



UNIZET

BIURO ZBYTU
SPRZĘTU
TELERADIO
TECHNICZNEGO

OŚWIETLENIE RTĘCIOWE

1108
opt

1
OŚWIETLENIOWA PORADNIA TECHNICZNA

W S T Ę P

Książka, którą oddajemy do rąk Czytelników została przygotowana do druku w 1961 roku przez doc. Lucjana Bersona, który napisał część I pracy. Część II została opracowana przez doc. Bersona wspólnie z mgr inż. Tadeuszem Bełdowskim. Stanowi ona ostatnią pozycję licznych publikacji zmarłego w 1961 roku doc. L. Bersona.

Chociaż już dwa lata dzielą od czasu jej napisania, zagadnienia w niej poruszone nie straciły nic ze swej aktualności. W stosunku do pierwotnego opracowania wprowadzono w książce niewielkie zmiany, zwłaszcza w części I. Dotyczą one głównie wartości liczbowych niektórych parametrów wysoko-prężnych lamp rtęciowych, zestawionych w tablicy I. W części III zmiany ograniczają się w zasadzie do rozszerzenia rozdziału o oprawach oświetleniowych przez wprowadzenie opraw, jakie zostały skonstruowane i wyprodukowane w latach 1961 - 1963.

C z ę ś ć I

Lucjan B e r s o n

N O W O C Z E S N E L A M P Y R T Ę C I O W E

1. POWODY STOSOWANIA NOWOCZESNYCH LAMP RTECIOWYCH

Wysokoprężne lampy rtęciowe pojawiły się w czwartej dekadzie obecnego stulecia i są chyba - po średnioprężnych lampach rtęciowych - najstarszymi lampami luminescencyjnymi zastosowanymi do ogólnych celów oświetleniowych. Miały one dwie zasadnicze wady:

- po pierwsze brak było w ich widmie prawie zupełnie promieniowania czerwonego, wskutek czego kolor światła był bardzo nieprzyjemny;

- po drugie lampy rtęciowe wysokoprężne /o ciśnieniu pary rtęci rzędu kilku do dwudziestu atmosfer/ wykazywały widmo prążkowe tylko nieznacznie podbudowane widmem ciągłym.

Z obu tych powodów widzenie kolorów przy oświetleniu tymi lampami odbiegało bardzo silnie od widzenia kolorów światła dziennego, a także żarówkowego. Oddawanie kolorów przy oświetleniu tymi lampami było więc bardzo niedoskonałe, a sam kolor światła nieprzyjemny.

Niską ilość promieniowania czerwonego usiłowano zwiększyć trzema różnymi sposobami:

- a/ pokrywano bańkę lampy od wewnątrz luminoforami, co jednak dawało bardzo mały efekt,
- b/ umieszczano we wspólnej bańce lampę rtęciową i żarówkę, której żarnik służył jednocześnie jako statecznik,
- c/ umieszczano w jednej oprawie albo w oddzielnych oprawach umieszczonych w najbliższym sąsiedztwie lampę rtęciową i jedną albo nawet dwie żarówki.

Te dwa ostatnie sposoby skutecznie usuwały brak światła czerwonego i znacznie łagodziły prążkowy charakter promieniowania, podbudowując je dość obfitym promieniowaniem ciągłym, jednak znacznie obniżały skuteczność świetlną, będącą główną zaletą lamp rtęciowych /z około 38 lm/W na około 20 lm/W/.

Dalsze wady dawnych lamp rtęciowych, to nader silne tętnienie światła wywołujące odpowiednio silny efekt stroboskopowy i za małe w stosunku do potrzeb strumienie świetlne. Najwyższa luminancja, gdy strumień świetlny osiąga swój

BIBLIOTEKA
Spółdzielni Pracy „S. A. L. A.”
w Warszawie, ul. Wilcza 32

Nr inw.

1108

szczyt, była prawie dwukrotnie większa od średniej luminancji całego półokresu /0,01 sekundy/, co tłumaczy się brakiem luminoforów łagodzących wskutek poświaty tętnienia światła. Lampy rtęciowe wyrabiano w dwóch wielkościach: 75 W /łącznie ze statecznikiem ok. 83 W/ i 120 W /ze statecznikiem ok. 130 W/, "przy czym" strumienie świetlne wynosiły ok. 3000 względnie 5000 lm.

Mimo powyższych wad wysokoprężne lampy rtęciowe rozpo- wszechniły się ze względu na swą bezkonkurencyjną skuteczność świetlną.

Sytuacja zmieniła się radykalnie, gdy na widowni ukazały się lampy fluorescencyjne /światłówki/, które dzięki swym za- letom, w pierwszym rzędzie lepszym właściwościom świetlnym, wyparły prawie zupełnie lampy rtęciowe.

Około roku 1950 rozpoczęły się pierwsze próby z wysoko- prężnymi lampami rtęciowymi o skorygowanym kolorze światła, zaś w roku 1952 ukazał się artykuł podający podstawy kon- strukcji tych lamp^x.

Posiadają one warstwę luminoforu na wewnętrznej powierz- chni zewnętrznej bańki, jednak różnią się tym od podobnych dawniej wyrabianych świetlówek, że transformacja części krót- kofalowego promieniowania na czerwone jest skuteczna, dając około 7% do 10% światła czerwonego. Ponadto wyrabia się je w wielkościach do 1000 W /ok. 50000 lm/. Wreszcie podbudowa widma widmem ciągłym jest nieco większa, a tętnienie światła nieznacznie złagodzone.

2. WŁASNOŚCI NOWOCZESNYCH LAMP RTĘCIOWYCH

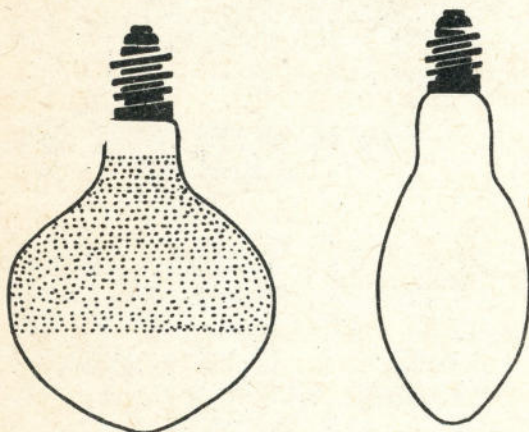
2.1. B u d o w a

Budowa lamp rtęciowych o skorygowanym oddawaniu kolorów różni się od budowy dawnych lamp wysokoprężnych tylko kształ- tem bańki zewnętrznej i obecnością luminoforu na jej wew- nętrznej powierzchni. Przemysł krajowy podjął wyrób dwóch rodzajów tych lamp: zwykłych, o bańkach przezroczystych i od- błysnikowych, o bańkach w górnej połowie wewnątrz zwierciadło- nych. W tym drugim rodzaju nie zmniejsza się strumień świe- tlny w razie zakurzenia górnej części lampy i często też moż- na przy użyciu takiej lampy w ogóle zrezygnować z odbłyśnika. Rys.I-1 przedstawia lampy 250-watowe obu rodzajów w zarysie.

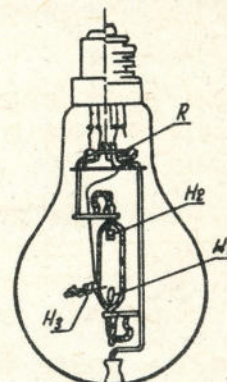
Wysokoprężna lampa rtęciowa składa się z lampy właściwej i otaczającej ją bańki z przynależnościami, jak doprowadniki prądu, nóżka i trzonek. Ponieważ temperatura ścianek wewnętrz- nej bańki wynosi przy pracy ok. 800 °C, musi ona być wykonana ze szkła kwarcowego, co zresztą jest konieczne i z tego po- wodu, że promieniowanie nadfioletowe z wnętrza bańki wewnę-

^xFraser H.D. i Till W.S. Illuminating Enginnering Vol.47. 1952 Nr 4.

trzonej musi przenikać do bańki zewnętrznej celem pobudzenia znajdujących się na jej wewnętrznej powierzchni - luminoforów. Przestrzeń pomiędzy bańkami wypełniona jest azotem o ciśnieniu ok. 0,7 at celem chłodzenia bańki wewnętrznej. Wskutek rozgrzania ciśnienie azotu w czasie pracy dochodzi do ok. 1 at.



Rys. I-1. Nowoczesne lampy rtęciowe o skorygowanym kolorze światła 250 W zwykła i odbłyśnikowa /zwierciadlana/; widok zewnętrzny



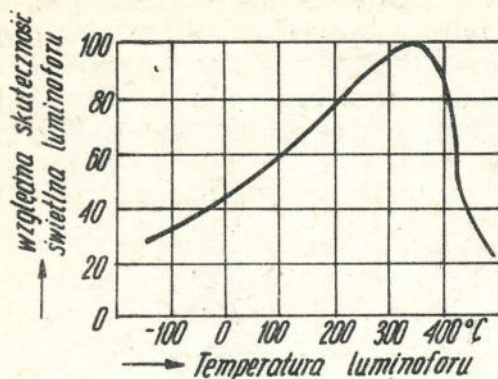
Rys. I-2. Wysokoprężna lampa rtęciowa bez luminoforu. H_1 , H_2 - elektrody główne, H_3 - elektroda pomocnicza połączona pośobnie z opornikiem R

Zaświecanie odbywa się bez trudności nawet w otoczeniu o temperaturze -25°C , przy zasilaniu napięciem 220 V - 50 Hz dzięki elektrodzie pomocniczej - H_3 na rys. I-2. Dzięki opornikowi R płynie w czasie pracy przez elektrodę pomocniczą znikomy prąd, wyładowanie przebiega praktycznie tylko między elektrodami H_1 , H_2 .

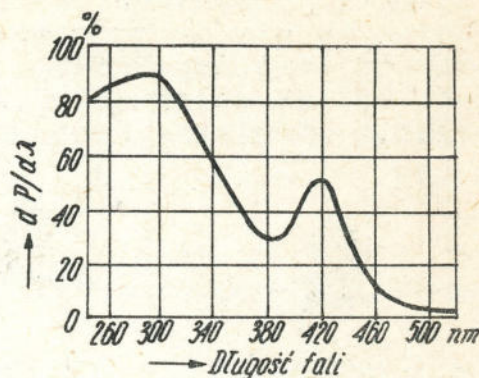
2.2. K o l o r ś w i a t ł a i o d d a w a n i e k o l o r ó w

Dzięki poprawie składu widma wysyłanego światła uzyskanej przez zastosowanie luminoforów, wysokoprężne lampy rtęciowe awansowały znów do rzędu elektrycznych źródeł światła używanych do ogólnych celów oświetleniowych. Decydującym stało się to, że udało się zestawić luminofory o odpowiedniej wrażliwości i emisji widmowej /rys. I-4 i I-5/, u których największa skuteczność świetlna występuje w zakresie temperatur zewnętrznej bańki lampy $200-400^{\circ}\text{C}$ /rys. I-3/. Przez specjalne ukształtowanie bańki zewnętrznej /rys. I-1/, która ze względu na wymaganą wysoką temperaturę jest stosunkowo mała, osiągnięto dość równomierną temperaturę na całej jej powierzchni.

Jako luminoforów używa się arsenianu magnezu aktywowanego manganem, fluorogermanianu magnezu aktywowanego również manganem lub grupy potrójnych krzemianów baru strontu i magnezu aktywowanych cezem i manganem. Jak wynika z rys. I-4, największa wrażliwość fluorogermanianu magnezu aktywowanego manganem znajduje się w zakresie fal nadfioletowych od ok. 200 do ok. 340 nm, a więc w obszarze obfitego promieniowania pary



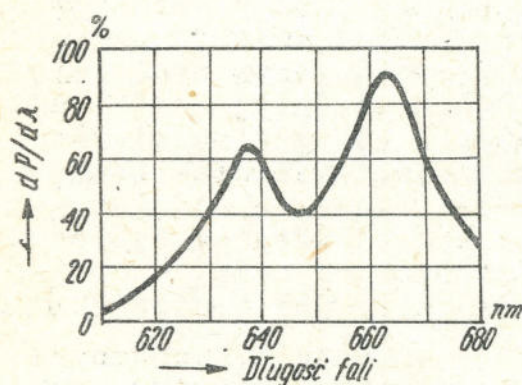
Rys. I-3. Względna skuteczność świetlna promieniowania fluorogermanianu magnezu aktywowanego manganem w zależności od jego temperatury



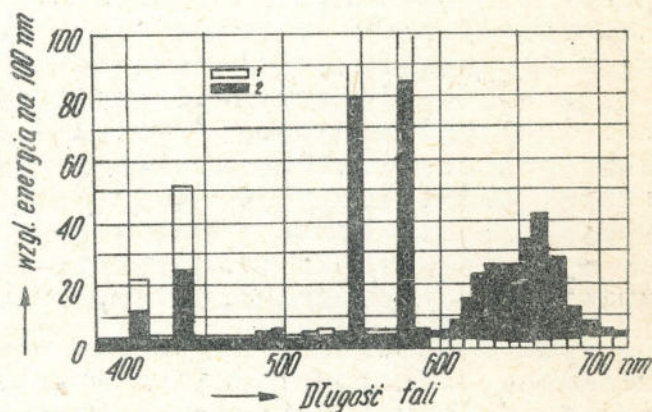
Rys. I-4. Krzywa rozkładu widmowego wartości względnych wrażliwości na wzbudzenie fluorogermanianu magnezu aktywowanego manganem

rtęci, i wykazuje drugie maksimum w zakresie widzialnym przy 420 nm, co powoduje przemianę części prążków o długościach fal 404,7 - 407,8 i 435,8 nm, a więc światła fioletowego i fioletowo-niebieskiego, którego w widmie lamp rtęciowych jest za dużo, na deficytowe światło czerwone. Z rys. I-5 wynika, że widmo emisyjne tegoż luminoforu leży praktycznie w całości w czerwieni, a więc spełnia on zadanie wzbogacenia światła lampy rtęciowej w kolor czerwony. Odbija się to w sposób decydujący na składzie widma światła wysyłanego.

Rys. I-6 pokazuje wpływ powłoki luminoforowej na skład widmowy światła wysokoprężnej rtęciówki, zaś tablica I-1 zawiera dane porównawcze rtęciówki starego typu bez luminoforu i rtęciówki o skorygowanym oddawaniu światła osiągniętym przy użyciu odpowiedniego luminoforu /rtęciówki z luminoforem/ oraz



Rys. I-5. Krzywa rozkładu widmowego wartości względnych mocy promienistej fluorogermanianu magnezu aktywowanego manganem



Rys. I-6. Skład widmowy promieniowania wysokoprężnych lamp rtęciowych: 1-dawnego typu; 2-nowego typu, o skorygowanym kolorze światła /z luminoforami/

Tablica I-1

Skład widmowy różnych źródeł światła

Kolor światła	Długość fali w nm	Procentowy udział w całkowitym strumieniu świetlnym				światła dziennego o średnim składzie
		wysokopiętnej lampy rtęciowej 125 W	o skoryg. kolorze światła	białym	świecącym o światle dziennym	
		bez luminoforu				
Światło fioletowe	380 - 420	0,02	0,012	0,010	0,015	0,027
	420 - 440	0,76	0,48	0,350	0,41	0,23
Światło niebieskie	440 - 460	0,14	0,064	0,350	0,65	0,80
	460 - 510	1,66	0,82	5,3	9,6	10,8
Światło zielone	510 - 560	55,1	47,7	56,0	43,3	40,8
Światło żółte	560 - 610	41,0	41,2	48,4	37,5	36,2
Światło pomarańczowe	610 - 660	1,2	8,84	9,3	8,2	10,3
Światło czerwone	660 - 760	0,09	0,97	0,300	0,34	0,73

światłówki o świetle dziennym i naturalnego światła dziennego. Jak wynika z tablicy, strumień świetlny w zakresie czerwieni wynosi dla lampy rtęciowej dawnego typu 1,3% całkowitego strumienia świetlnego, dla rtęciówki o skorygowanym oddawaniu kolorów 9,8%, a więc 7,5-krotnie więcej, dla światłówki o świetle dziennym nieco mniej: 8,5% i dla światła dziennego o średnim składzie /nie słonecznego/ 11,0%. W świetle nie podanej w tablicy I-1 światłówki "de luxe" o świetle białym wynosi udział światła czerwonego 11,8%, w świetle słonecznym w godzinach popołudniowych dnia letniego około 13%.

Zakresy długości fal tablicy I-1 nie są dowolnie obrane, lecz są ustalone międzynarodowymi normatywami.

Powyższe dane i rozważania dalekie są od dokładnego scharakteryzowania oddawania kolorów przez nowe lampy rtęciowe; teoria i technika pomiarów oddawania kolorów jest zresztą dopiero w trakcie rozwoju. Na podstawie bardziej wnikliwych badań należy stwierdzić, że oddawanie kolorów przez rtęciówki o skorygowanym kolorze światła jest znacznie mniej doskonałe niż przez światłówki. Ponadto stwierdzono doświadczalnie, że człowiekowi odpowiada najbardziej światło o zbliżonym kolorze i składzie widmowym do koloru i składu widmowego ciała czarnego. Takim źródłem światła jest światło dzienne i słoneczne a także żarówki. Również światłówki wypromieniowują około 90% swego światła jako światło o widmie ciągłym, a tylko niewielką jego część jako linie lub wąskie pasma widmowe będące bezpośrednim promieniowaniem pary rtęci. Natomiast jak wynika z rys. I-6, widmo liniowe nowej lampy rtęciowej jest tylko skąpo podbudowane widmem ciągłym.

Wnioski z powyższych rozważań wyprowadzimy w Części II niniejszego.

2.3. G ł ó w n e d a n e

Najniższe napięcie zaświecania wynosi dla wszystkich typów 180 V, przy temperaturze otoczenia $+5^{\circ}\text{C}$ i 200 V, przy -15°C . W czasie prób w Zakładzie Techniki Świetlnej Instytutu Elektrotechniki lampy zaświecały się bez trudności przy temperaturze otoczenia -30°C i napięciu 220 V.

Przemysł nasz podejmie prawdopodobnie w przyszłości wyrób lamp 1000 W o strumieniu świetlnym ok. 50000 lm.

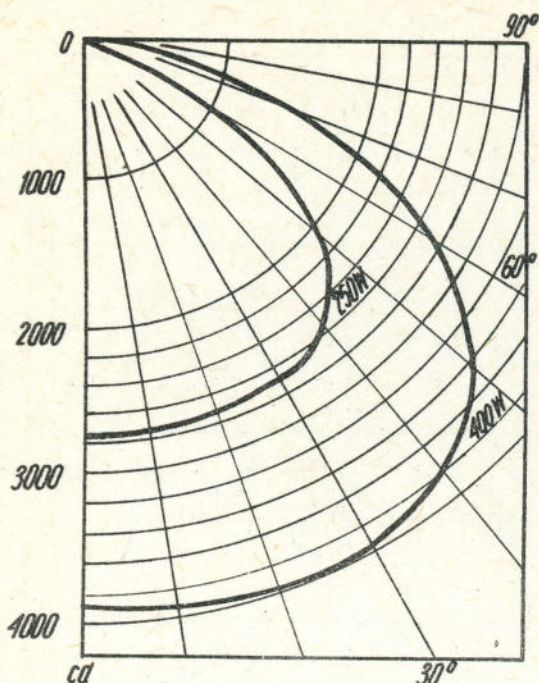
Strumień świetlny produkowanych w Polsce światłówek 40 W o białym świetle wynosi po 100 godzinach ok. 2200 lm, pobór mocy dławika niespełna 8 W. Skuteczność świetlna obwodu wynosi więc ok. 46 lm/W. Jak wynika z tablicy I-2, rtęciówki 250 i 400 watowe niewiele ustępują pod tym względem naszym światłówkom. Inaczej przedstawia się sprawa, jeżeli jako przedmiot porównania weźmiemy światłówki prowadzących fabryk zagranicznych, których /40 watowych o świetle białym/ strumień świetlny przekracza 2600 a nawet 2800 lm. Tam skuteczność świetlna dochodzi do 56 lm/W i wyżej. Jednak trzeba zainstalować 9 polskich światłówek 40 W, żeby otrzymać strumień świetlny jednej 400-watowej rtęciówki.

Tablica I-2

Główne dane produkowanych w Polsce nowoczesnych lamp rtęciowych

Rodzaj lampy		80 W ^x	125 W ^x	250 W	odbiśq. 250 W ^x	400 W	odbiśq. 400 W ^x
Całk.dług. trzonk. Edisona	mm	156	177	227	270	290	270
Średnica	mm	71	76	91	185	122	185
Natężenie prądu	A	0,8	1,15	2,15	2,15	3,25	3,25
Napięcie na lampie	V	115	125	130	130	135	135
Moc zużywana przez dławik 220 V około	W	10	10	16	16	20	20
Razem moc obwodu ok.	W	90	135	265	265	420	420
Strumień świetlny po 100 godz. świecenia	lm	2800	5000	11000	9000	19000	16500
Skuteczność świetlna lampy	lm/W	35	40	44	36	47,5	41
Skuteczność świetlna obwodu	lm/W	31	37	41,5	34	45	39
Luminacja	sb	10	10	15	4	15	4
Rozruch od włącz.do 80% zn	min	3,5	1,5	4	4	4	4
Współczynnik mocy	l	0,5	0,55	0,6	0,6	0,6	0,6
Kondensator oboczny	/uF	6,3	10	20	20	25	25
Współcz.mocy z kond.oboczn.	l	0,8	0,9	0,95	0,95	0,9	0,9
Natęż.prądu z kond.oboczn.	A	0,5	0,7	1,3	1,3	2,1	2,1
Natęż.prądu zaświecania	A	1,25	1,75	3,2	3,2	5,5	5,5
Natęż.prądu zaśw.z kond. obocznego	A	0,86	1,15	1,9	1,9	3,5	3,5

^xW opracowaniu



Rys.I-7. Rozsył światła lamp odbłyśnikowych /zwierciadlonych/ 250 i 400 W

Trwałość wynosi około 6000 godzin przy wyłączaniu 4 razy na dobę.

Luminancja wielkich typów dorównuje luminancji żarówek gazowanych 100 W, wewnątrz matowanych, jest więc dzięki działaniu rozpraszającemu luminoforu stosunkowo bardzo mała. Oczywiście stosowanie opraw o odpowiednim kącie ochrony jest konieczne.

Rozsył światła lamp odbłyśnikowych /zwierciadlonych/ pokazuje rys.I-7.

Zaświecanie. Po wyłączeniu lampy ponownie załączona nie zaświeca się od razu, gdyż w gorącym stanie, przy wysokim ciśnieniu pary rtęci, potrzebne jest znacznie wyższe napięcie do przeskoku wyładowania łukowego. Czas stygnięcia wynosi kilka minut.

Bańka zewnętrzna wykonana jest u wszystkich typów, z wyjątkiem 80 W, ze szkła twardego o małym współczynniku temperaturowym rozszerzalności, co czyni ją odporną na nagłe zmiany temperatury /np. kapnięcie kropli wody/.

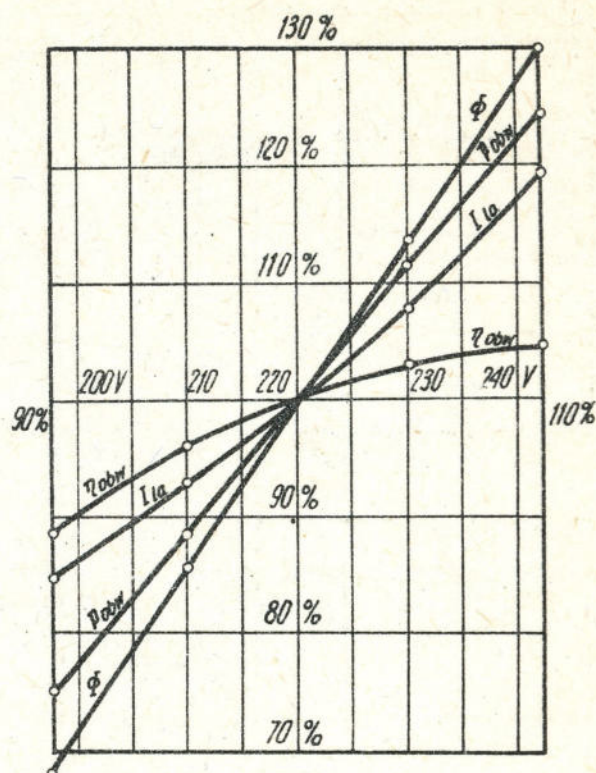
Tętnienie światła jest tylko nieznacznie złagodzone w stosunku do dawnych lamp rtęciowych, efekt stroboskopowy jest więc znaczny. W dziedzinach, w których najczęściej stosuje się lampy rtęciowe o skorygowanym kolorze światła, nie stanowi to poważniejszej wady, tam jednak gdzie efekt stroboskopowy jest niepożądany, jedyną radą jest użycie dwóch lub trzech faz, o ile nie stosuje się współpracy z żarówkami.

Wpływ wahań napięcia sieci. Największa jest zmiana strumienia świetlnego, najmniejsza skuteczności świetlnej. Zmiany natężenia prądu - zależne naturalnie od własności dławika, są mniejsze niż u świetlówek /rys.I-8/.

Wpływ temperatury otoczenia na parametry lampy, w szczególności na strumień świetlny jest znikomy. Osiągnięto to przez takie dawkowanie rtęci, że całkowita jej ilość wyparowuje przy zaświecaniu. Jest więc w czasie pracy para rtęci przegrzana. Jej gęstość /liczba atomów w cm^3 wnętrza jarznika lampy/ jest w szerokich granicach temperatury gazu znajdującego się między bańkami, stała.

Położenie lampy w czasie świecenia może być dowolne. Oprawy "łyżkowe", w których lampy są umieszczone poziomo, są często stosowane.

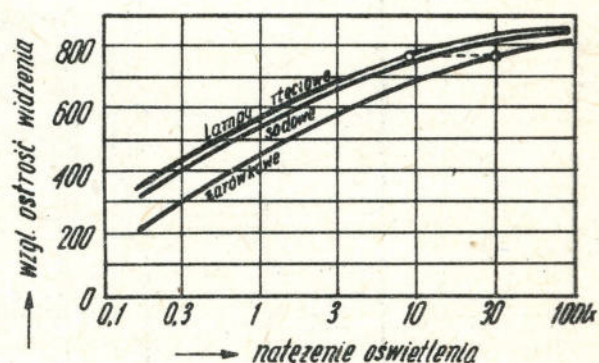
Ostrość widzenia. Podczas gdy kontrastowość przedmiotów w świetle lamp rtęciowych jest mniej więcej taka sama jak w świetle żarówek, a także pod względem szybkości spostrzegania nie ma większych odchyłek, to ostrość widzenia jest bardzo zwiększona, co czyni te lampy specjalnie do niektórych celów oświetleniowych przydatnymi /np. do sortowania węgla/. Jak wynika z rys. I-9, dla osiągnięcia tej samej ostrości widzenia potrzeba przy oświetleniu żarówkowym przeszło trzykrotnie większego natężenia oświetlenia jak przy świetle lamp rtęciowych /np. jak na rysunku przykładowo zaznaczono 30 lx zamiast 9,2 lx/.



3. SPRZĘT WYSOKOPRĘŻNYCH LAMP RTĘCIOWYCH

W obwód wysokoprężnej lampy rtęciowej wchodzi poza samą lampą tylko dławik pełniący rolę statecznika. Dzięki elektrodom pomocniczym, dodatkowa pomoc przy zaświecaniu lampy jak zapłonnik, podgrzewanie elektrod itp. jest zbędna. Ze względu na mały współczynnik mocy /ok. 0,5 do 0,6/ stosuje się zazwyczaj - kondensator oboczny, przy czym uzyskuje się współczynnik mocy 0,9 do 0,95 /dane szczegółowe podano w tabl. I-2/. Oczywiście można stosować kondensatory grupowe. Dławiki stabilizujące odznaczają się bardzo małym poborem mocy. I tak prototyp dławika dla 400-watowej lampy wykazał pobór mocy 19 W, przy normalnej pracy lampy /moc zużywana przez lampę 400 W/ co stanowi 4,8% mocy lampy, podczas gdy dławik świetlówki 40 W zużywa

Rys. I-8. Parametry lampy rtęciowej o skorygowanym kolorze światła w funkcji napięcia sieci



Rys. I-9. Względna ostrość widzenia przy świetle lamp rtęciowych, sodowych i żarówek, w funkcji natężenia oświetlenia

25

≈ 99

Dr emaliow. ϕ 1,0 - 245 zw.

66

Blacha transf. 2,0-E3-0,5

Wytlaczanie blach bez odpadów

Wytłaczanie blach bez odpadu

ok. 7,8 W, co stanowi 19,5% mocy lampy. Tym sposobem zmniejsza się różnica skuteczności świetlnej dzieląca wysokoprężne lampy rtęciowe od świetlówek.

Na rys. I-10 pokazano dławik do lampy 250-watowej, który autor zaprojektował w Zakładzie Techniki Świetlnej Instytutu Elektrotechniki i który wszedł do produkcji. Jego cechy główne, to blaszki rdzeniowe wytłaczane bez odpadu, dwie szczeliny powietrzne ukryte pod cewkami /co zmniejsza rozproszenie magnetyczne/ i znaczna oszczędność emaliowanego drutu miedzianego i blachy krzemowanej. Nastawianie szczeliny jest wygodne i dokładne, gdyż następuje za pomocą śrub. Rys. I-10 przedstawia dławik w uproszczeniu. Ciężar rdzenia wynosi ok. 2,8 kg, ciężar miedzi z emalią ok. 0,8 kg, pobór mocy ok. 16 W. Identyczną konstrukcję posiadają produkowane dławiki do rtęciówek 400 W.

W roku 1964 projektowane jest uruchomienie nowej konstrukcji dławików w obudowach metalowych, zalewanych żywicami epoksydowymi, co pozwoli na dalsze obniżenie zużycia miedzi i blachy krzemowanej, przy jednoczesnym podniesieniu ich jakości i trwałości.

Oprawy do lamp rtęciowych nie będą tu omawiane, gdyż słuszniejsze jest omówienie ich w związku z zagadnieniami oświetlenia lampami rtęciowymi, które nie wchodzą w zakres niniejszego opracowania.

Szczegółowsze dane o lampach rtęciowych Czytelnik znajdzie m.in. w następujących książkach: Berson L.: Zarys fizyki lamp elektrycznych - Warszawa 1953; Technika świetlna poradnik - praca zbiorowa - Warszawa 1960; Sprawocznaja kniga po swietotekhnike - Moskwa 1956; P.J.Oranje: Gasentladungs-lampen - Eindhoven 1943; W. Uyterhoeven: Elektrische Gasentladungs-lampen - Berlin 1938 - J. Springer.

C z ę ś ć II

Lucjan B e r s o n

Tadeusz B e ł d o w s k i

O Ś W I E T L E N I E R T Ę C I O W E

1. ZAKRESY STOSOWANIA WYSOKOPRĘŻNYCH LAMP RTĘCIOWYCH

W niniejszych rozważaniach zajmować się będziemy wyłącznie oświetleniem za pomocą wysokoprężnych lamp rtęciowych /rtęciówek z luminoforem/ o skorygowanej barwie światła, opisanych w części I.

Ten podstawowy rodzaj lamp rtęciowych jest obecnie i będzie w przyszłości wyrabiany w Polsce. Nie wywołują one nieprzyjemnych efektów świetlnych, które w rtęciówkach bez luminoforów były związane z przewagą składnika zielonego i niebieskiego koloru powierzchni przedmiotów w otoczeniu.

Umożliwia to stosowanie lamp o widmie skorygowanym w tych wszystkich wnętrzach, w których wystarcza zgrubne oddawanie odcieni przedmiotów. Umożliwia to również stosowanie tych lamp na drogach miejskich, a nie tylko na szosach międzymiastowych.

Natomiast przestrzec należy przed rozszerzaniem wymienionych zakresów stosowania na pomieszczenia i tereny zewnętrzne, w których chodzi o dobre i rzetelne oddawanie odcieni przedmiotów tak, jak je spostrzegamy przy świetle dziennym, tym bardziej zaś - przy świetle żarówek. Pomimo bowiem składowej promieniowania uzyskanej przez świecenie luminoforu - przewaga promieniowań zielonych, jakkolwiek znacznie osłabiona - pozostaje. Toteż przedmioty żółte nabierają przy tych lampach odcienia zielonkawego, a odcień przedmiotów czerwonych staje się mniej żywy. Stwarza to wrażenie chłodu, odbierając otoczeniu tę "przytulność", do jakiej dążymy np. w miejscach wypoczynku, a więc w mieszkaniach, kawiarniach, salach widowiskowych, ogrodach miejskich itp.

W niektórych przypadkach dla złagodzenia wrażenia "chłodu" stosujemy rtęciówki z luminoforem razem z żarówkami /jak to miało miejsce przy lampach bez korekcji/. Zwiększając w ten sposób mniej lub więcej /w zależności od udziału strumienia świetlnego w mieszaninie/ stosunkową ilość promieniowań ciepłych, zatracamy jednak równocześnie w mniejszym lub większym stopniu jedną z najważniejszych zalet oświetlenia rtęciowego: jego energetyczną oszczędność. Wtedy też zagadnienia kosztów inwestycyjnych oraz kosztów wymiany jak i utrzymania urządzeń mogą w pewnych warunkach przesądzić sprawę na korzyść urzą-

dzenia czysto - żarówkowego /a częściej jeszcze - na korzyść świetlówek/.

Zastrzeżenia co do oddawania barw nie odnoszą się jednak do większości miejsc przemysłowej pracy produkcyjnej i pomocniczej. W niektórych z nich, nawet "chłodna atmosfera" wysoko-
prężnych lamp rtęciowych o skorygowanej barwie światła może być pożądana. Toteż właśnie w produkcyjnych pomieszczeniach-
przemysłowych rtęciówki z luminoforem uzyskały za granicą naj-
większą popularność, zastępując żarówki, które obecnie w ta-
kich urządzeniach są instalowane tylko tam, gdzie ich użycie
jest wyraźnie umotywowane, np. gdy zachodzi potrzeba silnego
skupienia światła lub gdy konieczne jest, aby lampy zaświe-
cały natychmiast po chwilowym zaniku napięcia itd.

Podział między zakresami zastosowań rtęciówek i żarówek
jest więc dość wyraźnie określony. Mniej wyraźnie występuje
podział między zakresem rtęciówek i świetlówek. Pod względem
skuteczności świetlnej różnice między tymi dwoma rodzajami
źródeł światła są znacznie mniejsze, niż między nimi a żarów-
kami. Różnice przy rtęciówkach i świetlówkach krajowych są
jeszcze mniejsze, niż przy zagranicznych, ze względu na mniej-
szą skuteczność świetlówek krajowych. /Cz.I p.2.3./. Również
trwałości tych źródeł światła są podobne. Toteż zastosowanie
jednego lub drugiego z tych źródeł zależy od innych ich włas-
ności.

Można stwierdzić ogólnie, że wielką zaletą świetlówek, zwią-
zaną z ich wydłużonym kształtem jest przy niskich zawiesz-
niach to, że łagodzą one cienie, dając racjonalne rozprosze-
nie światła oraz to, że łatwo zaradzić jest olśnieniu wobec
małej jaskrawości świetlówek. Aby podobne warunki otrzymać
przy nisko zawieszonych punktowych źródłach, za jakie uważać
można rtęciówki, trzeba by rozmieszczać oprawy znacznie gęś-
ciej i zaopatrywać je w klosze o stosunkowo dużych rozmiarach,
co mogłoby być nie racjonalne.

Można stwierdzić również, że wielką zaletą świetlówek w u-
rządzeniach, w których jest niezbędne lub wskazane dobre od-
dawanie odcieni barw, jest widmowy skład energetyczny ich świa-
tła, umożliwiający takie oddawanie /cz.I p.2.2/. Nawet kra-
jowe świetlówki światła białego mają zdolność oddawania od-
cieni w większości przypadków w sposób wystarczający /z wy-
jątkiem miejsc, gdzie bardzo drobne odcienie muszą być odróż-
niane, np. przy dobieraniu barwników, selekcjonowaniu prze-
dzy kolorowej itp./.

Zaznaczyć wypada, że cechę tę w znacznie wyższym jeszcze
stopniu posiadają nieprodukowane u nas świetlówki specjalne,
których wadą jest jednak znacznie mniejsza niż w świetlówkach
zwykłych skuteczność świetlna. Zakres ich zastosowań ograni-
cza się do przypadków, które zostały podane powyżej tytułem
przykładu oraz do czynności podobnych, jak również do oświe-
tlania pomieszczeń, w których wyraźnie zależy na przyjemnym
wyglądzie otoczenia, a więc np. mieszkań, izb pracy szkolnej,
sal szpitalnych i innych.

Jednakże świetlówki przy tych zaletach, a przede wszystkim przy dużej skuteczności świetlnej posiadają jedną cechę, która w niektórych urządzeniach jest poważną ich wadą - mianowicie mały strumień świetlny.

Za granicą produkowane są świetlówki o mocy do 100 W, u nas największą z produkowanych jest świetlówka 40 W, o strumieniu zaledwie 2100 lm. Jest to więc słabe źródło światła. Natomiast wysokoprężnej lampie rtęciowej może być nadana zarówno mała moc /80 W/, jak i znaczna /400, 700, 1000, a nawet 3000/, jak również szereg pośrednich. Tam więc, gdzie potrzebne są lampy o dużym strumieniu, rtęciówka góruje wyraźnie nad świetlówką, pomimo że nie ma niektórych ważnych jej zalet. Duży strumień świetlny jednostkowy jest potrzebny w szczególności tam, gdzie lampy są zawieszone wysoko, a więc gdzie wystarczającą równomierność można osiągnąć przy stosunkowo rzadkim rozmieszczeniu opraw; szczególniejszą zaś zaletą jest to tam, gdzie przy wysokim zawieszeniu trzeba osiągnąć duże natężenie oświetlenia.

Przy racjonalnym osłonięciu źródeł światła olśnienie w tym przypadku nie grozi, pomimo stosunkowo dużej jaskrawości samych lamp, cienie zaś mogą być przez racjonalne rozmieszczenie opraw utrzymane we właściwych granicach.

Tak np. stosując oprawy dwulampowe do rtęciówek 400 W można uzyskać przy pewnym ich rozmieszczeniu duże natężenie oświetlenia na drodze, stosując zaś świetlówki musielibyśmy przy podobnym rozmieszczeniu zastosować na każdym słupie co najmniej 4 oprawy z 4 świetlówkami, 40 W każda.

W zastosowaniu na zewnątrz budynków rtęciówka ma nadto tę wyższość nad świetlówką, że ani jej strumień, ani zapłon nie zależy praktycznie od temperatury otoczenia /cz.I p.2.3/. Natomiast wyższością świetlówki jest prawie natychmiastowe zaświecenie rozgrzanej lampy, podczas gdy w rtęciówce zaświecenie następuje dopiero po jej ostygnięciu /cz.I p.2.3/.

Wreszcie, wyższością oprawy rtęciowej nad świetlówką jest znacznie mniejszy koszt oprawy wewnętrznej dla tej pierwszej, tym bardziej zaś, wobec rzadszego rozmieszczania przy wysokim zawieszeniu - znacznie mniejszy koszt łączny instalowanych opraw. Wyższość ta ujawnia się jeszcze silniej w urządzeniach na zewnątrz budynków ze względu na to, że oprawy rtęciowe mogą być typu otwartego, podczas gdy oprawy świetlówkowe muszą być zamknięte ze względu na zależność zapłonu i strumienia od temperatury otoczenia, co wpływa na ich wysoki koszt.

Z rozważań powyższych wynika, że rtęciówki są najwłaściwszym źródłem światła w następujących urządzeniach:

- a/ w wysokich halach zakładów przemysłowych,
- b/ na przemysłowych terenach zewnętrznych,
- c/ na drogach i ulicach miejskich, szczególnie o dużym znaczeniu komunikacyjnym.

2. NATĘŻENIE OSWIETLENIA PRZY RTĘCIÓWKACH Z LUMINOFOREM

Krajowa norma natężenia oświetlenia, PN-57/E-02030, nie wymienia wysokoprężnych lamp rtęciowych, podając dla wnętrza wartości natężenia oświetlenia tylko przy dwóch rodzajach źródeł, żarówkach i lampach fluorescencyjnych, a dla terenów zewnętrznych - nie podaje w ogóle rodzajów światła.

Motywy wyższego natężenia oświetlenia wnętrza przy świetlówkach, niż przy żarówkach, jest przy niskich natężeniach oświetlenia /ok. kilkadziesiąt luksów lub mniej/ fakt, że przy takich natężeniach oświetlenia i przy zastosowaniu źródeł dających światło o zimniejszym odcieniu, otoczenie oświetlone sprawia nieprzyjemne wrażenie, mianowicie wydaje się mroczne. Motyw wyższego natężenia oświetlenia przy świetlówkach, niż przy żarówkach, przy wyższych poziomach oświetlenia jest zupełnie odmiennej natury. Chodzi mianowicie o czynnik gospodarności, który przy żarówkach, odznaczających się stosunkowo niską skutecznością świetlną, nie pozwala na stosowanie takiego poziomu oświetlenia, jaki jest wskazany nie tylko dla zapewnienia dobrego przebiegu procesu spostrzegania, ale i właściwego samopoczucia /które zresztą, choć pośrednio, wpływa również na jakość i ilość pracy, zmniejszenie zmęczenia, ograniczenie niebezpieczeństwa wypadków itd./. Oba zatem motywy rozróżnienia poziomów oświetlenia skłaniają do umieszczenia rtęciówek w klasie przeznaczonych w normie dla świetlówek, oba te źródła posiadają bowiem zarówno podobne kolory światła, jak i podobne skuteczności świetlne.

Toteż wybierając poziomy natężenia oświetlenia wnętrza, które ma być oświetlone rtęciówkami, należy posługiwać się danymi zestawionymi w Normie dla świetlówek. Tytułem przykładów, przytoczymy w tablicy 1 niektóre prace wykonywane w wysokich halach fabrycznych, do których stosowane być mogą z powodzeniem rtęciówki, jak również wartości natężenia oświetlenia zaczerpnięte z PN-57/E-02030.

Tablica 1

Przykłady zastosowań rtęciówek w przemyśle i natężenie oświetlenia ustalone dla nich w PN-57/E-02030

Pomieszczenie lub praca	Natężenie oświetlenia w najciemniejszym miejscu pola pracy E_{min}
<u>Przemysł drzewny</u>	
Hala traków w tartaku	100
Stolarnia, prace zgrubne	100
<u>Przemysł elektrotechniczny</u>	
Ciągarnie drutu	200 - 300

1	2
<u>Energetyka</u>	
Kotłownie, młynownie	100
Maszynownie, na poziomie maszyn	200
<u>Przemysł hutniczy</u>	
Maszynownie wielkich pieców	200
Hale lejnicze	100
Hale odlewnicze i inne stalownie	100
Walcowanie na gorąco	100
<u>Przemysł metalowy</u>	
Ładowanie w odlewniach	100
Formowanie w zależności od dokładności	100 - 200
Prace ślusarskie w zależności od dokładności	100 - 300
Montaż w zależności od dokładności	100 - 200

Co do oświetlenia terenów otwartych, to nie ma również wyraźnych podstaw formalnych do zmiany poziomów ustalonych w normie /dla żarówek i świetlówek łącznie/. Niemniej jednak istnieje ogólna - jak się wydaje słuszna - tendencja do przekraczania znormalizowanych wartości, należałoby raczej przy oświetleniu rtęciowym obierać także wartości wyższe.

W nieogłoszonej drukiem pracy nad założeniami oświetlenia użyteczności publicznej dla m.st. Warszawy, wykonanej w roku 1960 dla Prezydium Rady Narodowej w m.st. Warszawie przez Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich ustalono, że natężenie oświetlenia jezdni, dróg miejskich, według obecnych wymagań ma być na poziomie PN-57/E-02030 i wynosić dla różnych kategorii ulic od 0,5 do 12 lx. Uznano jednak, że w planie kierunkowym /r. 1985/ powyższe wartości należy mniej więcej podwoić, ustalając w zależności od wymagań przyszłe najmniejsze wartości średniego natężenia oświetlenia podane w tablicy 2.

Tablica 2

Natężenia oświetlenia ustalone dla Warszawy na r. 1985

W y m a g a n i a	Przyszłe najmniejsze wartości średniego natężenia oświetlenia dróg miejskich lx
bardzo duże	25
duże	16
dość duże	10
średnie	6
dość małe	4
małe	2
bardzo małe	1

Te wartości natężenia oświetlenia miałyby zatem obowiązywać jako najmniejsze średnie, bez względu na rodzaj źródła światła. W tym samym opracowaniu podano jednak również podział zakresów żarówek, świetlówek i rtęciówek, przy czym te ostatnie mają być jedynym źródłem oświetlenia na tych drogach, które mają najważniejsze znaczenie komunikacyjne, na których natężenie oświetlenia powinno być najwyższe. Są to arterie - główne i arterie drugorzędne we wszystkich trzech strefach: centralnej, miejskiej i peryferyjnej, na jakie podzielono w opracowaniu cały teren miasta. Na innych ważnych ulicach, tzw. ulicach zbiorczych, które gromadzą strumienie ruchu napływające z ulic lokalnych i zdyżające w kierunku arterii - rtęciówki mają być stosowane na równi ze świetlówkami /a na ulicach mieszkaniowych peryferyjnych z żarówkami/ poza jedną kategorią tych ulic i ulic lokalnych: ulicami przemysłowymi, które również, jak arterie, mają być oświetlone wyłącznie rtęciówkami. Wynikałoby stąd, że na drogach miejskich znajdują zastosowanie rtęciówki z luminoforem od 80 W do 400 W /a w przyszłości również większe/ oraz że są one przeznaczone do oświetlenia dróg z natężeniem oświetlenia od 4 lx do 25 lx lub nawet wyższym.

3. OPRAWY OŚWIETLENIOWE DO RTĘCIÓWEK

Produkcja opraw do rtęciówek podobnie jak i produkcja samych lamp jest dopiero w początkowym okresie. W chwili bieżącej /r. 1963/ produkuje się tylko lampy 250 W i 400 W oraz przygotowuje produkcję lamp 125 W. Toteż przez próby w laboratoriach badawczych przeszły dotąd tylko oprawy do lamp 250 W i częściowo 400 W. Co więcej, asortyment tych nawet opraw nie jest jeszcze szeroki i nie wystarcza do wyraźnego scharakteryzowania obszerniejszego zespołu opraw, jaki zapewne w latach najbliższych będzie produkowany. Niemniej jednak, ponieważ rtęciówki o dużej mocy stosowane będą głównie w dwóch rodzajach urządzeń, mianowicie w urządzeniach oświetlenia przemysłowego /wysokie hale fabryczne, oświetlenie składowisk, torowisk kolejowych, dróg na terenie zakładów oraz terenów robót ziemnych, kamieniołomów itp./ oraz w urządzeniach oświetlenia drogowego - można przypuszczać, że urządzenia te dadzą się w większości obsłużyć znacznie mniejszą liczbą typów opraw, niż to ma miejsce w innych dziedzinach oświetleniowych. Przewidywać również należy, że poza oprawami, których konstrukcja optyczna powiązana będzie ściśle i bezpośrednio z typowymi właściwościami tych lamp, wytwarzane będą inne, które od opraw żarówkowych różnić się będą jedną tylko nieodzowną częścią składową, w której pomieszczony będzie dławik i ewentualnie kondensator kompensacyjny. W tym stanie rzeczy można przypuszczać, że rozszerzenie produkcji rtęciówek na przewidywane typy 80 W, 125 W i 1000 W /lub 700 W/ spowoduje rozszerzenie asortymentu obecnych opraw rtęciówek o typy, które układem świetlnym nie będą różniły się zasadniczo od obecnie produkowanych lub opracowywanych opraw do rtęciówek 250 W i 400 W.

Tablica 3

Asortyment opraw do rtęciówek według produkcji
lub zamierzonej produkcji z r.1963

Zakład Wytwór czy	Symbol fabry- czny	O p r a w y	Liczba i moc lamp W	Przeznaczenie do oświetlenia	Spraw- ność %	Kąt ochrony stopni	Fotogr. i roz- sył na rys.nr
1	2	3	4	5	6	7	8
A-20	C34-29	Oprawa do żarówki do 500 W przy- stosowana przez nabudowanie dla- wika w obudowie; odbłyśnik meta- lowy, płaski i klosz cylindrycz- ny ze szkła mlecznego w zależno- ści od położenia lampy	1x250	wnętrz i terenów przemysł. i oświe- tlenia drogów.	0,69- +0,78	12-0	II-1
A-23	OBg-3	Oprawa do żarówki do 500 W przy- stosowana przez nabudowanie dla- wika w obudowie; odbłyśnik ema- liowany, głęboki w zależności od położenia lampy	1x250	j.w.	0,60- +0,63	29-13	II-2
A-23	OBg-3	j.w.	1x400	j.w.	0,64	8	II-3
A-20	ORz-1	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowa- nym okrągłym a/ bez lustera b/ z lustrami dodatkowymi na wrost siebie c/ z lustrami dodatkowymi pod kątem do siebie	1x250	j.w.		8	II-4
			1x250	dróg	72	12	II-5
			1x250	dróg	78	11	II-6
A-20	ORz-2	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowa- nym i lustrami dodatkowymi, do lampy leżącej	1x250	dróg	78	11	II-7

1	2	3	4	5	6	7	8
A-20	ORz-3	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowanym i lustrami dodatkowymi, do dwóch lamp leżących	2x250	j.w. drog	71	11	II-8
A-20	ORz-4	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowanym i lustrami dodatkowymi oraz osłone przeciwoświeceniową do lampy leżącej	1x400	drog	70	23	II-9
A-20	ORz-5	j.w. do dwóch lamp leżących	250x x400	"	65	10	II-10
A-20	ORz-6	Oprawa z odbłyśnikiem lustrzanym i osłoną przeciwoświeceniową do lampy leżącej	1x400	"	73	20	II-11
Z.M. Skar- żysko	OUR	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowanym /bez luster/ do dwóch lamp leżących	2x250	"	75	23	II-12
"	04R-400	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowanym z lustrami dodatkowymi do lampy leżącej	1x400	"	66	20	II-13
A-20	ORP-1	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowanym okrągłym i osłonami przeciwoświeceniowymi: niskimi wyższymi	1x250 1x250	wnętrz przem.	77 71	17 20	II-14 II-15
A-20	ORP-2	Oprawa z odbłyśnikiem emaliowanym o otworze prostokątnym i z osłonami przeciwoświeceniowymi kratowymi	1x250	"	65	20	II-16

Dlatego można pomimo wszystko dość dobrze zorientować się w zagadnieniu wyboru typu oprawy z tablicy 3, w której zestawiamy te typy opraw do rtęciówek, które dotychczas przeszły badania w Instytucie Elektrotechniki, z którego dokumentacji czerpiemy dane tej tablicy. Należy jednak nadmienić, że większość z nich /szczególnie do rtęciówek 400 W/ to opracowania prototypowe, które przed uruchomieniem produkcji seryjnej ulegną większym i mniejszym zmianom.

Poza oprawami z poz.1 i 13 wszystkie inne promieniują wyłącznie w dół, wymienione zaś oprawy promieniują niewielką część strumienia ku górze, co jest zaletą wszędzie tam, gdzie strumień ten natrafia na powierzchnie dość dobrze odbijające światło. Otrzymuje się wtedy lekkie rozświetlenie stropu pomieszczenia, a w oprawie z poz.1 zastosowanej do oświetlenia drogi oświetlenie pionowych ścian budynków, drzew itp.; poprawia to wygląd otoczenia, co jest bardzo pożądane. Natomiast cechą wysoce niepożądaną jest mały kąt ochrony tej oprawy, nawet w skrajnym górnym położeniu lampy rtęciowej. Toteż poza nabudowaniem dławika powinno się nadto zastosować do niej nieco wyższy klosz cylindryczny, aby kąt ochrony zwiększył się do 15° lub nawet 20°. Wady tej nie wykazuje oprawa z poz. 2, da ona dobre wyniki oświetleniowe, jeżeli powierzchnie pod nią, a więc powierzchnia maszyn, podłogi, słupów wsporczych i inne są dostatecznie jasne, zatem odbijają dostateczną część strumienia ku górze, aby rozświetlić strop i górną część ścian; w przeciwnym przypadku wygląd otoczenia może być nie miły.

Oprawa ta może również być z pożytkiem zastosowana do oświetlenia arterii komunikacyjnych, jeżeli oświetlenie elewacji budynków itp. nie gra roli, a więc przede wszystkim - do oświetlenia arterii poza obszarami zainwestowania miejskiego. Natomiast oprawa z poz.3, a więc ta sama oprawa, ale w zastosowaniu do lampy rtęciowej 400 W, jak również oprawy z poz.4 zyskałyby znacznie na pogłębieniu odbłyśnika emaliowanego, lub przekonstruowaniu z dodaniem pierścienia ze szkła mlecznego, co zwiększyłoby kąt ochrony we wszystkich kierunkach. Zapewne w przyszłości takie ulepszone oprawy znajdą się na rynku krajowym.

Poza oprawą 4a posiadającą zastosowanie do wnętrz, jak i terenów zewnętrznych przemysłowych i drogowych - inne, a więc oprawy z poz. 4b i 4c mają zastosowanie węższe - wyłącznie w przypadku pasów terenu, jakie występują głównie w oświetleniu drogowym i w oświetleniu granicznym terenów strzeżonych. Przy lustrach umieszczonych na wprost siebie obie wiązki o wzmożonej światłości mają osie odchylone od siebie wzajemnie o kąt 180°. Oprawy takie nadają się więc do zawieszania nad osią środkową oświetlanego pasa. Przy lustrach umieszczonych pod mniejszym kątem /na zamówienie wykonywane będą zapewne oprawy, w których ten kąt będzie wynosił 160° i 140°/ oprawy będą przeznaczone do zawieszenia bocznego, przy czym oprawy o mniejszym kącie nadają się do oświetlenia szerszych jezdni.

Oprawa z poz.5, tzw. "łyżkowa" lepiej od poprzednich harmonizuje z oprawami do lamp fluorescencyjnych, jeszcze zaś bardziej upodabnia się do nich swym wydłużonym kształtem oprawa z poz.6. Nadają się one z tego względu szczególnie do oświetlenia ulic miejskich tam, gdzie sąsiadują z oprawami fluorescencyjnymi. Wysięgniki, na których są one umieszczone są wtedy na ogół pochylane do poziomu pod pewnym kątem. Rozsył tych opraw posiada charakter podobny do rozsyłu opraw z poz.4b. Kąt ochrony jest w tych oprawach zbyt mały i należy przypuszczać, że wzorem opraw z poz.7 i 8, które są odpowiednikami powyższych dla rtęciówek o mocy 400 W, będą one w przyszłości zaopatrywane w klosze mleczne, które zwiększą kąt ochrony i zmniejszą ich nadmierną jaskrawość. Te ostatnie, jak również oprawa z poz.9, która stanowi odmianę konstrukcyjną oprawy z poz.7 /rozsył jej jest jednak niezadowolający i powinien być zmieniony/ i poz.11 powinny być stosowane analogicznie jak oprawy poz.5 i 6, zwłaszcza tam gdzie wymagane są większe natężenia oświetlenia.

Oprawa z poz.10 jest typu o podobnym "łyżkowym" kształcie, jednak nie posiada luster, a więc i nie ma tak wyraźnie uprzywilejowanych kierunków świecenia, jest natomiast prostsza i tańsza. Oprawy te nadają się również do oświetlenia dróg, będą jednak wymagać nieco gęstszego rozmieszczenia niż oprawy z poz.6 lub 4b.

Pozostałe oprawy podane w tablicy, oprawa z poz.12 i oprawa z poz.13 mają większy kąt ochrony. Nadają się one do hal przemysłowych o mniejszej wysokości, gdzie oprawy bez osłon przeciwodblaskowych mogłyby powodować olśnienie. Nieco zbyt duża jaskrawość ich osłon będzie mogła być w przyszłości z nieznacznym uszczerbkiem sprawności w łatwy sposób zmniejszona, jeżeli te osłony zamiast białej otrzymają powierzchnię ciemniejszą.

4. JAK ROZMIESZCZAĆ OPRAWY DO RTĘCIÓWEK

Wybór wysokości zawieszenia tylko w urządzeniach zewnętrznych jest stosunkowo swobodny. W urządzeniach wewnętrznych natomiast, w wysokich halach fabrycznych, najczęściej zaopatrzonych w suwnice, swoboda wyboru wysokości jest ograniczona. Musimy je mianowicie zawsze umieszczać:

1. w przestrzeni nadsuwnicowej,
2. na takiej wysokości, aby była zapewniona swobodna ich obsługa z mostu suwnicowego.

Toteż można powiedzieć, że wysokość zawieszenia opraw /oświetlenia ogólnego/ jest ustalona warunkami lokalnymi i nie może być zmieniona.

Dla otrzymania racjonalnych warunków oświetleniowych należy zatem operować odstępem między lampami. Ten odstęp w odniesieniu do wysokości zawieszenia nad płaszczyzną pomiarową, czyli tzw. moduł względny przy danym rodzaju rozsyłu charakteryzuje dobre oświetlenie, a w szczególności jego równomierność.

Na ogół przy przeciętnych rodzajach rozsyłu opraw wewnętrznych moduł względny waha się od 1 do 2. Oprawy o rozsyłe wąszym wymagają przy tym gęstszego rozmieszczenia, a oprawy o rozsyłe szerszym - rzadszego. Należy podkreślić, że podane w normie wymaganie utrzymania ustalonej wartości równomierności oświetlenia wynika z dwóch różnych motywów. Jednym z nich jest motyw wzrokowy: mała równomierność oświetlenia pogarsza widzenie, zwiększa pracę związaną ze stałymi zmianami przystosowania oka itd. Istnieje jednak drugi motyw, związany z ekonomią oświetlenia.

Rzeczywiście, mamy w normie dla każdej pracy ustaloną najmniejszą wartość natężenia oświetlenia E_{min} . Równomierność oświetlenia - jest to - jak wiadomo stosunek tego E_{min} do średniego natężenia oświetlenia E_{sr} . Im zatem równomierność mniejsza, tym większą wartość musimy nadać E_{sr} , aby utrzymać w najciemniejszym miejscu pola pracy zadaną z góry wartość E_{min} . Ponieważ zaś strumień świetlny wychodzący z opraw o danym rozsyłe jest /w pewnym zakresie równomierności/ proporcjonalny do mocy lamp, przeto możemy stąd wywnioskować, że przy mniejszej równomierności moc ogólna urządzenia oświetleniowego będzie większa, co zwiększa koszty prądowe, a przy pracy dwu i trójskianowej wpływa również ujemnie na powiększenie szczytu obciążenia sieci i elektrowni.

Równocześnie jednak, w kierunku przeciwnym wpływa na koszt globalny inny jego składnik: liczba opraw. Im większy moduł tym mniejsza liczba opraw i lamp, tym mniejszy na ogół ich koszt łączny i tym mniejszy równocześnie koszt obsługi i wymiany. Dlatego zaś dochodzi jeszcze jeden element oszczędności przy zastosowaniu rzadziej rozmieszczonych, a więc większych lamp. Związany jest on z tym, że przy rtęciówkach jak i przy żarówkach, choć nie w tym samym stopniu, skuteczność świetlna wzrasta z mocą.

Ogólne wytyczne co do najracjonalniejszego modułu względnego nie przesądzają jednak jeszcze wyboru takiego, czy innego rozmieszczenia. Czynniki wielostronności oświetlenia każdego ważnego punktu w pomieszczeniu może mieć przy pewnej konfiguracji pomieszczeń ważne znaczenie, ze względu na wpływ jaki wywiera na układ światła i cieni. Nabiera to dużego znaczenia przy oświetleniu całkowicie bezpośrednim, przy którym cienie są na ogół ostre. Szczególnego zaś znaczenia nabierać to może przy takich oprawach zastosowanych w pomieszczeniu wąskim w stosunku do wysokości, gdy liczba wzdłużnych rzędów lamp byłaby przy danym module zbyt mała.

Toteż poza zagadnieniem równomierności, przy wyborze modułów wzdłużnych i poprzecznych powinna być uwzględniona prosta zasada, że na każdy ważny punkt pomieszczenia powinny świecić co najmniej 4 oprawy.

5. EKONOMIA OŚWIETLENIA LAMPAMI RTĘCIOWYMI

Gdy piszemy tę pracę minęło od rozpoczęcia produkcji polskich wysokoprężnych lamp rtęciowych niewiele czasu. Równie młoda jest produkcja opraw do lamp rtęciowych. W tych warunkach nie jest możliwe skalkulowanie rocznego kosztu jednostki natężenia oświetlenia. Nie pozostaje więc nic innego jak sięgnięcie do materiałów zagranicznych, bądź pod postacią opracowań, bądź też zastosowanych w krajowych opracowaniach jednostkowych cen. Należy jednak wziąć pod uwagę, że procentowy udział kosztu opraw i lamp, stawki amortyzacyjne i oprocentowania, obsługi i wymiany lamp /robocizny/, a także prądu w całkowitym koszcie oświetlenia jest np. w amerykańskich stosunkach inny niż u nas. Tam robocizna jest znacznie droższa niż u nas, a więc koszt obsługi i wymiany lamp będzie tam grał dużo większą rolę jak u nas. Toteż podane w dalszym ciągu analizy kosztów oświetlenia należy traktować jako surową orientację. Tym niemniej analizy te rzucają światło na problemy ekonomii oświetlenia rtęciowego w porównaniu z oświetleniem żarówkowym i świetlówkowym.

Podamy tu dwa przykłady takich obliczeń. Trzej autorzy amerykańscy^x zestawili koszty oświetlenia rtęciówkami, świetlówkami lub żarówkami dużej hali fabrycznej o powierzchni podłogi 2800 m² przy wysokości zawieszenia ok. 12 m, natężeniu oświetlenia ok. 500 lx, rocznym czasie świecenia 4000 godzin, w warunkach amerykańskich napięcie sieci przy lampach rtęciowych i świetlówkowych 265 V, a przy żarówkach 120 V.

Za równorzędne pod względem oświetleniowym przy natężeniu oświetlenia ok. 500 lx autorzy przyjęli zastosowanie 160 lamp rtęciowych 400 W, 826 świetlówek 90 W w oprawach dwulampowych lub 140 żarówek 1000 W.

Składniki kosztu, podane w artykule w dolarach, zestawiliśmy w poniższej tablicy 4 w przeliczeniu na odsetki:

1. kosztu całkowitego przy danym źródle światła oraz
2. analogicznego składnika przy oświetleniu żarówkami.

Z porównania tego wynika, że w warunkach amerykańskich i w omawianym urządzeniu rtęciówki mają pod względem kosztów bardzo znaczną przewagę nad świetlówkami, że natomiast ogólne koszty przy urządzeniach żarówkowych i świetlówkowych są równorzędne^{xx}.

^x Johnson W.H. Kahler W.H.a.Rowten D.W.: Economisc of Mercury Lighting for Industrial Areas. Illuminating Engineering 1954.

^{xx} W naszych warunkach, jak to należy podkreślić, nawet gdyby ustosunkowanie kosztów było podobne, ze świetlówkami - przemawiałaby 35% oszczędność energii, a więc 35% zmniejszenie obciążenie energetycznych urządzeń publicznych.

Tablica 4

Porównanie rocznych kosztów oświetlenia tej samej hali różnymi źródłami światła. /r - rtęciówki, s - świetlówki z - żarówki/

Składnik kosztu	Koszt względny					
	w %% kosztu całkowitego			w %% analogicznego kosztu przy żarówkach		
	r	s	z	r	s	z
Amortyzacja i oprocentowanie						
urządź.oświetl.	16,5	23,6	5,5	210	430	100
sieci odbiorcz.	15,4	12,4	15,0	72	81	100
Utrzymanie /robocizna, koszt lamp/	29,0	26,7	22,8	89	115	100
Energia elektr.	39,1	37,3	56,7	49	65	100
Łącznie	100	100	100	70	99	100

Można uważać za wysoce prawdopodobne, że i w naszych urządzeniach przemysłowych, podobnych do omawianego, rtęciówki miałyby nad świetlówkami wyraźną wyższość ekonomiczną. W szczególności bowiem koszt opraw oświetleniowych zarówno ze względu na ich liczbę, jak i konstrukcję będzie przy rtęciówkach co najmniej dwa razy mniejszy. Również i obciążenie sieci będzie przy lampach rtęciowych zapewne znacznie mniejsze przede wszystkim w związku z racjonalniejszym wykorzystaniem ich strumienia świetlnego w wysokich halach.

W czasopiśmiennictwie krajowym przeprowadzono w roku 1959 podobną analizę kosztów w odniesieniu do oświetlenia dróg^x.

Kalkulacja ta oparta została częściowo na cenach zagranicznych wobec tego, że produkcja krajowa lamp i opraw była wówczas dopiero w przygotowaniu.

Z zestawień artykułu wynika podobna gradacja kosztów jak przy oświetleniu wnętrza. Można to wyraźnie stwierdzić z tablicy 5.

Jak widać, rtęciówka 125 W, o strumieniu zbliżonym do strumienia żarówki 300 W zdolna jest wyprodukować taki sam strumień świetlny przy oszczędności 42% kosztu ogólnego. Rtciciwka 250 W, o strumieniu zbliżonym do żarówki 500 W wytwarza taki sam strumień przy oszczędności 38%, a analogiczny pod względem strumienia zestaw 4 świetlówek 40 W z, oszczędnością

^x Marciniak H. Zakres stosowania lamp fluorescencyjnych i rtęciowych w oświetleniu ulic, Przegląd Elektrotechniczny r. 1959

21%. Wreszcie rtęciówka 400 W, o strumieniu zbliżonym do strumienia żarówki 1000 W przynosi również znaczną oszczędność - 40%.

Tablica 5

Porównanie rocznych kosztów całonocnego oświetlenia dróg różnymi źródłami światła przeliczony na 1000 lumenów

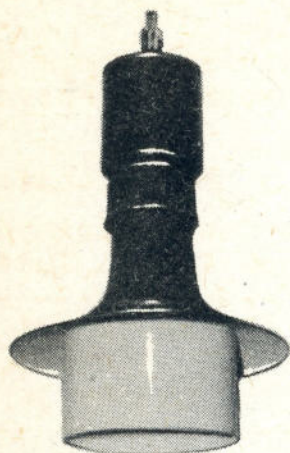
Rodzaj światła	Strumień świetlny lm	Roczny koszt w zł 1000 lumenów strumienia lamp
<u>Żarówki</u>		
300 W	4680	245
500 W	8200	215
1000 W	18200	185
<u>Świetlówki</u>		
4 x 40 W	8400	170
<u>Lampy rtęciowe</u>		
125 W	4750 ^x	142
250 W	9500	133
400 W	17000	112

Z tych rozważań ekonomicznych wynika zatem jeszcze wyraźniej niż z amerykańskich danych, odnoszących się do wnętrz przemysłowych, że żarówki w oświetleniu drogowym ustępują bardzo znacznie nie tylko rtęciówkom, ale i świetlówkom, oraz że te ostatnie ustępują pod względem kosztów wyraźnie rtęciówkom.

Rtęciówki powinny mieć, jak to już zaznaczono, największe zastosowanie w urządzeniach ulicznych, gdzie wymagane są duże natężenia oświetlenia. Tam oszczędność jest największa, bo wiem zamiast dwóch kosztownych opraw świetlówkowych czterolampowych wystarczy jedna tańsza oprawa rtęciówki 400 W, albo nawet zamiast 4 takich opraw świetlówkowych - jedna do dwóch takich lamp.

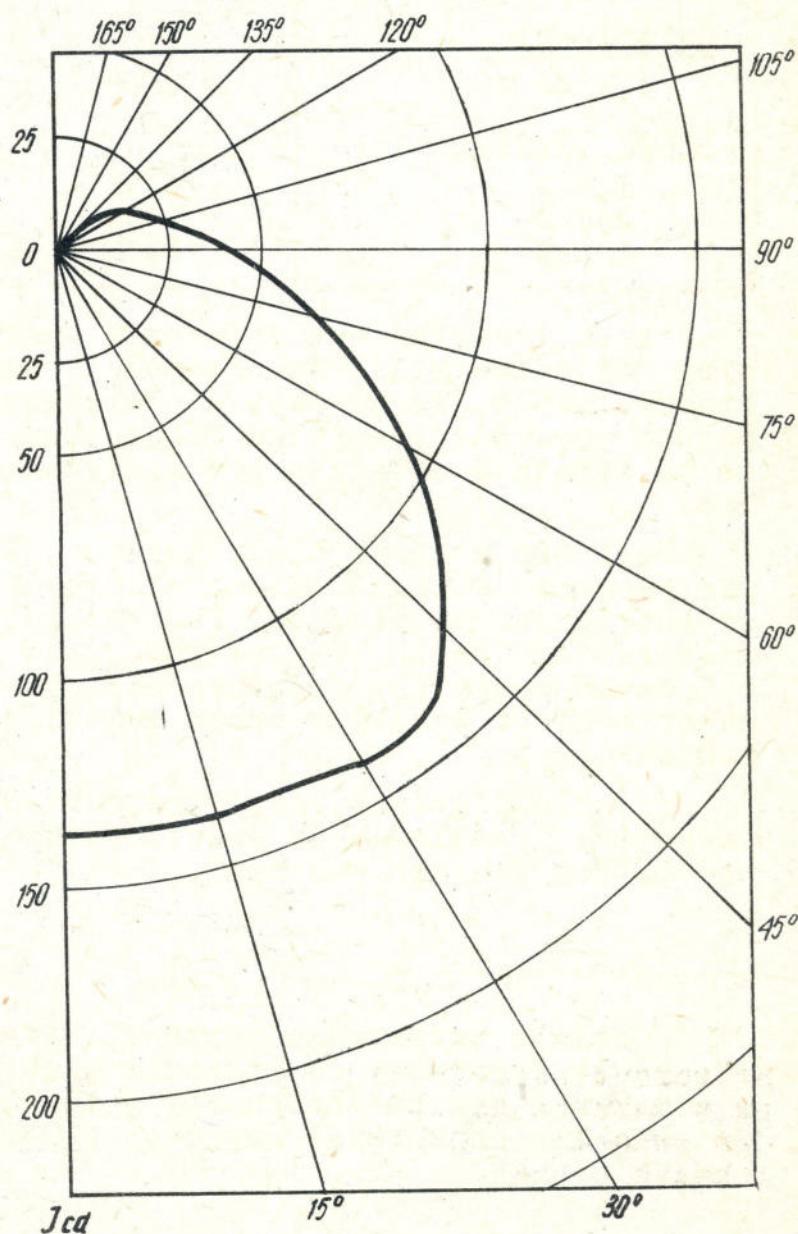
Przyszłość wykaże, czy rtęciówki 80 W nie będą mogły być stosowane równolegle ze świetlówkami /po 2 w oprawie/albo też nawet, czy ich nie zastąpią.

^x Obecnie uzyskiwane wartości strumieni świetlnych dla rtęciówek tych mocy są znacznie większe /patrz cz.I tabl.I-2/ w związku z tym roczne koszty w zł 1000 lm strumienia lamp zmieniają się na korzyść urządzeń oświetleniowych z tymi lampami.



a/ fotografia

Rys.II-1. Oprawa Zakładu A-20 Nr 34-29 do żarówki 500 W przystosowana do lampy rtęciowej 250 W

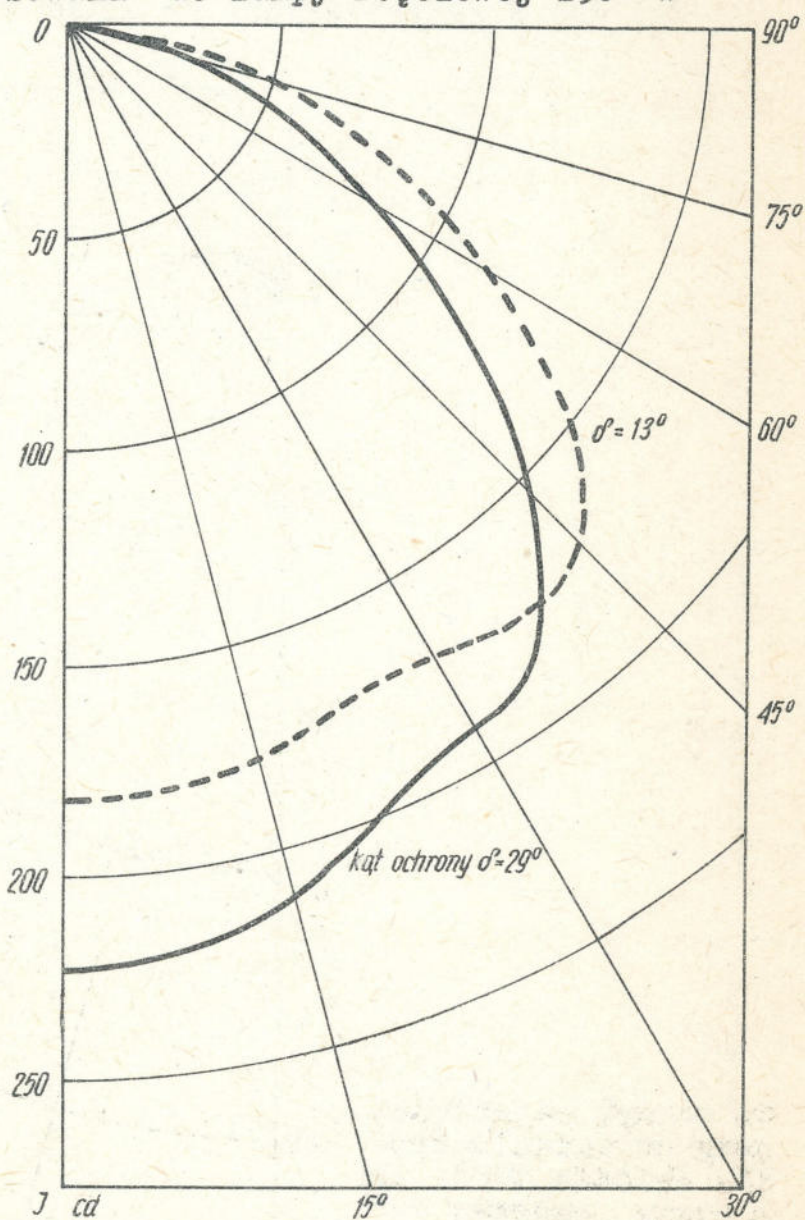


b/ rozsył światłości
przy strumieniu źródła światła 1000 lm
i kącie ochrony 12°

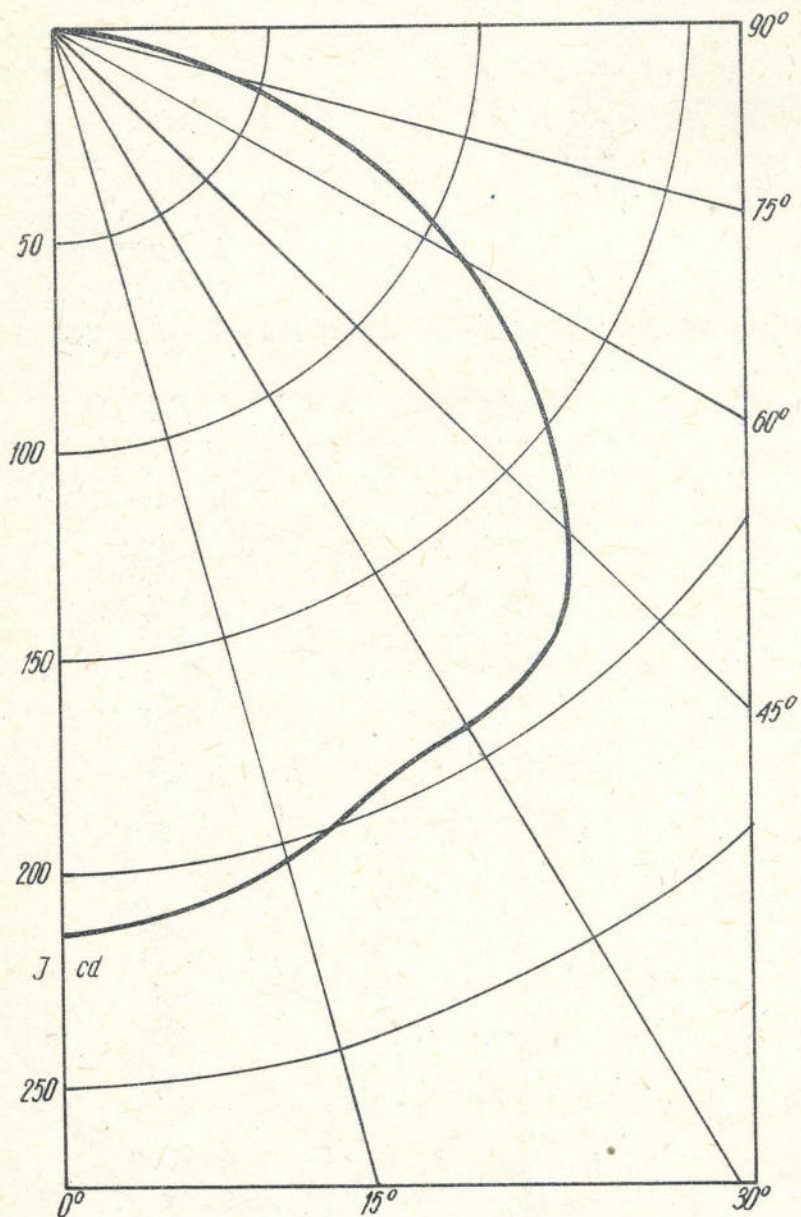


a/ fotografia

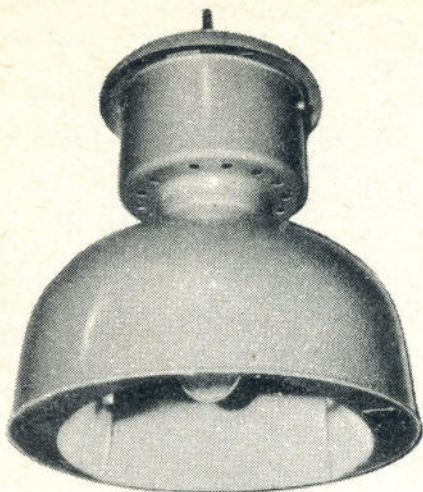
Rys.II-2. Oprawa Zakładu A-23 typ OBg-3 do żarówki 500 W przystosowana do lampy rtęciowej 250 W



b/ rozsył światłości
przy strumieniu źródła światła 1000 lm
i kącie ochrony 13°

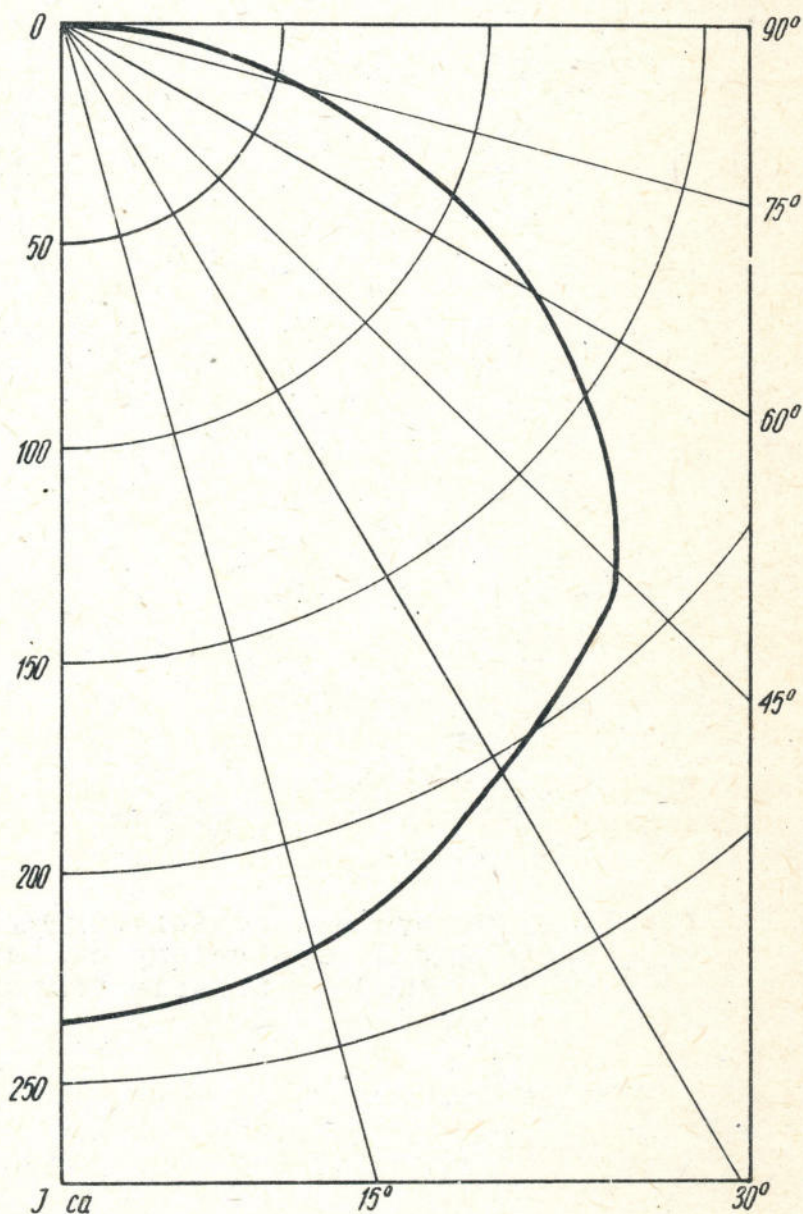


Rys.II-3. Rozsył światłości oprawy OBg-3 przy lampie
rtęciowej 400 W odniesiony do strumienia źródła
1000 lm i kącie ochrony 8°

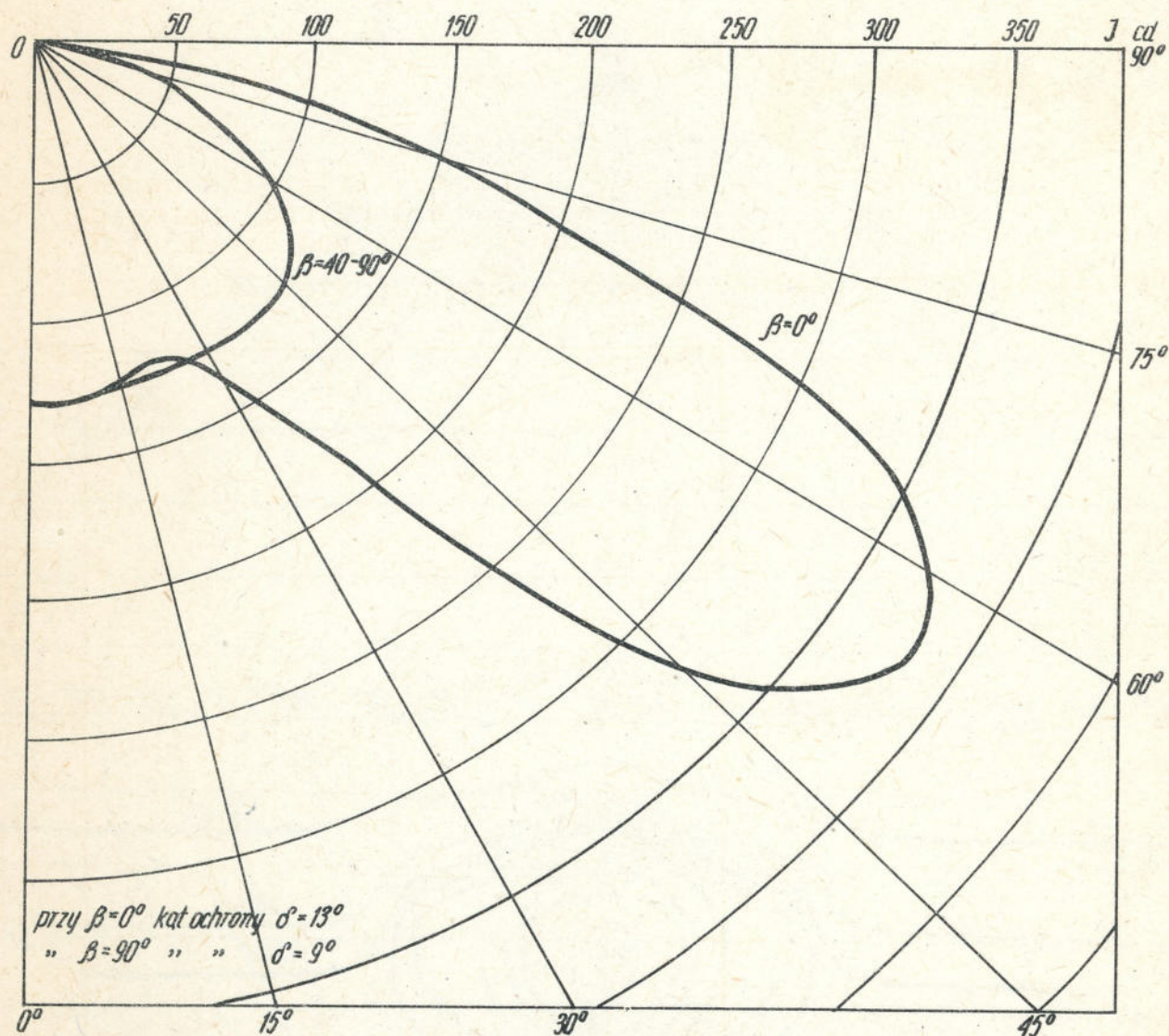


a/ fotografia oprawy
z lustrami ustawio-
nymi pod kątem 130°

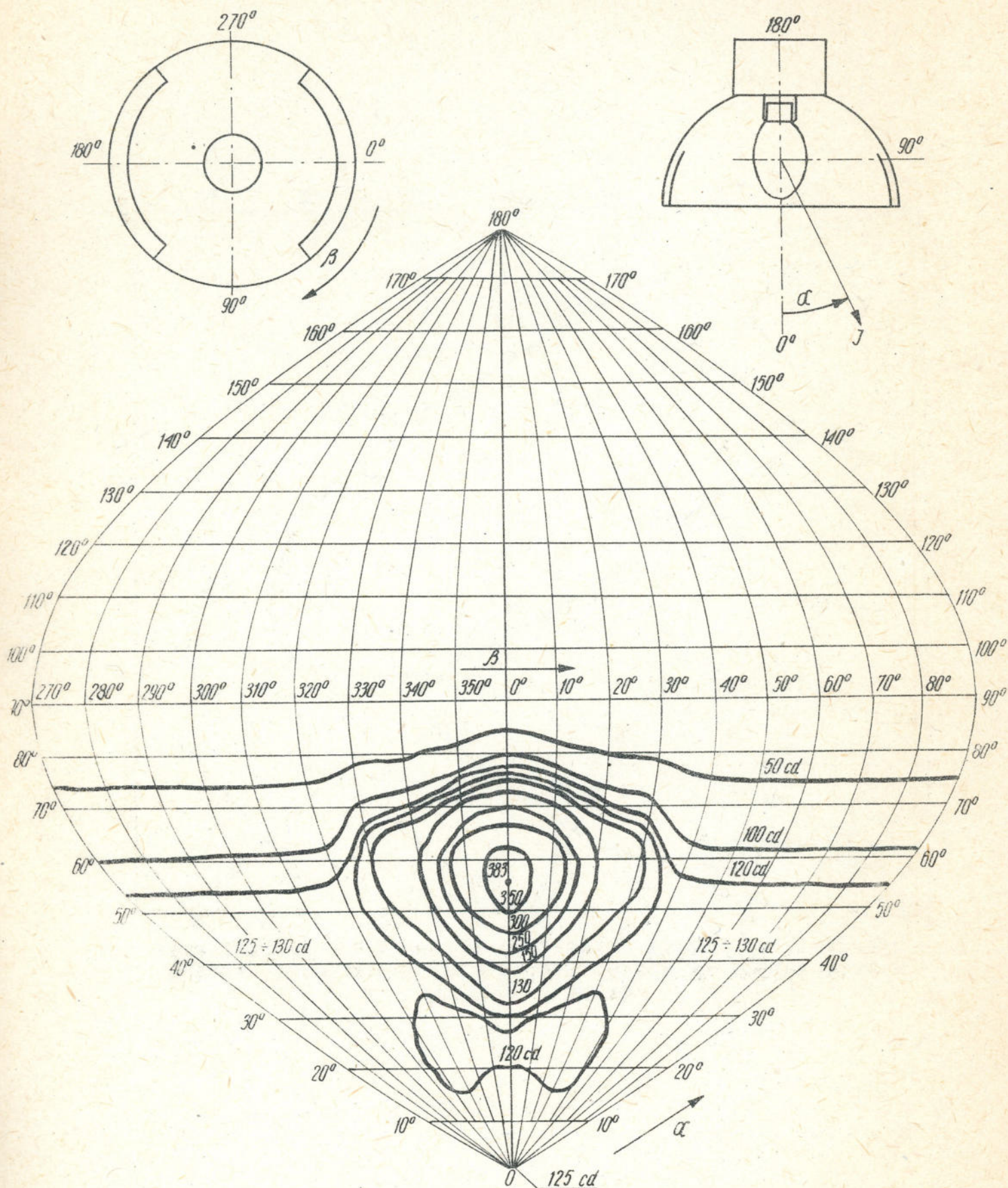
Rys.II-4. Oprawa Zakładu A-20 typ ORz-1 do rtęciówki 250 W



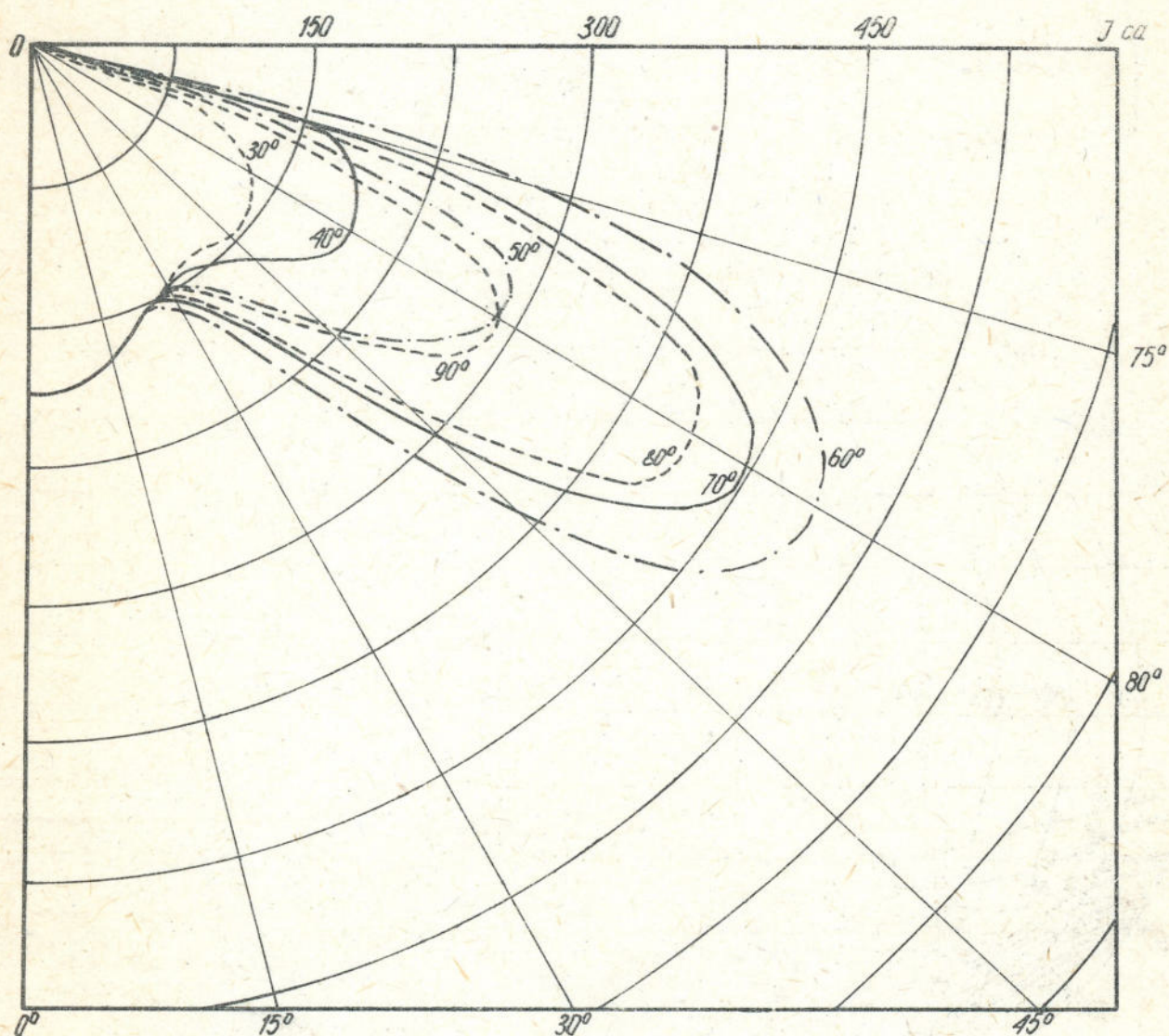
b/ rozsył światłości
przy strumieniu świe-
tlnym źródła 1000 lm
wykonanym dla oprawy
ORz-1 bez luster



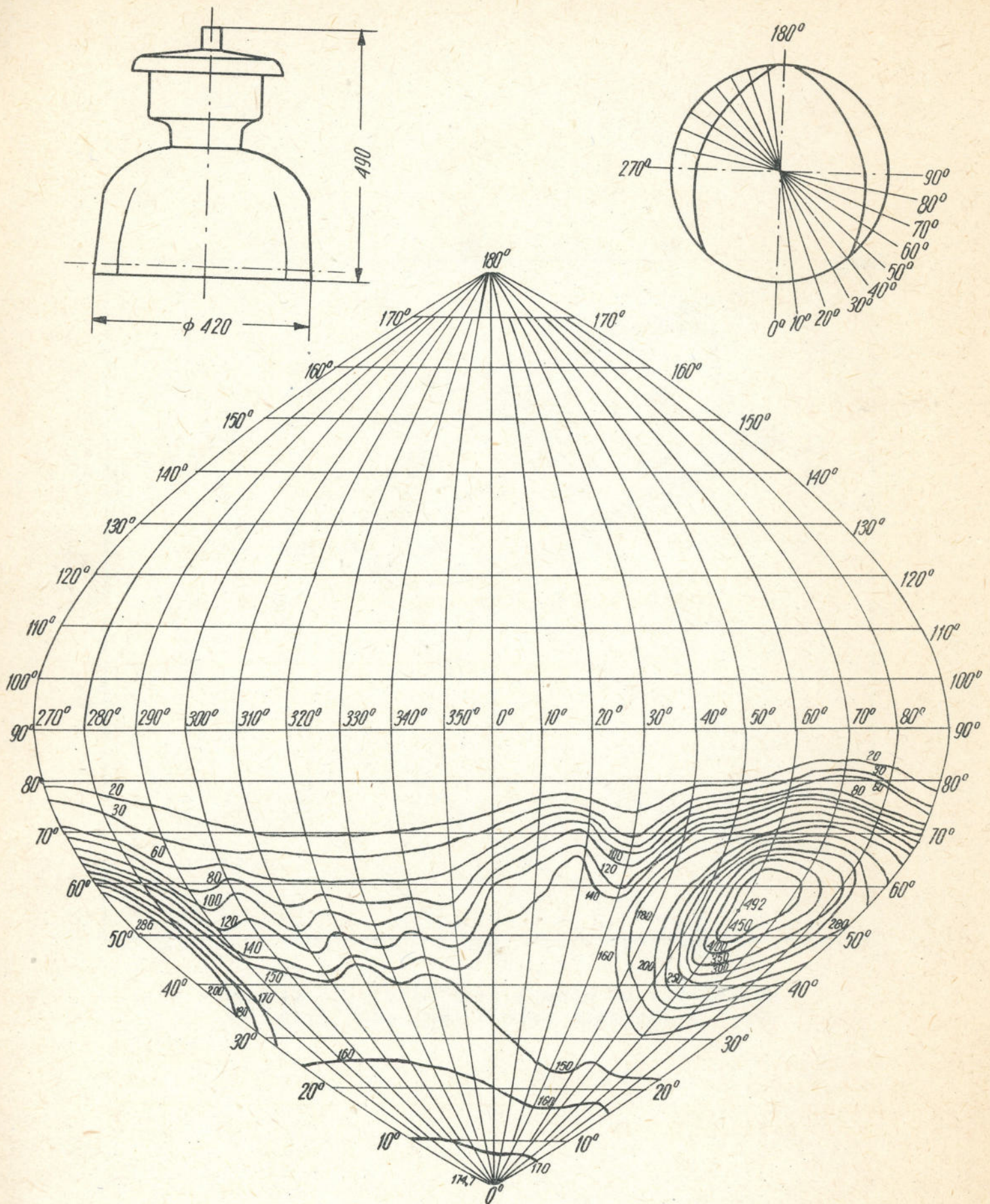
Rys.II-5. a/ Rozsył światłości oprawy ORz-1 z lustrami umieszczonymi na wprost siebie przy strumieniu źródła światła 1000 lm



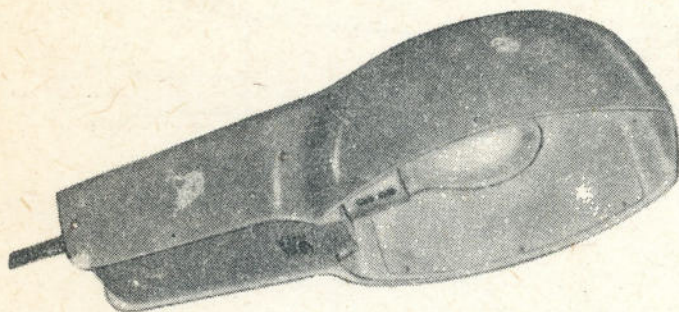
Rys.II-5. b/ wykresy izokandeli



Rys.II-6. a/ Rozsył światłości dla oprawy
ORz-1 z lustrami ustawionymi pod kątem 130°

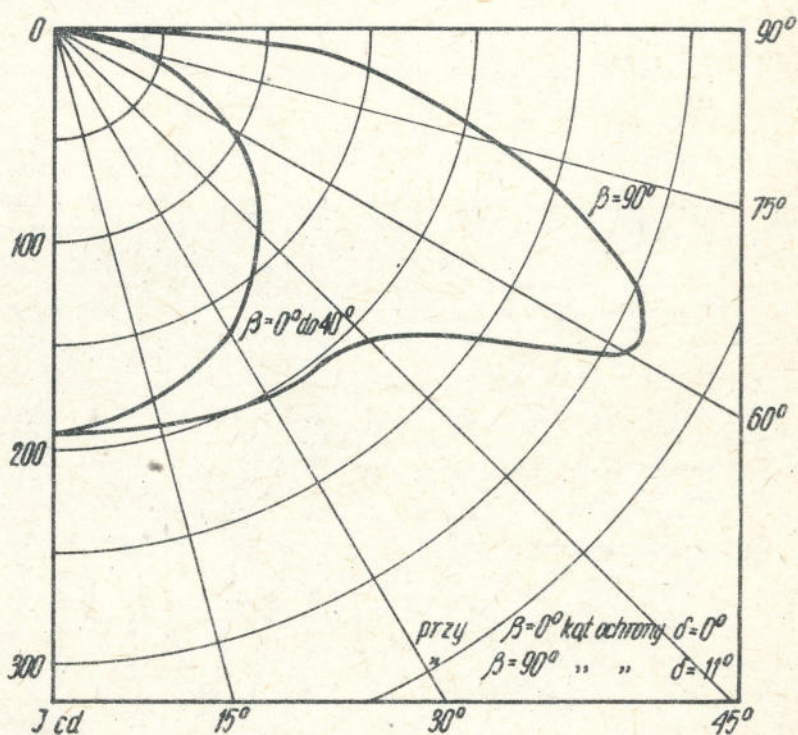


Rys.II-6. b/ wykresy izokandeli

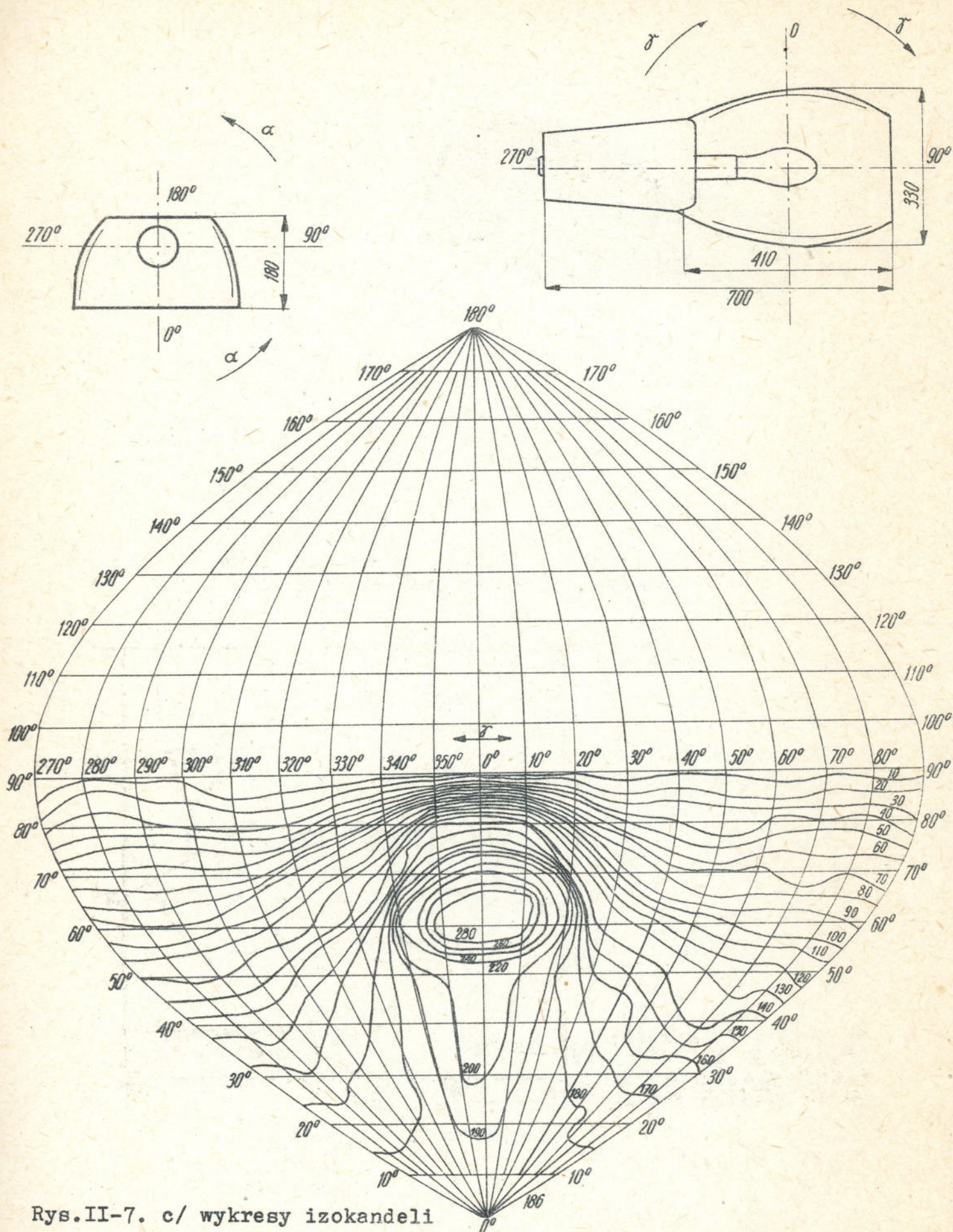


a/ fotografia

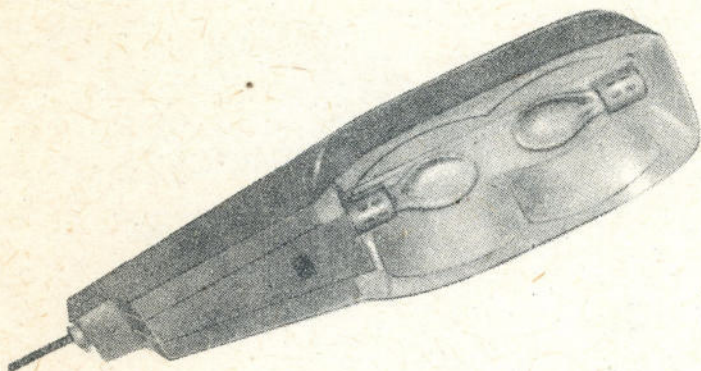
Rys.II-7. Oprawa Zakładu A-20 typ ORz-2
do rtęciówki 250 W umieszczonej poziomo



b/ rozsył światłości
odniesiony do stru-
mienia świetlnego ź-
ródła światła 1000 lm

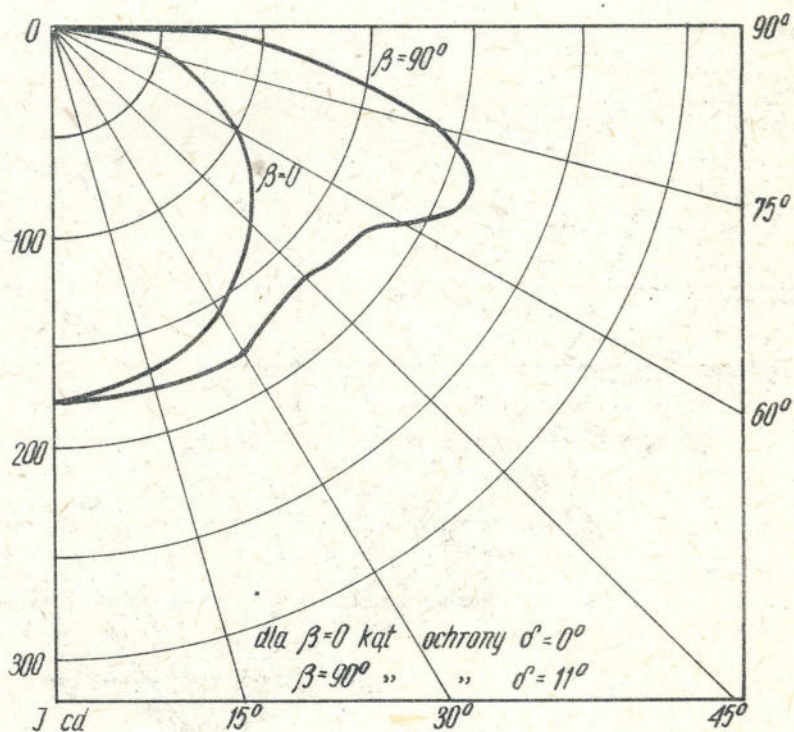


Rys.II-7. c/ wykresy izokandeli

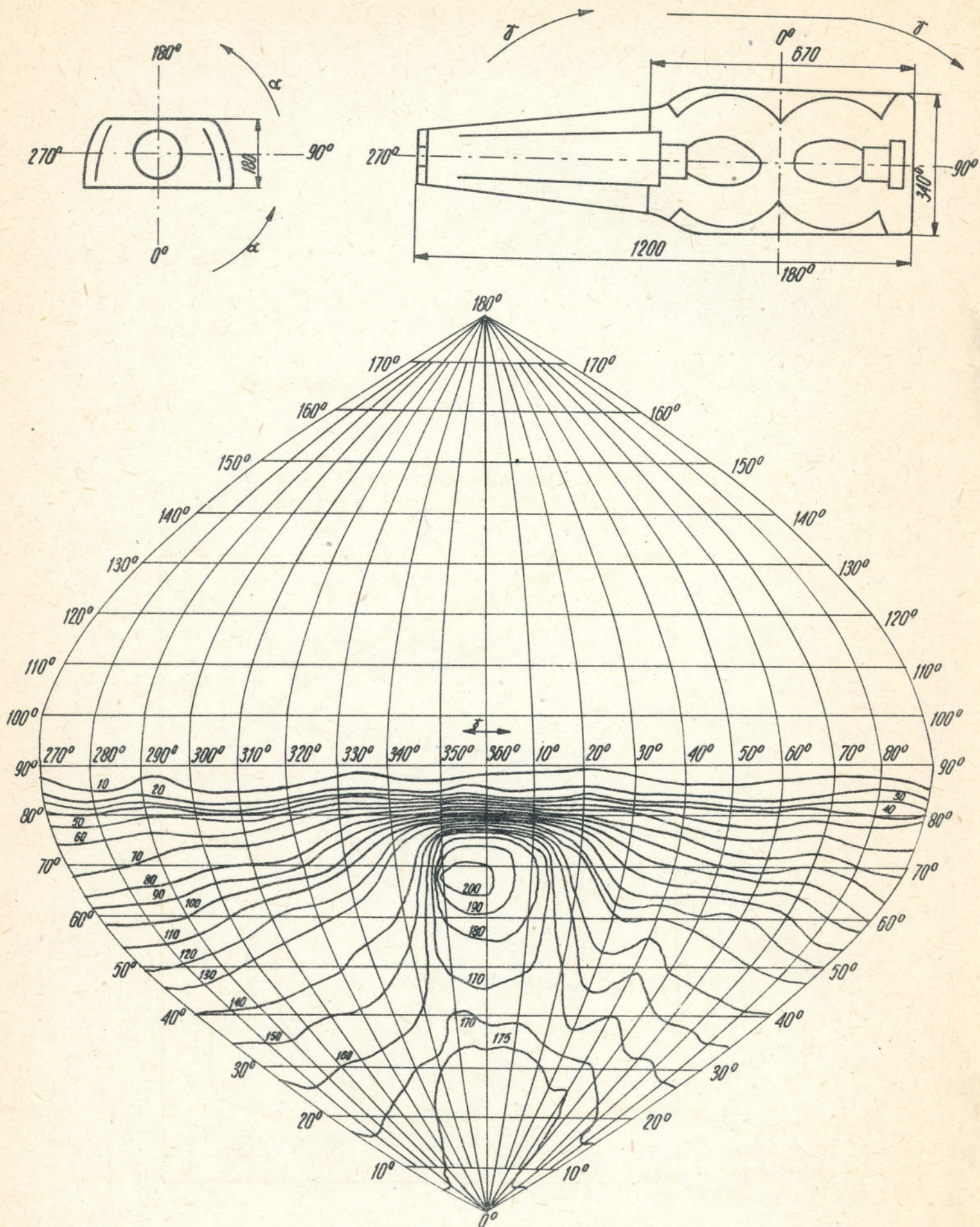


a/ fotografia

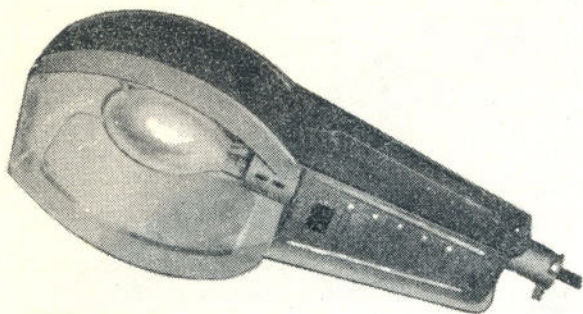
Rys.II-8. Oprawa Zakładu A-20 typ ORz-3 do dwóch rtęciówek 250 W umieszczonych poziomo



b/ rozsył światłości
 przy strumieniu świe-
 tlnym źródeł 1000 lm

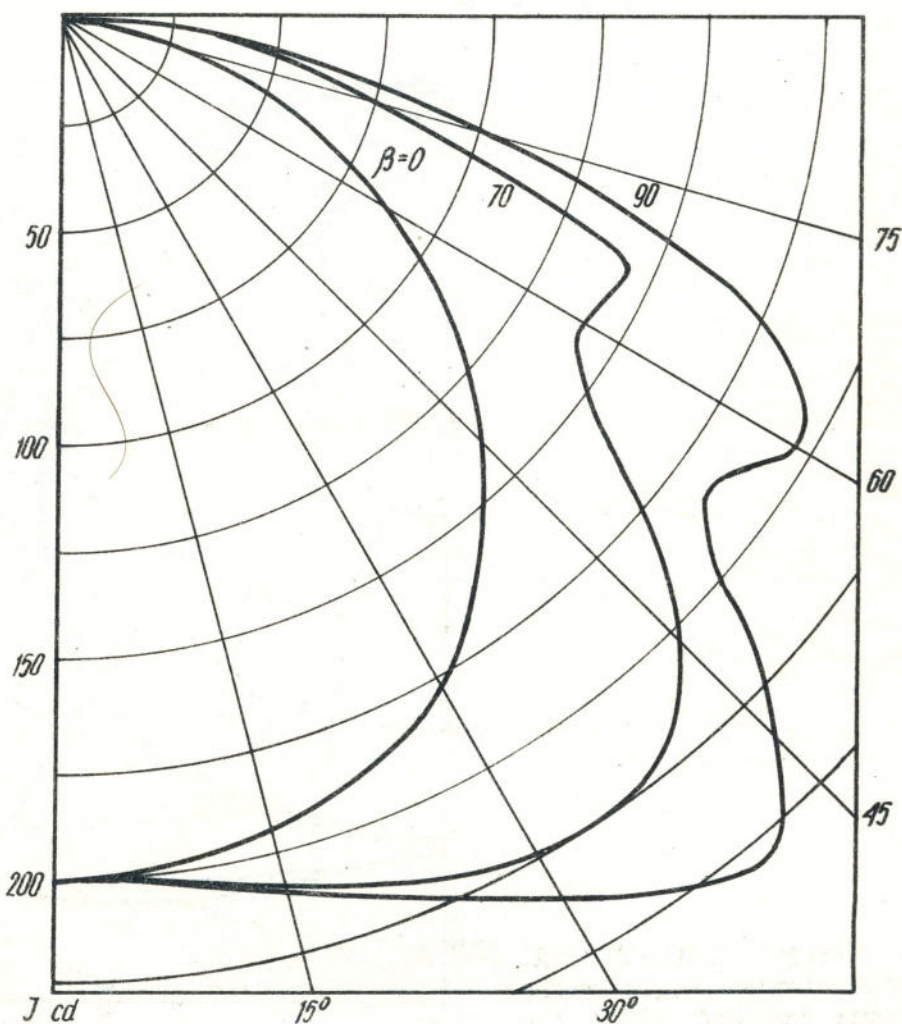


Rys.II-8. c/ wykresy izokandeli

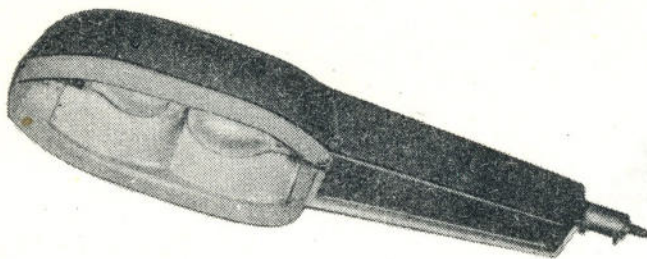


a/ fotografia

Rys.II-9. Oprawa Zakładu A-20 typ ORz-4
do rtęciówki 400 W umieszczonej poziomo

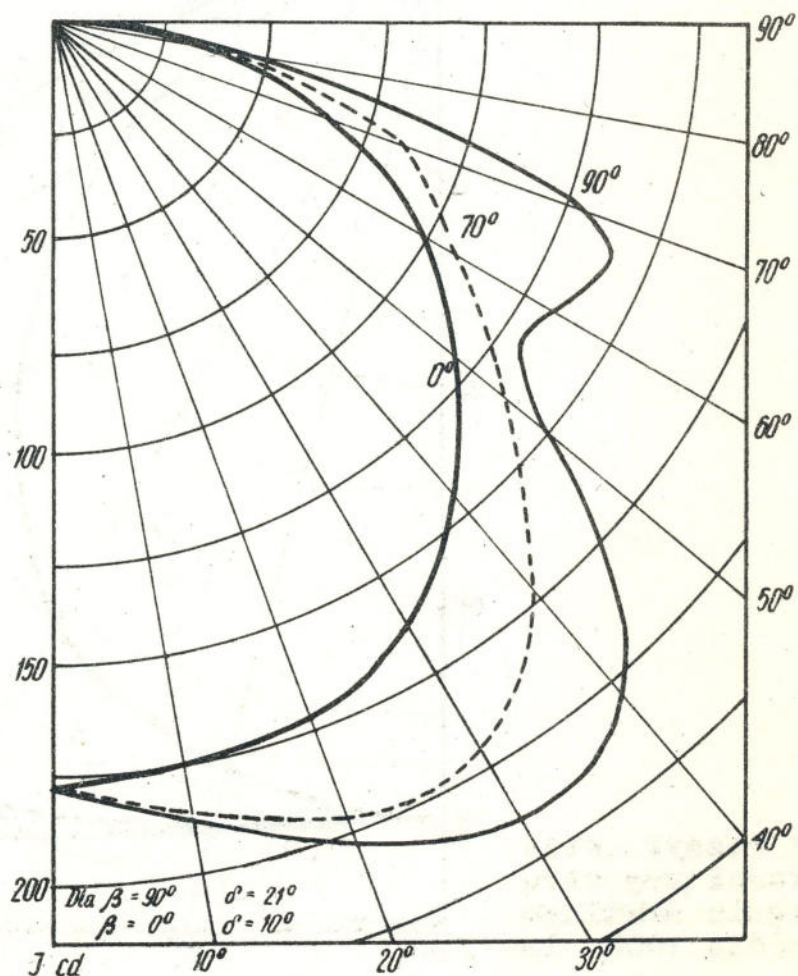


b/ rozsył świa-
tłości przy stru-
mieniu świetlnym
źródła 1000 lm

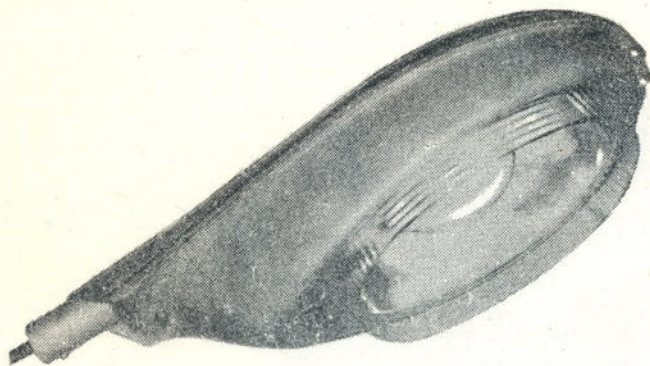


a/ fotografia

Rys. II-10. Oprawa Zakładu A-20 typ ORz-5 do
rtęciówek 250 W - 400 W umieszczonych poziomo

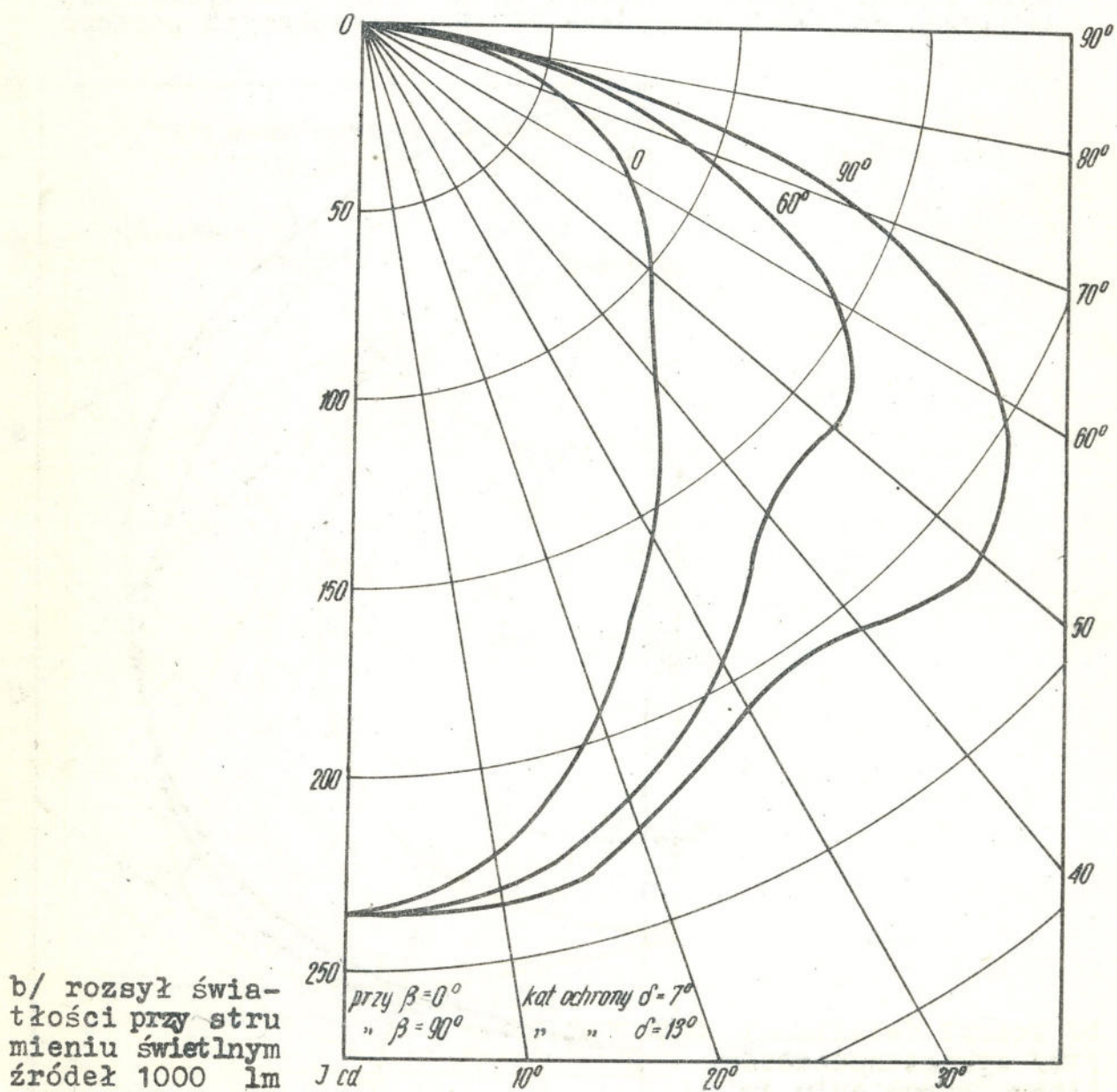


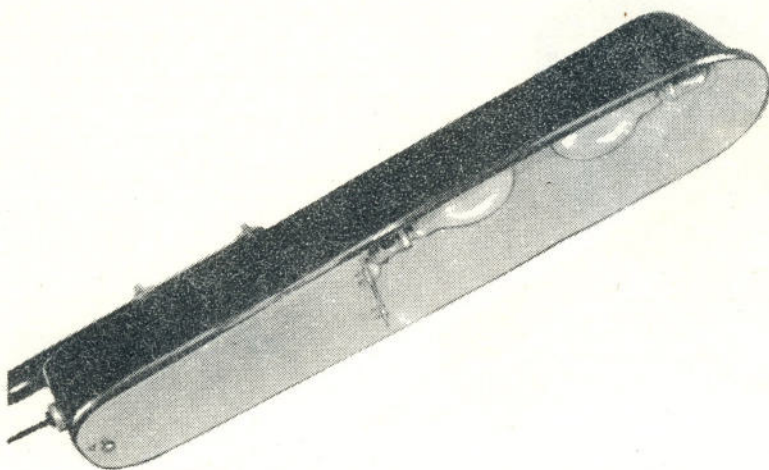
b/ rozsył światłości
przy strumieniu świe-
tlnym źródeł 1000 lm



a/ fotografia

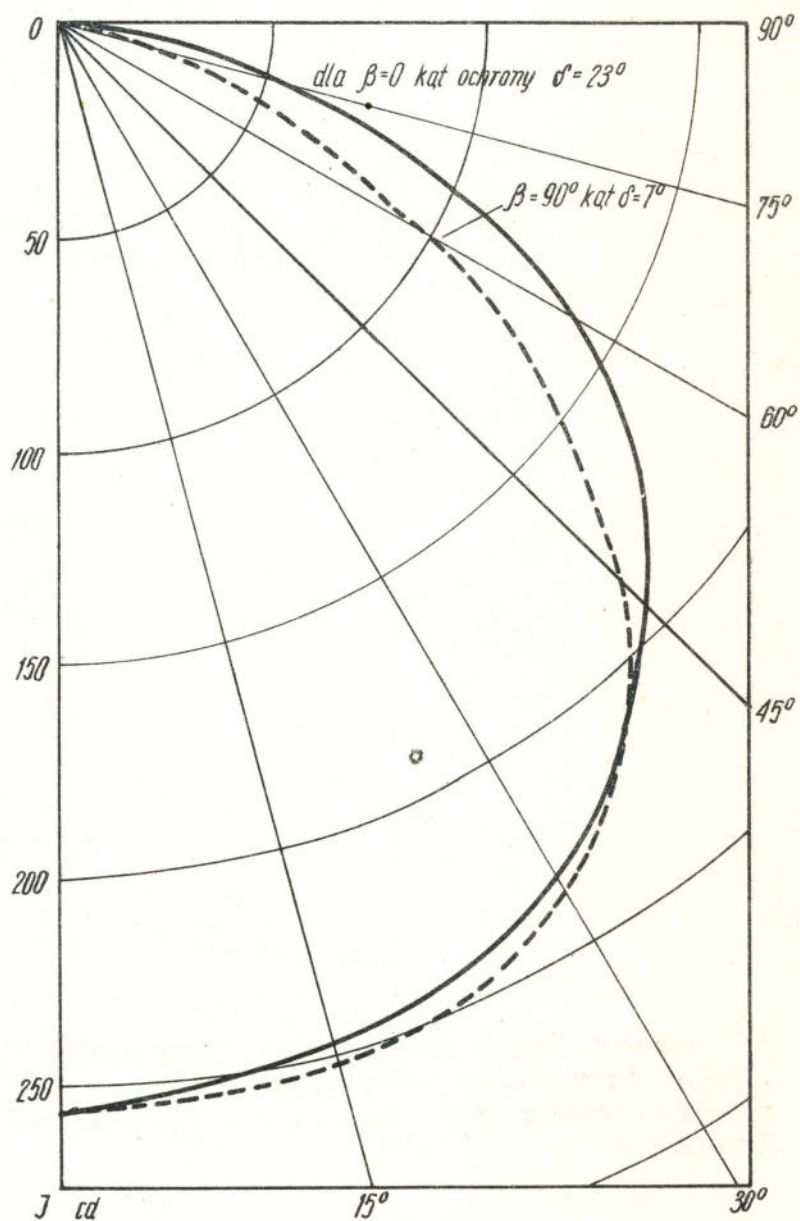
Rys.II-11. Oprawa Zakładu A-20 typ ORz-6
do rtęciówki 400 W umieszczonej poziomo



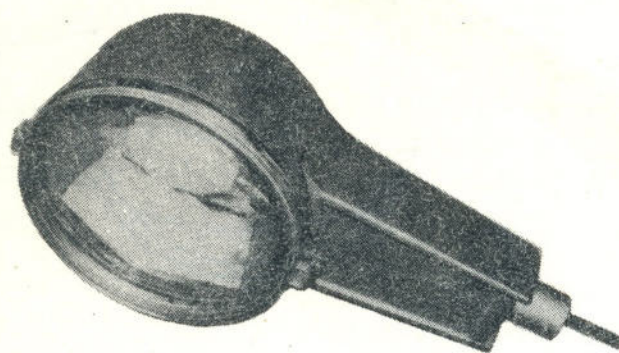


a/ fotografia

Rys. II-12. Oprawa Zakładów Metalowych Skarżysko typ OUR-2250 do dwóch rtęciówek 250 W umieszczonych poziomo

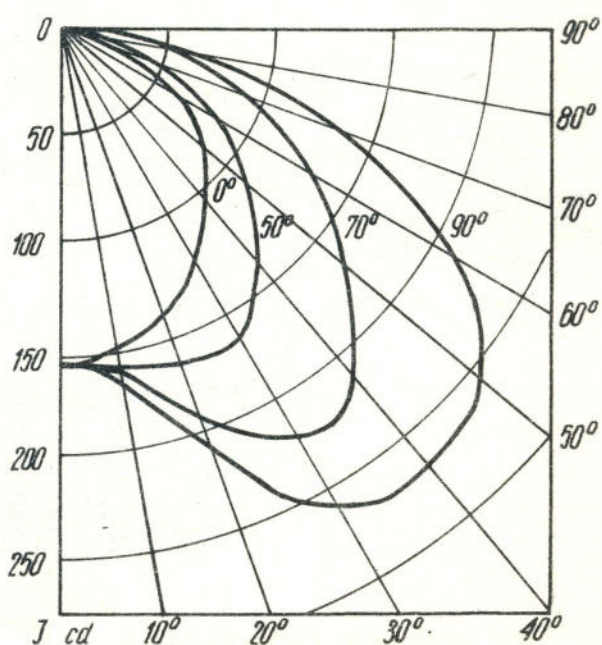


b/ wykres światłości przy strumieniu świetlnym źródeł 1000 lm

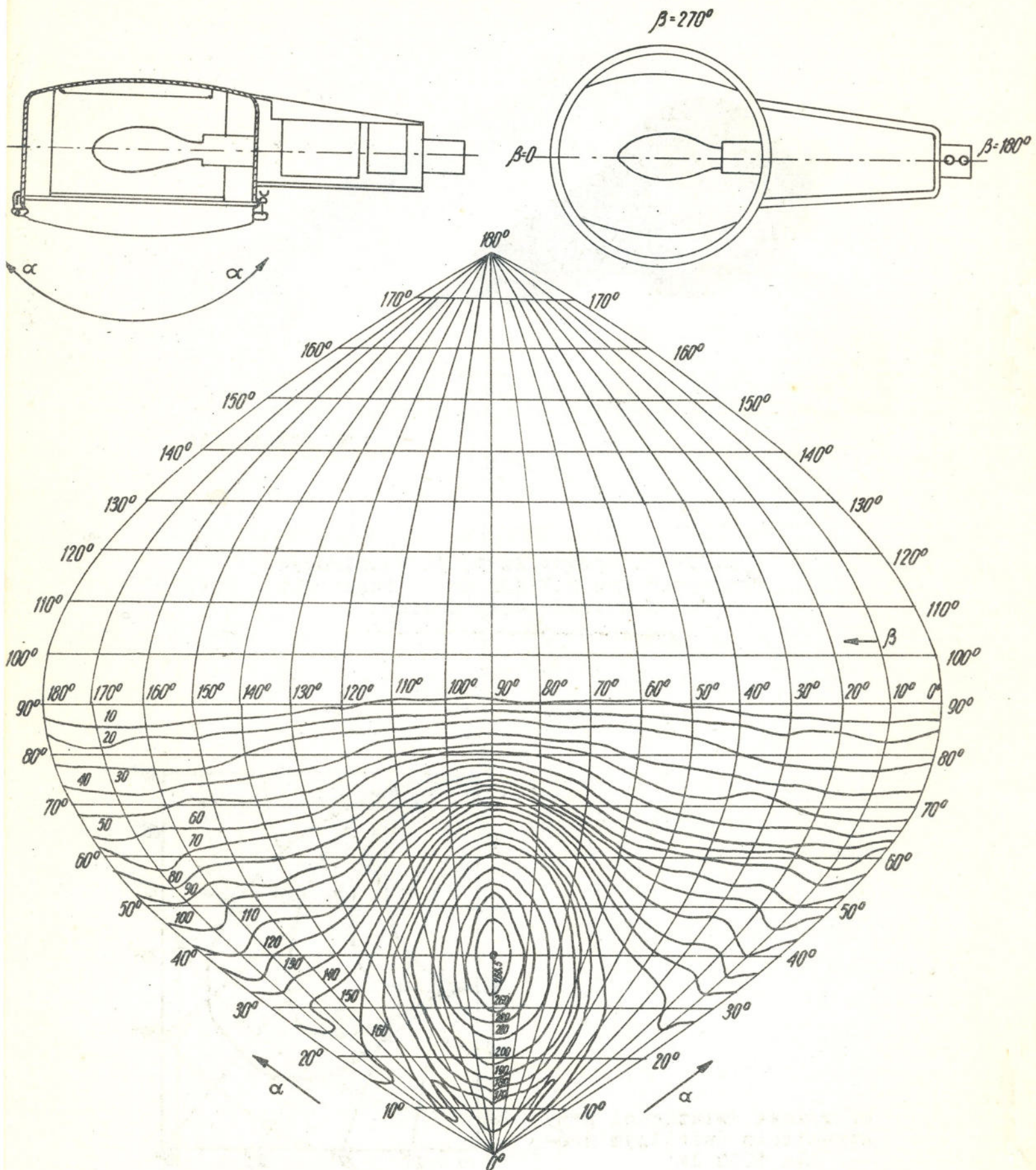


a/ fotografia

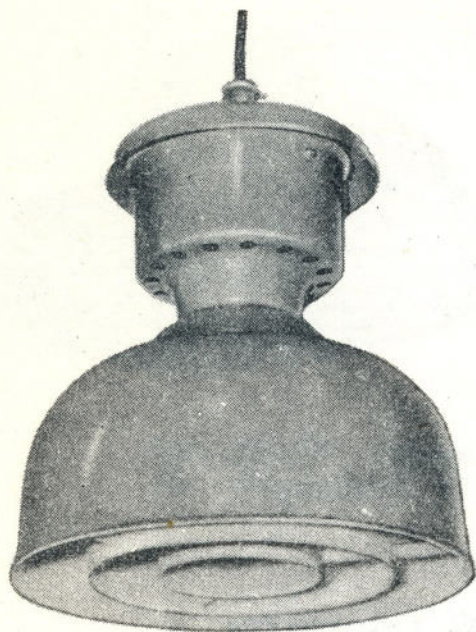
Rys.II-13. Oprawy Zakładów Metalowych
Skarżysko typ OUR-400 do rtęciówki
400 W umieszczonej poziomo



b/ rozsył światłości przy
strumieniu świetlnym źródła 1000 lm

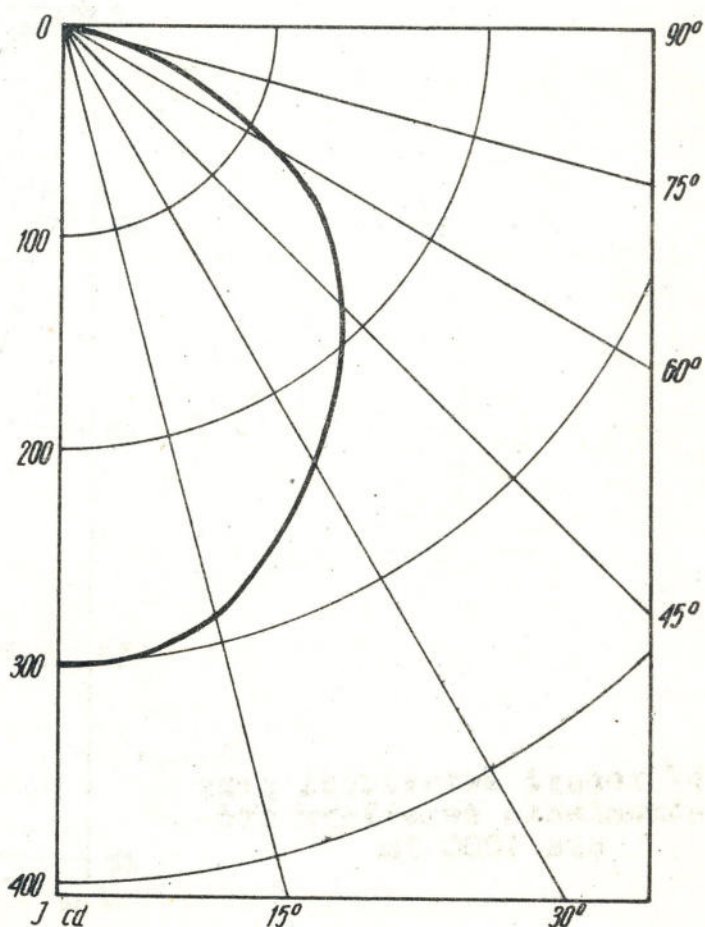


Rys.II-13 c/ wykresy izokandeli

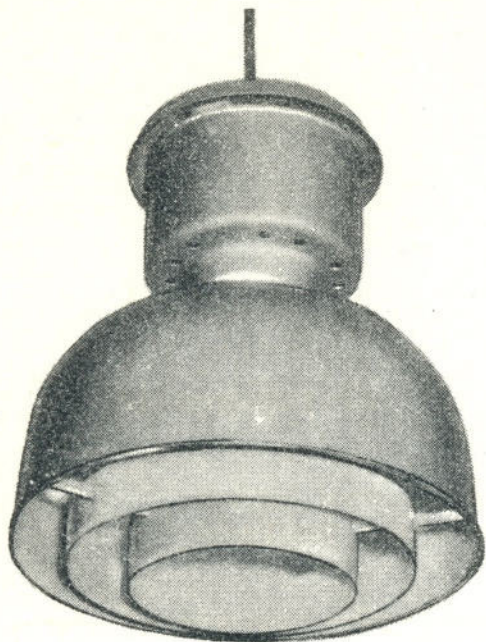


a/ fotografia

Rys.II-14. Oprawa Zakładu A-20 typ ORP-1
do rtęciówek 250 W z osłonami niskimi

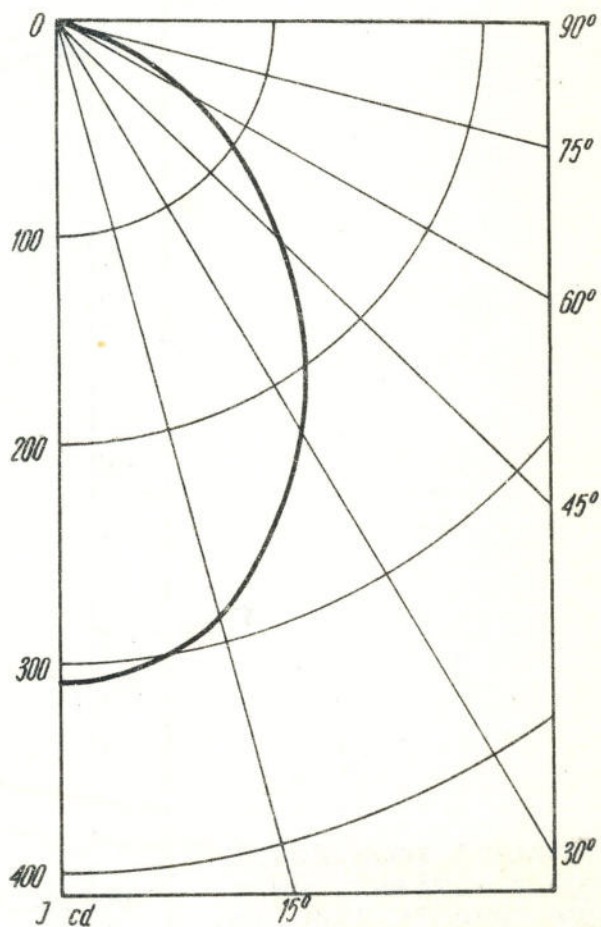


b/ rozsył światłości
przy strumieniu świe
tlnym źródła 1000 lm

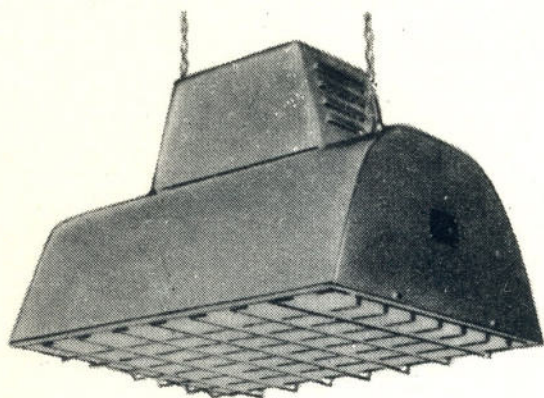


a/ fotografia

Rys.II-15. Oprawa Zakładu A-20 typ ORP-1
do rtęciówki 250 W z osłonami wyższymi

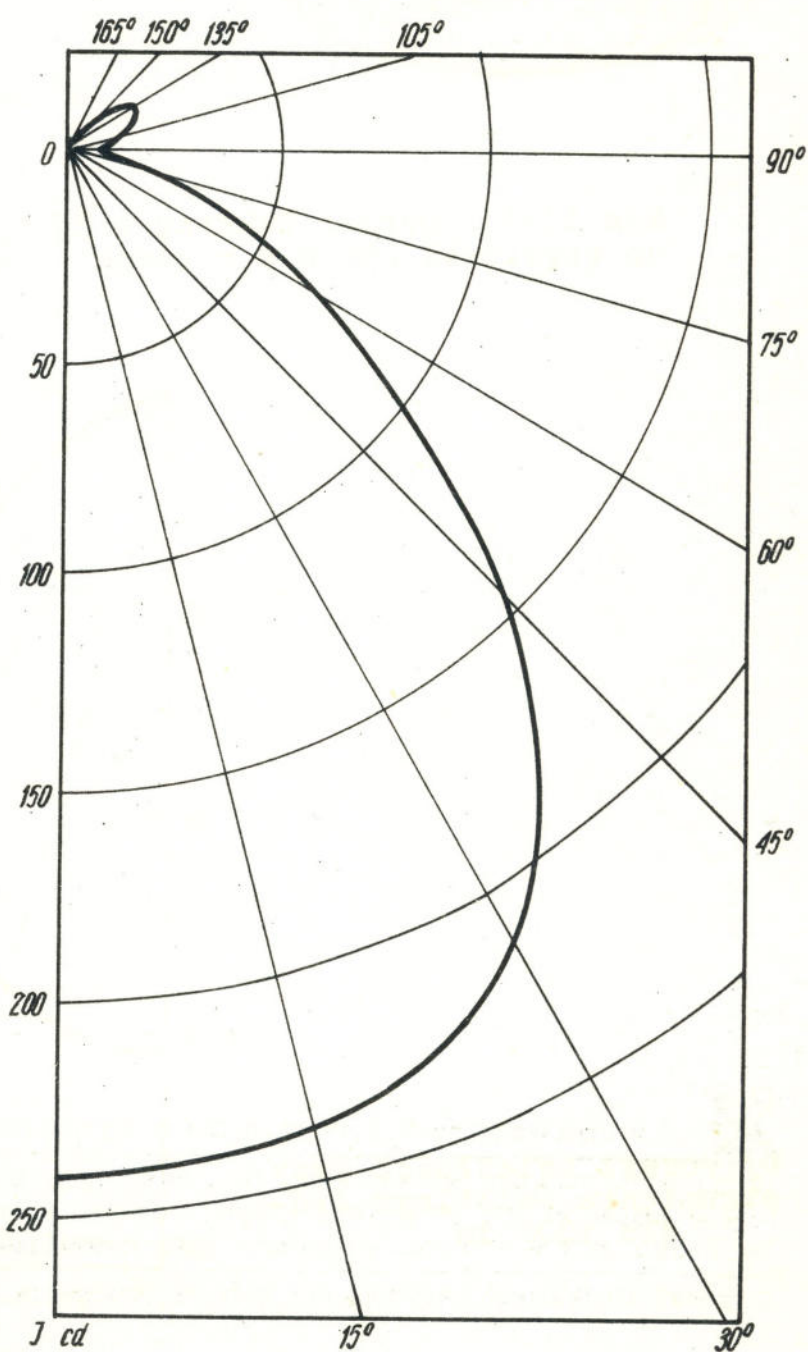


b/ rozsyk światłości przy
strumieniu świetlnym źródła 1000 lm



a/ fotografia

Rys.II-16. Oprawa Zakładu A-20 typ ORP-2
do rtęciówki 250 W umieszczonej poziomo



b/ rozsył światłości
przy strumieniu świe-
tlnym źródła 1000 lm



WYDAWNICTWO KATALOGÓW I CENNIKÓW — WARSZAWA 1964

Wydanie I. Nakład 2012+79 egz. Ark. wyd. 3,1. Ark. druk. 3,25. Format A5. Papier offset kl. III 80 g. Maszynopis oddano do składu 8.VII.64 r. Podpisano do druku 22.X.64 r. Druk ukończono w listopadzie 1964 r. Zam. nr 297/I/64.

Gdyńska Drukarnia Akcydensowa Gdynia, Mściwoja 7/9. Zam. 2174. 15.7.64 r. A-5

W. 10

