego prądu rozruchowego jest

praktycznie niezależna od obciążenia, gdyż charakterystyka załączania jest równoległa do charakterystyki wyłączenia regulatora.

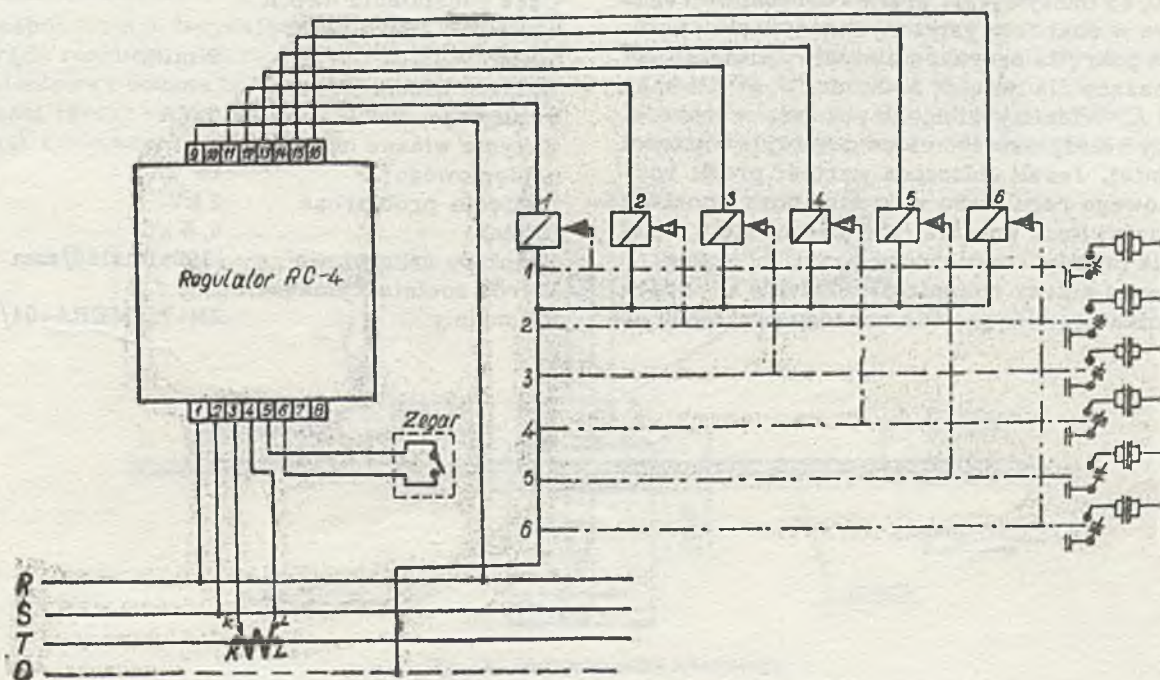
Dobór parametrów pracy regulatora

Zależnie od warunków, dla regulatora zamontowanego w układ zgodnie ze schematem na rys. 7, należy dobrać właściwe parametry pracy. W tym celu pokrętkiem 6 /rys. 1/ nastawia się wymaganą wartość współczynnika mocy, a następnie pokrętkiem 7 ustawia się odpowiednią szerokość strefy nieczułości regulatora. Regulacja wartości współczynnika mocy ma charakter ciągły, a dla orientacji na skali regulatora określono przybliżone położenie następujących wartości współczynnika mocy: 0, 7; 0, 75; 0, 8; 0, 85; 0, 9; 0, 93; 0, 96; 0, 98.

Określenie właściwej szerokości strefy nieczułości regulatora przy zadanych parametrach odbiornika i wymaganym współczynniku mocy ma istotne znaczenie dla właściwego przebiegu procesu automatycznej kompensacji mocy biernej indukcyjnej odbiorników. Projektant baterii kondensatorów kompensacyjnych dobiera jej moc całkowitą znając moce zainstalowanych odbiorników oraz naturalny i zadany współczynnik mocy. Stąd, przy założonej liczbie stopni regulacji, określa się moc jednego stopnia baterii kondensatorów. To z kolei pozwala na obliczenie prądu I_c jednego stopnia baterii. Od wartości tego prądu zależy konieczna do nastawienia wartość prądu rozruchowego I_r regulatora, przy czym winna być spełniona zależność

$$I_r = \frac{J_c}{0,7k}$$

gdzie k - przekładnia przekładnika prądowego zasilającego obwód prądowy regulatora. W ta-



Rys. 7. Schemat podłączenia regulatora RC-4.

beli 1 podano wartości prądu rozruchowego regulatora dla różnych nastawionych wartości współczynnika mocy w trzech charakterystycznych położeniach pokręta szerokości strefy nieczułości.

Charakterystyka tej regulacji w funkcji kąta położenia pokręta jest liniowa, co pozwala na podstawie podanych jego wartości w trzech różnych punktach, nastawić prąd rozruchowy z wystarczającą dokładnością.

Tabela 1

Nastawiona wartość współczynnika mocy		0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,93	0,96	0,98
Wartości prądu rozruchowego regulatora J_r w /A/ w min., śr. i max. położeniach pokręta szerokości strefy nieczułości	min.	0,35	0,32	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22
	śr.	0,70	0,64	0,60	0,55	0,51	0,49	0,47	0,45
	max.	1,40	1,28	1,20	1,10	1,02	0,98	0,94	0,90

Przykład doboru prądu rozruchowego regulatora

Dane:

Moc jednego stopnia baterii $Q_c = 20 \text{ kVAr}$
 Napięcie sieci $3 \times 220/380 \text{ V}$
 Przekładnia przekładnika prądowego zasilającego obwód $k = \frac{600}{5} = 120$
 prądowy regulatora
 Zadany współczynnik mocy $0,96$

Prąd jednego stopnia baterii:

$$J_c = \frac{Q_c}{\sqrt{3} \cdot U} \quad J_c = \frac{20000}{1,73 \times 380} = 30,4 \text{ A}$$

Stąd wartość prądu rozruchowego regulatora winna wynosić:

$$J_r = \frac{30,4}{0,7 \times 120} = 0,36 \text{ A}$$

Z tabeli 1 dla współczynnika mocy $\cos \phi = 0,96$ odczytujemy prądy rozruchowe regulatora w charakterystycznych punktach położenia pokręta szerokości strefy nieczułości wynoszące dla min. 0,23 A, śr. 0,47 A i max. 0,94 A. Widzimy więc, że pokręto szerokości strefy należy ustawić nieco poniżej wartości średniej. Jeżeli obliczona wartość prądu rozruchowego regulatora wykracza poza możliwe do nastawienia granice /nie mieści się w przedziale prądów rozruchowych min. i max./, wówczas należy zmienić przekładnię k przekładnika prądowego. Dla naszego przykładu na-

leżałoby dokonać zmiany przekładnika, gdyby obliczona wartość prądu rozruchowego J_r wykraczała poza $J_r < 0,23 \text{ A}$ lub $J_r > 0,94 \text{ A}$.

Dane techniczne regulatora RC-4

Napięcie znamionowe $100, 220, 380, 500 \text{ V}$
 $\pm 10\%$
 Prąd znamionowy 5 A
 Zakres zmiany obciążenia $/30 - 120/ \% J_n$
 Częstotliwość znamionowa 50 Hz
 Nastawialny zakres wartości współczynnika mocy $/0,7 - 0,98/ \text{ ind.}$
 Zakres zmiany szerokości strefy nieczułości /prądu rozruchowego/ $/50 - 200/\%$
 Ilość stopni regulacji /łączników/ 6
 Obciążalność łączników $1,5 \text{ A}$
 Czas zadziałania dwóch kolejnych stopni /łączników/ 2 min.
 Zużycie własne obwodu prądowego 3 VA
 Zużycie własne obwodu napięciowego 15 VA
 Napięcie probiercze 2 kV
 Ciężar $4,5 \text{ kg}$
 Wymiary gabarytowe $/300 \times 171 \times 166/\text{mm}$
 Wyrób spełnia wymagania normy ZN-71/MERA-04/001

WYBRANE ZAGADNIENIA

Z TECHNOLOGII PRODUKCJI LICZNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Zadaniem technologów w procesie produkcyjnym jest zorganizowanie i wyposażenie techniczne produkcji w taki sposób aby można wykonać wyrób o określonych parametrach technicznych oraz wyprodukowanie tego wyrobu przy najniższych nakładach kosztów. Zasada ta obowiązuje również przy produkcji liczników energii elektrycznej.

W niniejszym artykule omówione zostaną szerzej te opracowania technologiczne, które decydują o jakości i niezawodności w pracy liczników energii elektrycznej.

Przy produkcji liczników stosuje się różnorodne technologie np.: obróbkę skrawaniem, obróbkę plastyczną, pokrycia ochronne lakiernicze i galwaniczne, odlewnictwo metali kolorowych, przetwórstwo tworzyw sztucznych termoplastycznych i termoutwardzalnych, nawijanie uzwojeń, montaż i regulacje wyrobów gotowych, pomiary kontrolne.

1. Produkcja wybranych detali i zespołów

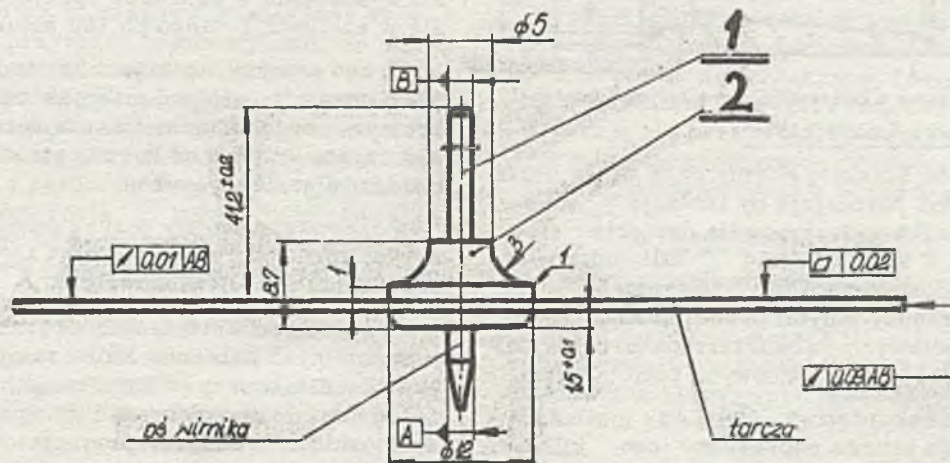
Wirnik licznika

Zespół ten ma decydujący wpływ na wartość prądu rozruchu. Im mniejsze są: bicie promieniowe i boczne tarczy oraz rozrzut grubości tarczy - tym wartość prądu rozruchu jest mniejsza.

Aby uzyskać prąd rozruchu mniejszy niż 0,5% In, bicie promieniowe tarczy musi być mniejsze od 0,08 mm, bicie boczne mniejsze od 0,1 mm, a maksymalny rozrzut grubości tarczy może wynosić do 0,015 mm. Takie parametry wirnika można było uzyskać po zastosowaniu wysoko gatunkowych pasów aluminiowych z importu, w których maksymalny rozrzut grubości na odcinku 150 mm nie przekracza 0,01 mm. Z pasów tych, przy pomocy specjalnego wykrojnika wieloczynnościowego, wykrawane są tarcze wirnika na gotowo, tzn. za jednym uderzeniem, wykonywane są następujące czynności: wykrawanie otworów, wykrawanie obrzeży z ząbkami oraz prostowanie tarczy poprzez wyciskanie moletu o kształcie ściętego ostrosłupa.

Charakterystyczną cechą moletu jest to, że wierzchołki i dna między dolną i górną częścią tarczy są naprzemianległe, co powoduje przeginięcie materiału tarczy stwarzając przez to sztywność i prostolinijność.

Po wypolerowaniu elektrolitycznym i naniesieniu oznaczeń tarcze łączone są z osiami /1/ na specjalnie wykonanych wtryskarkach pionowych. Elementem łączącym /2/ jest tworzywo termoplastyczne polipropylen, charakteryzujące się dużą stabilnością w czasie.



Rys. 1. Wirnik licznika 1-fazowego

Liczydło licznika

W bieżącym roku zakład produkuje jeszcze 2 rodzaje liczydeł: 6 i 7 bębnekowe.

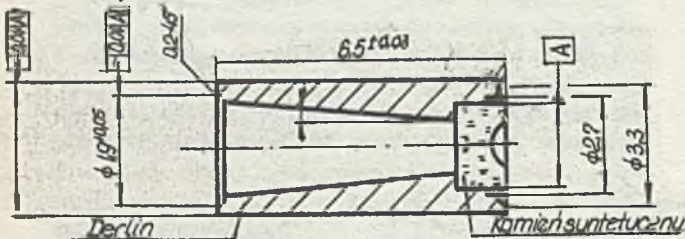
Liczydło 7 bębnekowe ma nowoczesną konstrukcję i charakteryzuje się bardzo małym momentem tarcia. Kilkakrotne obniżenie momentu tarcia w nowym liczydło można było uzyskać dzięki zastosowaniu kół i zębniaków z tworzyw sztucznych, bardzo cienkich /0,5 mm/ osi oraz tulejek łożyskowych z tworzywa sztucznego poliacetal.

Najważniejszym osiągnięciem jest opanowanie technologii produkcji kół zębatach i zębniaków również z tego tworzywa. Produkcja precyzyjnych kół zębatach stała się możliwa po opanowaniu technologii wykonawstwa bardzo skomplikowanych form wtryskowych.

Dla liczników przeznaczonych do pracy w klimacie tropikalnym zamiast bębenków metalowych zastosowano bębniaki i trybki również z poliacetalu. Było to możliwe po opanowaniu technologii przetwórstwa oraz bezpośredniego nanoszenia nadruku cyfr. Bardzo dobrą przyczepność nadruku osiągnięto po zastosowaniu specjalnej farby fi rmy Marken,

Oprawy kamieni łożyskowych

Bardzo ważnym zagadnieniem jest symetryczne umiejscowienie kamieni łożyskowych wprawie dolnej i górnej w stosunku do osi wirnika. W licznikach typu A52 i C52, do których stosuje się łożysko dolne 2-kamieniowe, symetrię tę uzyskano przez zaprasowanie kamieni łożyskowych w oprawach z tworzywa sztucznego poliacetal. Współosiowość czaszy kamienia do stożka pod osi wirnika nie przekracza 0,04 mm.



Krys. 2. Oprawa z kamieniem górna łożyska dolnego

Cewki prądowe i napięciowe

Nowe wydanie Polskiej Normy oraz wiele norm zagranicznych wymagają by izolacja elektryczna licznika wytrzymała napięcie statyczne 2000 V oraz napięcie fali udarowej 6000 V. W licznikach A52 i C52 zostało to osiągnięte między innymi przez hermetyzację cewek napięciowych węzem termoskurczliwym oraz pokrycie cewek prądowych polietylenem,

Waż termoskurczliwy ma tę właściwość, iż jego skurcz poprzeczny jest kilkakrotnie większy od skurczu wzdłużnego. Dzięki temu przy temperaturze ok. 120°C następuje hermetyzacja uzwojenia z korpusem cewki

napięciowej koszulką węza termoskurczliwego. Cewki prądowe pokrywane są bezbarwnym lub białym polietylenem metodą zanurzeniową. Polega ona na podgrzewaniu cewki do temperatury 230°C, zanurzeniu w sproszkowanym polietylenie, a następnie wygrzaniu w temperaturze 200°C. W ten sposób uzyskuje się błonę z polietylenu ściśle przylegającą i hermetyzującą uzwojenie cewki.

2. Montaż łożysk

Łożysko dolne, które przenosi znaczne obciążenie pochodzące od ciężaru wirnika, wibracji i sił bocznych działających na wirnik musi się charakteryzować bardzo małym i stałym momentem tarcia. Niespełnienie tego wymagania prowadzi do zmienności wskazań licznika przy małych obciążeniach, tj. 5 i 10% In. Warunek małego rzędu 2 mGcm/ i stałego momentu tarcia w łożysku został spełniony przez zastosowanie specjalnej technologii przygotowania, mycia i montażu w warunkach wysokiej czystości. W tym celu zbudowano specjalne laboratorium mycia elementów i montażu łożysk dolnych i górnych. Ściany pomieszczenia zostały wyłożone kafelkami glazurowymi, a podłoga płytkami PCV. Pomieszczenie posiada specjalną wentylację nawiewno-wyciągową oraz wyciąg spod wycieraczki przy wejściu. Pracownicy zatrudnione przy montażu łożysk noszą specjalne czapki i fartuchy, w których przebywają wyłącznie w laboratorium łożysk.

Mycie opraw z kamieniami

Oprawy z kamieniami 2500 sztuk wysypuje się do dużej kolby Erlenmeyera, zalewa roztworem mydlanym, a następnie miesza przez 15 minut. Czynność powtarza się 3 razy. Umyte w roztworze mydlanym oprawy płucze się w benzynie, mieszając przez 10 minut. Czynność powtarza się 3 razy. Końcową operacją mycia jest 3-krotne płukanie w czystym spirytusie i mieszanie za każdym razem przez 10 min. Po wysuszeniu w suszarce oprawy przechowuje się w szafkach Fetiego po 200 sztuk.

Przed samym montażem kamienie w oprawach sprawdza się pod mikroskopem przy 60-krotnym powiększeniu. Czasza kamienia musi być czysta - wolna od kurzu, punktowych zabrudzeń i zanieczyszczeń.

Pozostałe elementy łożysk dolnych oraz łożysko górne myje się benzyną apteczną w urządzeniu ultradźwiękowym.

Wszystkie elementy łożysk przechowuje się w specjalnych paletach; które zamykane są w pudełkach z tworzywa sztucznego.

Montaż łożysk dolnych i górnych odbywa się w laboratorium łożysk, przy zastosowaniu specjalnych przyrządów. Zmontowane łożyska przechowuje się w specjalnych zamykanych paletach w pudełkach z tworzywa sztucznego. Ło-

zyska dostarcza się do montażu liczników w ilościach potrzebnych na 1-godzinną pracę taśmy.

3. Montaż liczników

Montaż liczników odbywa się na taśmach montażowych z określonym taktom pracy. Takt ten dla liczników 1-fazowych A52 wynosi 55 s. a dla liczników 3-fazowych C52 wynosi 2 min. 23 s. Stanowiska montażowe w taśmach zaopatrywane są w detale centralnie transportem z rozdzielni.

Na określonym polu taktowym taśmy transportera pracownik rozdzielni układa potrzebne elementy i zespoły. Detale do rozdzielni dostarczane są z magazynu półfabrykatów w specjalnych zamkniętych pojemnikach.

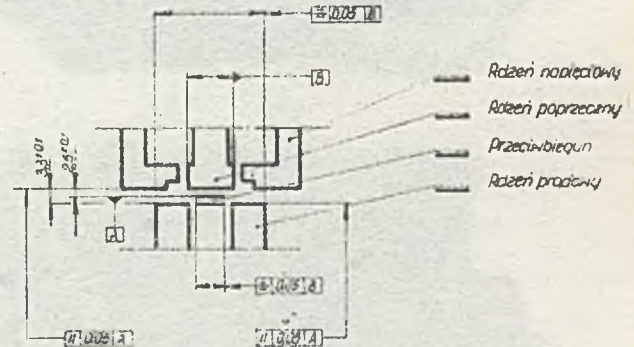
Obecnie stosuje się 4 rodzaje zamykanych pojemników. Dwa rodzaje pojemników wykonywane są z tworzywa sztucznego. Dostarcza się w nich do montażu liczydła kpl. i magnesy /większe pojemniki z przegródkami/ oraz łożyska dolne i górne /mniejsze z paletami wewnątrz/. Następne 2 rodzaje pojemników wykonane są z blachy stalowej. Dostarcza się w nich takie detale, jak: cewki, rdzenie, ramy nośne, podstawy, korpusy oraz drobne detale /do rozdzielni/. Taki sposób dostarczania detali do montażu gwarantuje czystość montowanego licznika. Dla detali drobnych na stanowiskach zainstalowane są specjalne pojemniki, z których pobiera się pojedyncze egzemplarze do montażu. Przed operacją przykręcania magnesu do ramy oraz na końcu taśmy montażowej zainstalowane są komory w których odbywa się odkurzanie i czyszczenie liczników.

Szczególną uwagę należy zwrócić na czystość elementów i czystość samego montażu gdyż jest to jeden z zasadniczych warunków decydujących o stabilności i powtarzalności wskazań licznika w zakresie małych obciążeń oraz uzyskania poprawnego prądu rozruchu.

Stanowiska montażowe wyposażone są w specjalne przyrządy pneumatyczne, za pomocą których można uzyskać dokładne symetryczne ułożenie poszczególnych elementów licznika względem siebie. Dokręcanie wkrętów odbywa się przy pomocy wkrętań elektrycznych i pneumatycznych o ustalonym momencie dokręcania. W taśmie montażowej zainstalowane są urządzenia specjalne do wstępnej regulacji licznika, sprawdzania wytrzymałości izolacji oraz urządzenia optyczne do sprawdzania prawidłowości zazębienia koła ślimakowego ze ślimakiem. W taśmie montażowej liczników 3-fazowych zainstalowane są urządzenia do dobierania wielkości momentu napędowego systemów poszczególnych faz. Jest to istotne, bowiem w liczniku 3-fazowym wszystkie 3 systemy powinny posiadać zbliżony moment napędowy, co pozwala na łatwe

wyrównanie momentów poszczególnych faz i wyrównanie licznika.

Przy montażu licznika bardzo istotne jest symetryczne ułożenie elementów magnetycznych względem osi wirnika oraz względem siebie. Symetria magnetyczna w liczniku eliminuje występowanie nadmiernych biegów napięciowych, a tym samym - kasuje duże momenty kompensacyjne w procesie regulacji. Przy dużych momentach kompensacyjnych wszystkie dodatkowe wpływy powodują zmienność wskazań licznika przy małych obciążeniach. Przy symetrii magnetycznej najważniejsze jest równoczesne symetryczne ułożenie przeciwbieguna względem osi rdzenia poprzecznego, rdzenia poprzecznego względem rdzenia napięciowego, rdzenia prądowego względem przeciwbieguna i rdzenia poprzecznego oraz całego systemu względem osi symetrii wirnika. Przykładowo: przesunięcie przeciwbieguna w liczniku A52 o 0,1 mm w stosunku do osi systemu napędowego powoduje powstanie dodatkowego uchybu 4,5% przy obciążeniu 10% In.



Rys. 3. Wymagana symetria systemu napędowego

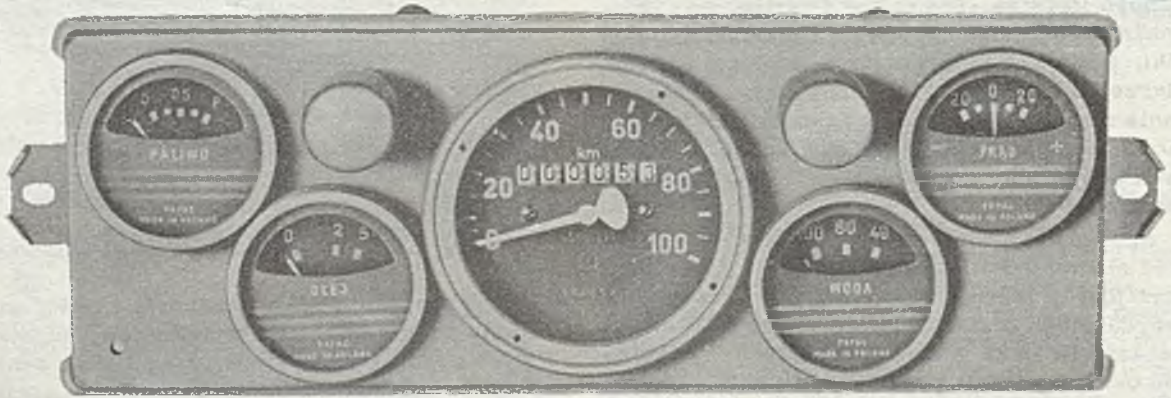
Wymagania w tym zakresie zostały spełnione po zastosowaniu przyrządów montażowych pneumatycznych ze specjalnymi szablonami. Ustalenie równomiernych szczelin między rdzeniem poprzecznym i napięciowym uzyskuje się przez włożenie symetrycznego szablonu w przyrządzie montażowym przy przykręcaniu płytki łączącej rdzeń poprzeczny z rdzeniem napięciowym. Dalszą symetrię uzyskuje się przez wybazowanie szablonu na rdzeniu poprzecznym do przykręcania przeciwbieguna oraz rdzenia prądowego.

4. Wzorcowanie wstępne

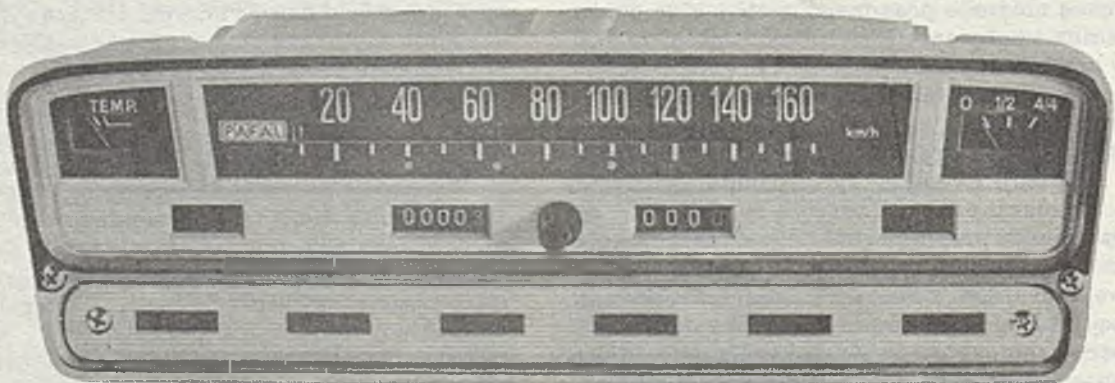
Wzorcowanie wstępne liczników 1 i 3-fazowych odbywa się w taśmie montażowej w tym samym taktie co montaż licznika. Celem wzorcowania wstępnego jest zgrubne wyeliminowanie biegów napięciowych, regulacja momentu hamującego i przesunięcie strumieni czynnych oraz wyrównanie momentów napędowych poszczególnych faz i eliminacja wpływu zmiennej kolejności faz dla liczników 3-fazowych.



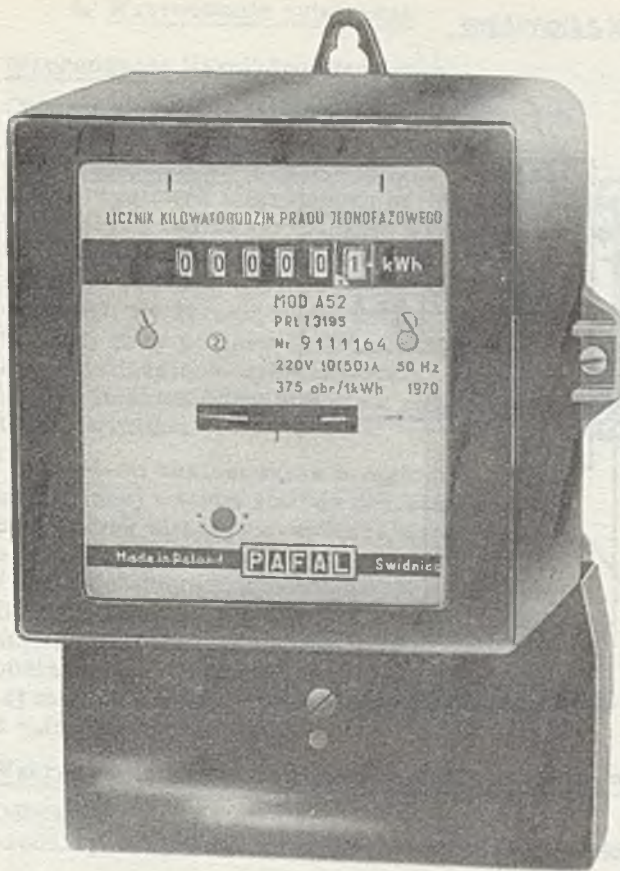
WYBRANE
 WYROBY
 ZAKŁADÓW
 WYTWÓRCZYCH
 APARATURY
 PRECYZYJNEJ
 "MERA-PAFAL"
 W SWIDNICY

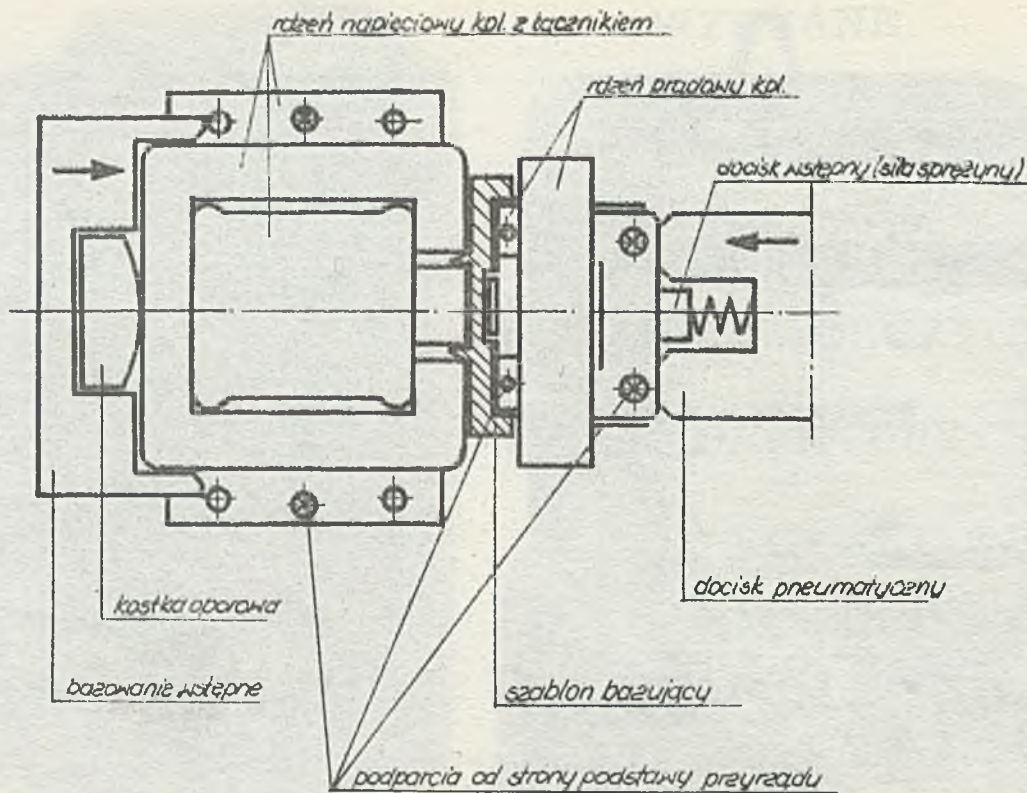


Zestaw wskaźników samochodowych ZWS-ZWP



Zestaw wskaźników samochodowych SF-67





Uwaga!

Pogrubione linie konturują szablonu są to główne bazy montażowe

Rys. 4. Schemat montażu systemu napędowego w liczniku C54

Wzorcowanie wstępne eliminuje ewentualne usterki montażowe i skraca proces wzorcowania ostatecznego.

Wzorcowanie wstępne liczników 1-fazowych

Regulacja biegu napięciowego odbywa się na specjalnym urządzeniu z ekranem optycznym. Przez obrót skrzydełek regulacyjnych momentu kompensacyjnego doprowadza się do nieznacznego obrotu wirnika w prawo. Regulację momentu hamującego oraz przesunięcie strumieni czynnych wykonuje się na urządzeniu różnicowym z ekranem optycznym przez zrównanie prędkości obrotowej licznika wzorcowanego z prędkością obrotową wzorca. Porównanie prędkości obrotowych odbywa się przez obserwację efektu stroboskopowego na ekranie optycznym. Przy jednakowych prędkościach obrotowych obu liczników na ekranie obserwuje się nieruchomy obraz ząbków naciętych na obrzeżu tarczy wirnika.

Wzorcowanie wstępne liczników 3-fazowych

Regulację biegu napięciowego wykonuje się na specjalnym urządzeniu przy zasilaniu jednofazowym napięciem znamionowym. Przez obrót skrzydełka regulacyjnego momentu napędowego doprowadza się w każdym systemie do stanu, w którym wirnik wykazuje lekki obrót

w prawo. Na tym samym stanowisku przy napięciu znamionowym i prądzie równym 400% In wyrównuje się momenty napędowe oraz reguluje przesunięcie strumieni czynnych w poszczególnych systemach. Wyrównanie momentów polega na porównaniu ujemnego momentu fazy R i ujemnego momentu fazy T z momentem fazy S, /zasilanie tym samym prądem lecz przy odwrotnym połączeniu systemów fazy R i T/, oraz przesuwanie regulacji wyrównawczych poprzez obrót śrubą regulacyjną. Momenty wyrównane są wówczas, gdy wirnik stoi w miejscu. Regulację przesunięcia strumieni czynnych w poszczególnych systemach wykonuje się przy obciążeniu $J = 400\%$ I_n i $\cos \varphi = 0$ /przyrządem kontrolnym jest watomierz kl. 0,2/ przez przesuwanie zwieracza na szynie regulacyjnej i ścinanie ramek obciążających rdzeń prądowy. Licznik wyregulowany jest gdy wirnik stoi w miejscu. Na kolejnym stanowisku przy zasilaniu napięciem 3-fazowym $U = U_n$ reguluje się moment kompensacyjny przy zgodnej i odwrotnej kolejności faz. Przy zgodnej kolejności faz RST, obracając skrzydełka regulacji momentu kompensacyjnego w poszczególnych systemach, doprowadza się do lekkiego obrotu wirnika w prawo. Przy zmienionej kolejności faz SRT, obracając płytki regulacji wyrównawczej, doprowadza się do takiego samego lekkiego obrotu wirnika w prawo.

5. Wzorcowanie ostateczne

Wzorcowanie liczników 1-fazowych

Odbywa się ono na tablicach 40-miejscowych produkcji własnej metodą synchroniczną, przy zastosowaniu wzorca stałego obciążenia przystawek zliczających obroty i wyłączających zasilanie. Licznik wzorcowy stałego obciążenia włączony jest jak watomierz. Porównanie obrotów licznika wzorcowanego z wzorcem odbywa się automatycznie, przy pomocy elektronicznych przystawek zliczająco-wyłączających. Uchyb kątowy licznika odczytuje się z podziałki na tarczy wirnika.

Zaletami zastosowania w metodzie synchronicznej wzorca stałego obciążenia przystawek zliczająco-wyłączających są: eliminacja błędów przy wyłączaniu stacji /tzw. "dobijanie"/ eliminacja pomyłek przy liczeniu ilości obrotów oraz eliminacja zmiennych uchybów wzorca przy małych obciążeniach. Wzorec przy zastosowaniu tej metody pracuje zawsze przy obciążeniu $J = J_n$ /jak watomierz/.

Wzorcowanie liczników 3-fazowych

Odbywa się ono na stacjach wzorcowniczych produkcji krajowej, metodą synchroniczną,

przez porównanie szybkości obrotowej licznika wzorcowanego z licznikiem wzorcowym takiego samego typu. Uchyb odczytuje się z podziałki na tarczy wirnika. Liczniki można również wzorcować na tablicach wzorcowniczych produkcji NRD przez porównanie ilości impulsów licznika wzorcowanego z licznikiem wzorcowym w czasie jednego lub dwóch obrotów. Licznik wzorcowy jest licznikiem precyzyjnym, na obrzeżu tarczy wirnika znajduje się 500 znaków. Z licznikiem wzorcowym sprzężona jest głowica fotoelektryczna, która nadaje impulsy z obracającego się wirnika. Przy każdym liczniku wzorcowanym zainstalowana jest również głowica fotoelektryczna, która reaguje na ciemny znak "marki", wyzwala liczenie wzorcowych impulsów przez licznik elektroniczny. Porównując ilość wskazanych impulsów określa się uchyb licznika. Pomiaru można dokonywać dowolną ilość razy bez zatrzymywania liczników.

Zaletą opisanej metody jest to, że pomiaru dokonuje się w czasie pracy licznika bez jego zatrzymywania, a więc wyeliminowane zostają wszystkie błędy związane z zatrzymywaniem licznika, jego ponownym uruchomieniem oraz dokładnym odczytaniem uchybu.

/// /// ///

inż. Antoni Chrzanowski
Marian Jaworski
ZWAP "Mera-Pafal"

PRODUKCJA KÓŁ ZĘBATYCH Z POLIACETALU W "MERA-PAFAL"

Koła zębate produkowane w "Mera-Pafal" są elementami liczydeł jedno- i dwutaryfowych, wchodzących do liczników energii elektrycznej. Liczydło stanowi w liczniku bardzo ważny podzespół mający duży wpływ na moment rozruchu i stabilność pracy przy małych obciążeniach. Z tego względu moment tarcia w liczydło powinien być bardzo mały, nieprzekraczający 10 mGcm. Po przeprowadzeniu szeregu prac studialnych opacowano nowe liczydło, w którym wśród zastosowanych ele-

mentów jest koło zębate z tworzywa sztucznego poliactal /nazwa handlowa tego tworzywa - Delrin/.

Zalety poliactalu jako tworzywa na koła zębate znajdują swe potwierdzenie w liczbie i rodzaju kół zębatych wytwarzanych w przemyśle zagranicznym i krajowym. Koła zębate z Poliactalu mają szerokie zastosowanie w mechanizmach takich, jak np.: wycieraczki samochodowe, szybkościomierze, maszyny liczące, urządzenia pomiarowe i fotograficzne.

Zalety kół zębatach wykonywanych z poliacetalu w porównaniu z metalowymi

Przy niewielkich szybkościach liniowych, występujących w produkowanych liczydłach koła zębata nie wymagają smarowania, ponieważ mają bardzo niski współczynnik tarcia.

Tolerancje dla kół zębatach z poliacetalu są łatwiejsze do utrzymania ze względu na możliwość ustalenia właściwego doboru parametrów technologicznych przetwórstwa.

Praca przekładni jest zadowolająca nawet przy pewnych różnicach w profilach /zarysach/ zębów oraz w podziałce.

Zagadnienia bezwładności układu, charakterystyczne dla kół zębatach metalowych z racji ich ciężaru, upraszczają się znacznie po zastosowaniu poliacetalu.

Istnieje możliwość pracy kół zębatach z poliacetalu w środowiskach korozyjnych, z racji jego odporności na czynniki chemiczne.

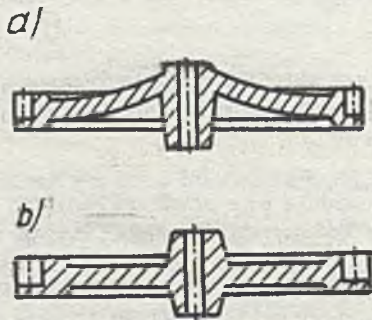
Technologia wykonawstwa kół z poliacetalu jest mniej pracochłonna niż kół metalowych.

Wady kół zębatach z poliacetalu i wynikające stąd ograniczenia w ich zastosowaniu

- Obniżenie dopuszczalnych obciążeń w stosunku do kół zębatach metalowych.
- Ograniczenie stosowania w temperaturze podwyższonej /powyżej 80°C/.
- Wysoki współczynnik cieplnej rozszerzalności liniowej /w/w wady nie mają znaczenia w naszych wyrobach/.

Zagadnienia konstrukcyjne kół z poliacetalu

Przy konstrukcji kół uwzględniono następujące czynniki:
Stosowanie równomiernych grubości ścianek.
Zastosowanie kołnierzy na liniach podziału formy /w celu utrudnienia powstawania gratu na uzębieniu/.
Zmiana konstrukcyjna kształtu kół, tj. przejście z płaskich ścianek na lekko kuliste.



Rys. 1: a) Konstrukcja koła po zmianie, b) Konstrukcja koła przed zmianą

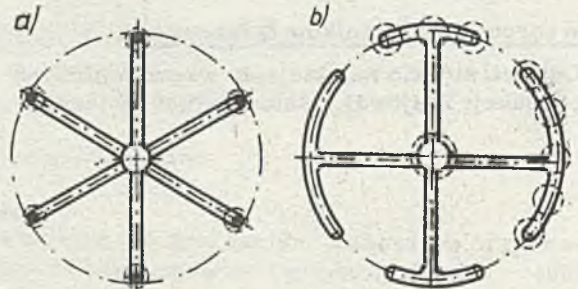
Zastosowanie kół o kształcie wg szkicu "a" umożliwiło utrzymanie się w założonych tolerancjach bicia bocznego i promieniowego, które w naszym przypadku wynosi dla promieniowego $\leq 0,04$ i bocznego $\leq 0,07$. Pierwotna konstrukcja kół płaskich wg szkicu "b" nie spełniała tego warunku.

Konstrukcja form

Przyjęto wielogniazdowe rozwiązanie konstrukcyjne form, ze względu na potrzebę dostosowania do posiadanego parku maszynowego, tj. wtryskarek typu KUASY - 50/63 i MONomat 80. Za wielogniazdową konstrukcją form przemawiają również względy ekonomiczne. Do wad należy zaliczyć trudności konstrukcyjne i wykonawcze występujące przy produkcji form wielogniazdowych.

Obecnie nasze formy wielogniazdowe posiadają:

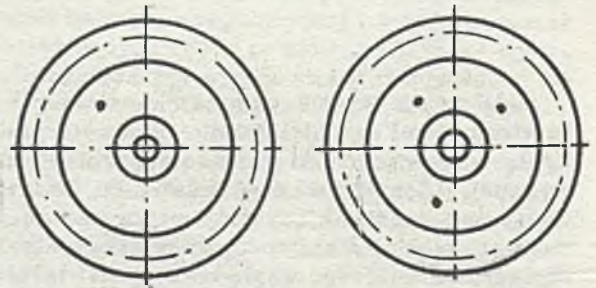
- Podział na kołnierzach kół.
- Promieniowe ułożenie gniazd w formie z zastosowaniem jednakowych kanałów dopływowych wg szkicu "a".



Rys. 2. Układy kanałów

Zastosowanie promieniowego /gwiazdowego/ układu kanałów wtryskowych pozwala na uzyskanie jakościowo lepszych elementów ze względu na równomierny skurcz. Efektów tych nie można osiągnąć przy układzie wg szkicu "b".

Zastosowanie jednopunktowego wtrysku dla kół o średnicy poniżej 20 mm i trzypunktowego wtrysku dla kół o średnicy powyżej 20 mm.



Rys. 3. Koło o jednym punkcie wtrysku; Koło o trzypunktowym wtrysku

Zastosowanie za małej ilości punktów wtryskowych oraz nierównomierne ich usytuowanie ma ujemny wpływ na właściwe wypełnienie gniazd w formie.

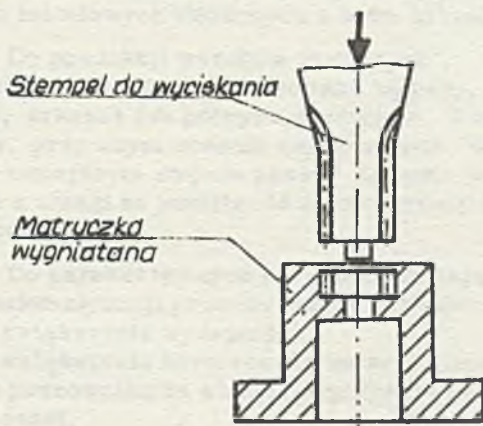
Wykonawstwo form

Wykonywanie form do precyzyjnych kół zębatych było dla nas nowością. Natrafiłiśmy na szereg trudności, głównie przy wykonaniu gniazd formujących w aspekcie otrzymania właściwego zarysu oraz wyprasek bez gratu.

Metodą, która daje nam najlepsze rezultaty jest wykonywanie gniazd za pomocą wyciskania. Metoda ta w stosunku do innych jest prostsza i tańsza. Zastosowanie w/w metody do wykonywania matryczek związane jest tylko z doбором właściwej średnicy stempla wyciskającego. Dlatego też, średnicę stempla przed wyciskaniem matryczek dobiera się doświadczalnie.

Zaznaczamy, iż właściwą średnicę stempla wyciskającego ustalono metodą doświadczalną tylko przy jednym z rodzajów kół. Natomiast przy wykonywaniu stempli do pozostałych matryczek został ustalony orientacyjny współczynnik korygujący średnicę stempla - ok. 0,1 mm w stosunku do wymiaru matryczki.

Na matryczkę stosuje się materiał armco, natomiast na stempel wyciskający stal SW18. Wyciskanie kół wykonywano na prasie hydraulicznej na zimno.

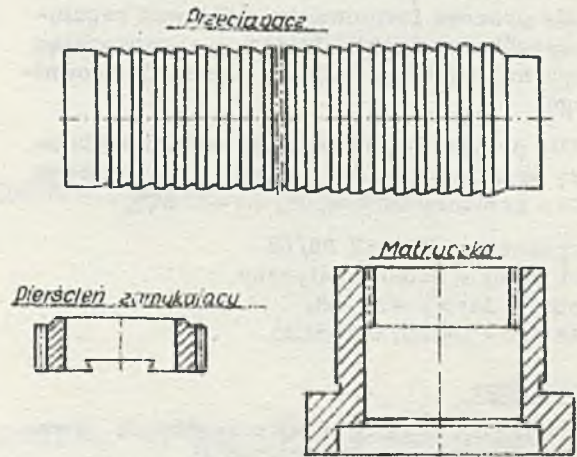


Rys. 4.

Również bardzo dobrą metodą wykonywania matryczek do kół z tworzyw jest metoda drążeniowa elektroiskrowa. Metoda ta nie znalazła u nas zastosowania ze względu na brak elektrodrążarki o wysokich parametrach jakościowych /otrzymywanie skomplikowanych kształtów metodą drążeniową o bardzo dokładnych zarysach/. W Zjednoczeniu "Mera" elektrodrążarkę taką posiada "Mera-Prezam" w Łodzi.

Do innych metod, które u nas nie zdały egzaminu, należy zaliczyć:

- Wykonywanie gniazd przez przeciąganie jednolitym przeciągaczem oraz oddzielne wykonywanie pierścieni zamykających. Metoda ta powoduje trudności w dokładnym spasowaniu pierścienia z matryczką. Stosując ją otrzymano niejednolity zarys oraz grat na uzębieniu.



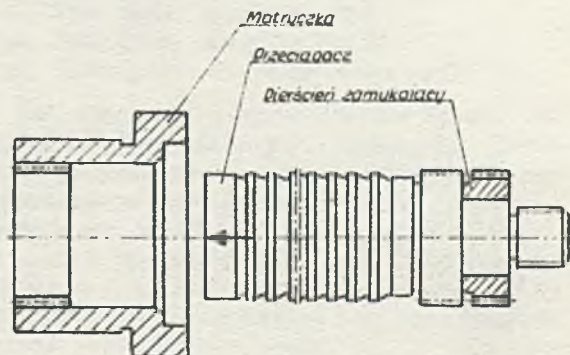
Rys. 5.

- Wykonywanie gniazd przez przeciąganie przeciągaczem, na końcu którego były używane wkładki o zarysie przeciągacza. Ostatnia wkładka przeciągacza służyła za pierścień zamykający. Metoda ta, choć lepsza od poprzedniej /otrzymywano właściwy zarys uzębienia/, nie została przyjęta ze względu na niemożliwość pozbycia się gratów.

Formowanie precyzyjnych kół z poliacetalu.

Najistotniejszymi czynnikami, na które należy zwrócić szczególną uwagę w procesie formowania kół z poliacetalu przez wtrysk, są: temperatura formy, ciśnienie wtrysku i czas trwania posuwu ślimaka. Czynniki te mają duży wpływ na kurczliwość poliacetalu, a właściwy ich dobór gwarantuje odpowiednią tolerancję i stabilność wymiarową.

Będąc tworzywem o wysoce krystalicznej strukturze poliacetal wykazuje stosunkowo wysoki skurcz prasowniczy.



Rys. 6.

Temperatura formy reguluje stopień krystalizacji podczas zestalania się produktu w formie, inaczej: temperatura jest najważniejszym czynnikiem regulującym stabilność wymiarową. Wyższa temperatura formy, np. 100°C wpływa wydatnie na zmniejszenie skurczu wtórnego.

Pozostałe czynniki są również bardzo istotne dla procesu formowania; ponieważ regulują sposób wypełnienia formy, wywierając wpływ na absolutną wartość skurczu prasowniczego.

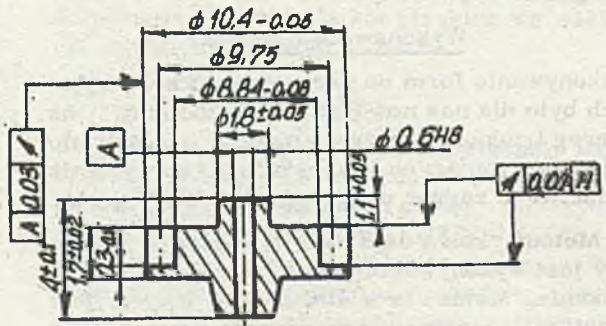
Dla przykładu podajemy stosowaną technologię przetwórstwa dla zębniaka zmianowego z-30 o średnicy 10,4-0,05, m - 0,325,

Wtryskarka - KUASY 50/63
 Cykl pracy - półautomatyczny
 Krotność formy - 16 szt.
 Materiał - Delrin 500 NC10

Parametry:

Temperatura komory w poszczególnych strefach grzewczych 210°/190°/180°C
 Temperatura formy 100°C -2°C

Ciśnienie wtrysku 1000kG/cm²
 Czas wtrysku 1,5 s
 Czas pod ciśnieniem tłoka 6 s
 Czas formowania - 6 s,



Rys. 7. Koło zmianowe Z-30

Stosowanie opisanej technologii wykonywania kół zębatach z poliacetalu, pozwoliło na otrzymywanie kół zębatach o zacieśnionych tolerancjach, biciu bocznym i promieniowym oraz bez gratu na uzębieniu. Obecnie metodą tą wykonywane są w "Mera-Pafal" koła zębata w wielkich seriach produkcyjnych.

mm mm mm

WYKONYWANIE ŁĄCZNIKA RDZENI NA PRASIE HYDOMAT

1. Wstęp

Jednym z podstawowych warunków podwyższenia jakości produkowanych wyrobów jest stosowanie coraz bardziej skomplikowanych detali o wysokiej precyzji kształtu geometrycznego.

Pracochłonność wykonania tradycyjnymi metodami w obróbce plastycznej powoduje, że coraz więcej uwagi poświęca się problemom doskonalenia produkcji skomplikowanych detali metalowych tłoczonych z taśm lub pasów.

Do produkcji wyrobów tłoczonych jako materiały wyjściowe stosowane są pasy, taśmy, arkusze lub półwyroby różnych kształtów, przy czym obecnie zastosowanie taśmy /w mniejszym stopniu pasów/ zaczyna wzbudzać z uwagi na możliwość automatyzacji cyklu produkcyjnego.

Do najważniejszych korzyści wynikających z automatyzacji procesu należy zaliczyć:

- a/ zwiększenie wydajności,
- b/ zwiększenie bezpieczeństwa przez usunięcie pracownika ze strefy bezpośrednio niebezpiecznej,
- c/ zmniejszenie wysiłku pracownika, który przy całkowicie zautomatyzowanym procesie pełni rolę obserwatora,
- d/ zmniejszenie ilości pracowników zatrudnionych przy bezpośredniej produkcji,
- e/ pełniejsze wykorzystanie parku maszynowego.

Z ekonomicznego punktu widzenia najważniejszą korzyścią jest zwiększenie wydajności.

Praktyka wykazuje jednak że dla zrealizowania procesu technologicznego jednego gotowego detalu w systemie wielooperacyjnym należy stosować cały szereg pras różnych typów z prostym i jednak kosztownym oprzyrządowaniem, z koniecznością stosowania

dublerów. Tak więc efekty uzyskane w tym zakresie również są bardzo duże.

2. Wykonywanie łącznika rdzenia

Wszystkie wyżej przedstawione trudności występowały przy produkcji łącznika rdzeni w Zakładach Wytwórczych Aparatury Precyzyjnej "Mera-Pafal" w Swidnicy.

Przed wprowadzeniem przyrządu wielozabiegowego detal wykonywany był w 14 operacjach, licząc tylko te operacje, które po zmianie wykonywane są na prasie HYDOMAT jednym przyrządem. W tej liczbie mieściło się 6 operacji wykrawania i dziurkowania, 5 operacji wyginania oraz 3 operacje kalibrowania, /nie uwzględniając uciążliwego przygotowania materiału, tj. cięcia blachy na pasy/. Wymagało to olbrzymiej ilości przyrządów /łącznie z dublerami/, których żywotność była stosunkowo niewielka chociażby z uwagi na rodzaj pras, na których pracowały.

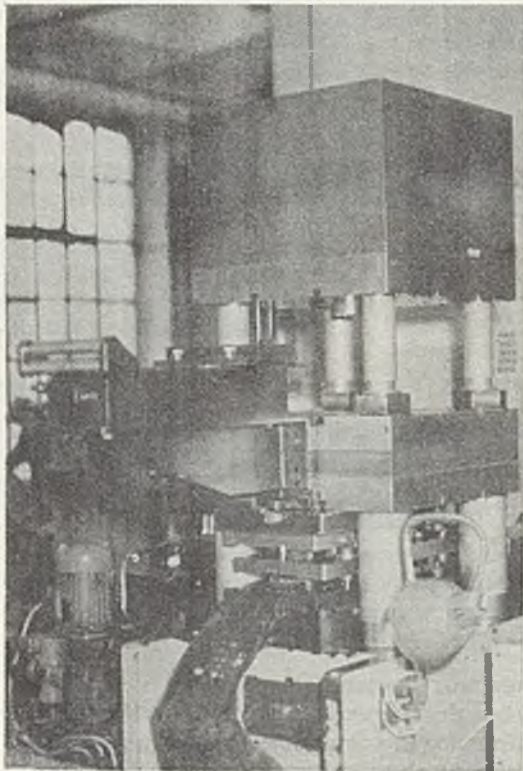
Warto wymienić prasy, na których wykonywano łącznik. Były to prasy mechaniczne typu PMS o wielkościach nacisku od 10 - 100 T. Obciążenie pras przy wykonywaniu łącznika w skali roku wynosiło:

- ok. 3000 godz. dla pras 100 T
- ok. 5000 godz. dla pras 10 i 20 T
- ok. 10000 godz. dla pras 40-tonowych

Tak więc wykonywanie łącznika rdzeni w systemie wielooperacyjnym wymagało dużej ilości przyrządów i całego szeregu pras przy jednocześnie dużej pracochłonności robocizny bezpośredniej. Dlatego wyeliminowanie takiego stanu i wprowadzenie wykonywania łącznika rdzeni w jednej operacji na przyrządzie wielozabiegowym stało się jedną z najważniejszych pozycji postępu technicznego na Wydziale Tłocznii.

Do wykonania łącznika rdzeni zastosowano prasę automatyczną PAWND-40b /wykonanie

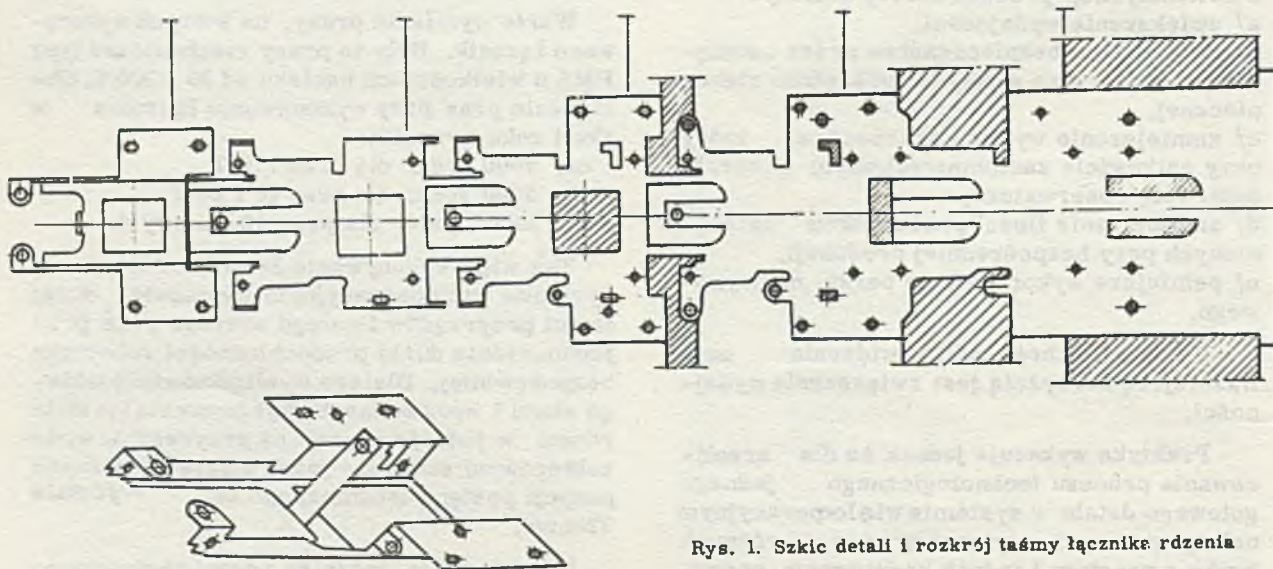
specjalne/ z podajnikiem o zwiększonym skoku do 100 mm oraz odwijający taśmę bęben kołyskowy typu BK-210 wyposażony w dodatkowy podajnik z zaciskiem taśmy za pomocą płyt dociskowych co pozwoliło na wyeliminowanie odrębnej prostowarki taśmy.



Fot. 1. Prasa PAWND - 40b z przyrządem do łącznika rdzeni

PAWND-40b jest prasą dwupoziomową - suwak prasy porusza się między nieruchomymi stołami prasy. Przez umocowanie na dolnym i górnym stole dwóch niezależnych na-

PODZIAŁ ZABIEGÓW



Rys. 1. Szkic detali i rozkrój taśmy łącznika rdzenia

rzędzi wielostemplowych uzyskuje się możliwość pracy maszyny zarówno w czasie ruchu suwaka w dół /tłoczenie na dolnym stole/ jak i podczas ruchu suwaka prasy do góry /tłoczenie na górnym stole/, przy czym szybkość pracy stempli jest stała. Dolny stół prasy przeznaczony jest wyłącznie dla narzędzia do łącznika rdzeni.

Dane charakterystyczne prasy:

Napęd - hydrauliczny
 Ciśnienie robocze - 20 - 60 atm
 Nacisk nominalny - 2 x 40 t
 Ilość skoków - 20 - 40 na min.
 Nastawność skoku - 0 - 40 mm
 Przesuw taśmy - 0 - 100 mm
 Dokładność podawania - 0,01 mm
 Szerokość podawania - 210 mm
 Max grubość taśmy - 3 mm
 Max średnica kręgu taśmy - 1000 mm
 Max ciężar " " - 1000 kG
 Odległość wzdłużna między kolumnami - 430 mm
 Odległość poprzeczna między kolumnami - 430 mm
 Prześwit między suwakiem a stołem - 300mm

Opracowany przez HYDOMAT przyrząd zapewnia wykonywanie na gotowo łącznika rdzeni i umożliwia pracę automatyczną. Łącznik wykrawany jest z taśmy bezażurowo /wykrój taśmy łącznika rys. 1/.

Prasa i tłocznik stanowią integralną całość przez zastosowanie wspólnego układu hydraulicznego, gdyż w konstrukcji przyrządu zastosowano układ tłoczków hydraulicznych naciskających na płytę blokującą i stemple gnące w miejsce tradycyjnie stosowanych sprężyn. Podniosło to jakość, dokładność i pewność zabiegów gięcia.

Dla przyrządu do łącznika rdzeni w części górnej /dla płyty blokującej/ znajduje się 6

tłoczków o średnicy ϕ 45 i skoku 15 mm pod stałym ciśnieniem 30 atm, a w części dolnej /stemple gnące/ tłoczki ϕ 80 skok 13,5 i ϕ 50 skok 9 mm pod ciśnieniem 60 atm.

Konieczne dla pracy tłoczków zapotrzebowanie oleju pokryte jest przez pompę centralnego układu hydraulicznego prasy.

3. Efekty zastosowania prasy PAWND - 40b

Łącznie z przyrządem wielozabiegowym zastosowanie PAWND-40b dało dokładnie 15-krotne zmniejszenie pracochłonności na robociźnie bezpośredniej, co w skali jednego roku daje obniżkę pracochłonności 16.000 godzin. Jednocześnie przejście z wykonywania łącznika z pasów ciętych z blachy na taśmę obniżyło zużycie materiału stalowego o 14,5%. Są to najbardziej wymierne efekty, do których doliczyć należy zmniejszenie ilości przyrządów do jednego, który pomimo swej pozornie skomplikowanej konstrukcji jest znacznie łatwiejszy do regeneracji i naprawy od przyrządów wielozabiegowych tradycyjnych - wynika to z zastosowania szybkowymiernych stempli i łatwego dostępu prawie do każdego punktu przyrządu.

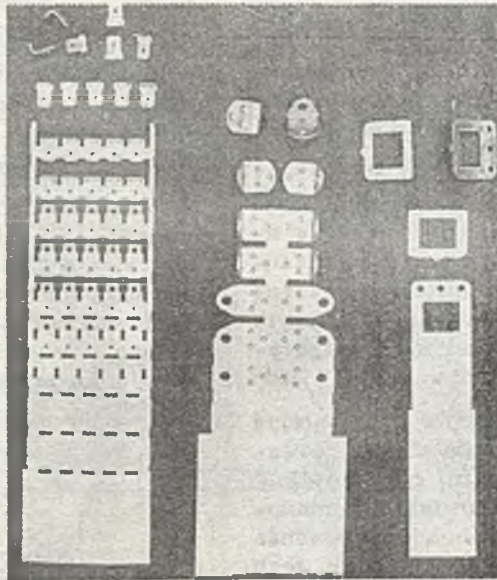
Praca robotnika stała się znacznie łatwiejsza i bezpieczna, ogranicza się wyłącznie do obsługi całości urządzenia. Wzrasta jakość łącznika rdzenia z uwagi na wykonywanie na

Przyznać należy, że przykład wykonywania detalu łącznika rdzenia jest pod względem korzyści szczególny, z uwagi na możliwość zastąpienia 16 operacji - jedną, dzięki czemu uzyskano tak duże efekty. Jednak doświadczenie i praktyka Zakładu "Mera-Pafal" wykazują, że olbrzymie korzyści można uzyskać również i dla innych detali wykonywanych przed zmianą tradycyjnie w zaledwie kilku pojedynczych operacjach. Dla każdego seryjnego detalu produkowanego w serii 0,5 - 1 mln szt., wykonywanego w zaledwie 4 + 6 operacjach, przez wprowadzenie tłoczniaka wielozabiegowego można uzyskać efekty na samej tylko obniżce pracochłonności w granicach 4 + 8 tysięcy godzin rocznie.

Na fot. 2 pokazano przykłady rozkroju taśmy detali wykonywanych na prasie HYDOMAT typ PAWND-40, na której tłoczniaki wielozabiegowe zastosowano już dla 16 różnych detali.

Przedstawione wyniki stanowią doskonały bodziec do dalszego stosowania tłoczników wielozabiegowych pras hydraulicznych HYDOMAT, które faktycznie umożliwiają wykonanie każdego detalu tłoczonego, niezależnie od stopnia trudności kształtu, w jednej operacji i cyklu automatycznym.

Dalsza współpraca z Przedsiębiorstwem Doświadczalnym PONAR - HYDOMAT idzie w



Fot. 2. Przykłady detali wykonywanych na prasie PAWND - 40

jednym przyrządem względem jednej bazy. Ogromnemu zmniejszeniu dzięki wykonywaniu łącznika na jednej prasie uległa droga przebiegu detalu pomiędzy rozdzielnią a stanowiskiem pracy. Zupełnie zlikwidowano zapasy międzyoperacyjne.

kierunku wprowadzenia w "Mera-Pafal" wieloczynnościowej automatycznej prasy hydraulicznej PAWN-25G wyposażonej w wielowrzecionową głowicę gwintującą, zapewniającą automatyczne tłoczenie z gwintowaniem w jednej operacji.

m m m

inż. Zygmunt Łućkoś
mgr inż. Józef Rozumowski
ZWAP "Mera-Pafal" - Swidnica

ZASTOSOWANIE TRANSPORTERÓW TAŚMOWYCH W MONTAŻU LINIOWYM W ZWAP "MERA-PAFAL"

Zagadnienia montażu, regulacji i kontroli traktowane są jako najważniejszy etap produkcji, gdyż poprawność montażu i regulacji decyduje o poziomie jakości wyrobu. Problem montażu nabiera szczególnego znaczenia, gdy pracochłonność montażu, regulacji i kontroli ma duży udział w pracochłonności wytworzenia wyrobu.

Przykładem takiego właśnie wyrobu jest licznik energii elektrycznej. Stosując odpowiednią organizację procesu montażu jesteśmy w stanie zapewnić poprawność montażu rzutuującą na jakość wyrobu oraz możliwie najniższe koszty procesu montażu i regulacji.

Do produkcji liczników energii elektrycznej zastosowano system montażu liniowego. Montaż w systemie liniowym pozwolił na efektywne wykorzystanie powierzchni hali montażowej, wyeliminował przerwy między poszczególnymi operacjami montażowymi, z czym wiąże się likwidacja pół odkładczych, magazynów półwyrobów, regałów, pojemników itd.

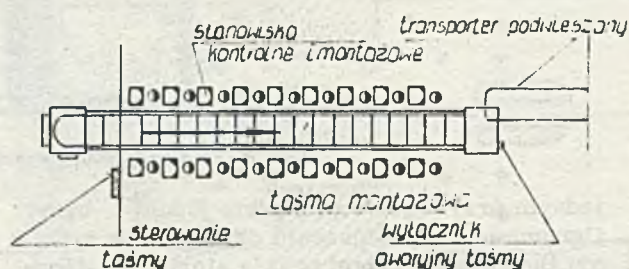
Transport części zespołów na kolejne stanowiska montażowe odbywa się na przenośniku paletowym /taśmowym/ o specjalnej konstrukcji. Ustawienie stanowisk montażowych, regulacyjnych i kontrolnych przy taśmie montażowej wyznacza kolejność operacji technologicznych w procesie montażu.

Całość stanowisk technologicznych dzieli się na dwie grupy. Pierwsza to urządzenia specjalne, przeznaczone do operacji wzorcowania i kontroli montowanego licznika: urządzenia do regulacji dużych i małych obciążeń, urządzenie kontrolne liczników itd. Urządzenia te są wykonywane w Zakładzie Doświadczalnym jako wolnostojące kompletne stanowiska dostawiane do taśmy montażowej. Drugą grupę tworzą stanowiska do operacji mon-

tażowych. Stanowiska te budowane są na typowych, estetycznych i ergonomicznie zaprojektowanych stołach. Dostosowanie stanowiska polega na odpowiednim uzbrojeniu stołu montażowego w wymagane przez technologię przyrządy i narzędzia. Zmontowany i wywzorcowany licznik z ostatniego stanowiska w taśmie montażowej transportowany jest do pomieszczeń, w których odbywa się legalizacja liczników.

Wykonane w roku 1972 przez Zakład Doświadczalny transportery do montażu taśmowego uwzględniają doświadczenia zdobyte w okresie kilkunastu lat, kiedy system montażu taśmowego był dopracowywany i usprawniany.

Zarówno konstrukcja taśmy jak i konstrukcja stołów montażowych umożliwia dowolne ustawienie stanowisk przy taśmie montażowej bez określonego modułu, z możliwością ich zasilania sprzężonym powietrzem, z instalacji czteroprzewodowej i jednofazowej oraz podłączenia do instalacji wyciągowej.



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia stanowisk kontrolno-montażowych przy taśmie montażowej

1. Taśma montażowa

Taśma przeznaczona jest do podawania podzespołów i części montowanego licznika na stanowiska, gdzie dokonuje się kolejnych operacji kontroli i montażu. Taśma została rozwiązana konstrukcyjnie jako przenośnik paletowy. Stalowe palety płaskie, na których układa się montowane liczniki, napędzone są przy pomocy dwóch łańcuchów 6 /rys. 2/, które wiążą jednocześnie poszczególne palety. Palety prowadzone są na rolkach po bieżniach znajdujących się na części nośnej przenośnika.

Przenośnik składa się z trzech zasadniczych części:

1. Członu przedniego /napędowego/
2. Członu środkowego,
3. Członu końcowego /zwrotnego/

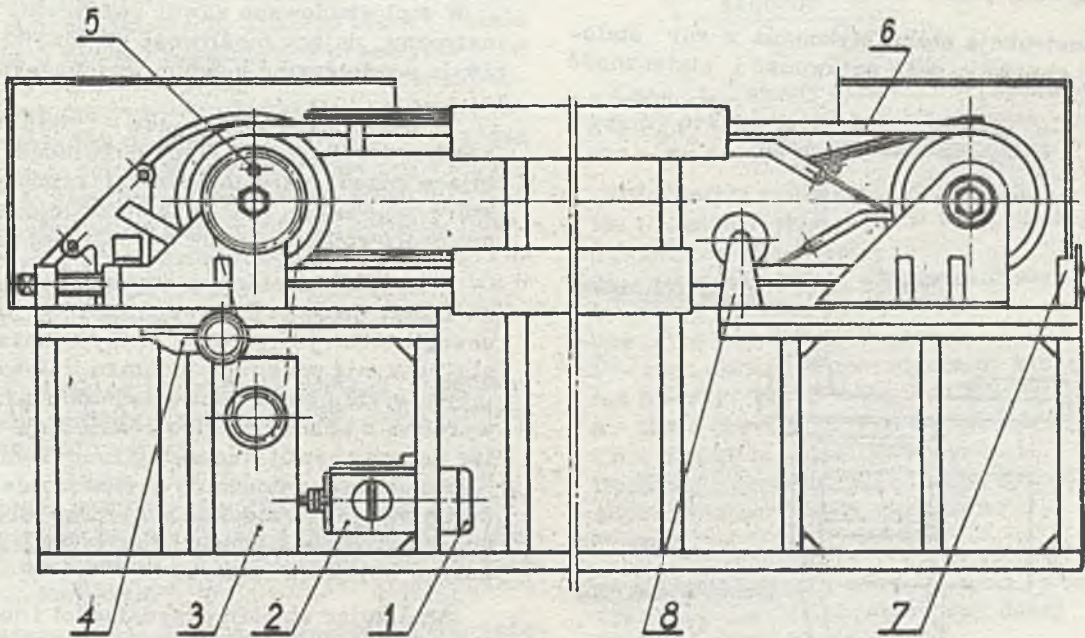
Człon napędowy zbudowany jest w następujący sposób: na sztywnej ramie wykonanej z kształtowników stalowych zamocowana jest płyta stalowa, w której ułożyskowane zostały koła łańcuchowe, ciągnące łańcuchy z doczepionymi do nich paletami.

Człon środkowy zmontowany jest z 6-metrowych odcinków ramy nośnej. Zwiększając lub zmniejszając liczbę tych odcinków można uzyskać dowolną długość taśmy montażowej.

W członie końcowym /zwrotnym/ umieszczone są koła łańcuchowe, stanowiące element zwrotny taśmy. Istotne znaczenie przy nawrocie taśmy ma fakt, że palety przy nawrocie taśmy zajmują przez moment położenie jak na rys. 3. Pozwala to na oczyszczenie palet z wszelkiego rodzaju drobnych elementów /wkręty, podkładki/, których dostanie się na palety w czasie montażu jest nieuniknione.

Dodatkowo w członie zwrotnym umieszczono szczotkę obrotową 8, posiadającą oddzielny napęd z silnika elektrycznego, która służy do odkurzania palet w czasie pracy taśmy montażowej.

Aby zapewnić konieczną czystość otoczenia, która ma duże znaczenie przy montażu tak precyzyjnych wyrobów jak liczniki energii elektrycznej, taśmę wyposażono w przewód wentylacyjno-wyciągowy. Zadaniem jego jest usuwa-



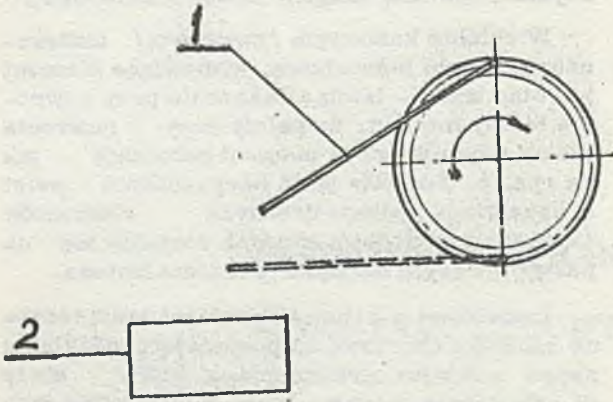
Rys. 2. Taśma montażowa: 1 - silnik napędowy, 2 - przekładnia bezstopniowa, 3 - przekładnia ślimakowa, 4 - napinacz, 5 - bezpiecznik, 6 - łańcuch, 7 - wyłącznik, 8 - szczotka

W dolnej części ramy umieszczony jest zespół napędowy składający się z silnika napędowego 1 /rys. 2/, przekładni bezstopniowej 2 oraz przekładni ślimakowej 3. Zastosowanie przekładni bezstopniowej pozwala na uzyskanie płynnej regulacji prędkości przesuwu taśmy montażowej w granicach 1 - 5 m/min.

nie z otoczenia stanowisk kontrolnych i montażowych wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń lotnych. Oprócz tego do każdego ze stanowisk doprowadzone jest ujęcie sprężonego powietrza /o ciśnieniu nominalnym 5,5 - 6 atn/.

Przy każdym stanowisku umieszczono również gniazda wtykowe instalacji elektrycznej

prądu jednofazowego, trójfazowego oraz napięcia stabilizowanego.

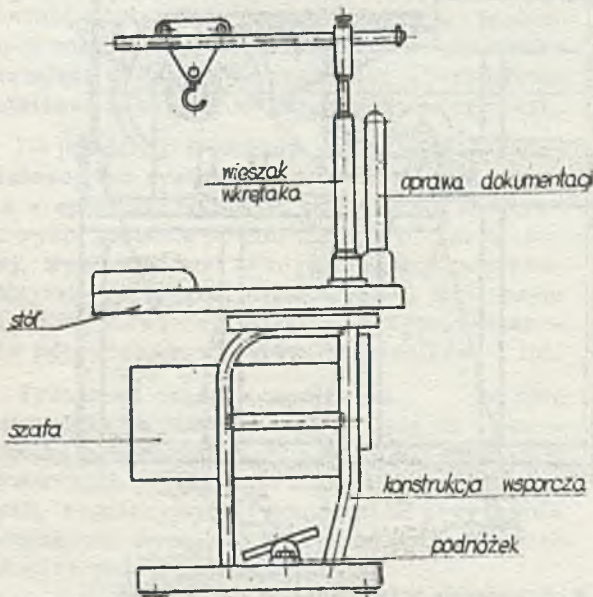


Rys. 3. Przemieszczanie się palety podczas nawrotu taśmy: 1 - paleta, 2 - zbiornik na elementy zanieczyszczające paletę

2. Stanowisko montażowe

Stanowiska montażowe /rys. 4/ ustawiane są na stole, który ze względu na konieczność dostosowania do lewej i prawej strony taśmy, wykonywany jest w dwóch odmianach.

Konstrukcja stołu, wykonana z rur stalowych, zapewnia dużą sztywność i stateczność



Rys. 4. Stanowisko montażowe

stanowiska. W części dolnej stołu umieszczony jest podnózek, którego pozycję można ustawić indywidualnie dla każdej osoby. Umożliwia to przewidziana w konstrukcji regulacja. Umieszczona z boku stanowiska szafka wyposażona została w dwie zamykane oddzielnie szuflady, przeznaczone na rzeczy osobiste pracowników I i II zmiany,

Powierzchnię roboczą stanowi płyta drewniana pokryta okładziną laminatową o wymiarach 650 x 900. W miejscach oparcia łokci pracownika umieszczono podłokietniki wyłożone mikro gumą i pokryte skórą. Pod płytą stołu umieszczono gniazda wtykowe instalacji jednofazowej do zasilania lampy oświetleniowej miejscowej oraz niezbędnych narzędzi, jak np.: wkrętaki elektryczne, lutownice itp. Wyposażenie dodatkowe stanowi stojak do zawieszania wkrętaka lub innych narzędzi oraz oprawa dokumentacji, w której umieszcza się rysunki, instrukcje itp. Zaprojektowany sposób połączenia stanowiska z taśmą montażową umożliwia jego utwierdzenie w dowolnym miejscu na całej długości taśmy z jednoczesną możliwością podłączenia go do ujęcia sprężonego powietrza instalacji elektrycznej i przewodów wentylacyjnych wyciągowych.

W stół wbudowano zawór redukcyjny pneumatyczny, dający możliwość regulacji ciśnienia powietrza na każdym stanowisku.

W konstrukcji stanowiska wykorzystano zdobyte w ubiegłych latach doświadczenia dyktujące rozwiązanie najbardziej ergonomiczne, które zapewniają możliwie najmniejsze zmęczenie pracownika w czasie 8-godzinnej pracy.

Efekty ekonomiczne i organizacyjne uzyskane z zastosowania liniowego montażu liczników energii elektrycznej oraz zdobyte doświadczenia wykazują przewagę montażu liniowego nad innym systemem w odniesieniu do większości wyrobów z branży elektrotechnicznej. Dlatego też dalszy rozwój technologii montażu w ZWAP "Mera-Pafal" zmusza do zastosowania montażu liniowego w produkcji innych wyrobów jak np.: mikrosilnik synchroniczny MSS-2W oraz zestaw szybkościomierza SF-67.

Analizując stopień przydatności i nowoczesność konstrukcji taśm i stołów montażowych uważamy, że urządzenia te kwalifikują się do szerokiego zastosowania w przedsiębiorstwach Zjednoczenia "Mera".

m m m

METODY KONTROLI I ODBIORU LICZNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Przy stale wzrastającej na świecie i w kraju ilości liczników energii elektrycznej coraz większego znaczenia nabierają problemy związane z wzorcowaniem, kontrolą uchybów liczników u producenta oraz kontrolą jakości partii liczników przez odbiorcę.

Oprócz ilości liczników na powyższe problemy ma też wpływ znaczne zaostrzenie wymagań jakościowych. Dlatego też w wielu krajach o wysoko rozwiniętym przemyśle w celu uzyskania jak najlepszych efektów ekonomicznych drogą wyeliminowania niepotrzebnych nakładów finansowych zarówno przez producenta jak i odbiorcę zaczyna się stosować /i w niektórych krajach już stosuje się/ zautomatyzowane urządzenia do badania liczników oraz statystyczne metody badania partii liczników energii elektrycznej przy sprzedaży, zakupie oraz w czasie eksploatacji liczników.

W niniejszym artykule zostaną opisane wybrane metody stosowane przy wzorcowaniu i kontroli liczników.

1. Metoda pomiaru mocy i czasu przy użyciu przyrządów pomiarowych wskazówkowych /lub z płamką świetlną/ - najczęściej watomierza i sekundomierza.

Metoda polega na pomiarze mocy obciążenia licznika za pomocą przyrządów pomiarowych i jednoczesnego mierzenia sekundomierzem czasu "t" w sekundach, odpowiadającego pewnej liczbie obrotów tarczy badanego licznika "n".

Przykładowo podają kilka podstawowych wzorów używanych do obliczeń przy pomiarach błędów w licznikach energii elektrycznej:
- Moc nominalna licznika jednofazowego prądu zmiennego

$$P_n = U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

- Błąd wskazań licznika w odsetkach poprawnej miary energii "b" wynosi

$$b = \frac{t - t_1}{t_1} \cdot 100\%$$

- Czas "t" nazywamy często czasem teoretycznym i obliczamy ze wzoru

$$t = \frac{3600000 \cdot n}{C_n \cdot P}$$

- Czas "t₁" zwany czasem rzeczywistym mierzymy przy pomocy sekundomierza - jest to czas "n" obrotów wirnika.

Pozostałe oznaczenia określają:

Un - napięcie nominalne w voltach określone na tabliczce licznika

In - natężenie prądu w amperach określone na tabliczce licznika

cos φ - współczynnik mocy

P - moc obliczona teoretycznie, którą licznik ma mierzyć np. P = P_n; P = 1/2 P_n; P = 1/10 P_n

n - ilość obrotów tarczy wirnika przy mocy P
C_n - nominalna stała wzorcowania /stała licznika/, tj. nominalna liczba obrotów tarczy odpowiadająca 1 kWh, podana na tabliczce licznika.

Mając obliczony czas "t" oraz zmierzony czas "t₁" dla "n" obrotów przy danej mocy "P" obliczamy błąd "b".

2. Metoda sprawdzania liczników przy użyciu licznika normalnego

Metoda ta polega na porównaniu wskazań licznika sprawdzanego ze wskazaniem licznika normalnego. Pomiar dokonywany podobnie jak metodą przy użyciu przyrządów wskazówkowych, polega na odliczaniu obranej liczby obrotów tarczy licznika sprawdzanego, zamiast jednak uruchamiania sekundomierza uruchamia się licznik normalny. Po wykonaniu przez tarczę licznika badanego obranej liczby obro-

tów zatrzymujemy również licznik normalny i odczytujemy liczbę obrotów wykonaną przez tarczę licznika normalnego.

Błąd licznika w tej metodzie obliczamy ze wzoru:

$$b = \frac{n_1}{n_n} \cdot \frac{C_n}{C_1} - 1 \cdot 100\% + b_n$$

gdzie:

- n_1 = liczba obrotów tarczy licznika badanego
- n_n = liczba obrotów tarczy licznika normalnego
- C_1 = stała licznika badanego w obrotach tarczy/1 kWh
- C_n = stała licznika normalnego
- b_n = błąd wskazania licznika normalnego w %

3. Metoda synchroniczna

Metoda ta polega na porównywaniu szybkości obrotów tarcz liczników sprawdzanych z szybkością obrotu tarczy licznika normalnego. Za licznik normalny przyjmuje się przeważnie licznik tego samego typu co sprawdzane liczniki.

Błąd licznika w tej metodzie obliczamy ze wzoru:

$$b = b_1 + b_n$$

gdzie

$$b_1 = \frac{x}{n_n \cdot 360} \cdot 100\%$$

- n_n = oznacza liczbę obrotów wykonanych przez tarcze licznika normalnego
- x = oznacza kąt przesunięcia znaków na tarczach względem siebie
- b_n = oznacza błąd wskazania w % licznika normalnego

4. Metoda bezpośredniego odczytania wskazań licznika

Metoda polega na porównaniu wskazań odczytanych na liczydłach liczników sprawdzanych i licznika przyjętego za normalny a mierzącymi tę samą ilość energii elektrycznej. Za licznik normalny przyjmujemy oczywiście licznik uprzednio wyregulowany i sprawdzony z liczydłem pozwalającym na dokładne odczytanie wskazania wielkości zmierzonej energii elektrycznej.

Metodę tę stosuje się na ogół do równoczesnego sprawdzania większej partii liczników.

Błąd licznika w tej metodzie obliczamy ze wzoru:

$$b = \frac{A_1 - A_n}{A_n} \cdot 100\% + b_n$$

gdzie

- A_1 - wskazanie licznika sprawdzanego w kWh / odczytać na liczydło/
- A_n - wskazanie licznika normalnego w kWh
- b_n - błąd wskazania licznika normalnego w procentach.

Przedstawione wyżej metody mają swoje wady i zalety. W miarę upływu czasu i zwiększania wymagań stawianych licznikom oraz możliwościami, jakie powstawały w związku z pojawieniem się coraz lepszych urządzeń i przyrządów pomiarowo-kontrolnych - ulepszano także metody wzorcowania i sprawdzania liczników.

Uzyskanie możliwie najdokładniejszych pomiarów wyżej wymienionymi metodami wymaga stosowania:

- watomierzy kl. 0, 2 : 0, 1,
- sekundomierzy możliwie najdokładniejszych,
- stabilizatorów do zasilania tablic pomiarowych,
- zastosowania urządzeń z fotokomórkami np. do dokładnego odliczania ilości obrotów tarczy wirnika,
- nanoszenia na tarczach wirników podziałek katowych do określania uchybów, znaków do wzorcowania liczników - przy zastosowaniu efektu stroboskopowego,
- dokładnego nadruku podziałki na bębnekach liczydła oraz eliminowania niepotrzebnych luzów w układzie liczydła, powodujących pogorszenie dokładności wskazań liczydła.

Oprócz wyżej wymienionych czynników na dokładność pomiarów, a więc określenie faktycznych błędów mają wpływ następujące czynniki; zmiany temperatury, zawieszenie licznika, wartość napięcia zasilania, częstotliwość napięcia zasilającego, drgania, ustalony stan pomiarowy licznika.

Na jednej z konferencji technicznego komitetu C. E. J. w 1969 r. przedstawiono wielkości, które należałoby uwzględnić zarówno przy wzorcowaniu liczników jak i kontroli ich przez odbiorców. Dane te obrazuje tabela 1.

Tabela 1

Wpływ czynników na dokładność pomiaru uchybów licznika

Czynniki wpływające	Wartość nominalna	Dopuszczalne zmiany wartości nominalnej	Wpływ zmian na wartość uchybu	Dodatki we uchyby
1	2	3	4	5
Temperatura	20°C	+2°C	dla 10°C 1%	0, 2% - 0, 04
Zawieszenie licznika	pionowe 0°	0, 5°	3% 1%	0, 15% - 0, 025
Napięcie	nominalne	+1%	dla 10% 1%	0, 1% - 0, 01

1	2	3	4	5
Często- tliwość	50 Hz	+ -0,5 Hz		0,1% - - 0,01
Kształt krzywej	0 sinusoi- dalny	5%		0,2% - 0,04
Dokład- ność przyrząd- ów po- miaro- wych		0,2%		0,2% - 0,04

Dodatkowy błąd od wymienionych czynników /według wzoru $\sqrt{\sum 2} = 0,4$ / może więc wynosić 0,4%

Zarówno powyższe dane jak i praktyka nabyta przy wielu pomiarach i badaniach liczników wykazały, że należy zwrócić uwagę głównie na:

a/ Zmiany temperatury - szczególnie przy metodzie watomierz-sekundomierz. Należy stosować klimatyzację pomieszczenia, w którym dokonuje się pomiarów.

b/ Zawieszenie licznika - przy stosowaniu w licznikach łożysk dolnych dwukamieniowych wpływ niepionowego zawieszenia przy małych obciążeniach jest bardzo duży. Przykładowo: szereg norm na liczniki określa, iż zmiana zawieszenia licznika od pionu o 3° może zmienić uchyb licznika przy obciążeniu 5% In o 3%.

c/ Wartość napięć - w licznikach 3-fazowych należy szczególną uwagę zwrócić na symetrię oraz wartość napięć. Przy zastosowaniu niewłaściwych woltomierzy, niezwracaniu uwagi na napięcia /przeważnie zwracamy zasadniczą uwagę na wskazania watomierzy/ występują przy wzorcowaniu /sprawdzaniu/ różne wartości napięć fazowych, a to ma wpływ na zmianę uchybów wskazań, szczególnie przy małych obciążeniach oraz obciążeniach 20% In jednostronnym w stosunku do uchybów, jakie ma dany licznik przy prawidłowych wartościach napięć.

d/ Wpływ wstrząsów - przy pomiarach uchybów przy małych obciążeniach, sprawdzeniu rozruchu oraz biegu luzem należy koniecznie wyeliminować wstrząsy na stanowisku pomiarowym. Należy podkreślić, iż nawet lekka wibracja, jakiej podlega licznik /np. wibracja w komorze pochodząca od małego wentylatora/, może spowodować zmienność wskazań licznika przy małych obciążeniach o 3 + 4%.

e/ Ustalony stan licznika przy danej próbie - na ogół przy codziennych pomiarach nie zwraca się należytej uwagi na uzyskanie tzw. stanu ustalonego licznika w chwili pomiaru uchybu licznika przy danej próbie.

Chodzi o to, aby przy sprawdzaniu uchybu licznika przy próbie np. 10% In cewka napięciowa oraz cewka prądowa licznika była włączona przez odpowiedni okres. Zwrócić należy uwagę na to, że uchyb w liczniku, który był grzany przez dłuższy czas prądem np. 100% In może być mierzony przy 10% In dopiero po uprzednim ochłodzeniu licznika, a następnie nagrzaniu prądem 10% In do stanu równowagi termicznej, odpowiadającej nagrzaniu prądem 10% In.

Zagadnienie dokładności pomiarów uchybów występuje i ma bardzo duże znaczenie przy ocenie jakości w procesie sprzedaży i kontroli liczników przez odbiorcę.

Od niedawna w wielu krajach przemysłowych dużo zainteresowania poświęca się przede wszystkim statystycznym metodom badania partii liczników. Przeprowadzone badania wykazały, że rozkład normalny uchybów przy badaniu seryjnie wyprodukowanych liczników zależy od statystycznych właściwości każdego licznika. Ta statystyczna właściwość wyraża się w zmieniającej się niepewności pomiarów zależnie od warunków zewnętrznych pomiaru oraz parametru, który badamy w danym liczniku. Wykonane za granicą oraz niedawno w kraju badania zachowania się liczników wyprodukowanych w tych samych warunkach oraz wywzorcowanych na tego samego typu urządzeniach wykazały, że błędy przy wszystkich punktach obciążenia mają rozkład normalny, w związku z czym można przy pomocy prób wyrzykowych małej ilości wyrobów oraz zaangażowania minimum potrzebnych środków dokonać oceny jakości sprawdzanej partii wyrobów. Badania wykazały również, że pojedynczy licznik przy powtarzaniu prób wykazuje taki sam normalny rozkład uchybów. Niezależnie od tego, czy licznik poddany był przy pomiarach warunkom powtarzalnym /odpowiadają starannym badaniom przez jednego obserwatora na jednym stanowisku/, czy też warunkom porównywalnym /odpowiadają kolejnym badaniom wielu obserwatorów na różnych stanowiskach próbnych/ uchyby mają rozkład normalny, to znaczy różnią się tylko wartością średnią i odchyleniem standardowym.

Opierając się na tego rodzaju badaniach można stwierdzić, że wartość błędu uzyskana przy jednorazowym badaniu licznika jest właściwie wartością przypadkową z charakterystycznego dla danego przebiegu badawczego rozkładu normalnego.

Badania wykazały również, że niepewność pomiaru bardziej precyzyjnych liczników jest nieco większa niż mało precyzyjnych oraz że liczniki 3-fazowe przy równomiernym obciążeniu mają nieco mniejszą niepewność pomiarową niż liczniki 1-fazowe o tej samej

przeciążalności. Przedstawiona poniżej tabela wskazuje na wysoką procentową zależność niepewności pomiaru od warunków badania szczególnie w zakresie małych obciążeń.

Tabela 2

Obciążenie w % In			Warunki badania
5	100	Ig	
0,2	0,2	0,2	Warunki powtarzalne, wysokiej klasy pojedyncze stanowisko badawcze
0,6	0,4	0,4	Warunki porównywalne, wysokiej klasy pojedyncze stanowisko badawcze
1,0	0,4	0,4	Warunki porównywalne, stanowisko badań seryjnych

Powyższe wyniki badań uzasadniają zmianę poglądu na uchyby licznika, według którego każdemu punktowi obciążenia odpowiada jednoznaczne i stałe wskazanie licznika. Gdy znana jest liczbowo wyrażona niepewność pomiaru, można odpowiedzieć na pytanie o możliwie największą przypadkową różnicą błędu, która może wystąpić przy badaniu licznika na dwu stanowiskach badawczych.

Do niedawna jeszcze w kraju ani za granicą nie było konkretnych zaleceń /norm/ międzynarodowych, regulujących sposób i technikę kontroli partii liczników przy ich sprzedaży i kupnie. W większości wypadków były to dwustronne uzgodnienia pomiędzy sprzedającym a kupującym.

Powyższe wyniki badań uzasadniają słuszność postanowień zawartych w:

- Wytycznych odbioru fabrycznie nowych liczników elektrycznych klasy 2,0 na podstawie kontroli każdej sztuki lub kontroli wrywkowej, zawartych w VDE 0418 część 6/12. 69.
- Projekcie III Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej CEJ /1972/ - kontrola odbiorcza liczników watogodzin klasy 2,0 prądu przemiennego.

Wymienione wytyczne przewidują dwie metody kontroli odbiorczej liczników:

I. Kontrolę 100%, tj. kontrolę wszystkich liczników w partii.

II. Kontrolę wrywkową, tj. kontrolę "n" sztuk liczników z partii zawierającej "N" sztuk liczników.

Kontrolę wrywkową możemy przeprowadzać dwoma sposobami: przez badanie cech lub przez badanie zmiennych.

Kontrola przez badanie cech daje tylko jakościowe wyniki, wskazujące zgodność lub niezgodność. Metodę tę musimy stosować, gdy nie można zmierzyć badanej charakterystyki oraz wówczas, gdy charakterystykę możemy zmierzyć, ale wartości nie mają normalnego rozkładu /Leplace'a Gaussa/. Zaletą kontroli przez badanie cech jest łatwość jej zastosowania.

Kontrola przez badanie zmiennych daje wyniki ilościowe. Ma ona zastosowanie tylko wtedy, gdy wartość charakterystyki dają się zmierzyć i gdy te wartości mają w przybliżeniu normalny rozkład. Zaletą kontroli przez badanie zmiennych jest mniejsza wielkość próbki niż przy kontroli przez badanie cech przy tym samym ryzyku decyzji, a wymaga jedynie więcej obliczeń.

Kontrola wrywkowa oparta jest na statystyce matematycznej, więc zarówno wytwórca jak nabywca podejmują pewne określone ryzyko. Mimo tego kontrola wrywkowa jest bardziej ekonomiczna niż stuprocentowa kontrola liczników. Opracowana w wymienionych zaleceniach kontrola wrywkowa została tak zaplanowana, że w praktyce jakość partii liczników może być oceniona z prawie taką samą dokładnością jak przy stuprocentowej kontroli.

5. Procedura kontroli i prób

Jakość dostawy liczników powinna być sprawdzana za pomocą kontroli i prób. Przeznaczone do badania liczniki, powinny być najpierw powierzchownie zbadane w celu stwierdzenia, czy nie wykazują śladów uszkodzenia i czy ich oznaczenia są poprawne.

Następnie liczniki podlegają badaniom:

- 1/ Próbie własności dielektrycznych - próba 2 kV.
- 2/ Próbie nieobracania się wirnika przy prądzie $0,001 I_n \cos \varphi = 1$
- 3/ Próbie rozruchu wirnika przy prądzie $0,006 I_n \cos \varphi = 1$
- 4/ Próbie dokładności wskazań licznika przy:
 - a. prądzie $0,05 I_n \cos \varphi = 1$ obciążenie symetryczne
 - b. prądzie $1 I_n \cos \varphi = 1$ obciążenie symetryczne
 - c. prądzie $1 I_n \cos \varphi = 0,5$ obciążenie symetryczne
 - d. prądzie $1 I_{max} \cos \varphi = 1$ obciążenie symetryczne
 - e. prądzie $1 I_n \cos \varphi = 1$ obciążenie jednostronne

5/ Sprawdzeniu stałej licznika.

6. Kontrola stuprocentowa

Wszystkie liczniki w partii powinny być sprawdzane wg w/w wymagań. Dopuszczalne ilości wadliwych podane są w tabeli 3.

Tabela 3

Wielkość partii	Dopuszczalna liczba wadliwych liczników
50 - 149 szt.	1 szt.
150 - 249 szt.	2 szt.
250 - 349 szt.	3 szt.
350 - 449 szt.	4 szt.
450 - 549 szt.	5 szt.
.	.
.	.
.	.
950-1000 szt.	10 szt.

Niedopuszczalne są negatywne wyniki badania własności dielektrycznych oraz sprawdzania stałej licznika.

7. Kontrola wrywkowa - odbiór partii liczników

Rozstrzygnięcie dotyczące zachowania warunków odbioru partii dostawy o wielkości "N" podejmuje się wg planu prób wrywkowych, których podstawą jest granica dobroci AQL = 1% przy przebadaniu próby wrywkowej o zasięgu "n".

8. Kontrola przez badanie cech

Kontrola ta rozróżnia tylko "dobre" lub "złe" wyroby /części/. Ostrość kontroli zależy od wielkości próbki "n". Im większe "n" tym bardziej zaostrzona jest kontrola i tym bardziej niezawodna jest ocena kontroli wrywkowej.

Wyboru próbek w kontroli wrywkowej dokonujemy wg 3 lub 4 ostatnich cyfr numeru fabrycznego licznika na podstawie liczb przypadkowych ze specjalnych tablic.

Plan podwójnych prób wrywkowych przez badanie cech przy AQL = 1% nakreślony został w poniższej tabeli:

Tabela 4

Wielkość partii N	1-próba wrywkowa			2-próba wrywkowa	Dopuszczalna liczba szt. wad w 1+2 próbie C2
	n1	C1	d1	n2	
101 - 500	30	0	2	30	1
501-1000	40	0	2	40	2

gdzie:

n1 - wielkość próbki

c1 - liczba sztuk, przy której po 1-próbie ocenia się partię jako dobrą

d1 - liczba sztuk, przy której ocenia się partię jako niezgodną z wymaganiami normy /bez pobierania drugiej próbki/

n2 - wielkość drugiej próbki

c2 - ilość sztuk wadliwych łącznie w pierwszej i drugiej próbie, przy której partię uznaje się jako zgodną z wymaganiami normy

9. Kontrola przez badanie cech zmiennych

Przy tej metodzie kontroli charakterystyki liczników próbki /np. błąd licznika dla danego prądu/ są oceniane w odniesieniu do skali liczbowej ich średniej wartości - uchyb normalny lub średni zakres zostaje wyliczony i użyty jako podstawa do oceny partii liczników. Kontrola cech zmiennych zakłada rozkład normalny wartości pomiarowych. Występuje to szczególnie przy badaniu nowych liczników. Z kontroli cech zmiennych wyznacza się obydwie statyczne wartości charakterystyczne: wartość średnią \bar{X} i odchylenie standardowe S /plan $\bar{X} - S/$ lub wartość średnią \bar{X} i średnią rozpiętość \bar{R} /plan $\bar{X} - \bar{R}/$

Wartość średnia \bar{X} jest sumą wartości pojedynczych, podzieloną przez ich ilość

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

n - ilość pomiarów

X_1 - wartość pojedynczego pomiaru, np. błąd licznika przy prądzie I = In

Odchylenie standardowe "S" jest miarą rozrzutu. Obliczamy ze wzoru:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

gdzie:

n - ilość pojedynczych pomiarów

X_i - wartość pojedynczego pomiaru

\bar{X} - wartość średnia.

Rozpiętość R - średnia rozpiętość \bar{R}

Rozpiętość R jest różnicą pomiędzy największą i najmniejszą z 5 wartości X_i

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Średnia rozpiętość \bar{R} jest arytmetyczną wartością średnią wielu pojedynczych rozpiętości

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

Wielkość partii i wielkość próbki według kontroli cech zmiennych określono w tabeli 5.

Tabela 5

Wielkość partii sztuk	Zasięg próby wyrywkowej "n" Plan $\bar{X}-S$ i plan $\bar{X}-R$
do 500	30
501 - 1000	40

Partie dostaw większe niż 1000 sztuk muszą być dzielone.

Decyzja co do odbioru partii dostawy zostaje wyznaczona graficznie przez naniesienie wartości \bar{X} i S lub \bar{X} i R na specjalny układ współrzędnych.

Oblicza się górną i dolną granicę w układzie $\bar{X} - S$ i $\bar{X} - R$ według równań:

$$\bar{X} = T_u + k \cdot s. \quad \text{i} \quad \bar{X} = T_o - k \cdot s.$$

lub

$$\bar{X} = T_u + K \cdot \bar{R} \quad \text{i} \quad \bar{X} = T_o - K \cdot \bar{R}$$

gdzie T_o i T_u są granicami uchybów określonymi w normie dla poszczególnych punktów pomiarowych, a współczynniki k i K określa n/podana tabela dla AQL = 1%

Tabela 6

Wielkość partii	Zasięg próby wyrywkowej	Współczynnik odbioru	
		k	K
do 500	30	1,88	0,81 /
501 - 1000	40	1,94	0,83 /

Literatura:

1. Wytyczne odbioru liczników elektrycznych kl. 2 VDE 0418 część 6/12.1969;
2. Kontrola odbiorcza liczników watogodzin

AQL - Granica dobroci /Acceptable Quality Level/.

Mimo stosowania wyrywkowych metod badania jakości partii liczników, odbiór ten jest jeszcze bardzo pracochłonny. Dlatego też niektóre firmy oraz przedsiębiorstwa energetyki stosują do sprawdzania liczników zautomatyzowane stacje badawcze. Dzięki wyposażeniu w fotokomórki analizujące, urządzenia sterownicze, maszyny piszące, czytniki, tłoczniiki taśm i inne urządzenia stacje takie dokonują pomiarów uchybów liczników z jednoczesnym zapisem ich i wystawieniem "metryki licznika".

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż pomimo wysokiej dokładności metody pomiarowej, pomiar przy małych obciążeniach powtarzany jest pięciokrotnie i z tych pięciu pomiarów obliczana jest wartość średnia i rozrzut wartości jednostkowych. Dopiero po takich przeliczeniach licznik kwalifikowany jest jako "zły" lub "dobry".

Dzięki zastosowaniu zautomatyzowanego systemu kontroli liczników osiąga się: znaczne uproszczenie kontroli liczników elektrycznych; obiektywny pomiar wolny od wszystkich subiektywnych wpływów; obniżenie kosztów kontroli /na zmianę roboczą może 1 pracownik sprawdzić 200 szt. liczników 3-fazowych podczas gdy metodami tradycyjnymi od 40 - 60 szt./ otrzymuje się także konieczne do sprawdzania dowody kontroli "karty metryki liczników".

- kl. 2 prądu przemiennego C. E. J. luty 1972
3. A. Rudolphi - Badania liczników energii elektrycznej;
4. Instrukcja legalizacji liczników GUM

m m m

mgr inż. Mirosław Kudła
inż. Zenon Wicher
ZWAP "Mera-Pafal" - Swidnica

ZAGADNIENIA POWTARZALNOŚCI WSKAZAŃ LICZNIKÓW W ŚWIETLE WŁASNYCH BADAN

Wstęp

Zagadnienie powtarzalności wskazań liczników stało się w ostatnich latach kluczowym problemem, przed którego rozwiązaniem stały służby techniczne przedsiębiorstwa i któremu poświęcały i poświęcają wielką uwagę.

W latach 1970/1971 w związku z uruchomieniem eksportu do NRD oraz wzrostem wymagań energetyki krajowej podjęto w zakładzie na szeroką skalę prace nad tym zagadnieniem. Prowadzono je w kilku dziedzinach, w których spodziewano się uzyskać zadawalające wyniki. Dotyczyło to badań łożysk, liczydeł, stabilności w czasie parametrów magnesów i stabilności w czasie pozostałych elementów licznika. Podjęto również badania dotyczące wpływu zachowania warunków pomiarowych na wskazania liczników oraz wpływu jakości urządzeń pomiarowych na ten parametr. O skali podjętych prac może świadczyć ilość wykonanych w ciągu 2 lat prób dotyczących tego zagadnienia. Tylko w laboratorium biura konstrukcyjnego wykonano ogółem około 26 200 pomiarów, samych liczników jednofazowych.

Kończąc uwagi wstępne należy podkreślić, że problem powtarzalności wskazań liczników energii elektrycznej jest niezwykle trudny do interpretacji; niektóre kraje wprowadziły np. specjalne uzupełniające normy, umożliwiające ocenę tego parametru przy pomocy metod statystycznych /przykładowo: statystyczna kontrola jakości - wymagania międzynarodowe/.

1. Zagadnienia zmienności wskazań, których źródła tkwią w liczniku

A. Łożyska

Podstawowym źródłem tarcia w produkowanych przez "Mera-Pafal" licznikach są łożyska i liczydło. Zadaniem łożyska górnego jest przyjęcie sił promieniowych. Łożysko to wykonane jest jako łożysko igiełkowe. Powstające tu tarcie jest małe i można je jeszcze zmniejszyć, stosując cieńszą iglicę ϕ 0,4 zamiast ϕ 0,5. Poniżej grubości ϕ 0,4 praktycznie zejść nie można, gdyż łożysko nie byłoby dostatecznie odporne na wstrząsy transportowe. Poza tym powstałoby niebezpieczeństwo brzęczenia. W "Mera-Pafal" zawansowane są poważne prace nad zmianą iglicy z ϕ 0,05 na ϕ 0,4.

Łożyska jednopanewkowe i dwupanewkowe z kamieniami szlachetnymi zostały zastąpione łożyskami dwupanewkowymi z kamieniami syntetycznymi. Posiadają one strukturę bardziej jednorodną niż stosowane dawniej naturalne kamienie szlachetne. Nauczono się lepiej obrabiać kamienie i opracowano lepsze metody badań. Tak np. szlifuje się panewkę prostopadle do osi optycznej kamienia. W tym kierunku posiadają one największą twardość i odporność. /Oś optyczna jest tą osią kryształu, przy której nie występują załamania podwójne. Kryształ posiada strukturę symetryczną do osi optycznej/. Tarcie przy dwupanewkowym łożysku dolnym jest około 30 + 40% mniejsze niż przy łożysku jednopanewkowym i w obecnie produkowanych w "Mera-Pafal" łożyskach wynosi średnio 8 mGcm. Na wielkość tego tarcia ma decydujący wpływ czystość kulki oraz jakość i czystość kamieni syntetycznych.

Delikatną i trudną czynnością jest mycie tych elementów. W drodze żmudnych badań i doświadczeń oraz na podstawie literatury fachowej opracowano w ZWAP nową technologię mycia kamienia i kulek w specjalnie do tego przygotowanym laboratorium. Technologia ta polega na trzykrotnym myciu w roztworze mydlanym o składzie:

- woda	- 1 l.
- mydło	- 40 g
- wodorotlenek amonu	- 0, 2 l
- spirytus	- 0, 3 l

Następnie kamienie i kulki myje się w benzynie aptecznej i spirytusie oraz suszy w temperaturze +70°C.

Wszelkie drobne zanieczyszczenia w postaci pyłu, tłuszczów itp. nie zawsze dają znać o sobie w czasie wzorcowania i pierwszych badań, gdyż wówczas moment tarcia niewiele różni się od momentu czysto umytych łożysk. Zanieczyszczenia drobne zmniejszają znacznie żywotność łożysk, co przejawia się we wzroście momentu tarcia w czasie. Po 10 milionach obrotów, wykonanych przez tarczę wirnika jednofazowego, uchyby liczników z łożyskami zmontowanymi z czystych elementów /przy obciążeniu 5% In/ zmieniają się średnio o około 0, 3%, a przy niewielkim zanieczyszczeniu powodują zmianę uchybu przekraczającą 1% w licznikach trójfazowych. Grube zanieczyszczenia kamieni opiłkami metalowymi powodują znaczne zmiany uchybu przy 5% In już przy wzorcowaniu licznika. Zmiany te dochodzą do 2, 5% i są szczególnie nieprzyjemne przy przechyłach liczników.

Zastosowanie łożyska dwupanewkowego w licznikach energii elektrycznej korzystne jest przede wszystkim ze względu na jego znacznie większą odporność na ścieranie, a tym samym - dłuższą żywotność. Wadą łożysk dwupanewkowych jest duży wpływ zawieszenia na uchyby przy małych obciążeniach. Dlatego należy dbać o to, aby nowoczesne liczniki z łożyskami dwukamieniowymi zawieszać szczególnie starannie w pionie. Odchylenie od pionu o około 3° powoduje uchyb dodatkowy przy 5% In, dochodzący do około 1, 5%.

Produkowane obecnie łożysko dolne jest na bieżąco udoskonalane na podstawie informacji o jakości jego elementów uzyskiwanych w czasie badań. Niezależnie od tego w Instytucie Elektrotechniki w Warszawie prowadzone są próby liczników z łożyskiem magnetycznym. Uzyskano pozytywne wyniki badań tych liczników prowadzonych pod kątem pracy długotrwałej.

Czy łożyska magnetyczne znajdują zastosowanie przy prostych licznikach prądu zmiennego, trudno jeszcze przewidzieć.

B. Liczydło

Tarcie liczydła jest zależne od przełożenia. Im większe jest przełożenie całkowite, tym mniejszy staje się moment tarcia występujący na kole ślimakowym liczydła. Współczesne, wysoko przeciążalne liczniki przy swoich niskich liczbach obrotów mają jednocześnie małe przełożenia całkowite. Uzyskuje

się więc w nich gorsze warunki pracy niż przy licznikach "starszych" z dużą liczbą obrotów.

Mimo to obecnie produkowane liczniki posiadają liczydła o znacznie mniejszych momentach tarcia niż konstrukcje starsze. Wynika to z ogromnego rozwoju jaki nastąpił w dziedzinie konstrukcji i technologii produkcji liczydeł. Wielką rolę odegrały tutaj tworzywa sztuczne, z których wykonuje się już bębniaki, koła zmianowe, ślimak, koło ślimakowe, tulejki łożyskowe, a w przyszłości będzie się produkować nawet ramki.

W zakładach "Mera-Pafal" stosuje się obecnie dwa zasadnicze rodzaje liczydeł jednotaryfowych: 6-bębnowe i 7-bębnowe. Pierwsza konstrukcja /starsza/ ma ośki o średnicy 1, 2 mm i koła przekładni metalowe.

Średni moment tarcia tych liczydeł można ocenić na około /20-40/ mGcm. Należy jednak podkreślić, że moment tarcia liczydła jest wielkością o bardzo dużym zakresie zmienności. Jest to zasadnicza trudność, gdyż duży moment tarcia /ale stały co do amplitudy/ można bez trudności skompensować. Liczydło 7-bębnowe z oškami o średnicy 0, 6 mm i kołami przekładniowymi wykonanymi z tworzywa ma moment tarcia około 10-krotnie mniejszy /3 - 6/ mGcm. Jest on również zmienny, ale ponieważ jego bezwzględna wartość jest mniejsza, dlatego wpływ tej zmienności na wskazania liczników jest niewielki. Gdyby wszystkie liczydła z bieżącej produkcji miały momenty o wartościach określonych powyżej ich wpływ na wskazania liczników byłby niewielki. Zdarzają się jednakże egzemplarze wadliwe wykonanych detali /nie zachowane dopuszczalne tolerancje, nierówne powierzchnie, zadziory na kołach zębatych/, które po zmontowaniu dają znacznie większe tarcie - rzędu 200 mGcm i więcej. W celu wyeliminowania wadliwych sztuk należy każde liczydło poddać dokładnym pomiarom momentów tarcia na specjalnych przyrządach.

Zakład dysponuje obecnie kilkoma urządzeniami /specjalnie wykonanymi przez placówki naukowo-badawcze/ do pomiaru i rejestracji wartości chwilowych momentu tarcia.

C. Badanie stałości indukcji w magnesach

Zagadnieniem tym zajmuje się całościowo Instytut Elektrotechniki. Głównym przedmiotem wykonanych dotychczas badań były magnesy stosowane w licznikach produkcji "Mera-Pafal" z materiału ALNI120.

Należy podkreślić, że o ile łożyska i liczydła mają istotny wpływ na wskazania liczników przy małych obciążeniach, to jakiegokolwiek zmiany indukcji w magnesach powodują praktycznie tę samą zmianę wartości uchybu przy wszystkich obciążeniach.

Zrealizowana część programu badań dotyczyła:

- a/ wpływu stabilizacji magnezu na stałość indukcji,
- b/ wpływu czyszczenia blaszką stalową szczelin magnezu,
- c/ wpływu temperatury na stałość indukcji,
- d/ wpływu temperatury w czasie.

Ogólne wnioski z badań są następujące:

ad. a/ Zmiany indukcji magnetycznej w ciągu 7 dni po odmagnesowaniu magnesów /po uprzednim działaniu zmian temperatury lub nie/ są pomijalnie małe /do 0,04%/. Odmagnesowanie magnesów polem zmiennym zatrzymuje zmiany indukcji, które występują w magnesach nieodmagnesowanych, a przede wszystkim zmniejsza wpływ zmian temperatury. Odmagnesowanie polem zmiennym powinno być celową i niezbędną operacją technologiczną w procesie produkcji liczników, jako operacja zapewniająca przyspieszenie stabilizacji indukcji magnetycznej w szczelinie magnesów.

ad. b/ Czyszczenie szczelin magnesów blaszką stalową prowadzi do bezpośrednich zmian indukcji, natomiast powtórne czyszczenie nie powoduje dalszych zmian. Wielkość zmiany indukcji waha się w granicach od 0,3 ± 0,8%. Odmagnesowanie polem zmiennym nie zabezpiecza przed zmianami indukcji w wyniku czyszczenia blaszką stalową.

ad. c/ Przetrzywanie magnesów w temperaturze 80°C przez 4 godziny powoduje spadek indukcji w granicach /-0,02 do 0,63%/ bezpośrednio po uzyskaniu temperatury wyjściowej /22°C/. Należy zwrócić uwagę, że /0,02 do 0,26%/, czyli znacznie mniejszy spadek indukcji występuje w magnesach, które poddane zostały uprzednio odmagnesowaniu polem zmiennym, niż w magnesach nieodmagnesowanych - /0,55 ± 0,63%/. Natomiast przetrzywanie magnesów w temperaturze -20°C przez 5 godzin nie powoduje praktycznie żadnych zmian indukcji magnetycznej w szczelinie roboczej magnesów, bezpośrednio po uzyskaniu temperatury wyjściowej /22°C/.

ad. d/ Zmiany indukcji magnetycznej w magnesach w ciągu 7-8 dni pod działaniem temperatury -20 do +80°C są pomijalnie małe /0,0 do 0,04%/, co świadczyłoby o tym, że starzenie cieplne może być wystarczające do wystabilizowania magnesów.

Dalsze badania będą miały na celu określenie pewnych zależności ilościowych /odmagnesowanie polem zmiennym, dopuszczalna temperatura starzenia termicznego, badania długotrwałe/.

D. Wpływ starzenia termicznego na powtarzalność wskazań licznika

Na podstawie spostrzeżeń uzyskanych przy badaniach powtarzalności wskazań liczników z różnych okresów produkcji

przeprowadzono w laboratorium centralnym TK 17 różnych kombinacji starzenia liczników i jego poszczególnych podzespołów. Badano m.in. stabilność wskazań liczników A52 przygotowanych następująco:

- ramy i łańcuchy wirnika starzone w temperaturze -70°C przez 6 godzin i +200°C - 4 godz.,
- j.w., lecz dodatkowo starzone systemy napięciowe w temperaturze +80°C - 6 godz.,
- wirniki i ramy starzone w temperaturze +80°C
- starzone systemy napięciowe w temperaturze +80°C - 6 godz.,
- wygrzewane tylko ramy w temperaturze +80°C - 6 godz.,
- starzone magnesy w temperaturze -70°C - 6 godz. i +200°C - 6 godz.,
- starzone systemy prądowe w temperaturze +80°C - 6 godz.,
- starzony cały system pomiarowy w temperaturze 80°C przez 6 godz.

Liczniki wywzorcowane według powyższych warunków, a następnie sprawdzone przy 5% In i ponownie wygrzane, powodowały zmiany uchybów po tym ponownym wygrzaniu średnio o -2%. Natomiast licznik wystarzony wraz z całym systemem pomiarowym w temperaturze +80°C przez 6 godzin przed wzorcowaniem, a następnie badany przy 5% In, po kolejnych starzeniach w tej samej temperaturze zachowywał maksymalną zmienność - 0,9 do +0,6%. Wynika stąd, że pozytywne efekty /poprawa powtarzalności po wystarzeniu w różnych warunkach/ uzyskuje się tylko w warunkach starzenia termicznego, lub czasowego kompletnego wyrobu. Starzenie poszczególnych elementów licznika w warunkach podanych wyżej nie poprawia postarzalności wskazań.

Niezależnie od tego w ostatnim okresie przeprowadzono w laboratorium zakładowym szereg badań powtarzalności wskazań na licznikach trójfazowych uzyskując zachęcające wyniki. Opis sposobu wykonania liczników i wyniki badań opublikowane zostaną w terminie późniejszym.

Pod kątem powtarzalności wskazań przy 5% In, po uprzednim wygrzaniu w temperaturze +80°C, przebadano również liczniki zagraniczne uzyskując przy tym następującą zmienność:

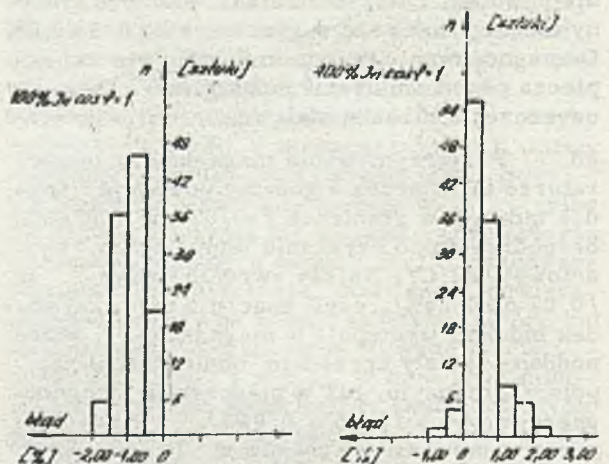
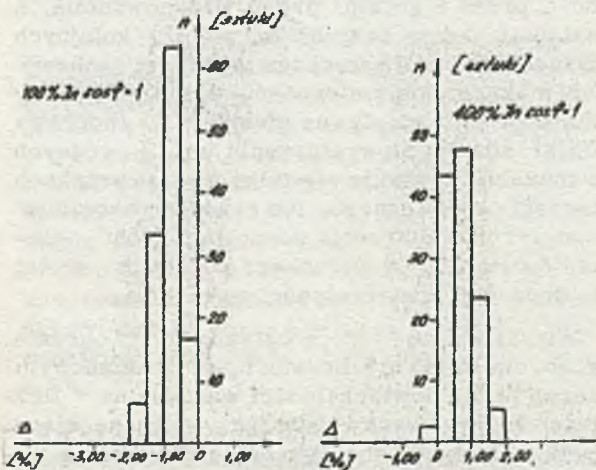
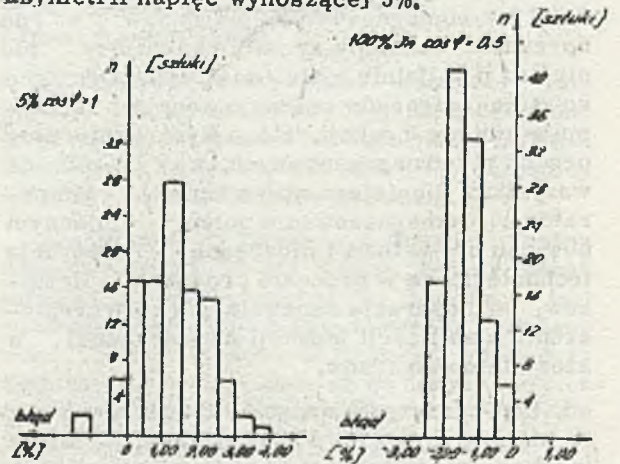
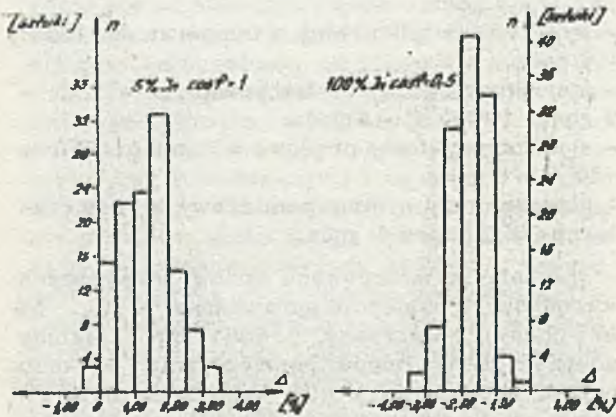
Firma	zmienność uchybów przy 5% In
UNER /Austria/	-1,5%
Ganz /Węgry/	+3,7%
Iskra /Jugosławia/	+1,6%
Siemens /NRF/	+0,3%
Krizik /CSRS/	+1,8%

Z pomiarów powyższych wynika, że poza licznikiem firmy Siemens pozostałe zachowują się podobnie jak liczniki produkcji "Mera-Pafal". Prawdopodobnie liczniki firmy Siemens starzone są termicznie lub czasowo przed wysyłką do odbiorców.

2. Czynniki postronne, kształtujące wielkość zmienności wskaźnik liczników

Oprócz istnienia źródeł zmienności wskaźników w samym liczniku zdarza się często, że przyczyny zmian wartości uchybów liczników tkwią w urządzeniach pomiarowych, w niezachowaniu tych samych warunków pomiarowych itp. Jako jaskrawy przykład takiej właśnie sytuacji zostanie poniżej omówione zagadnienie wpływu asymetrii napięć na wskaźniki liczników trójfazowych przy małych obciążeniach.

wstecz, wówczas wprowadzie przy napięciach nominalnych wypadkowego biegu napięciowego nie będzie, ale gdyby w pierwszym systemie podnieść wartość napięcia, a w drugim obniżyć - wytworzy się wówczas silny bieg napięciowy do przodu. Tym samym ulegnie zmianie uchyb przy małych obciążeniach i zakłócony zostanie prawidłowy proces rozruchu. Aby zilustrować relacje ilościowe występujących wpływów podano poniżej różnice wskaźników 5% In liczników, wziętych losowo, przy asymetrii napięć wynoszącej 5%.



Licznik trójfazowy jest poddawany procesowi wzorcowania i kontroli przy napięciach nominalnych. Jednakże wartości tych napięć z różnych względów ulegają w procesie wzorcowania i legalizacji wahaniom. Wahania te są przy tym najczęściej niejednakowe w poszczególnych fazach. Przy wysokich obciążeniach wpływ tych zmian jest nieznaczny /rzędu wpływu napięcia/, natomiast przy małych obciążeniach asymetria napięć zasilających powoduje zmiany udziału poszczególnych systemów w wypadkowym biegu napięciowym. Jeśli jednostronnie biegi napięciowe były wyeliminowane, wówczas zmiany napięcia nie wprowadzają zmiany biegu napięciowego, a tym samym uchyb przy 5% In, przy asymetrii napięć pozostaje praktycznie bez zmian. W przypadku natomiast, gdy jeden z systemów posiada np. silny bieg napięciowy do przodu, a drugi

Nr licznika	1	2	3
Maksymalna różnica w uchybie przy 5% IN	5, 8%	7, 4%	1, 4%

W liczniku nr 3 najlepiej wyregulowane zostały jednostronne biegi napięciowe. Należy dodać, że 5%-owa asymetria napięć jest zjawiskiem dość powszechnym, zwłaszcza przy zasilaniu stacji wzorcowniczych bezpośrednio z sieci. Również w naszych urządzeniach wzorcowniczych /szczególnie w przesuwniku fazowym/ powstaje asymetria napięć. Nie bez wpływu na ostateczną ocenę powtarzalności wskaźników liczników pozostaje dokładność stosowanych metod pomiarowych.

3. Omówienie wyników pomiarów powtarzalności wskazań 120 szt. liczników A52 przygotowanych zgodnie z wymaganiami dokumentacji konstrukcyjnej

Aby uzasadnić celowość wymogów dokumentacji konstrukcyjnej szczególnie w zakresie czystości łożysk, momentu tarcia liczydeł, i czystości całego licznika wykonano partię 120 sztuk liczników zmontowanych z detali, które zostały poddane 100% kontroli.

Następnie liczniki te zostały wywzorcowane i 2-krotnie zalegalizowane.

Pierwsza legalizacja została przeprowadzona w Zakładach "Mera-Pafal", a druga w licznikowni Karl-Marx-Stadt w NRD. Załączone wykresy obrazują rozkład uchybów przy poszczególnych obciążeniach.

Można stwierdzić, że przy obu legalizacjach rozkład normalny uchybów jest podobny.

Wskazuje to na dobrą powtarzalność wskazań liczników, jeśli tylko zachowane są prawidłowe parametry detali i podzespołów.

Zakończenie

Reasumując należy stwierdzić, że stabilność wskazań liczników indukcyjnych zależy w decydującej mierze od następujących czynników:

- idealnej czystości i przestrzegania technologii mycia łożysk,
- czystości całego licznika, a przede wszystkim jego magnesu /zanieczyszczenia magnesu są szczególnie niebezpieczne/,
- stałości momentu tarcia liczydeł,
- prawidłowego montażu i wzorcowania w zacieśnionych technologicznie uchybach,
- stabilności parametrów blach magnetycznych stosowanych na rdzenie,
- sumienności dozoru i wszystkich pracowników, głównie wydziałów finalnych.

/// /// ///

Cena 43.- zł

Pren. roczna 516.- zł

