

ŚRODKI TRANSPORTU SZYNOWEGO I TROLEJBUSY	NORMA BRANŻOWA	BN-73
	Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego	3506-07
	Transformatory typu REJ 10-15	Zamiast BN-69/3506-07
	Ogólne wymagania i badania	Grupa katalogowa VI 60

1. WSTĘP

1.1. **Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są ogólne wymagania i badania dotyczące transformatorów typu REJ 10-15 o mocy znamionowej do 500 VA i napięciu znamionowym do 250 V, przeznaczonych do pracy w urządzeniach zabezpieczenia ruchu kolejowego.

1.2. Określenia

1.2.1. **Znamionowe napięcie pierwotne** — wartość napięcia zasilającego, na które transformator został zbudowany i oznaczony.

1.2.2. **Znamionowe napięcie wtórne** — wartość napięcia wtórnego przy znamionowym napięciu pierwotnym, znamionowej częstotliwości i obciążeniu znamionowym prądem wtórnym przy współczynniku mocy równym jedności.

Transformatory typu REJ 10-15 mają więcej niż jedno uzwojenie wtórne znamionowe.

1.2.3. **Napięcie stanu jałowego** — wartość skuteczna napięcia występującego w otwartym obwodzie uzwojenia wtórnego transformatora przy znamionowym napięciu pierwotnym i częstotliwości znamionowej.

1.2.4. **Współczynnik zmienności napięcia wtórnego** — stosunek wartości skutecznej napięcia stanu jałowego do wartości napięcia wtórnego przy znamionowym prądzie wtórnym.

1.2.5. **Prądy znamionowe pierwotne i wtórne** — wartości prądów, na które transformator jest zbudowany.

1.2.6. **Prąd stanu jałowego** — wartość skuteczna prądu w pierwotnym uzwojeniu transformatora przy otwartym obwodzie uzwojenia wtórnego przy znamionowym napięciu pierwotnym i znamionowej częstotliwości.

1.2.7. **Prąd zwarcia** — wartość skuteczna prądu ustalonego płynącego w uzwojeniu pierwotnym transformatora przy zwartym uzwojeniu wtórnym, gdy do uzwojenia pierwotnego doprowadzone jest napięcie o wartości znamionowej.

1.2.8. **Moc znamionowa** — moc pozorna, na którą transformator jest zbudowany.

Moc znamionowa transformatora występuje przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym, znamionowym napięciu pierwotnym, znamionowej częstotliwości i jest iloczynem wartości skutecznej wtórnego prądu znamionowego oraz najwyższego napięcia wtórnego (1.2.16).

1.2.9. **Znamionowa sprawność** — stosunek znamionowej mocy czynnej wydawanej do mocy czynnej pobieranej przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym, współczynniku mocy równym jedności i ustalonej temperaturze otoczenia $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Zakłady Wytwórcze Urządzeń Sygnalizacyjnych w Katowicach-Wełnowcu
Ustanowiona przez Ministra Komunikacji dnia 14 kwietnia 1973 r.
jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 stycznia 1974 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 27/1973 poz. 79)

1.2.10. Straty stanu jałowego — suma strat w żelazie, miedzi i dielektryku stanowiąca moc czynną pobieraną przez transformator w stanie jałowym przy zasileniu uzwojenia pierwotnego napięciem znamionowym.

1.2.11. Opór rzeczywisty uzwojeń — opór mierzony prądem stałym.

1.2.12. Opór pozorny uzwojeń — iloraz wartości skutecznych napięcia przyłożonego do uzwojenia i natężenia prądu płynącego przez to uzwojenie przy częstotliwości znamionowej i otwartych obwodach pozostałych uzwojeń.

1.2.13. Praca ciągła — praca stała przy obciążeniu prądem znamionowym.

1.2.14. Transformator odporny na zwarcie ciągłe — transformator odporny na zwarcie utrzymujące się długotrwale, bez jakichkolwiek urządzeń odłączających samoczynnie zasilanie lub przerywających obwód wtórny przy zwarcich lub przeciążeniach.

1.2.15. Transformator odporny na zwarcie dorywcze — transformator odporny na zwarcia na czas ograniczony.

1.2.16. Najwyższe napięcie wtórne — najwyższa wartość napięcia, jakie występuje na zaciskach przyłączeniowych wtórnych danego transformatora.

Jeżeli przy więcej niż jednym znamionowym napięciu wtórnym poszczególne zaciski przyłączeniowe oznaczone są wartością napięcia, jakie występuje pomiędzy danymi zaciskami poprzedzone znakiem plus (+), np. 0, 6, +2, +8, +4, +4, to najwyższa wartość napięcia wtórnego równa się sumie poszczególnych napięć pomiędzy zaciskami pośrednimi — w tym przypadku 24 V.

Przy oznaczeniu zacisków przyłączeniowych wartością napięć wtórnych w ciągu wzrastającym, np. 0, 11, 13, 15, najwyższe napięcie wtórne wynosi 15 V.

1.3. Normy związane

PN-71/C-89271 Tłoczywa sztuczne. Tłoczywa amionowe

PN-70/C-89270 Tworzywa sztuczne. Tworzywa fenolowe

PN-63/E-02050-projekt. Materiały elektroizolacyjne. Klasyfikacja

PN-60/E-04000 Sprzęt elektryczny na napięcie nie przekraczające 750 V. Typowe metody badań technicznych

PN-63/E-08106 Osłony urządzeń elektroenergetycznych. Stopnie ochrony przed dotknięciem, przedostaniem się obcych ciał stałych oraz wody. Wymagania i badania techniczne

PN-54/H-92124 Stal stopowa walcowana. Blachy magnetyczne krzemowe

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

2.1. Typy — wg tabl. 5 i 6.

2.2. Wykonanie — wg tabl. 5 i 6.

2.3. Przykład oznaczenia transformatora typu REJ 1001/2 o napięciu pierwotnym 110/121 V, napięciu wtórnym 11/13/15 V, prądzie stanu jałowego 14 mA, w wykonaniu A wg 3.3:

TRANSFORMATOR REJ 1001/2 BN-73/3506-07

3. WYMAGANIA

3.1. Wymagania ogólne

3.1.1. Materiały podstawowe stosowane do budowy transformatorów podano w tabl. 1.

Tablica 1

Nazwa części	Materiał			Zastosowanie
Blachy rdzeniowe	blachy magnetyczne krzemowe wg PN-54/H-92124	blacha o stratności $1,8 \pm 0,1$ W/kg	blacha o grubości 0,5 mm	REJ 1002/1, 1101, 1102, 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1251/1, 1252, 1301/1
		blacha o stratności $1,4 \pm 0,1$ W/kg	blacha o grubości 0,35 mm	REJ 1005/1
		blacha o stratności $0,9 \div 1,3$ W/kg		REJ 1001/2, 1001/3, 1003/1, 1004/1, 1009/1, 1011/1, 1012/1, 1401/1, 1451/1, 1452, 1501/1

cd. tabl. 1

Nazwa części	Material	Zastosowanie
Uzwojenie	druty nawojowe miedziane w izolacji	wszystkie transformatory
Izolacja	co najmniej klasy A wg PN-63/E-02050-projekt	
Listwa zaciskowa	tłoczywo FR+DSr wg PN-70/C-89270 tłoczywo M+C wg PN-71/C-89271	
Części przewodzą- ce prąd	z miedzi, jej stopów, np. z mosiądzu lub innych co naj- mniej równorzędnych materiałów	
Dopuszcza się stosowanie innych materiałów o właściwościach co najmniej równorzędnych.		

3.1.2. Zaciski powinny być zabezpieczone przed samoodkręceniem i powinny umożliwiać zamocowanie przewodu o przekroju podanym w tabl. 2, bez zakładania końcówki. Wielkość zacisków powinna być tak dobrana, aby ich przyrost temperatury nie przekraczał wartości podanych w tabl. 3.

Tablica 2

Prąd znamionowy A		Przekrój przewodów, mm²	
powyżej	do	sznury i przewody oponowe	przewody do instalacji stałej
	4	0,35 ÷ 0,75	1 ÷ 1,5
4	10	0,75 ÷ 1,5	1,5 ÷ 2,5
10	16	1 ÷ 2,5	1,5 ÷ 4
16	20	1,5 ÷ 4	2,5 ÷ 6
20	25	2,5 ÷ 6	4 ÷ 10
25	32	4 ÷ 10	6 ÷ 16
32	63	nie normalizuje się	10 ÷ 25

3.1.3. Uzwojenie. Uzwojenia powinny być ściśle nawinięte i od zewnątrz chronione warstwą materiału izolacyjnego.

Końce uzwojenia lub przewodów wyprowadzeniowych i końce przewodu przyłączeniowego powinny być niezależnie od siebie umocowane do elementów powiązanych z korpusem tak, aby ewentualne naprężenia mechaniczne nie mogły być przenoszone z przewodu na końce uzwojenia.

3.1.4. Zabezpieczenie przed korozją. Wszystkie części transformatora wykonane z metalu nieodpornych na korozję powinny być przed nią zabezpieczone za pomocą pokryw ochronnych galwanicznych, chemicznych lub lakierowych.

3.1.5. Nasycanie. Uzwojenie wraz ze rdzeniem powinno być nasycone lub co najmniej powleczone lakierem izolacyjnym. W przypadku powleczenia lakierem izolacyjnym zewnętrzne płasz-

czyzny rdzenia powinny być dodatkowo malowane lakierem olejnym.

3.1.6. Wibracje rdzenia i obudowy. Rdzeń transformatora i obudowa nie powinny ulegać drganiom wywołanym strumieniem magnetycznym przy obciążeniu znamionowym.

3.1.7. Dopuszczalne przyrosty temperatury. W pracy ciągłej transformatorów przy znamionowym napięciu pierwotnym i obciążeniu prądem znamionowym, a w przypadku transformatorów odpornych na zwarcie również przy zwartym uzwojeniu wtórnym, przyrost temperatury uzwojeń nie powinien przekraczać 50°C, a zacisków dołączeniowych 35°C.

Zakres temperatur pracy transformatorów podano w tabl. 3.

Tablica 3

Część transformatora	Dopuszczalny zakres temperatur pracy, °C	Dopuszczalna temperatura nagrzewania t_g , °C	Metoda pomiaru
1	2	3	4
Uzwojenie izolowane materiałem wg PN-63/E-02050-projekt — klasy A	od -40 do +55	105	oporowa
— klasy E	od -40 do +70	120	oporowa
Zaciski do przyłączenia przewodów	od -40 do +70	105	termometrowa

3.1.8. Wytrzymałość elektryczna. Izolacja między uzwojeniami a rdzeniem oraz między odizolowanymi od siebie uzwojeniami powinna wytrzymać przez 1 min bez przebicia, przeskoku i wyładowań zupełnych napięcie probiercze przemienne, praktycznie sinusoidalne o częstotliwości 50 Hz i wartości skutecznej 2500 V w stanie suchym wg 5.3 oraz 1500 V w stanie wilgotnym w warunkach próby 5.5.17.

3.1.9. Opór izolacji między uzwojeniami a rdzeniem oraz między odizolowanymi od siebie uzwojeniami powinien wynosić co najmniej:

- dla transformatora w stanie suchym — 200 MΩ,
- dla transformatora w stanie wilgotnym w warunkach próby 5.5.17 — 5 MΩ pomiędzy uzwojeniem pierwotnym a wtórnym oraz 2 MΩ dla pozostałej izolacji.

3.1.10. Tolerancja napięć wtórnych. Napięcie wtórne transformatorów przy znamionowym napięciu pierwotnym, znamionowej częstotliwości, obciążeniu prądem znamionowym i współczynniku mocy równym jedności nie powinny różnić się od tolerancji podanych w tabl. 4. Tolerancje podane w tabl. 4 odnoszą się również do znamionowych napięć wtórnych w przypadku, gdy określone są dla stanu jałowego transformatora.

3.1.11. Odporność na wilgoć. Transformatory powinny wytrzymać bez uszkodzeń badania 1 stopnia obostrzenia wg PN-60/E-04000. Po badaniu transformatory powinny spełnić wymagania 3.1.8 i 3.1.9.

3.1.12. Odporność na wstrząsy. Transformatory powinny być odporne na drgania o częstotliwości 20 Hz i amplitudzie 0,3 mm. Po próbie na wstrząsy transformatory nie mogą wykazywać zmian mechanicznych.

3.1.13. Odstępy izolacyjne między częściami wiodącymi prąd oraz między częściami wiodącymi prąd a innymi częściami metalowymi powinny wynosić co najmniej 4 mm w powietrzu i 6 mm na powierzchni izolacji, z wyjątkiem odstępów podanych w tabl. 6.

3.2. Podstawowe parametry — wg tabl. 5 na str. 5 i tabl. 6.

Tablica 4

Napięcie wtórne, V	Tolerancje napięć wtórnych, %	
	Transformatory odporne na zwarcie	Transformatory inne
do 2	±25	±25
powyżej 2 do 5	±15	±10
powyżej 5	±10	±5

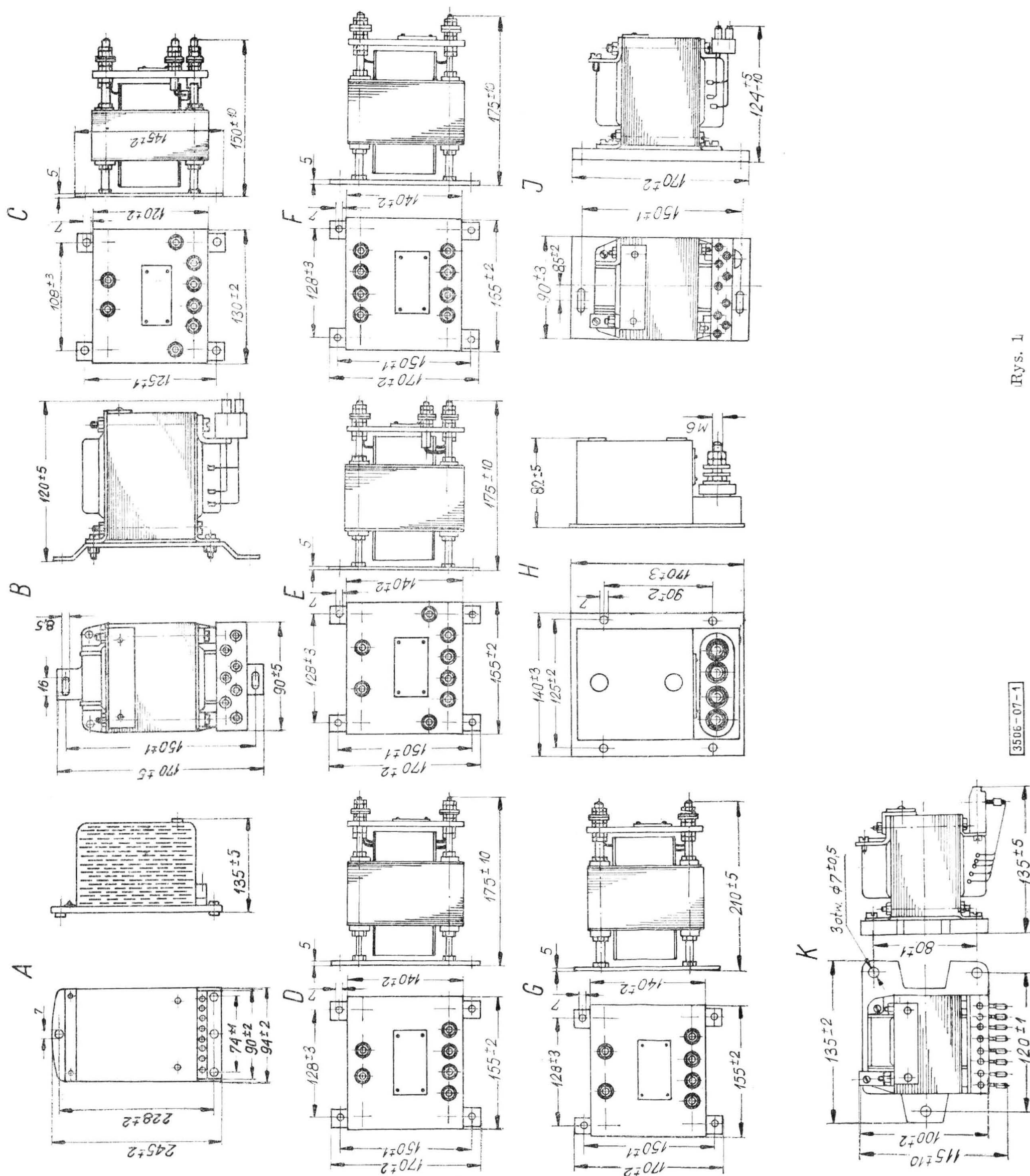
Tablica 6

Typ transformatora	Moc znamionowa	Znamionowy prąd przy częstotliwości 50 Hz	Numery zacisków	Podział prądu	Spadek napięcia na uzwojeniu przy prądzie znamionowym, najwyżej	Opór uzwojenia		Wykonanie i wymiary główne wg rys. 1	Połączenia i oznaczenia zacisków wg rys. 2	Masa maksymalna	Najmniejsze odstępy izolacyjne	
						pozorny przy napięciu 220 V, co najmniej	rzeczywisty, najwyżej				na powierzchni izolacji	w powietrzu
—	VA	A	—	A	V	Ω	Ω	—	—	kg	mm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
REJ 1003/1	55	0,5	1—2	0,25 ±5%	20	11000	30	A	g)	5,7	4	4
			2—3	0,25 ±5%	20	11000	30					
REJ 1004/1	55	0,75	2—5	0,50 ±5%	8	2950	6	A	h)	5,8	4	4
			5—4	0,25 ±5%	30	11000	30					

Tablica 5

Typ trans- formatora	Moc znamionowa	Napięcie znamionowe pierwotne przy czę- stotliwości 50 Hz	Napięcie zna- mionowe wtórne lub napięcie stanu jałowego	Najwyższe napięcie wtórne	Prąd wtórny przy $\cos \varphi = 1$		Zależność prądu od napięcia pierwotnego			Odporność na zwarcie	Znamionowa spraw- ność co najmniej	Współczynnik zmien- ności napięć wtór- nych, najwyżej	Wykonanie i wymiary główne wg rys. 1 mm	Połączenia i ozna- czenia zacisków wg rys. 2	Masa maksymalna
					znamio- nowy	najwyższy wg 3.8	napięcie pierwotne	prąd stanu jałowego, naj- wyżej	prąd zwarcia ustalony						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
REJ 1001/2	45	110/127	11/13/15	15	3	—	110	14	—	—	0,8	1,25	A	a)	6,0
REJ 1001/3	45	110/127	11/13/15	15	3	—	110	14	—	—	0,8	1,25	B	a)	4,8
REJ 1002/1	45,5	110/220	100/110/130	130	0,35	—	220	120	0,7	ciągła	0,7	1,35	A	e), f)	4,9
REJ 1005/1	109	110/220	115/130/145	145	0,75	—	220	450	2,5	30 min	0,75	1,18	A	i), j)	7,0
REJ 1009/1	68	220	4+16+2+8+4	34	2	—	220	160	—	—	0,8	1,18	A	k)	4,9
REJ 1011/1	45	210/220	11/13/15	15	3	—	220	7	—	—	0,8	1,25	B	b)	4,3
REJ 1012/1	102	220	6+24+3+12+6	51	2	—	220	130	—	—	0,8	1,25	A	l)	4,9
REJ 1101	40	220	6+2+8+4+4 stanu jałowego	24	1,7	5	30 100	wg 3.7	—	—	0,7	1,22	E	m)	5,5
REJ 1102	40	220	3+1+4+2+2 stanu jałowego	12	3,4	10	30 100	wg 3.7	—	—	0,7	1,22	E	n)	5,5
REJ 1201	100	220	1/5/6	6	17	20	220	95	—	—	0,8	1,18	E	o)	8,5
REJ 1202	200	220	0,8/5/6	6	34	40	220	95	—	—	0,8	1,18	E	o)	10,5
REJ 1203	100	220	18/22/55/60/65	65	1,5	1,8	220	95	—	—	0,85	1,18	E	p)	8,5
REJ 1204	200	220	18/22/55/60/65	65	3,61	3,64	220	95	—	—	0,85	1,18	E	p)	10,5
REJ 1205	200	110/220	2+11+2	15	13,5	—	220	95	—	—	0,8	1,18	E	s), t)	10,5
REJ 1251/1	200	220	1+11+2+2+2	18	11	—	220	95	—	—	0,85	1,18	E	q)	10,5
REJ 1252/1	200	220	60+20+80+40+40	240	0,83	1,25	220	100	—	—	0,85	1,18	E	r)	10,5
REJ 1401/1	72	95/110/230	12+12+12	36	2	—	230	30	—	—	0,85	1,20	A	l)	4,9
REJ 1301/1	200	220	115/130/145	145	1,33	1,54	220	500	10	5 min	0,8	1,20	F	u)	14,5
REJ 1451/1	72	95/110/230	12+12+12	36	2	—	230	30	—	—	0,85	1,20	C	l)	4,8
REJ 1452	72	110/220	13/15/18	18	4	—	220	30	—	—	0,8	1,20	A	z)	4,9
REJ 1501	1,2	2	8 stanu jałowego	8	0,15	—	2	120	wg 3.6		—	1,10	D	w)	3,6

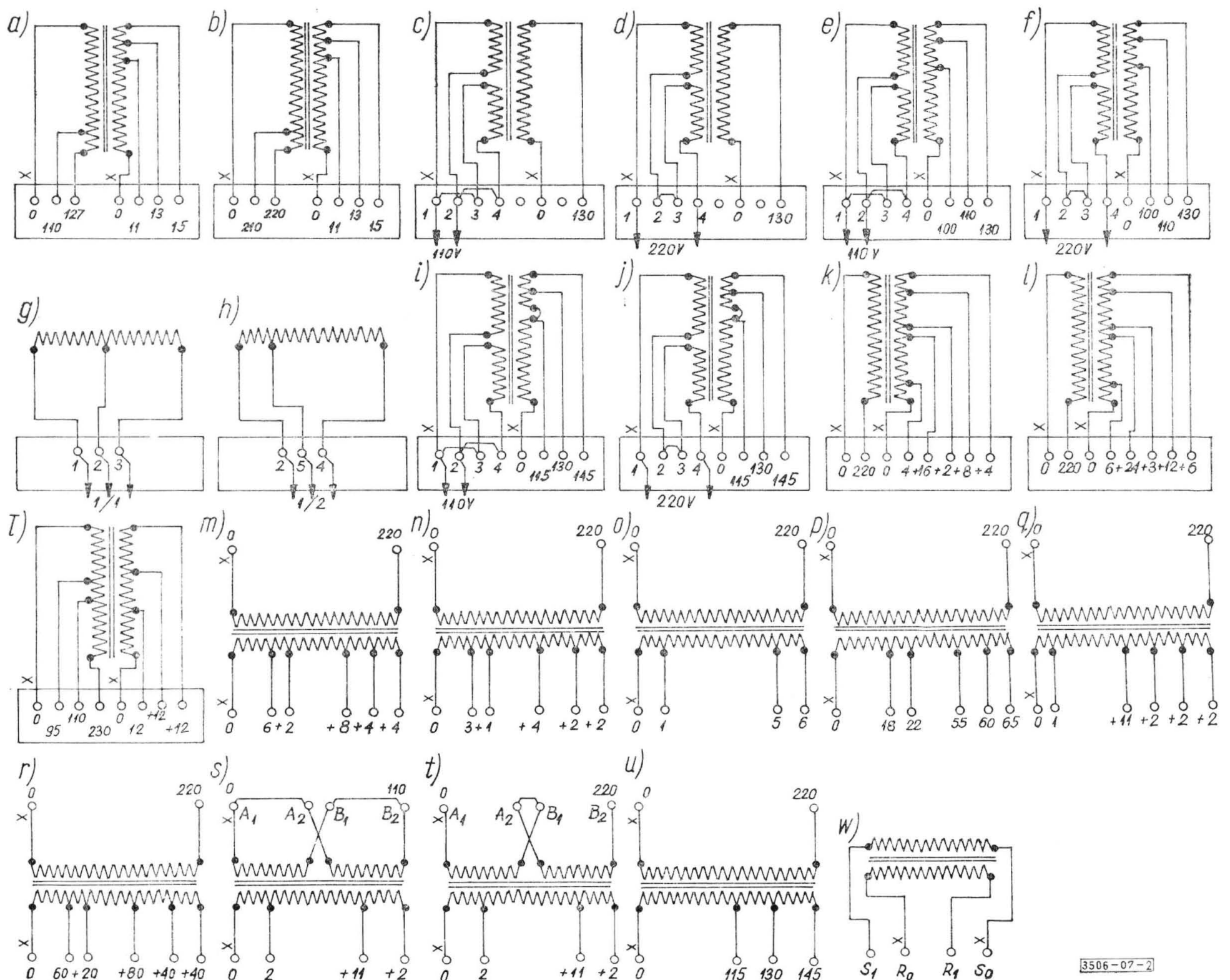
3.3. Wykonanie — wg rys. 1.



Rys. 1

3506-07-1

3.4. Połączenia i oznaczenia zacisków — wg rys. 2.



× oznacza początek uzwojenia

Rys. 2

3.5. Stopień ochrony

a) Transformatory w wykonaniu A (wg tabl. 5 kol. 14, tabl. 6 kol. 9) powinny mieć obudowę zapewniającą stopień ochrony od ciał obcych i wody IP 20 wg PN-63/E-08106.

b) Transformatory w wykonaniu D (wg tabl. 5 kol. 14) powinny mieć obudowę zapewniającą stopień ochrony od ciał obcych i wody IP 57 wg PN-63/E-08106, z wyjątkiem zacisków.

3.6. Wytrzymałość na prąd stały. Uzwojenie pierwotne transformatorów typu REJ 1501/1 powinno długotrwale wytrzymać prąd stały o wartości 8 A bez przekroczenia dopuszczalnego przyrostu temperatury wg tabl. 3.

3.7. Prąd stanu jałowego przy określonej wartości napięcia pierwotnego dla poszczególnych typów transformatorów podano w tabl. 5 kol. 8 i 9.

Dla transformatorów typu REJ 1101 i REJ 1102 prąd stanu jałowego należy sprawdzić przy napięciu pierwotnym o wartości 30 V i 100 V:

a) przy napięciu 30 V — prąd stanu jałowego nie powinien być większy niż 5,2 mA i nie mniejszy niż 4,2 mA,

b) przy napięciu 100 V — prąd stanu jałowego nie powinien być większy niż 17,3 mA i nie mniejszy niż 14,2 mA.

3.8. Najwyższy dopuszczalny prąd wtórny dla poszczególnych transformatorów podano w tabl. 7. Największy prąd wtórny jest dopuszczalny przy odbiorze pomiędzy zaciskami określonymi w tabl. 7 kol. 2 przy napięciu wtórnym o wartości podanej w tabl. 7 kol. 3.

Tablica 7

Typ transformatora	Odbiór		Największy dopuszczalny prąd wtórny A
	pomiędzy zaciskami	przy napięciu wtórnym V	
1	2	3	4
REJ 1101	6, +2, +8, +4	2—8	5
REJ 1102	3, +1, +4, +2	1—4	10
REJ 1201	0, 1, 5, 6	1—5	20
REJ 1202	0, 1, 5, 6	1—5	40
REJ 1203	0, 18, 22, 55	4—55	1.8
REJ 1204	0, 18, 22, 55	4—55	2.64
REJ 1301/1	0, 115, 130	115—130	1.54
REJ 1252/1	0, 60, +20, +80, +40, +40	20—160	1.25

3.9. Uziemienie. Transformatory o napięciu pierwotnym lub wtórnym 65 V i wyższym powinny być klasy I.

3.10. Cechowanie. Każdy transformator i każdy dławik wyrównawczy powinien mieć tabliczkę znamionową. Tabliczka znamionowa powinna być zamocowana w sposób trwały w miejscu widocznym. Napisy na tabliczce powinny być czytelne. Dopuszcza się wykonanie napisów tłoczonych bezpośrednio na obudowie. Na transformatorach o małych wymiarach napisy mogą być rozmieszczone na kilku ścianach obudowy.

W przypadku transformatorów tabliczka znamionowa powinna zawierać co najmniej następujące dane:

- nazwę lub znak wytwórcy,
- numer i rok budowy,
- oznaczenie wg 2.3 bez części słownej i numeru normy,
- znamionowe napięcie pierwotne lub znamionowy zakres napięć pierwotnych, V,
- znamionowe napięcie wtórne lub znamionowy zakres napięć wtórnych, V,
- znamionową moc w VA i znamionowy prąd wtórny, A,
- znamionową częstotliwość, Hz.

W przypadku dławików wyrównawczych tabliczka znamionowa powinna zawierać co najmniej następujące dane:

- znak lub nazwę wytwórcy,
- numer i rok budowy,
- oznaczenie wg 2.3 bez części słownej i numeru normy,

- opór pozorny, Ω ,
- znamionowe napięcie, V,
- podział prądu, A,
- oznaczenie zacisków,
- znamionowa moc, VA.

4. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

4.1. Pakowanie. Każdy transformator powinien być pakowany w pudełko z tektury falistej. Na pudełku należy umieścić:

- nazwę lub znak wytwórcy,
- oznaczenie wg 2.3 bez części słownej i numeru normy,
- rok produkcji.

Do przewożenia pudełka z transformatorami należy układać w pojemnikach transportowych lub w skrzyniach, zabezpieczając je przed przesuwaniem się.

Masa skrzyni z transformatorami nie powinna przekraczać 60 kg.

Na skrzyni należy umieścić napisy i znaki ostrzegawcze nakazujące ostrożność i konieczność zabezpieczenia przed wpływami atmosferycznymi.

4.2. Przechowywanie. Transformatory REJ należy przechowywać w pomieszczeniach o temperaturze $5 \div 35^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza do 80%.

4.3. Transport. Transformatory opakowane wg 4.1 należy przewozić krytymi środkami lokomocji chroniąc je przed wpływami atmosferycznymi.

5. BADANIA

5.1. Program badań

5.1.1. Rodzaje badań. Rozróżnia się dwa rodzaje badań:

- badania pełne (typu), które mają na celu wyczerpującą ocenę transformatora pod względem konstrukcji materiałów i wykonania,
- badania niepełne (wyrobu), które mają na celu sprawdzenie, czy w wykonanym transformatorze nie popełniono przypadkowych błędów.

Badania pełne stosuje się w celu oceny nowych konstrukcji i w przypadku wprowadzenia zmian konstrukcyjnych, materiałowych lub metod technologicznych mogących mieć wpływ na wynik badań pełnych oraz przy okresowej kontroli produkcji w odstępach czasu nie większych niż 3 lata.

Badania niepełne stosuje się przy kontroli bieżącej produkcji oraz przy odbiorze.

5.1.2. Zakres badań pełnych. Badania pełne polegają na wykonaniu — w zależności od typu transformatora — badań podanych w tabl. 8 lp. 1 ÷ 20.

Tablica 8

Lp.	Badania		Typ transformatora										Wymagania
			REJ 1001/2 REJ 1001/3	REJ 1002/1	REJ 1003/1 REJ 1004/1	REJ 1005/1	REJ 1009/1 REJ 1011/1 REJ 1012/1	REJ 1101 REJ 1102	REJ 1201 REJ 1202 REJ 1203 REJ 1204 REJ 1205 REJ 1251/1 REJ 1252/1	REJ 1301/1	REJ 1401/1 REJ 1451/1 REJ 1452	REJ 1501/1	
1	Oględziny	5.5.1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.2 ÷ 3.1.6, 3.9, 3.10, tabl. 5 kol. 15, tabl. 6 kol. 10
2	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji (na sucho)	5.5.3 b)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.8
3	Sprawdzenie oporu izolacji (na sucho)	5.5.4 b)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.9
4	Sprawdzenie tolerancji napięcia stanu jałowego	5.5.5	—	—	—	—	—	×	—	—	—	×	3.1.10, tabl. 5 kol. 4
5	Sprawdzenie tolerancji napięć wtórnych	5.5.6	×	×	—	×	×	—	×	×	×	—	3.1.10
6	Sprawdzenie prądu stanu jałowego	5.5.8	×	×	—	×	×	×	×	×	×	×	tabl. 5 kol. 9
7	Sprawdzenie prądu zwarcia	5.5.9	—	×	—	×	—	—	—	×	—	—	tabl. 5 kol. 10
8	Sprawdzenie podziału prądu i spadku napięcia w uzwojeniach	5.5.10	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	tabl. 6 kol. 5 i 6
9	Sprawdzenie oporu pozornego	5.5.11	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	tabl. 6 kol. 7
10	Sprawdzenie oporu rzeczywistego	5.5.12	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	tabl. 6 kol. 8
11	Sprawdzenie materiałów	5.5.2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.1
12	Sprawdzenie masy	5.5.13	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	tabl. 5 kol. 16 tabl. 6 kol. 11
13	Sprawdzenie wymiarów	5.5.16	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.2, 3.1.13, tabl. 5 kol. 14 tabl. 6 kol. 9
14	Sprawdzenie współczynnika zmienności napięć wtórnych	5.5.7	×	×	—	×	×	×	×	×	×	×	tabl. 5 kol. 13
15	Sprawdzenie znamionowej sprawności	5.5.14	×	×	—	×	×	×	×	×	×	—	tabl. 5 kol. 12
16	Sprawdzenie przyrostu temperatury	5.5.15	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.7
17	Sprawdzenie odporności na wilgoć	5.5.17	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.11
18	Sprawdzenie oporu izolacji (na wilgotno)	5.5.4 a)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.9
19	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej	5.5.3 a)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.8
20	Sprawdzenie odporności na wstrząsy	5.5.18	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	3.1.12

5.1.3. Zakres badań niepełnych. Badania niepełne polegają na wykonaniu — w zależności od typu transformatora — badań podanych w tabl. 8 lp. 1 ÷ 10.

5.2. Pobieranie próbek. Badania niepełne należy wykonać na każdym transformatorze, a przy odbiorze należy z przedstawionej partii transformatorów o jednakowych oznaczeniach pobrać sposobem losowym 10% transformatorów, nie mniej jednak niż 3 sztuki.

Badania pełne należy wykonać na pobranych z bieżącej produkcji sposobem losowym co najmniej dwóch transformatorach z każdego typu.

Pobrane próbki należy najpierw poddać badaniom niepełnym, a po uzyskaniu dodatnich wyników badań niepełnych próbki należy uznać za nadające się do badań pełnych. Transformatory przeznaczone do badań pełnych powinny mieć protokół z badań niepełnych.

5.3. Ogólne warunki wykonania badań. Jeżeli w spisie badań nie podano inaczej, badania powinny być wykonywane w pomieszczeniu o temperaturze otoczenia $20 \pm 5^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $50 \div 70\%$ dla transformatorów klimatyzowanych uprzednio w takich pomieszczeniach przez co najmniej 24 godz.

5.4. Sprawdzenie wspólnych wymagań. Przy transformatorach o identycznej konstrukcji — różniących się jedynie liczbą zwojów — dopuszcza się w badaniach pełnych wykonanie sprawdzenia wymagań podanych w 3.1.11 i 3.1.12 na dwóch próbkach dowolnego typu transformatora spośród wymienionych w grupie I, II lub III z ważnością dla pozostałych transformatorów podanych w danej grupie:

Grupa I

REJ 1001/2, REJ 1002/1, REJ 1003/1, REJ 1004/1, REJ 1005/1, REJ 1009/1, REJ 1011/1, REJ 1012/1, REJ 1401/1, REJ 1452.

Grupa II

REJ 1101, REJ 1102, REJ 1201, REJ 1202, REJ 1203, REJ 1204, REJ 1205, REJ 1251/1, REJ 1252/1, REJ 1301/1.

Grupa III

REJ 1001/3, REJ 1451/1.

Na transformatorach typu 1501/1 należy przeprowadzić badania oddzielnie.

5.5. Opis badań

5.5.1. Oględziny polegają na sprawdzeniu nieuzbrojonym okiem i przy użyciu najprostszych narzędzi i przyrządów, czy spełnione są wymagania podane w 3.1.2 ÷ 3.1.6, 3.9, 3.10, w tabl. 5 kol. 15 i tabl. 6 kol. 10.

Sprawdzenie ochrony na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.5 należy wykonać przez oględziny i stwierdzić zgodność wykonania obudowy z rysunkami technicznymi.

5.5.2. Sprawdzenie materiałów na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.1 należy przeprowadzić na podstawie kontroli technicznej z badań dostaw materiałów do produkcji.

5.5.3. Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.8 należy wykonać przyrządem o mocy co najmniej 0,25 kVA:

a) w badaniach pełnych — najpierw napięciem probierczym 1500 V, bezpośrednio po sprawdzeniu oporu izolacji w stanie wilgotnym transformatora wg 5.5.4, a następnie należy sprawdzić wytrzymałość elektryczną napięciem 2500 V, po uprzednim przetrzymywaniu transformatora co najmniej przez 48 godz w warunkach klimatycznych wg 5.3,

b) w badaniach niepełnych — napięciem 2500 V. W badaniach niepełnych dopuszcza się sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej przez okres 10 s.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli w żadnym z wymienionych badań nie nastąpi przebicie, przeskok po powierzchni izolacji lub niedopuszczalne nagrzewanie objawiające się wydzielaniem spalin.

5.5.4. Sprawdzenie oporu izolacji wykonać napięciem co najmniej 500 V:

a) w badaniach pełnych opór izolacji należy sprawdzić nie później niż w ciągu 5 min od wyjęcia transformatora z higrostatu dla sprawdzenia odporności na wilgoć i korozję wg 5.5.17,

b) w badaniach niepełnych opór izolacji należy sprawdzić w stanie suchym po przetrzymywaniu transformatora przez co najmniej 24 godz w warunkach atmosferycznych wg 5.3.

Wynik sprawdzenia należy uznać za dodatni, jeżeli mierzona oporność izolacji jest co najmniej równa podanej w 3.1.9.

5.5.5. Sprawdzenie tolerancji napięcia stanu jałowego na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.10 i w tabl. 5 kol. 4 należy wykonać mierząc wartość skuteczną napięcia na zaczepekach uzwojenia wtórnego transformatora, przy zasilaniu uzwojenia pierwotnego napięciem znamionowym.

Pomiar należy wykonać woltomierzem na napięcie przemienne o oporze wewnętrznym co najmniej 1000 Ω/V i klasie dokładności nie gorszej niż 1,5.

5.5.6. Sprawdzenie tolerancji napięć wtórnych na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.10 należy wykonać przez pomiar napięcia na poszczególnych zaczepekach uzwojenia wtórnego przy obciążeniu znamionowym prądem wtórnym zaczepek uzwojenia wtórnego o najwyższej wartości napięcia oraz zasilaniu uzwojenia pierwotnego napięciem znamionowym. Pomiar należy wykonać woltomierzem na napięcie przemienne o oporze wewnętrznym co najmniej 1000 Ω/V i klasie dokładności nie gorszej niż 1,5 oraz amperomierzem o tej samej klasie dokładności.

Tolerancję napięć wtórnych ΔU należy obliczyć w procentach wg wzoru

$$\Delta U = \frac{U_w - U_{zn}}{U_{zn}} \cdot 100$$

w którym:

U_w — napięcie wtórne zmierzone, V,
 U_{zn} — napięcie wtórne znamionowe, V.

5.5.7. Sprawdzenie współczynnika zmienności napięć wtórnych na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 5 kol. 13 należy wykonać przez pomiar napięciem na zaczepekach najwyższego napięcia wtórnego w stanie jałowym i przy obciążeniu prądem znamionowym.

5.5.8. Sprawdzenie prądu stanu jałowego na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 5 kol. 9 należy wykonać przez pomiar prądu w obwodzie uzwojenia pierwotnego przy zasilaniu tego uzwojenia napięciem o wartości podanej w tabl. 5 kol. 8 i przy rozwartym obwodzie uzwojenia wtórnego.

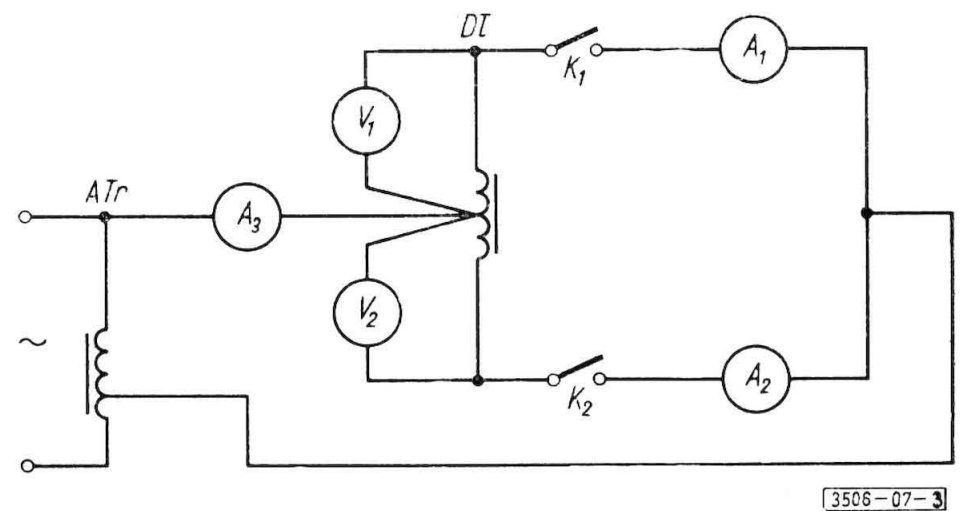
Pomiar należy wykonać amperomierzem i woltomierzem na prąd przemienne o klasie dokładności nie gorszej niż 1,5.

5.5.9. Sprawdzenie prądu zwarcia na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 5 kol. 10 należy wykonać przez pomiar prądu w obwodzie uzwojenia pierwotnego przy zasilaniu tego obwodu napięciem znamionowym i przy zwarcu wszystkich zaczepek uzwojenia wtórnego.

Jeżeli uzwojenie transformatora ma kilka zaczepek dla napięć pierwotnych, pomiar należy przeprowadzić na zaczepek o napięciu podanym w tabl. 5 kol. 8.

Pomiar należy wykonać amperomierzem i woltomierzem na prąd przemienne o klasie dokładności nie gorszej niż 1,5.

5.5.10. Sprawdzenie podziału prądu i spadków napięć w uzwojeniach dławika wyrównawczego na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 6 kol. 5 i 6 należy wykonać wg układu podanego na rys. 3.



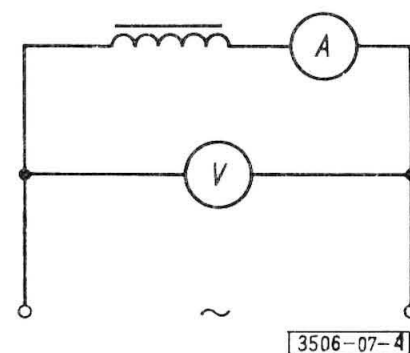
Rys. 3

A_1 i A_2 — amperomierze określające prądy w uzwojeniach, A_3 — amperomierz określający prąd w miejscu podziału zwojów na dwa uzwojenia, V_1 i V_2 — woltomierze określające spadki napięć na uzwojeniach, K_1 i K_2 — wyłączniki, ATr — autotransformator, $Dł$ — dławik wyrównawczy

Pomiar podziału prądów i spadków napięć w uzwojeniach transformatora wyrównawczego należy wykonać przy zasilaniu układu napięciem przemiennym 50 Hz z autotransformatora (ATr). Przy pomiarze podziału prądów należy odczytać na woltomierzach V_1 i V_2 spadki napięć w uzwojeniach.

Do pomiaru prądów i napięć należy użyć przyrządów o klasie dokładności nie gorszej niż 1,5.

5.5.11. Sprawdzenie oporu pozornego na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 6 kol. 7 należy wykonać metodą techniczną za pomocą woltomierza i amperomierza zasilając układ pomiarowy wg rys. 4 prądem przemiennym 50 Hz.



Rys. 4

Opór pozorny Z należy obliczyć w Ω wg wzoru

$$Z = \frac{U}{I} - R_a$$

w którym:

U — wartość skuteczna napięcia wskazana przez woltomierz, V,

I — wartość skuteczna prądu wskazana przez amperomierz, A,

R_a — opór amperomierza na danym zakresie, Ω .

5.5.12. Sprawdzenie oporu rzeczywistego na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 6 kol. 8 należy wykonać przez pomiar oporu rzeczywistego uzwojeń mostkiem Thomsona przy małych oporach uzwojeń do $1\ \Omega$ lub mostkiem Wheatstone'a przy oporach powyżej $1\ \Omega$.

Dopuszcza się również wykonanie pomiarów metodą techniczną w przypadku, gdy wartość pomiarowego prądu stałego w wyżej podanych metodach przekracza 20% wartości prądu znamionowego dla badanego uzwojenia.

Pomiar powinien być wykonany w temperaturze otoczenia 20°C .

Opór uzwojeń miedzianych zmierzony w temperaturze różnej od 20°C należy przeliczyć na opór R_{20} w Ω (w temperaturze 20°C) wg wzoru

$$R_{20} = R_p \frac{235 + 20}{235 + t_p}$$

w którym:

t_p — temperatura uzwojenia podczas pomiaru (można przyjąć temperaturę otoczenia, jeżeli transformator przebywał w niej co najmniej 6 godz),

R_p — zmierzony opór uzwojenia, Ω .

5.5.13. Sprawdzenie masy na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 5 kol. 16 i tabl. 6 kol. 11 należy wykonać na wadze odchylniej.

5.5.14. Sprawdzenie znamionowej sprawności na zgodność z wymaganiami podanymi w tabl. 5 kol. 12 należy wykonać za pomocą watomierzy załączonych w obwód pierwotny i wtórny przy obciążeniu uzwojenia wtórnego prądem znamionowym przy $\cos \varphi = 1$.

Znamionową sprawność transformatora η należy obliczyć wg wzoru

$$\eta = \frac{P_w}{P_p}$$

w którym:

P_w — moc czynna wydawana (wtórne uzwojenie),

P_p — moc czynna pobierana (pierwotne uzwojenie).

5.5.15. Sprawdzenie przyrostu temperatury na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.7 powinno być wykonane przy pracy znamionowej, tj. przy znamionowym napięciu zasilania i obciążeniu prądem znamionowym. W przypadku transformatorów o kilku napięciach wtórnych należy obciążyć prądem znamionowym zaczepty o najwyższym napięciu wtórnym zgodnie z tabl. 5 kol. 5 i 6.

W transformatorach podanych w tabl. 7 kol. 1 należy obciążyć prądem dopuszczalnym podanym w tabl. 7 kol. 4 uzwojenie wtórne między zaciskami dla największego napięcia podanego w tabl. 7 kol. 3.

W przypadku transformatorów zwarciodopornych, próbę przyrostu temperatury należy przeprowadzić w stanie zwarcia uzwojenia wtórnego w czasie podanym w tabl. 5 kol. 11.

W przypadku transformatorów REJ 1501/1 nagrzewanie uzwojenia należy sprawdzić w czasie oraz przy prądzie podanym w 3.6.

Pomiar przyrostu temperatury należy przeprowadzić po ustaleniu się temperatury. Temperaturę należy uznać za ustaloną, gdy jej przyrost wyniesie mniej niż 2°C na 1 godz.

Na temperaturę nagrzewania się uzwojeń transformatora składa się temperatura odniesienia oraz przyrost temperatury spowodowany obciążeniem. Za temperaturę odniesienia należy uważać temperaturę uzwojenia przed rozpoczęciem próby lub temperaturę otoczenia, jeżeli transformator przebywał w niej więcej niż 6 godz.

Pomiar przyrostu temperatury uzwojeń Δt należy przeprowadzić sposobem oporowym i obliczyć w $^\circ\text{C}$ wg wzoru

$$\Delta t = \frac{R_g - R_z}{R_z} (235 + t_z)$$

w którym:

R_g — opór uzwojenia gorącego na końcu próby grzania, Ω ,

R_z — opór uzwojenia zimnego na początku próby, Ω ,

t_z — temperatura uzwojenia zimnego (temperatura odniesienia), $^\circ\text{C}$.

Temperaturę nagrzania się uzwojenia transformatora t_g należy obliczać w $^\circ\text{C}$ wg wzoru

$$t_g = \Delta t + t_a$$

5.5.16. Sprawdzenie wymiarów na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.2 i 3.1.13 oraz w tabl. 5 kol. 14 oraz tabl. 6 kol. 9 należy wykonać przyrządem o dokładności wskazań co najmniej 0,1 mm.

5.5.17. Sprawdzenie odporności na wilgoć na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.11 należy wykonać wg PN-60/E-04000 p. 2.3. Bezpośrednio po próbie należy wykonać badania 5.5.4 a) i 5.5.3 a), następnie sprawdzić przez oględziny, czy nie występują uszkodzenia lub zmiany szkodliwe dla pracy transformatora.

5.5.18. Sprawdzenie odporności na wstrząsy na zgodność z wymaganiami podanymi w 3.1.12 należy wykonać na wstrząsarce w ciągu 1 godz. Transformator należy umocować do płyty wstrząsarki tak, aby kierunek drgań był równoległy do płaszczyzny zamocowania rdzenia.

5.6. Ocena wyników badań. Wynik badań niepełnych należy uznać za dodatni, jeżeli transformatory przeszły badania podane w tabl. 8 lp. 1 ÷ 10 z wynikiem dodatnim.

Wynik badań pełnych należy uznać za dodatni, jeżeli transformatory przeszły badania podane w tabl. 8 lp. 1 ÷ 20 z wynikiem dodatnim.

Partię transformatorów należy uznać za zgodną z wymaganiami normy, jeżeli wynik ostatnich badań pełnych oraz wyniki badań niepełnych są dodatnie. Jeżeli jedno badanie w badaniach niepełnych nie da wyniku dodatniego, należy odbierać każdy transformator z przedstawionej partii oddzielnie.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE do BN-73/3506-07

Istotne zmiany w stosunku do BN-69/3506-07

- a) wprowadzono nowy typ transformatora REJ 1452;
- b) skreślono typ REJ 1001/1;
- c) zmieniono rys. 1;

- d) zmieniono p. 3.1.2;
- e) zmieniono p. 3.1.13;
- f) wprowadzono schemat na rys. 2 dla REJ 1452.