

Biblioteka ITR

dublet

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU CIĘŻKIEGO

zgr. II

PRACE INSTYTUTU
TELE- I RADIOTECHNICZNEGO

ROK I

ZESZYT 2

16 WRZ 1957

18/1



WARSZAWA 1957

INSTYTUT TELE- I RADIOTECHNICZNY

СОДЕРЖАНИЕ

(Резюме на русском языке находится в конце каждой статьи)

| | Стр. |
|--|------|
| 1. Т. Конопиньски — Переходные процессы в фильтрах мощных выпрямителей сетевого напряжения | 3 |
| 2. Г. Шенман — Измеритель частоты импульсов | 19 |
| 3. М. Жбиковски — Применение потенциометрического метода для измерения свойств магнитных материалов | 33 |
| 4. М. Беднарек — Магнитный генератор импульсов | 47 |
| 5. В. Мирковски — О возможности лучшего использования телефонных городских сетей методом применения вполне автоматических абонентских станций работающих одновременно в качестве станций-сателлита | 73 |
| 6. В. Паевски — Кристаллизация горного кристалла | 89 |
| 7. Я. Камлер — Исследование фокусировки и магнитного отклонения луча в телевизионных приёмных трубках | 103 |
| 8. Сведения о деятельности научно-исследовательских предприятий ИТР | 133 |
| 9. Присланные сообщения | 143 |
| 10. Авторы научных трудов замещённых в выпуске 2 „Праце ИТР” | 145 |

CONTENTS

(The English summary is given at the end of each article)

| | Page |
|--|------|
| 1. T. Konopiński — Transients in Smoothing Filters of High-Power Rectifiers | 3 |
| 2. H. Schoenman — Pulse Frequency Meter | 19 |
| 3. M. Żbikowski — Application of Potentiometer Method to the Measurement of Properties of Magnetic Materials | 33 |
| 4. M. Bednarek — Magnetic Pulse Generator | 47 |
| 5. W. Mirkowski — On the Possibility of Increased Utilization of Urban Telephone Plant with the Aid of PABX Serving Simultaneously as Satellite Town Exchanges | 73 |
| 6. W. Pajewski — Growing of quartz crystals | 89 |
| 7. J. Kamler — Investigation of Magnetic Focusing and Deflecting in Cathode-Ray Tubes | 103 |
| 8. News from the Research Laboratories of ITR | 133 |
| 9. Reports received | 143 |
| 10. Authors of the Papers Published in Copy 2 of „Prace ITR” | 145 |

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU CIĘŻKIEGO

PRACE INSTYTUTU
TELE- i RADIOTECHNICZNEGO

ROK I

ZESZYT 2

SPIS TREŚCI

| | Str. |
|--|------|
| 1. <i>Tadeusz Konopiński</i> — Stany nieustalone w filtrach prostowników sieciowych dużej mocy . . . | 3 |
| 2. <i>Henryk Schoenman</i> — Miernik częstości impulsów (integrator) . . . | 19 |
| 3. <i>Mieczysław Zbikowski</i> — Zastosowanie metody potencjometrycznej do pomiarów własności materiałów magnetycznych . . . | 33 |
| 4. <i>Michał Bednarek</i> — Magnetyczny generator impulsów . . . | 47 |
| 5. <i>Wiktor Mirkowski</i> — O możliwościach lepszego wykorzystania telefonicznych sieci miejskich za pomocą pełnoautomatycznych central abonenckich, spełniających jednocześnie rolę miejskich central satelitowych . . . | 73 |
| 6. <i>Wincenty Pajewski</i> — Krystalizacja kryształu górskiego . . . | 89 |
| 7. <i>Jacek Kamler</i> — Badania odchylenia i ogniskowania magnetycznego lamp obrazowych . . . | 103 |
| 8. Wiadomości z zakładów naukowo-badawczych ITR . . . | 133 |
| 9. Komunikaty nadesłane . . . | 143 |
| 10. Autorzy prac zamieszczonych w zeszycie 2 „Prace ITR” . . . | 145 |

WARSZAWA 1957

INSTYTUT TELE- I RADIOTECHNICZNY

JACEK KAMLER

621.397.331.2
Klas. PIT 471

BADANIA ODCHYLANIA I OGNISKOWANIA MAGNETYCZNEGO LAMP OBRAZOWYCH

Rękopis dostarczono 15.10.1956

STRESZCZENIE

W celu opracowania cewek odchylających i ogniskujących o możliwie dużej sprawności i małych zniekształceniach przeprowadzono szereg badań doświadczalnych. Obejmowały one eksperymentalne potwierdzenie zależności między rozkładem pól magnetycznych a zniekształceniami obrazu oraz opracowanie metod obliczania cewek. Zbadano również zależności energetyczne odchylenia magnetycznego.

1. WSTĘP

1.1. Założenia pracy

Układy odchylenia i ogniskowania są członem odbiornika telewizyjnego, którego konstrukcja ma zasadniczy wpływ na jakość obrazu. Opracowanie systemów możliwie mało zniekształcających jest sprawą istotną, gdyż zniekształcenia geometrii obrazu silnie rzucają się w oczy i są dla przeciętnego obserwatora niewątpliwie najważniejszym kryterium oceny jakości odbiornika. Temat pracy został ograniczony do badań nad elementami oddziałującymi bezpośrednio na wiązkę elektronów kineskopu, a więc cewkami odchylającymi i ogniskującymi oraz nad magnetycznymi pułapkami jonowymi. Pominięto natomiast wpływ układów elektrycznych wytwarzających przebiegi odchyłające, zakładając we wszystkich przypadkach prawidłowy kształt napięć i prądów.

Główny nacisk położono na zbadanie cewek odchylających różnych systemów oraz wprowadzanych przez nie zniekształceń. Ze względu na trudną, a czasem nawet niemożliwą do przeprowadzenia analizę matematyczną pól występujących w złożonych układach cewek, miarodajne rezultaty może dać jedynie badanie doświadczalne. Dlatego też biorąc je za podstawę starano się osiągnąć możliwie dokładne dane do projektowania

prawidłowych cewek odchylających i ogniskujących. Zebrane materiałów doświadczalnych jest cenne z tego względu, że liczne publikacje o cewkach odchylenia i ogniskowania zawierają zwykle materiał potraktowany dość ogólnie.

1.2. Program badań doświadczalnych

Przeprowadzone doświadczenia dają się rozbić na trzy wiążące się ze sobą etapy.

Pierwsza część badań polegała na doświadczalnym potwierdzeniu zależności między rozkładem uzwojenia cewek a kształtem wytwarzanego pola magnetycznego i dalej — między kształtem pola a kształtem uzyskiwanego na ekranie lampy obrazu.

Druga część dotyczyła zależności energetycznych.

Trzecia część obejmowała dynamiczne pomiary odchylenia oraz wpływu cewek na kształt przebiegu prądu odchylającego.

Ze względu na zakres przeprowadzanych doświadczeń w pierwszej części zbadano pułapki jonowe, cewki odchylające i ogniskujące, w drugiej zaś i trzeciej jedynie cewki odchylające.

2. STATYCZNE BADANIA ZNIEKSZTAŁCEŃ GEOMETRYCZNYCH

Pierwszy etap prac poświęcony był empirycznemu zdejmowaniu rozkładów pól magnetycznych cewek odchylających, ogniskujących i pułapek jonowych oraz badaniu zależności między rozkładem pola a obrazem uzyskiwanym na ekranie.

2.1. Metody pomiarowe

Ogólną cechą stosowanych metod pomiaru jest oddziaływanie dynamiczne badanego pola na umieszczone w nim ciała ferromagnetyczne. Najczęściej stosowany sposób polegał na umieszczeniu w płaszczyźnie symetrii pola tekturki posypywanej drobnymi opiłkami żelaznymi. Opiłki układają się w linie będące odwzorowaniem linii sił pola. Opiłki powinny być drobne, tak żeby można było otrzymać subtelny lecz wyraźny rozkład. Próby z proszkami ferrytowymi zawiodły. Powierzchnia posypywana opiłkami powinna być możliwie gładka. Znacznie lepsze wyniki otrzymano nie w wypadku włączenia pola już po posypaniu tekturki opiłkami, lecz gdy posypywano opiłkami tekturkę umieszczoną w czynnym polu magnetycznym. Okazało się, że najkorzystniej jest zasilać cewkę prądem zmiennym z sieci. Metoda ta jest jednak mało czuła i wymaga silnych pól (rzędu 100 Gs). Notowanie otrzymanego rozkładu wy-

konano drogą fotograficzną. Przestrzenny rozkład pola można obserwować umieszczając w nim rurkę szklaną z zawieszoną opilek np. w oleju. Pozwala to na szybki orientacyjny pomiar.

Dla zdejmowania rozkładu słabych pól stałych stosowano małą igłę magnetyczną długości ok. 5 mm, która umieszczona w polu ustawia się wzdłuż linii sił. Notując położenie jej w kolejnych punktach pola możemy zdjąć jego rozkład. Metoda ta zawodzi, gdy promień krzywizny linii sił może być porównywany z długością igły. Jest to metoda żmudna i powolna, jednak zaletą jej jest duża czułość. Mierzono nią tak słabe pola, iż dawał się wyraźnie odczuć zniekształcający wpływ pola ziemskiego.

Obie opisane metody nie nadają się do ilościowego pomiaru natężenia pola. Wartość natężenia pola uzyskano więc przez pomiar siły elektromotorycznej indukowanej przez zmienne pole magnetyczne w małej cewce (średnica ok. 5 mm). Napięcie na cewce mierzone miliwoltomierzem jest proporcjonalne do wartości natężenia. Pomiar jest dosyć kłopotliwy, gdyż boczną powierzchnię cewki trzeba zawsze ustawiać prostopadle do linii sił. Badaną cewkę zasilano prądem zmiennym z sieci. Metoda nie może być stosowana w przypadku badania magnesów stałych.

2.2. Pomiary ogniskowania

2.2.1. Zarys teorii ogniskowania magnetycznego

Pole magnetyczne o symetrii osiowej posiada zdolność skupiania naczadowanych cząstek poruszających się wzdłuż osi symetrii.

Pole ma własności soczewki, której ogniskową możemy wyliczyć ze wzoru

$$\frac{1}{f} = \frac{e}{m} \frac{1}{8U} \int_A^B H_z^2 dz \quad (1)$$

gdzie

- e, m — ładunek i masa elementarnej cząstki,
- U — napięcie przyspieszające,
- H_z — natężenie pola magnetycznego wzdłuż osi cewki,
- $A-B$ — granice oddziaływania pola.

Wzór (1) wyprowadzony jest przy następujących założeniach:

1. Soczewka jest krótka, czyli obszar oddziaływania pola $A-B$ jest mały w porównaniu z odległościami przedmiotu i obrazu.
2. Rozważamy jedynie tory elektronów osiowych, czyli kąty torów z osią są niewielkie, jak również mały jest przekrój wiązki elektronów.
3. Potencjał elektryczny w sferze oddziaływania soczewki jest stały.

Odchylenia od powyższych założeń powodują zniekształcenia ogniskowania. Można więc wyciągnąć stąd następujące wnioski odnośnie warunków uzyskania dobrego ogniskowania:

- 1) jak najwęższa wiązka elektronów,
- 2) krótki obszar oddziaływania pola magnetycznego,
- 3) dokładnie centryczne ustawienie cewki ogniskującej.

Badania ogniskowania polegały na rozpatrzeniu wpływu tych trzech punktów.

2.2.2. Statyczne pomiary rozkładów pól

Obszar oddziaływania pola magnetycznego powinien być możliwie krótki. Rozkład pola magnetycznego zależy od wymiarów i rozmieszczenia uzwojenia i rdzenia cewki ogniskującej. Zbadano wpływ kształtu cewki na rozkład pola magnetycznego i ogniskowanie plamki na ekranie. Badania rozkładów pól przeprowadzono dla cewek wykonanych w Instytucie oraz dla systemów fabrycznych odbiorników Rembrandt i Rubens. Rozkład linii sił pola fotografowano. Zasilając cewki prądem zmiennym 50 c/s mierzono indukcję przez pomiar napięcia na ceweczce próbnej.

Rysunki 1 i 2 przedstawiają rozkłady pól dla cewek wykonanych w Instytucie oraz cewek systemu fabrycznego odbiornika Rubens. Przez zmianę szerokości szczeliny cewki z rys. 1 uzyskano zmianę rozkładu pola. Kształt linii sił nie zmienia się zasadniczo. Wraz z rozszerzaniem szczeliny zachodzi pewne wydłużenie cewki.

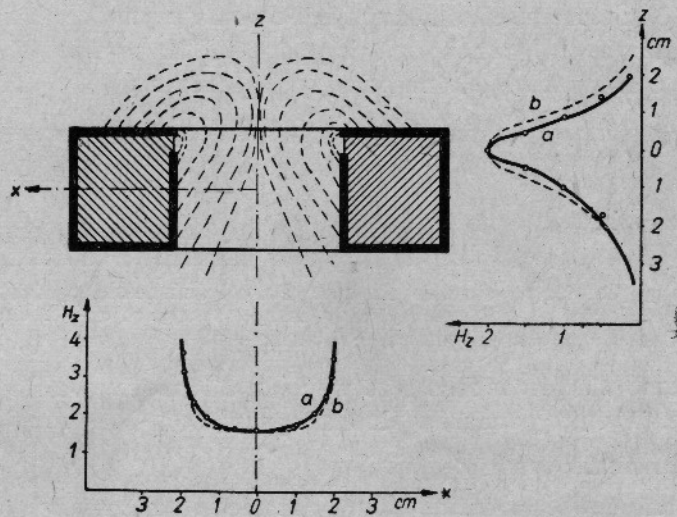
Z rozkładu indukcji w płaszczyźnie przekroju poprzecznego widać, że w pobliżu osi przybiera ona wartości prawie stałe, dzięki czemu oddziaływanie pola na wszystkie elektrony wiązki jest jednakowe.

2.2.3. Wpływ szerokości szczeliny

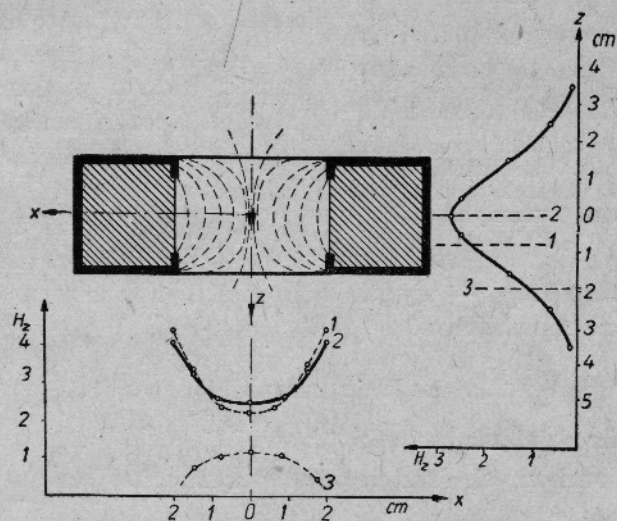
Według danych spotykanych w literaturze [1] wielkość plamki zmniejsza się wraz ze zmniejszeniem szerokości szczeliny. Podczas doświadczeń przeprowadzonych z cewką z rys. 1 wpływu tego nie zaobserwowano. Cewki fabryczne odbiorników Rembrandt i innych mają szczelinę szeroką, co również przemawia za tym, że wpływ szerokości szczeliny jest niewielki i nie odgrywa zasadniczej roli w ogniskowaniu kineskopów telewizyjnych.

2.2.4. Wpływ położenia cewki na wielkość plamki

Przesuwanie cewki wzdłuż osi szyjki lampy wpływa wyraźnie na wielkość plamki. Plamka jest obrazem katody na ekranie, przeto im bardziej cewka zbliżona jest do katody, tym większe jest powiększenie i tym



Rys. 1. Rozkład linii sił oraz natężenia pola magnetycznego dla cewki wykonanej w Instytucie Tele- i Radiotechnicznym; krzywa *a* — szczelina o szerokości 3 mm, krzywa *b* — szczelina o szerokości 10 mm



Rys. 2. Rozkład linii sił oraz natężenia pola magnetycznego dla cewki odbiornika Rembrandt

większa plamka. Jednak wraz z przesuwaniem cewki w kierunku ekranu przechodzi przez nią coraz szersza wiązka elektronów. Powoduje to pewne aberacje i zniekształcenia plamki, dlatego też ustawienie cewki powinno być kompromisem między tymi dwoma czynnikami. Próby przeprowadzone z cewką z rys. 1 i lampą 31ŁK2b wykazują, że cewka powinna być ustawiona jak najbliższej połączenia szyjki z kolbą, jednak

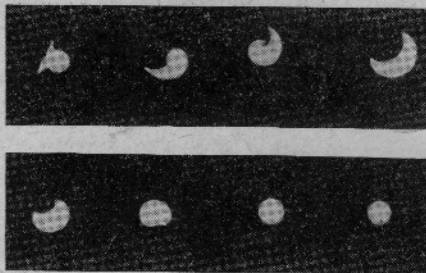


Rys. 3. Kształty plamek na ekranie dla różnych położań cewki ogniskującej; odległość środka szczeliny od połączenia kolby lampy z szyjką: a — 3 cm, b — 5 cm, c — 7 cm, d — 9 cm, e — 12 cm

takie położenie nie jest możliwe ze względu na znajdujące się tam cewki odchylające. Wyniki pomiarów ilustruje rys. 3.

2.2.5. Ustawianie cewki ogniskującej

Oś symetrii cewki powinna pokrywać się z osią wiązki elektronów, więc jest konieczne staranne ustawianie cewki ogniskującej. Dla dokładnego



Rys. 4. Kształt plamki na ekranie przy różnych położeniach osi cewki ogniskującej względem osi lampy. Cewka zasilana prądem zmiennym 50 c/s

dużej precyzji, jest najważniejszy. Równocześnie stwierdzono znaczny wpływ pola ziemskiego — wystarczy obrócić lampę, aby poprzednie ustawienie stało się niewłaściwe.

2.3. Badanie pułapki jonowej

2.3.1. Zasada działania pułapki jonowej

Odchylenie ruchomych cząstek przez pola magnetyczne wyrazić można wzorem:

$$\sin \theta = \sqrt{\frac{e}{m} \frac{Hl}{\sqrt{2U}}} \quad (2)$$

gdzie

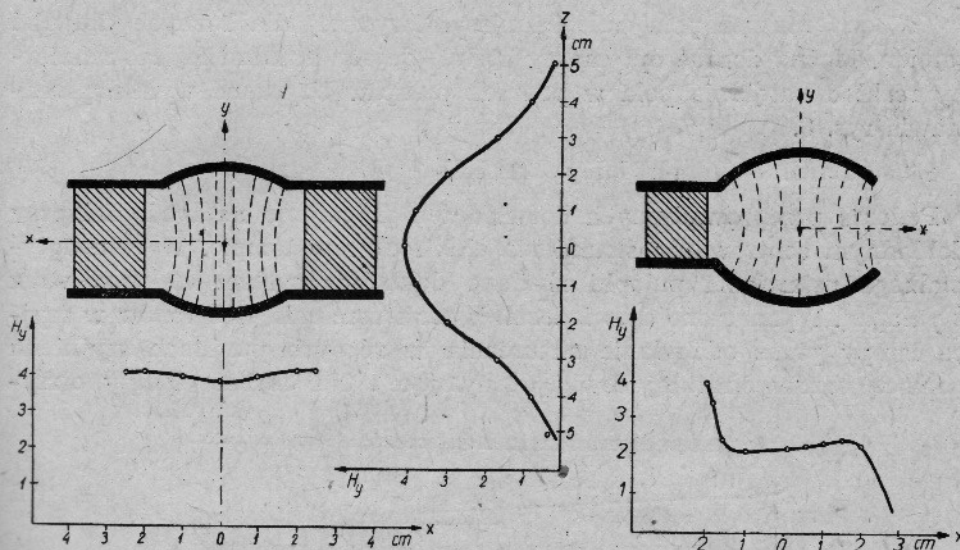
θ — kąt odchylenia,
 e — ładunek cząstki,
 m — masa cząstki,

H — natężenie pola,
 l — długość obszaru pola,
 U — napięcie przyspieszające.

Ze wzoru (2) wynika, że odchylenie jonów o masie wielokrotnie większej od masy elektronu będzie znacznie słabsze. Ujemne jony uderzają stale w środek ekranu i niszczą go. W celu odseparowania jonów od elektronów stosuje się metodę polegającą na odchyleniu wiązki cząstek najpierw polem elektrycznym, a później magnetycznym. Pole elektryczne odchyła jednakowo elektrony i jony, zaś pole magnetyczne — praktycznie tylko elektrony, dzięki czemu strumień elektronów zostaje skierowany do otworu elektrody działa elektronowego, zaś nie odchyłona wiązka jonów trafia w ściankę tej elektrody. Urządzenie działające na tej zasadzie nosi nazwę pułapki jonowej.

2.3.2. Rozkład pola pułapek jonowych

Zdjęto rozkłady pól dwóch typów pułapek, z których jedna, przedstawiona na rys. 5, jest symetryczna i posiada uzwojenie z obu stron szyjki, druga zaś, z rys. 6, jest niesymetryczna. Pułapki fabryczne od-

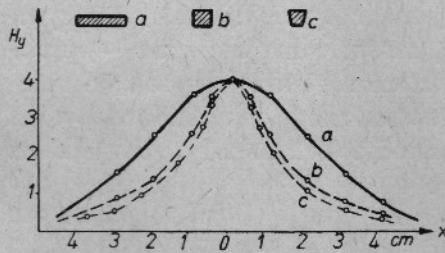


Rys. 5. Rozkład linii sił i natężenia pola magnetycznego pułapki jonowej o symetrycznym uzwojeniu

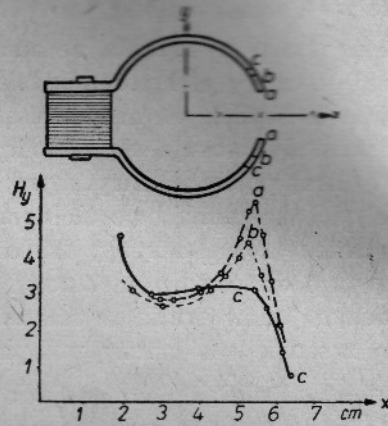
Rys. 6. Rozkład linii sił i natężenia pola magnetycznego dla pułapki jonowej o niesymetrycznym uzwojeniu

biorników Rubens i Rembrandt są kształtem zbliżone do pułapki z rys. 6. Zastosowano w nich magnesy stałe. Aby uniknąć oddziaływania na cewkę ogniskującą, pole pułapki powinno być możliwie wąskie. Przeprowadzano

badania pułapek o różnych przekrojach rdzenia. Wyniki przedstawia rys. 7. Widać, że kształt rdzenia wpływa na szerokość pola, tak że jest celowe stosowanie możliwie wąskich rdzeni.



Rys. 7. Rozkład natężenia pola dla pułapek o różnych kształtach rdzenia

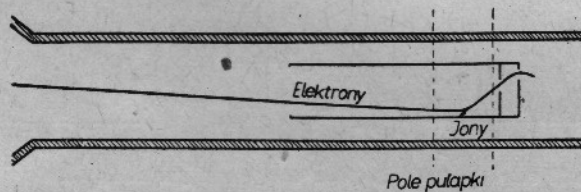


Rys. 8. Rozkład natężenia pola magnetycznego dla pułapek o różnej długości ramion

Zbadano rozkład pola pułapki niesymetrycznej dla różnych długości ramion. Można dobrać optymalny kształt dający najbardziej równomierny rozkład natężenia pola w poprzek pułapki. Uzyskane wyniki przedstawia rys. 8.

2.3.3. Badanie pułapki lampy 31ŁK2b

Podczas przeprowadzonych doświadczeń natrafiono na trudności przy dokładnym centrowaniu strumienia elektronów w lampie. W celu optymalnego ustawienia pułapki zbadano dokładnie system elektrod wraz z pułapką. Wyznaczono doświadczalnie tor strumienia elektronów w szyjce lampy przez odchylenie strumienia w różnych punktach szyjki za pomocą bardzo krótkiej cewki odchylającej. Na ekranie lampy otrzy-



Rys. 9. Tor wiązki elektronów i jonów w szyjce lampy 31ŁK2b

mano obraz krawędzi połączenia szyjki z kolbą. Z położenia obrazu możemy wyznaczyć punkt, z którego odchyłano promień. Pomiary te przeprowadzono dla różnych położenia cewki odchylającej. Przybliżony wynik pomiarów przedstawia rys. 9.

Stosowano również dwie przeciwnie skierowane pułapki, jednak nie osiągnięto korzystnych wyników. Najkorzystniejsze ustawianie pułapki można dobrać podobnie jak położenie cewki ogniskującej. Cewkę ogniskującą zasilamy prądem zmiennym i tak ustawiamy położenie pułapki i cewki, by uzyskać nie zniekształconą plamkę możliwie na środku ekranu.

2.4. Badanie cewek odchyłających

2.4.1. Zasada odchylenia magnetycznego

Tory naładowanych cząstek ulegają zakrzywieniu w polu magnetycznym. Tor elektronu przebiegający przez obszar pola o długości l zostaje zakrzywiony o kąt θ wg wzoru:

$$\sin \theta = 0,30 \frac{Hl}{\sqrt{U}} \quad (3)$$

gdzie

- H — natężenie pola magnetycznego [Gs],
- U — napięcie przyspieszające [V],
- l — długość pola [cm].

We wzorze założono, iż linie pola są prostopadłe do płaszczyzny odchylenia. Prawidłowe odchylenie polega na liniowej zależności między wartością prądu odchyłającego a wychyleniem plamki na ekranie.

Aby zależność ta była spełniona, musi istnieć:

- 1) równomierny rozkład pola magnetycznego w obszarze oddziaływania na wiązkę elektronów,
- 2) prostopadłość linii sił pola do płaszczyzny odchylenia,
- 3) ostre ograniczenie obszaru oddziaływania pola.

Warunki te nie zawsze mogą być spełnione, a prawidłowe odchylenie można uzyskać drogą pewnych korekcji.

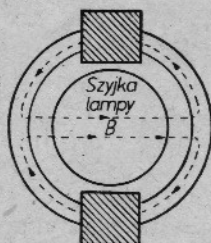
2.4.2. Rodzaje cewek odchyłających

W przeprowadzanych pracach badane były dwa zasadnicze typy cewek odchyłających, różniące się między sobą sposobem nawinięcia uzwojenia.

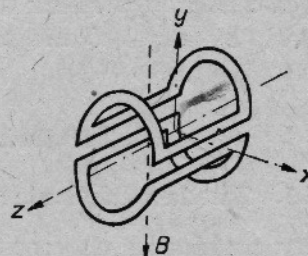
Rysunek 10 ilustruje cewki toroidalne w postaci dwu (lub więcej) sekcji nawiniętych w przeciwnym kierunku na rdzeniu ferromagnetycznym. Linie sił pola zamykają się w środku rdzenia tworząc pole o wymaganym kształcie. Stosując 4 cewki tworzymy superpozycję dwóch pól umożliwiającą uzyskanie prostokątnej siatki obrazowej.

Rysunek 11 przedstawia cewki siodłowe. Mogą one być wykonane z rdzeniem ferromagnetycznym nakładanym z zewnątrz lub bez niego. Rysunek przedstawia cewki jedno-sekcyjne najbardziej uproszczone. Dla uzyskania odpowiedniego kształtu pola stosujemy bardziej skomplikowa-

ny rozkład uzwojenia. Nakładając drugą podobną parę cewek przesuniętą o 90° możemy odchyłać plamkę w dwóch prostopadłych kierunkach. W przeprowadzonych pracach badano głównie cewki tego typu.



Rys. 10. Cewki odchylające toroidalne



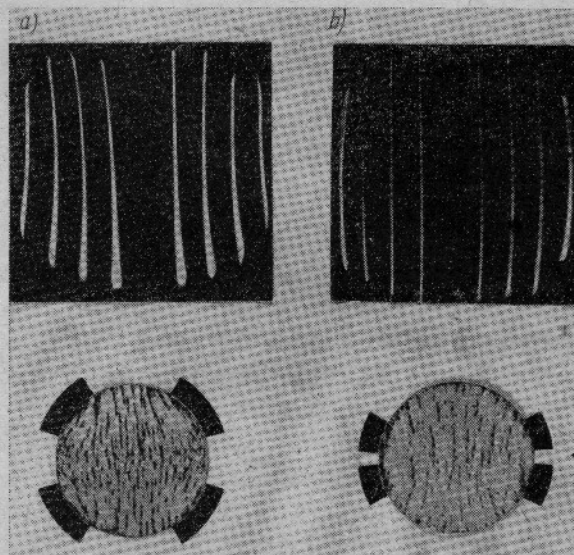
Rys. 11. Cewki odchylające siodłowe

2.4.3. Badanie geometrii obrazu w zależności od rozkładu pola cewek

Przeprowadzono badania zniekształceń geometrycznych prostokątnego tła obrazu na ekranie w zależności od rozkładu pola magnetycznego wytwarzanego przez cewkę. Metoda pomiarów była następująca:

1. Rozkład pola w cewce zdejmowano za pomocą opilek.
2. Cewki odchylenia poziomego zasilano prądem zmiennym z sieci.

Na ekranie powstawała wówczas pozioma linia. Przesuwano ją w kierunku pionowym zmieniając wartość prądu stałego płynącego przez cewki odchylenia pionowego. Pionową linię można przesuwac w kierunku



Rys. 12. Zniekształcenia obrazu wywołane nieliniowością pola: a — pole beczkowate wytwarza poduszkowate zniekształcenia obrazu, b — pole poduszkowate wytwarza beczkowate zniekształcenia

poziomym zamieniając napięcie cewek, przy czym notując każdorazowe położenie linii można znaleźć geometryczne zniekształcenia obrazu.

Liczne doświadczenia przeprowadzone z różnymi cewkami dają się uogólnić następująco: zniekształcenia pola o charakterze beczkowatym dają poduszkowate zniekształcenia obrazu (rys. 12 a) i odwrotnie, pole poduszkowate wytwarza obraz beczkowaty (rys. 12 b).

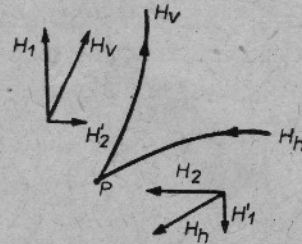
Wytłumaczenie zjawiska jest proste, jeśli weźmie się pod uwagę wektorową sumę nakładających się zniekształconych pól (rys. 13).

Pole w kierunku poziomym w punkcie P

$$H'_H = H_2 - H_1 \quad (4)$$

w kierunku pionowym

$$H'_V = H_1 - H_2 \quad (5)$$



Rys. 13. Wektorowa suma dwóch prostopadłych pól zniekształconych

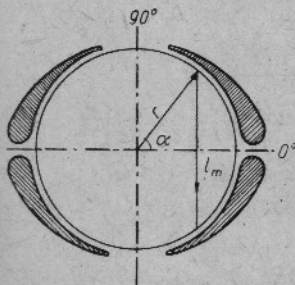
Wypadkowe natężenie pola tak pionowego jak i poziomego ulega zmniejszeniu na skraju obrazu. Zmniejsza się przez to wychylenie plamki na brzegach ekranu, co powoduje zniekształcenia beczkowate. W przypadku beczkowatego rozkładu pola zjawisko przebiega odwrotnie.

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika ponadto stwierdzenie pozornie sprzeczne, że prawidłowy obraz otrzymać można dla pola o charakterze poduszkowatym. Wynika to stąd, że prostokątne tło obrazu uległo zniekształceniom spowodowanym przez krzywiznę ekranu lampy oraz że wpływ czoł cewek, które wytwarzają również własne pole magnetyczne o charakterze beczkowatym, nakładające się na pole odchylające, był dosyć znaczny.

2.4.4. Badanie zależności między kształtem pola a rozkładem zwojów

Od rozkładu uzwojenia zależy liniowość pola wytwarzanego przez cewkę.

Rozpatrzmy rozkład uzwojenia cewki z rys. 14 we współrzędnych biegunowych. Przyjmijmy, że opór magnetyczny stawia jedynie powietrze wewnątrz cewki. Długość drogi magnetycznej wynosi $l_m = 2r \sin \alpha$. Siła magnetyczna powinna być proporcjonalna do oporu, czyli do długości drogi magnetycznej. Dla wszystkich kątów uzwojenie ma być tak rozłożone, aby ilość zwojów zawartych między danym kątem α a $\alpha = 0$ była proporcjonalna do $\sin \alpha$. Gęstość uzwojenia powinna zmieniać się według funkcji

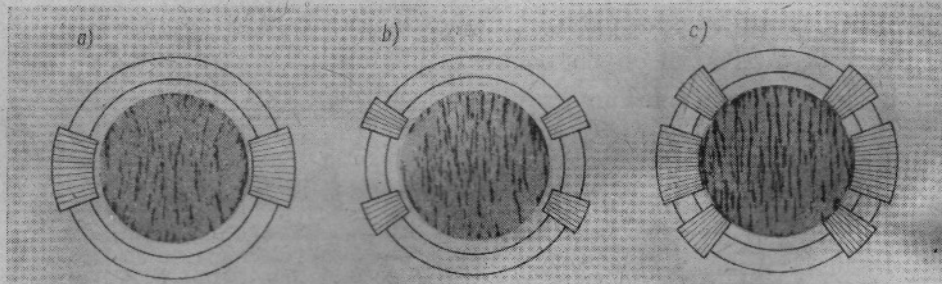


Rys. 14. Przekrój poprzeczny cewki odchylającej

$$\left| \int \sin \alpha \, d\alpha \right| = \left| \cos \alpha \right| \quad (6)$$

Uzwojenie o gęstości zmieniającej się w sposób ciągły według funkcji $\cos \alpha$ jest trudne do wykonania. W badanych cewkach stosowano uzwojenia składające się z kilku sekcji. Rys. 15 przedstawia rozkład pola dla jedno- dwu i trójsekcyjnych cewek toroidalnych.

Przy uzwojeniu jednosekcyjnym (a) nie udało się uzyskać równomiernego pola. Przy dwóch sekcjach (b) wyniki są zadawalające. Stosując cewki trójsekcyjne (c) z tym, że środkowa sekcja ma ilość zwojów równą



Rys. 15. Rozkład linii sił pola magnetycznego dla cewek toroidalnych: a) jedno-sekcyjnych, b) dwusekcyjnych, c) trójsekcyjnych

sumie zwojów dwóch pozostałych, możemy otrzymać zupełnie równomierny rozkład pola w szyjce lampy. W przypadku użycia cewek sekcjonowanych rozkład uzwojenia jest pewną aproksymacją rozkładu sinusoidalnego.

Obliczenie rozkładu uzwojenia przeprowadzić można według następującego rozumowania (2): Rozpatrujemy cewkę we współrzędnych biegunowych. Uzwojenie traktujemy jako pewnego rodzaju dipol magnetyczny. Moment dipolowy dowolnego punktu jest proporcjonalny do liczby amperozwojów. Pole wewnątrz cewki rozpatrujemy jako gradient potencjału magnetycznego $\varphi(r, \alpha)$ określonego przez powierzchniowy rozkład uzwojenia $\Phi(R, \alpha)$ przy czym

$$\Phi \sim \int_{\alpha=0}^{\alpha} n(\alpha) d\alpha \quad (7)$$

rozwijamy na szereg $\varphi(r, \alpha)$.

Ponieważ funkcja jest symetryczna, możemy napisać

$$\varphi = a_1 r \sin \alpha + a_3 r^3 \sin 3\alpha + a_5 r^5 \sin 5\alpha + \dots \quad (8)$$

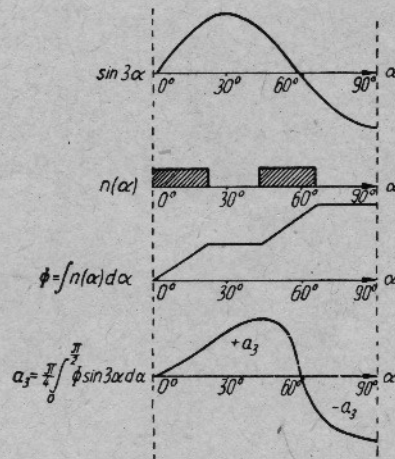
gdzie współczynniki

$$a_n = \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Phi \sin(n\alpha) d\alpha \quad (9)$$

Pole będzie liniowe, gdy znikną wszystkie wyrazy szeregu oprócz pierwszego. Przyjmując, iż dla $k > 3$ wyrazy są tak małe, że można je pominąć, szukamy warunku przy którym znika wyraz trzeci, czyli

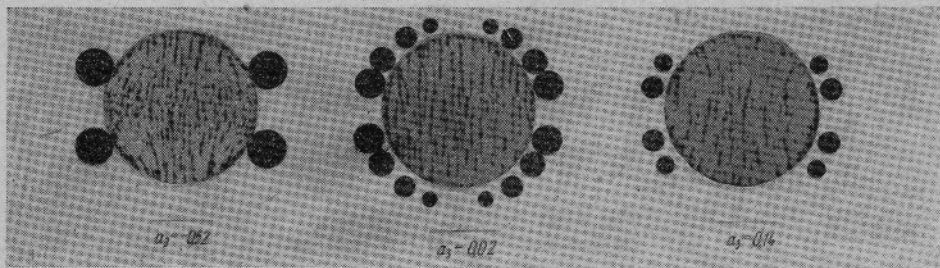
$$a_3 = \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Phi \sin 3\alpha d\alpha = 0 \quad (10)$$

Rozwiązaniem tego równania jest $\Phi = \cos \alpha$. Metodą tą można obliczyć praktyczny rozkład uzwojenia. Ilustruje to rys. 16. Sposób ten jest



Rys. 16. Graficzna metoda obliczania rozkładu uzwojenia cewek sekcjonowanych

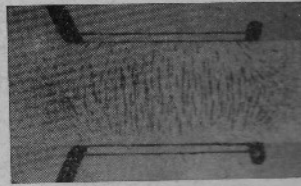
dość żmudny i czasochłonny. Przeliczono nim szereg cewek o różnych rozkładach uzwojeń. Uzyskane wyniki przedstawia rys. 17.



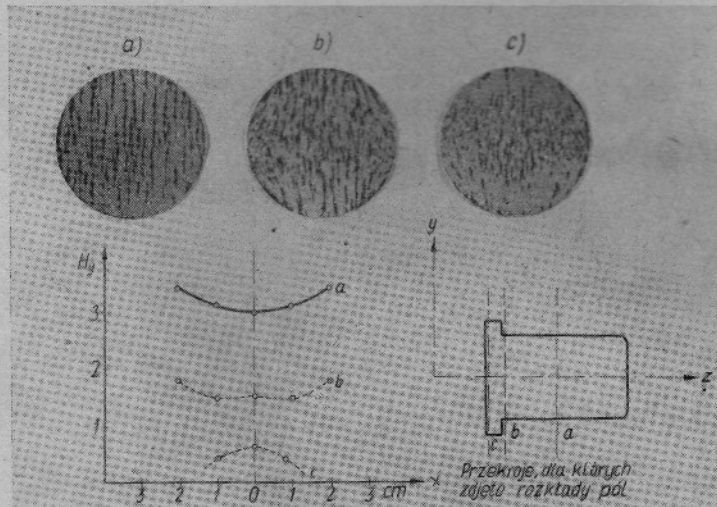
Rys. 17. Rozkłady uzwojenia i linie sił pola uzyskane dla różnych wartości obliczonych współczynników a_3

2.4.5. Badanie zjawisk występujących w rzeczywistych cewkach

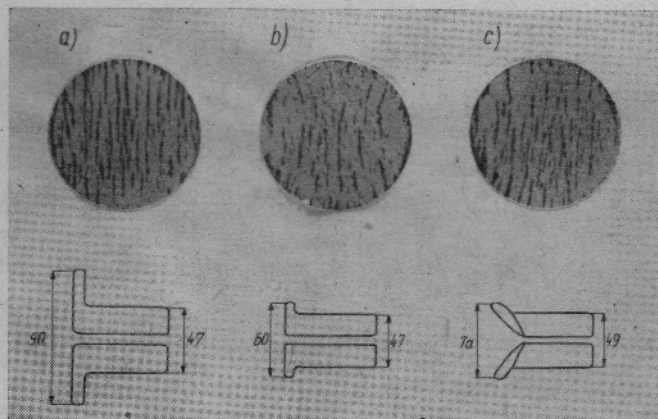
2.4.5.1. Wpływ czół cewek. Rozważania przeprowadzone w poprzednim paragrafie dotyczyły wyidealizowanej cewki bez uwzględnienia wpływu jej czół, które wprowadzają zmiany w rozkładzie pola. Po-



Rys. 18. Rozkład linii sił i nateżenia pola cewki siodłowej w płaszczyźnie równoległej do osi cewki



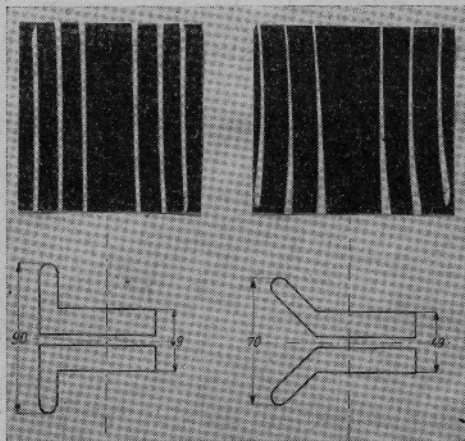
Rys. 19. Rozkłady linii sił i nateżeń pola dla różnych płaszczyzn poprzecznych cewki



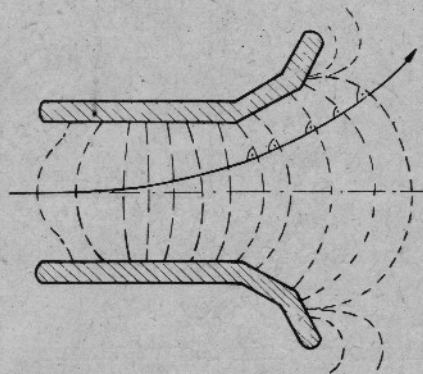
Rys. 20. Rozkład pola w środku cewki dający prawidłowy obraz dla cewek o rozmaicie ukształtowanych czołach

nadto w tym obszarze mamy do czynienia z sumą dwóch pól pochodzących od bocznych części cewki i od jej czół. Wpływ ten można zmniejszyć przez silne odginanie czół od środka cewki. Rzeczywisty rozkład linii sił przedstawia rys. 18. W danym przypadku duże znaczenie ma rozkład natężenia pola w różnych płaszczyznach cewki. Zaobserwowano, że końce cewki wprowadzają zniekształcenia o charakterze beczkowatym (rys. 19). Aby uniknąć zniekształceń obrazu, musimy stosować cewki z poduszkowatym rozkładem pola w środkowej części.

W celu dokładniejszego zbadania wpływu czół zbadano szereg cewek o czolach różnie ukształtowanych. Przedstawiono je na rys. 20. Otrzymane wyniki dowodzą, że dla cewek o silnie odgiętych i wydłużonych czolach rozkład pola w środku cewki powinien być liniowy dla otrzymania prawidłowego obrazu. W celu sprawdzenia wpływu czół przepro-



Rys. 21. Zmiany uzyskiwanego obrazu przy odginaniu czół cewki do przodu



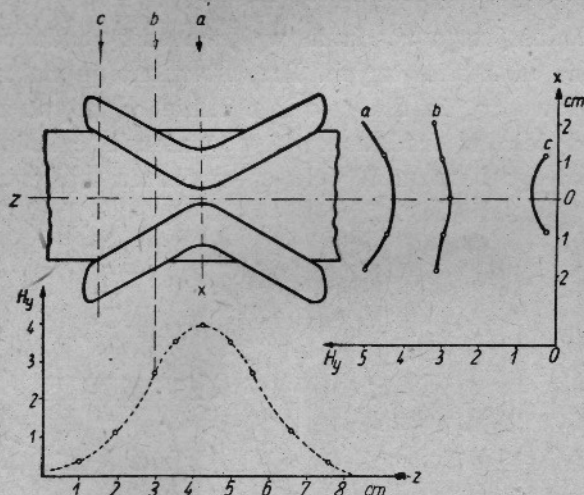
Rys. 22. Wykorzystanie pola czół cewki do odchylenia promienia elektronów. Linie sił są cały czas prostopadłe do promienia

wadzono doświadczenia z cewkami o silnie wydłużonych czolach badając zniekształcenia obrazu przy odginaniu czół do przodu (rys. 21). Obraz w miarę odginania czół miał charakter coraz bardziej poduszkowaty.

Przeprowadzono szereg doświadczeń, których celem było wykorzystanie pola rozproszonego czół do odchylenia. Próby te miały doprowadzić do takiego ukształtowania przednich czół cewki, by linie sił pola cały czas były prostopadłe do odchylanego promienia elektronów.

Wykorzystane w ten sposób pole czół wpływa na zwiększenie wydajności odchylenia. Rozkład pola eksperymentalnej cewki wraz z torem elektronu przedstawiony jest na rys. 22.

Aby uniknąć wpływu czół cewek, zastosowano konstrukcję nieco odmienną, przedstawioną na rys. 23. Cewka tego typu ma kształt dwóch połówek elipsy połączonych pod pewnym kątem. Czola cewki są wyraźnie zmniejszone tak, że pozostają w zasadzie tylko jej boczne krawędzie. Z przeprowadzonych pomiarów wynika jednak, że system ten nie daje spodziewanych korzyści. Trudno jest przewidzieć, jaki powinien być roz-



Rys. 23. Rozkład natężenia pola magnetycznego cewek eliptycznych

kład uzwojenia dla uzyskania prawidłowego obrazu, gdyż rozkład pola jest w każdym przekroju cewki inny. Wydajność cewek, która miała wzrosnąć dzięki zredukowaniu czół, jest nawet nieco mniejsza niż dla cewek o normalnej konstrukcji (tabl. 1 i 2).

Tablica 1

Dane cewek odchylenia poziomego

| Lp. | Typ cewki | Ilość zwojów | R | L | U | I | θ | S | W_L |
|-----|----------------------------|--------------|----------|-----|----|-----|----------|------|------------------|
| | | | Ω | mH | kV | mA | radiany | | |
| 1 | Cewki siodłowe z rys. 31b | 1100 | 200 | 30 | 10 | 150 | 0,31 | 2060 | $123 \cdot 10^4$ |
| 2 | Cewki typu eliptycznego | 440 | 10 | 9,5 | 10 | 320 | 0,31 | 2060 | $162 \cdot 10^4$ |
| 3 | Cewki toroidalne | 720 | 4 | 14 | 10 | 250 | 0,31 | 1240 | $165 \cdot 10^4$ |
| 4 | Cewki siodłowe odb. Rubens | | | 42 | 10 | 80 | 0,31 | 3860 | $352 \cdot 10^4$ |
| 5 | Cewki siodłowe z rys. 36 | 520 | 28 | 20 | 10 | 130 | 0,31 | 1940 | $260 \cdot 10^4$ |

Tablica 2

Dane cewek odchylenia pionowego

| Lp. | Typ cewki | Ilość zwojów | R Ω | L mH | U kV | I mA | Θ radia- ny | S | W _R |
|-----|---|--------------|--------|---------|---------|---------|-------------------|-------|----------------|
| 1 | Wysokooporowe cewki siodłowe z rys. 31a | 8000 | 4000 | | 10 | 20 | 0,31 | 15500 | 590 |
| 2 | Cewki niskooporowe odb. Rubens | | 4,6 | 8,5 | 10 | 270 | 0,31 | 1110 | 2900 |
| 3 | Niskooporowe cewki siodłowe z rys. 36 | 168 | 5,7 | 10 | 10 | 240 | 0,31 | 1300 | 3260 |
| 4 | Cewki typu eliptycznego | 400 | 10 | 9,5 | 10 | 310 | 0,31 | 1000 | 980 |
| 6 | Cewki toroidalne | 720 | 4 | 35 | 10 | 250 | 0,31 | | 3960 |

R — oporność uzwojenia cewki

L — indukcyjność cewki

U — napięcie anodowe

Θ — kąt odchylenia

I — prąd odchylający

$$S = \frac{\Theta \sqrt{U}}{I} \text{ [radian wolt}^{\frac{1}{2}} \text{ amper}^{-1}]$$

$$W_R = \frac{\Theta^2 U}{R I^2} \text{ [radian}^2 \text{ wolt om}^{-1} \text{ amper}^{-2}]$$

$$W_L = \frac{\Theta^2 U}{L I^2} \text{ [radian}^2 \text{ wolt henr}^{-1} \text{ amper}^{-2}]$$

2.4.6. Badanie zniekształceń plamki

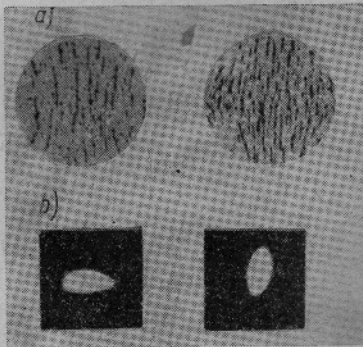
2.4.6.1. Wpływ krzywizny ekranu lampy na ogniskowanie plamki przy odchyłaniu. Promień krzywizny ekranu jest większy niż odległość ekranu od środka cewki odchylającej, dlatego promień zogniskowany w środku ekranu nie będzie zogniskowany na jego brzegach. Zjawisko to daje się szczególnie łatwo zauważyć w lampach o dużym kącie odchylenia.

2.4.6.2. Wpływ nieliniowości pola na kształt plamki. Nie można przy rozważaniach pomijać przekroju wiązki elektronów przechodzącej przez pole cewki odchylającej. W przypadku nieliniowości pola cewki różne punkty przekroju wiązki nie są jednakowo odchylane, dlatego też otrzymujemy zamiast okrągłej plamki figurę zbliżoną do elipsy (rys. 24).

Pomiary zniekształceń plamki wykonane były także bez cewki ogniskującej, przy czym otrzymano na ekranie obraz przekroju wiązki przechodzącej przez cewki odchylające.

Zestawienie rozkładów pól różnych cewek i odpowiadających im obrazów plamki na ekranie przedstawiono na rys. 23.

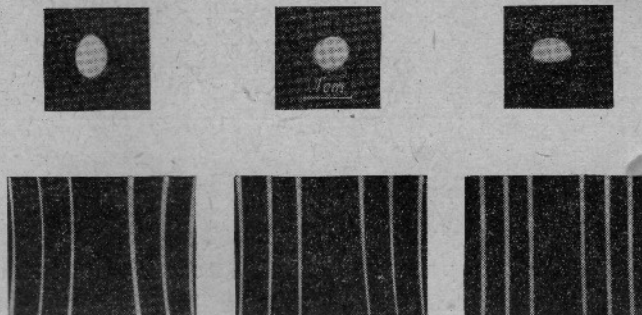
Badania przeprowadzone z cewkami o całkowicie liniowym polu wykazały,



Rys. 24. Wpływ nieliniowości pola na kształt plamki na ekranie: a — kształt pola w środku cewki odchylającej, b — kształt plamki. Zdjęcia zniekształceń plamki wykonane bez cewki ogniskującej; wychylenie 13 cm od środka ekranu lampy 31ŁK2b

że nawet ono powoduje pewne zniekształcenia. Jest to oczywiste, gdyż wiązka o okrągłym przekroju padając pod pewnym kątem na płaszczyznę ekranu tworzy plamkę o kształcie elipsy. Zjawisko to można byłoby kompensować dając pole cewki o charakterze beczkowatym, ale powoduje to zniekształcenia geometryczne. W przypadku obrazu telewizyjnego ważniejszą sprawą jest jednak prawidłowa geometria tła obrazu niż zniekształcenie plamki.

Dane uzyskane dla kilku różnych cewek przedstawia rys. 25. Widać, że prawidłowy kształt plamki uzyskać można dopiero przy znacznych zniekształceniach geometrycznych.



Rys. 25. Zniekształcenia obrazu i kształt odchylonej plamki dla różnych rozkładów uzwojenia. Zdjęcia plamki wykonane bez ogniskowania przy odchyleniu o 13 cm od środka ekranu lampy 31ŁK2b

3. BADANIA ZALEŻNOŚCI ENERGETYCZNYCH ODCHYLENIA

3.1. Czulość cewek odchylających

Czulość odchylenia jest to stosunek odchylenia toru elektronów o pewnej prędkości o dany kąt, do wartości prądu odchylającego. Najprostszą definicję można zapisać

$$S = \frac{\theta \sqrt{U}}{I} \quad (11)$$

gdzie

- θ — kąt odchylenia promienia,
- U — napięcie przyspieszające,
- I — prąd odchyłający.

Ponieważ w przeprowadzonych badaniach czułości stosowano różne systemy cewek, lecz tylko jeden typ lampy (31LK2b), wygodniejsze okazało się określenie czułości nie wprowadzające kąta odchylenia, lecz wychylenie plamki na ekranie — d

$$S' = \frac{d \sqrt{U}}{I} \quad (12)$$

Definicja taka sprowadza pomiar czułości do pomiaru wychylenia i prądu. Wartości czułości otrzymane dla badanych cewek podano w tablicach 1 i 2.

3.2. Wydajność odchylenia

Wydajność odchylenia określamy jako stosunek wychylenia plamki do mocy lub energii dostarczanej do cewek. W przypadku obrazu telewizyjnego szybkości przebiegów odchylenia różnią się tak znacznie, że celowe jest odrębne definiowanie wydajności dla cewek odchylenia poziomego i pionowego.

Dla cewek odchylenia pionowego określamy wydajność jako

$$W_r = \frac{\theta^2 U}{R I^2} \quad (13)$$

gdzie

- θ — kąt odchylenia,
- U — napięcie przyspieszające,
- R — oporność cewek,
- I — prąd odchyłający.

W tym przypadku jest to stosunek wychylenia do mocy.

Dla cewek odchylenia poziomego określamy podobnie

$$W_L = \frac{\theta^2 U}{L I^2} \quad (14)$$

gdzie L — indukcyjność cewek odchyłających.

Do określeń wydajności wprowadzamy pewne uproszczenie przyjmując, że dla cewek odchylenia pionowego nie jest brana pod uwagę energia magazynowana w indukcyjności w porównaniu z energią traconą na oporności. Odwrotnie zakładamy dla cewek odchylenia poziomego, gdzie straty na oporności są małe.

Rozpatrując wydajność cewki jako stosunek objętości pola magnetycznego, które jest konieczne do odchylenia, do całego pola wytwarzanego przez rzeczywiste cewki, otrzymujemy wzór

$$W = \frac{a^2 \sin^2 \theta U}{l L I^2} \quad (15)$$

gdzie

- a — wewnętrzna średnica cewki,
- l — długość cewek odchyłających.

Z powyższego sformułowania wydajności cewki wynikają następujące wnioski:

1. Przy zachowaniu wymiarów cewki wydajność jej nie zmienia się przy zmianie ilości zwojów.
2. Wyższą wydajność osiągamy przez zmniejszenie pól rozproszonych.
3. Wydajność cewki nie zależy od jej długości; moc dostarczana do cewki jest odwrotnie proporcjonalna do długości, dlatego też należy konstruować cewki możliwie długie.
4. Moc dostarczana do cewki rośnie z kwadratem jej średnicy, należy więc umieszczać uzwojenie możliwie blisko szyjki lampy.
5. Wydajność można znacznie zwiększyć stosując rdzenie ferromagnetyczne. Z przeprowadzonych prób wynika, że indukcyjność rośnie wtedy o 30%, zaś prąd odchyłający maleje o 40%. Korzyści są widoczne, gdyż prąd występuje we wzorze w drugiej potęgze.

Uzyskane wyniki zestawiono w tablicach 1 i 2. Wyraźne korzyści płyną z zastosowania rdzenia ferrytowego. Porównanie dwóch cewek o różnej długości czoł wykazuje przewagę cewki o krótszych czołach.

W zestawieniu przedstawiono dwie cewki eksperymentalne. Cewka o uzwojeniu w kształcie elipsy nie przynosi specjalnych korzyści. Interesujące wyniki uzyskano dla cewki toroidalnej. Odznacza się ona dużą wartością indukcyjności przy niskiej oporności. Cewki tego typu mogą być stosowane do odchylenia pionowego, do odchylenia poziomego natomiast system ten nie nadaje się.

4. POMIARY PARAMETRÓW CEWEK ODCHYLAJĄCYCH

4.1. Pomiar indukcyjności, oporności i pojemności własnej cewek

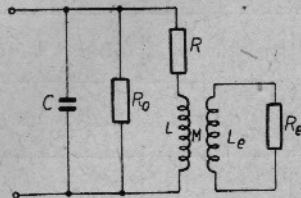
Cewkę odchyłającą możemy przedstawić w postaci układu zastępczego przedstawionego na rys. 26.

Przy badaniu cewek stosowano schemat uproszczony opuszczając R_0 , gdyż cewki badane były przeważnie powietrzne lub z rdzeniami ferrytowymi o małej stratności. Wpływ L_0 , R_0 również jest pominięty.

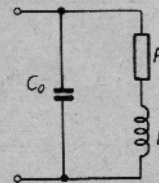
Pomiary R i L przeprowadzono metodą mostkową.

Pomiar pojemności własnej był dość kłopotliwy. Stosowano dwie metody pomiarowe.

1. Metoda rezonansu własnego cewki. Zarówno indukcyjność, jak i pojemność własna cewki są znaczne, a więc częstotli-

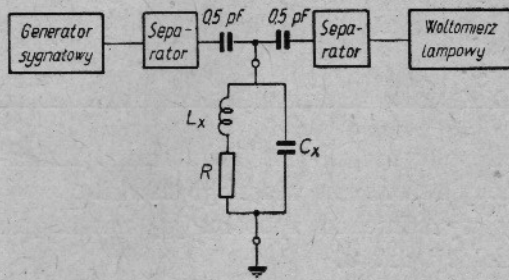


Rys. 26. Schemat zastępczy cewki odchylającej: C — pojemności własne cewki, R — oporność drutu, R_0 — oporność przedstawiająca straty w rdzeniu, L — indukcyjność cewki, L_e — indukcyjność ekranu metalowego otaczającego cewkę, R_e — oporność ekranu

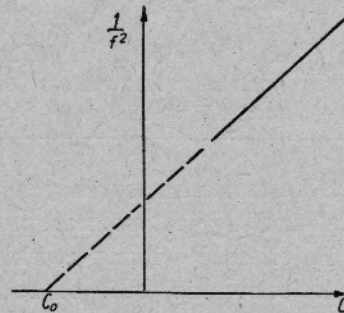


Rys. 27. Uproszczony schemat zastępczy cewki odchylającej

wość rezonansowa jest niezbyt wysoka. Cewkę zasilano z generatora poprzez separator. Napięcie na cewce również mierzono przez separator w celu zmniejszenia pojemności wnoszonych przez układ. Pojemność wejściowa całego układu wynosiła ok. 5 pF.



Rys. 28. Układ do pomiarów pojemności własnej cewki metodą rezonansu



Rys. 29. Określanie pojemności własnej metodą graficzną

2. Metoda graficzna. Polega ona na ekstrapolacji charakterystyki rezonansu cewki $f_r = f(C)$. W tym celu dołączamy do cewki dodatkowy kondensator i zdejmujemy charakterystykę w funkcji jego pojemności. W przybliżeniu przyjąć można, że

$$\frac{1}{\omega^2} = L(C + C_0) \quad (16)$$

Przedłużając otrzymaną charakterystykę otrzymujemy wartość C_0 . Obie metody pomiarowe nie są pozbawione błędów. W pierwszym przypadku otrzymujemy wartość pojemności dla dużych częstotliwości, gdzie

wartość indukcyjności jest inna niż dla częstotliwości niskich. W drugim przypadku sama metoda wykreślona wprowadza duży błąd pomiarowy. Zestawienie wyników podano w tabl. 3.

Tablica 3
Zestawienie wartości pojemności własnych dla różnych typów cewek

| Lp. | Typ cewki | Ilość sekcji | Ilość zwojów | R | L | C _I | C _{II} | $\frac{C_{II}}{L}$ |
|-----|---|--------------|--------------|-----|------|----------------|-----------------|--------------------|
| | | | | Ω | mH | pF | pF | $\frac{pF}{mH}$ |
| 1 | Cewki siodłowe odchyłania poziomego nawinięte drutem 0,2 w emalii | 5 | 960 | 120 | 38 | 44 | 48 | 1,25 |
| 2 | Cewki siodłowe odchyłania poziomego nawinięte drutem 0,2 w jedwabiu | 4 | 600 | 75 | 14,7 | 15 | 17 | 1,15 |
| 3 | Cewki siodłowe odchyłania poziomego odb. Rubens nawinięte drutem w jedwabiu | 4 | | 45 | 42 | 27 | 24 | 0,57 |
| 4 | Cewki eliptyczne odchyłania poziomego nawinięte drutem 0,2 w jedwabiu | 1 | 1000 | 36 | 7 | | 11 | 1,57 |
| 5 | Cewki toroidalne odchyłania poziomego nawinięte drutem 0,2 w bawełnie | 3 | 480 | 2 | 7,5 | 20 | 18 | 2,40 |

Z zestawienia wynika, że zgodność obu metod jest dostateczna. Znacznie prostszy jest pomiar przy pomocy rezonansu własnego cewki.

Pojemność własna cewki zależy wyraźnie od sposobu jej nawinięcia (sekcjonowanie) oraz od rodzaju izolacji drutu.

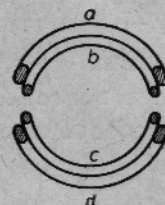
4.2. Wpływ cewki na kształt prądu odchyłającego

Indukcyjność i pojemność cewki tworzą obwód rezonansowy i wywierają szkodliwy wpływ na kształt prądu odchyłającego. Daje się to zauważyć przy dużych częstotliwościach (odchyłanie poziome). Następująca przy powrocie promienia szybka zmiana prądu wywołuje znaczny impuls napięcia na cewce i pobudza obwód do drgań, co powoduje powstanie oscylacji na początku przebiegu odchyłającego (rys. 30). Zjawisko to zachodzi prawie niezależnie od wielkości pojemności własnej cewki. Pojemność wpływa głównie na częstotliwość oscylacji. Przez dołączenie równoległe małego zmiennego kondensatora do połówki uzwojenia można jednak łatwo dobrać odpowiednią wartość pojemności, przy której oscylacje znikają.

Szkodliwy wpływ pojemności zmniejszyć można przez odpowiednie połączenie sekcji. Połączenie $a-d-b-c$ z rys. 31 daje zmniejszenie szkodliwych efektów.



Rys. 30. Zniekształcenia przebiegu prądu odchyłającego wprowadzane przez cewkę odchyłającą



Rys. 31. Połączenie sekcji cewki w kolejności $a-d-b-c$

Zmniejszenie pojemności własnej cewki uzyskujemy przez stosowanie uzwojenia sekcjonowanego, nawijanie drutem o grubszej izolacji oraz stosowanie możliwie grubych przekładek izolacyjnych między sekcjami.

5. PROJEKTOWANIE CEWEK ODCHYLAJĄCYCH

Przeliczanie parametrów cewek odchyłających przy pomocy wzorów wyprowadzonych teoretycznie jest proste.

Jednocześnie obliczenia tego rodzaju dają niewielkie korzyści praktyczne, gdyż wzory wyprowadzane są zwykle dla uproszczonego przypadku wyidealizowanej cewki. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń zebrano szereg danych korygujących proste wzory przeliczeniowe.

5.1. Długość cewki odchyłającej

Z wymiarów geometrycznych kineskopu można wyprowadzić prosty wzór przeliczeniowy.

Maksymalna dopuszczalna długość cewki wynosi

$$l = \frac{2(r_0 - r)}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (17)$$

gdzie

- r_0 — wewnętrzny promień szyjki lampy,
- r — promień wiązki elektronów przechodzących przez szyjkę lampy,
- α — największy kąt odchylenia.

Przy wyprowadzaniu wzoru założono, że pole odchyłające jest równomierne i zawarte w obszarze o długości L . Rzeczywisty rozkład pola

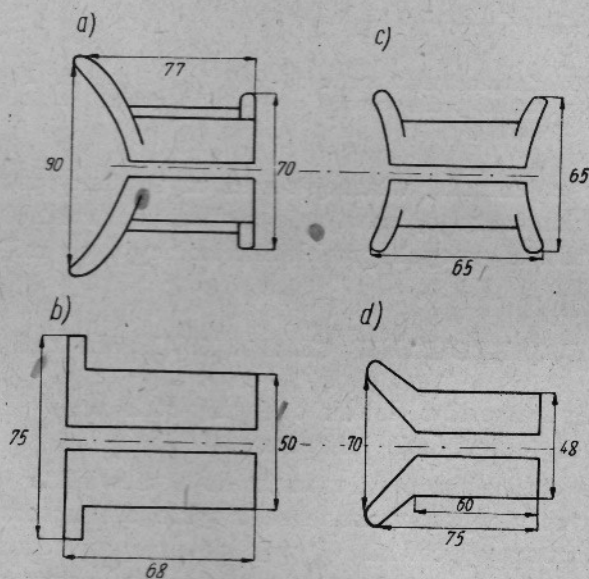
przedstawia rys. 15. W tych warunkach trudno jest ustalić, jak należy określić długość pola cewki.

Dla cewek siodłowych dobrano empiryczną zależność

$$l = 1,2 l_{sr} \quad (18)$$

gdzie l_{sr} — jest średnią długością czynnego uzwojenia cewki.

Stwierdzono, że wpływ zewnętrznego rdzenia ferromagnetycznego mało wpływa na rozkład pola, a więc przeliczenie można stosować także do tego rodzaju cewek.



Rys. 32. Maksymalne długości cewek dobrane dla lampy 31ŁK2b

Długości cewek dobranych dla lampy 31ŁK2B podano na rys. 32. Długość cewek toroidalnych wyliczyć można ze wzoru

$$l = l_r + 0,5 d \quad (19)$$

gdzie

- l_r — szerokość rdzenia,
- d — średnica wewnętrzna rdzenia.

Obliczenia powyższe mają charakter orientacyjny i należy w miarę możliwości korygować je doświadczalnie.

5.2. Obliczenie ilości amperozwojów

Odchylenie promienia elektronów zależy od iloczynu indukcji magnetycznej przez długość pola. Przyjmując uprzednio obliczoną długość ce-

wiek znajdujemy wartość indukcji ze znanego z optyki elektronowej wzoru

$$B = \frac{3,3 \sqrt{U}}{l} \sin \alpha \quad (20)$$

gdzie

- U — napięcie przyspieszające [V],
- l — długość cewki [cm],
- α — kąt odchylenia.

Ilość amperozwojów cewki obliczamy z prostej dla powietrza zależności

$$A_z = k B D \quad (21)$$

gdzie

- D — średnica wewnętrzna cewki w cm,
- k — współczynnik dobrany doświadczalnie
dla cewek powietrznych $k \approx 1,4$,
dla cewek z zewnętrznym rdzeniem $k \approx 0,9$.

Podstawiając wartość indukcji B otrzymujemy wzór ostateczny

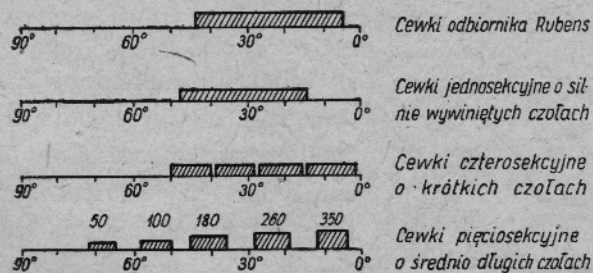
$$A_z = \frac{3,3 k D \sqrt{U}}{l} \sin \theta' \quad (22)$$

gdzie θ' — maksymalny kąt odchylenia od osi w kierunku poziomym lub pionowym.

Obliczenia przeprowadzone dla licznych cewek zawierały błąd nie większy niż 20%.

5.3. Rozkład uzwojenia cewki

Obliczenie rozkładu uzwojenia można przeprowadzić metodą podaną w rozdz. 2.4.4. Daje to jednak rozkład nie uwzględniający wpływu czoł



Rys. 33. Rozkłady uzwojenia cewek, dla których uzyskano prawidłowy obraz

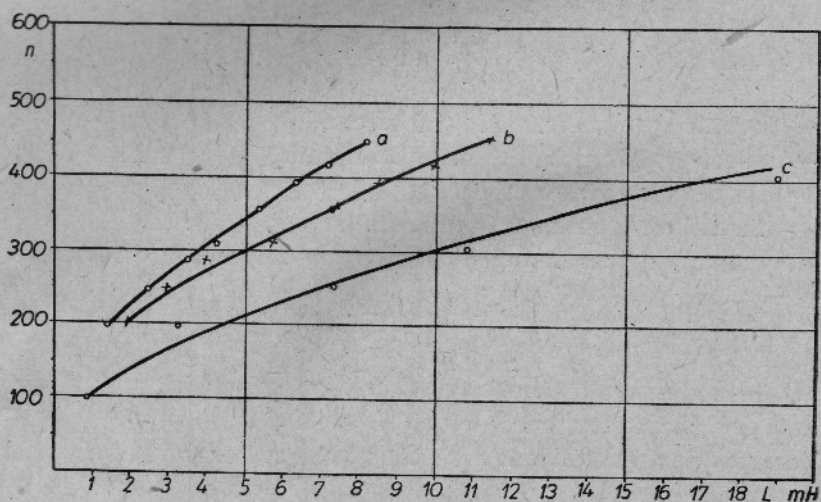
i końców cewek. Dla cewek rzeczywistych należy stosować skorygowany rozkład uzwojenia. Zwoje muszą być wówczas przesunięte w kierunku mniejszych kątów. Współczynnik a_3 powinien być większy od zera. Dla

cewek z czołami odgiętymi pod kątem prostym o długości czoł ok. 20 mm otrzymano $a_3 = 0,15 \div 0,18$.

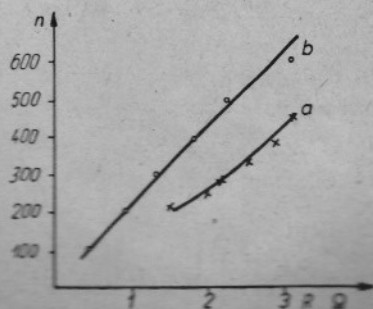
W miarę wydłużania czoł $a_3 \rightarrow 0$. Jako przykład podano na rys. 33 rozkład uzwojeń dla różnych cewek, które dawały prawidłowy obraz.

5.4. Obliczenie oporności i indukcyjności cewek

Na ogół dopasowujemy wartość parametrów elektrycznych cewek do układu odchylającego. Mając więc dane wartości R i L należy dobrać odpowiednie uzwojenie.



Rys. 34. Zależność indukcyjności cewki od ilości zwojów: a — cewka siodłowa z rys. 20b bez rdzenia ferromagnetycznego, nawinięta drutem 0,2 w izolacji bawełnianej podwójnej, b — ta sama cewka z rdzeniem zewnętrznym ferrytowym o wymiarach: średnica wewnętrzna 60 mm, przekrój 30×8 , c — cewka toroidalna z rys. 15a nawinięta drutem 0,2 w izolacji bawełnianej podwójnej na rdzeniu z punktu b



Rys. 35. Zależność oporności cewki od ilości zwojów: a — cewka z rys. 32a, b — cewka z rys. 32c nawinięta drutem 0,2 w emalii

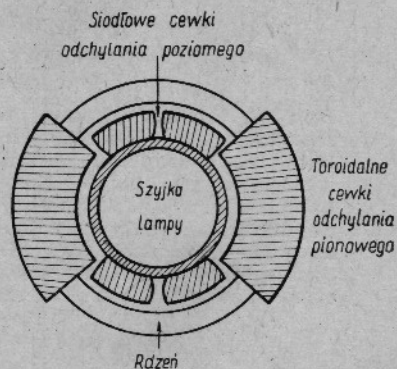
Obliczenie dokładnej ilości zwojów cewki przy narzuconych wartościach R i L jest prawie niemożliwe. Podanie choćby empirycznych wzorów przeliczeniowych jest bardzo utrudnione ze względu na złożony kształt geometryczny cewek.

Pewnym ułatwieniem mogą być rysunki 34 i 35 przedstawiające wartości indukcyjności i oporności uzyskiwane dla cewek o podanych wymiarach.

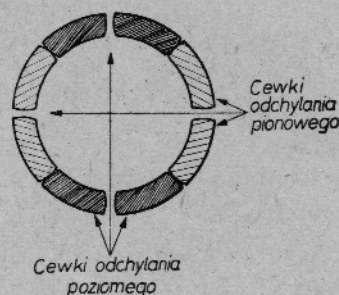
6. OGÓLNE UWAGI O KONSTRUKCJI CEWEK ODCHYLAJĄCYCH

Z uzyskanych wyników widać, że pole cewki odchylającej powinno być nieliniowe dla uzyskania prawidłowego obrazu. Z drugiej strony nieliniowe pole daje zniekształcenia plamki. Rozwiązanie musi być pewnym kompromisem między tymi dwoma wpływami. W odbiornikach telewizyjnych sprawą zasadniczą jest prawidłowa geometria obrazu, dlatego uzwojenia należy dobierać głównie pod tym kątem. Z podobnych względów korzystniejsze jest stosowanie uzwojenia sekcjonowanego o możliwie dużej ilości sekcji.

Prawidłowy obraz daje się uzyskać nawet przy cewkach jednosekcyjnych, lecz występują wówczas dość znaczne zniekształcenia plamki. Jeżeli jednak w grę wchodzi koszt produkcji, należy unikać zbyt wielkiej ilości sekcji. Całkiem zadowalające wyniki uzyskiwano przy cewkach 3—4-sekcyjnych. Podział cewek na sekcje ma ponadto tę zaletę, że zmniejsza ich pojemności własne. Czoła cewek powinny być wywinięte



Rys. 36. Rozkład uzwojeń cewek odchylenia poziomego i pionowego wokół szyjki



Rys. 37. Połączenie cewek siodłowych odchylenia poziomego cewkami toroidalnymi odchylenia pionowego

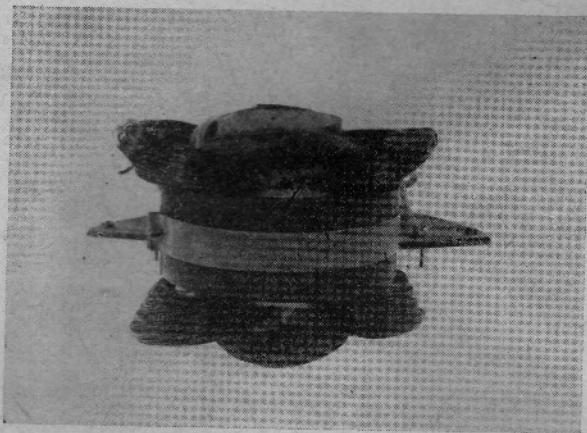
możliwie daleko. Stosując czoła mało wywinięte zyskujemy wprawdzie na wydajności odchylenia i możemy otrzymać obraz o poprawnej geometrii, jednak zachodzą wtedy silne zniekształcenia plamki. Dlatego też w urządzeniach, w których szczególnie ważna jest wielkość plamki, stosować należy cewki o silnie wywiniętych czołach. Uwagi te odnoszą się głównie do przednich czoł cewek. Tylne czoła mogą być w ogóle nie wywinięte, gdyż w obszarze tym strumień elektronów przebiega właściwie w nie zniekształconym obszarze pola, w pobliżu osi cewki.

Konstruując cewkę należy dążyć do umieszczenia uzwojenia możliwie blisko szyjki lampy. Dlatego też szczególnie korzystna jest konstrukcja, w której uzwojenia odchylenia poziomego i pionowego dają się umieścić w jednej warstwie jak najbliżej szyjki (rys. 36). Rozwiązanie prowadzi jednak do dość skomplikowanego kształtu cewek.

Dobre wyniki uzyskano również dla zespołu cewek, w których zastosowano cewki toroidalne odchylenia pionowego i siodłowe odchylenia poziomego. Wydajność tego systemu jest znaczna, a rozmieszczenie uzwojeń umożliwia dobre wykorzystanie miejsca (rys. 37).

Ze względu na wydajność cewki należy dążyć do stosowania rdzeni ferromagnetycznych. Przy niższych częstotliwościach może być to rdzeń złożony ze zwykłych blach krzemowych. Próby przeprowadzone z takimi rdzeniami w układzie odchylenia poziomego nie dały pożądanych wyników, ze względu na duże straty w rdzeniu. Przy wyższych częstotliwościach należy stosować rdzenie proszkowe lub ferrytowe.

Ważną sprawą jest rodzaj drutu uzwojenia. Przekrój jego powinien być możliwie duży, izolacja również jak najgrubsza, szczególnie w cewkach odchylenia poziomego, gdzie występują duże napięcia. Grubsza izolacja powoduje ponadto zmniejszenie pojemności własnej cewek.



Rys. 38. Cewki wykonane w Instytucie Tele- i Radiotechnicznym. Uzwojenie cewek odchylenia poziomego wykonano drutem 0,2 w podwójnej bawełnie, odchylenia pionowego — drutem 0,6 w emalii. Zastosowano rdzeń ferrytowy z cewek odbiornika Rembrandt

Opierając się na tych uwagach wykonano cewki modelowe przedstawione na rys. 38. Zastosowano w nich 4 sekcje o jednakowych wymiarach i jednakowej ilości zwojów, co umożliwiło równomierne rozmieszczenie uzwojenia od 0° do 45° . Czoła zarówno przednie jak i tylne wywinęto pod kątem prostym. Maksymalna długość czoł wynosi ok. 3 cm. Cewki odchylenia poziomego nawinięto drutem 0,2 w podwójnej bawełnie, natomiast cewki odchylenia pionowego — drutem 0,6 w emalii. Cewki modelowe dają obraz o prawidłowej geometrii. Zniekształcenia plamki są stosunkowo małe.

Z osiągniętych wyników widać, że konstrukcje przedstawione na rys. 35 i 36 są najbardziej korzystne tak pod względem wydajności, jak i możliwości uzyskania poprawnego obrazu, jednocześnie zaś stosunkowo proste.

WYKAZ LITERATURY

- [1] Soller T., Starr. M. A., Valley G. E.: Cathode-Ray Tube Displays.
- [2] Maloff I. G., Epstein D. W.: Electron Optics in Television.
- [3] Henkel J., Paszkowski B.: Lampy elektronowe.
- [4] Say M. G.: Cathode-Ray Tubes.
- [5] Hutton J. A.: The Focusing of Cathode Ray Tubes for Television Receivers J. B. RE, maj 1952.
- [6] Bowie R. M.: The Negative — Ion Blemish in a Cathode-Ray Tube and its Elimination. Proc. I. R. E., grudz. 1948, 36, nr 2.
- [7] Woroncow A.: Iron-cored Deflecting Coils for C. R. Tubes Proc. I. E. E., 1946, cz. IIIa, 93, nr 10, 1564.
- [8] Bycer. B.: Design Consideration for Scanning Yokes. Tele-Tech, sierp. 1950.
- [9] Anastigmatic Deflection Coils for Television. Electronics, paźdz. 1949.
- [10] Cocking W. T.: Frame Deflector Coil Efficiency. W. W., sierp. 1948.

J. Kamler

**INVESTIGATION OF MAGNETIC FOCUSING AND DEFLECTING
IN CATHODE-RAY TUBES**

Summary

The work is devoted to the investigation of deflecting and focusing coils and ion traps for television cathode-ray tubes. Results of experiments are given concerning winding shapes and magnetic field distribution obtained. Geometrical deformations of television picture are discussed as well as deformations of luminous spot in connection with the distribution of magnetic field. A method of calculating the distribution of magnetic field for any dislocation of winding is given.

Power relations for various designs of deflecting coils are investigated. The best results are obtained with horizontal-deflection coils of saddle type and with vertical-deflection coils of toroidal type. Tentative methods of designing deflecting coils are given as well.

Я. Камлер

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФОКУСИРОВКИ И МАГНИТНОГО ОТКЛОНЕНИЯ
ЛУЧА В ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЁМНЫХ ТРУБКАХ**

Резюме

В статье описаны исследования отклоняющих и фокусирующих катушек а также ионных ловушек для телевизионных приёмных трубок. Приведены результаты исследований разных форм намоток и полученных распределений магнитных полей. Рассмотрены геометрические искажения телевизионного изображения, а также искажения светового пятна в зависимости от распределения магнитного поля. Описан метод расчёта распределения поля в зависимости от размещения намотки.

Проведены исследования энергетических соотношений для отклоняющих катушек с разными видами конструктивного оформления. Лучшие результаты получены с катушками горизонтального отклонения с отогнутыми краями и с катушками вертикального отклонения с тороидальным сердечником. Приведены ориентировочные методы проектирования отклоняющих катушек.

J. Kamler

LES ÉTUDES DES PHÉNOMÈNES DE FOCALISATION ET DE DÉVIATION MAGNÉTIQUES DANS LES TUBES À RAYONS CATHODIQUES POUR TÉLÉVISION

Résumé

Le présent travail est consacré à l'étude des bobines de déviation et de focalisation ainsi que pièges à ions employées dans les tubes à rayons cathodiques pour télévision.

On a donné les résultats des recherches des diverses formes de bobinage et des répartitions de champs magnétiques obtenus. On a également envisagé les déformations géométriques de l'image de télévision ainsi que les déformations du point lumineux en dépendance de la distribution du champ magnétique. La méthode de calcul de la répartition du champ d'après la disposition du bobinage a été décrite.

On a, en outre, examiné au point de vue énergétique les bobines de déviation de diverses constructions. Les résultats les plus avantageux ont été obtenus pour les bobines de déviation horizontales du type ensellé et pour les bobines de déviation verticales du type toroidal. On a présenté aussi des méthodes approximatives à projeter les bobines de déviation.

J. Kamler

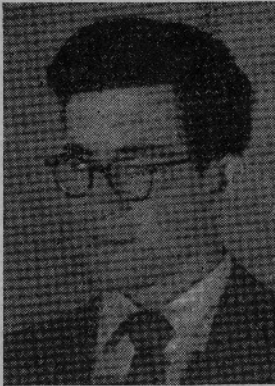
FORSCHUNGEN ÜBER FOKUSSIERUNG UND MAGNETISCHE ABLENKUNG IN BILDRÖHREN

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt die Forschungen über die Verwendung von Ablenk- und Fokussierspulen sowie Ionenfallen in Bildröhren. Die Ergebnisse der Forschungen über Wicklungsaufbau sowie die entsprechenden Magnetfeldverteilungen sind angeführt worden. Der Zusammenhang zwischen der geometrischen Verzerrung des Fernsehbildes sowie der Verzerrung des Leuchtfleckes und der Verteilung des Magnetischen Feldes werden eingehend untersucht. Anschliessend wird eine Methode zur Berechnung des magnetischen Feldes in Abhängigkeit von der gegebenen Wicklungsverteilung beschrieben.

Auf Grund einer Untersuchung der energetischen Zusammenhänge in Ablenkspulen ist festgestellt worden, dass die günstigsten Ergebnisse für die Horizontalablenkspulen mit der Toroidaltypen erzielt werden.

Es wird gleichfalls einen überschlängige Entwurfsmethode für die Ablenkspulen angegeben.



INŻ. JACEK KAMLER urodził się dnia 13.6.1933 r. w Warszawie. W latach 1951—1954 studiował na Politechnice Warszawskiej specjalizując się w elektronice. Po otrzymaniu dyplomu inżyniera łączności, od roku 1954 kontynuuje studia magisterskie. W roku 1955 rozpoczął pracę w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji, zajmując się badaniem jakości obrazu telewizyjnego. Pracę tę prowadził następnie od roku 1956 w Instytucie Tele- i Radiotechnicznym.



DOC. MGR INŻ. WINCENTY PAJEWSKI urodził się dnia 12.8.1912 r. w Warszawie. W roku 1938 uzyskał dyplom inżyniera elektryka na Politechnice Warszawskiej, specjalizując się w dziedzinie piezoelektryczności. Pracę zawodową rozpoczął w r. 1938 w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, a następnie kontynuował w charakterze kierownika działu kwarców od r. 1946; obecnie pełni funkcję kierownika Zakładu Materiałoznawstwa w Instytucie Tele- i Radiotechnicznym. Jest autorem wielu opublikowanych prac naukowych z dziedziny piezoelektryczności, jak również laureatem zespołowej Nagrody Państwowej III stopnia, przyznanej w 1952 r. za badania nad materiałami i elementami piezoelektrycznymi oraz za uruchomienie produkcji oscylatorów kwarcowych i syntetycznych. Przez szereg lat prowadził na Politechnice Warszawskiej wykłady z dziedziny oscylatorów i rezonatorów piezoelektrycznych. W roku 1955 otrzymał tytuł naukowy docenta.

SOMMAIRE

(Le résumé en langue française est
inséré à la fin de chaque article)

| | Page |
|---|------|
| 1. <i>T. Konopiński</i> — Les filtres des redresseurs à grande puissance en régime transitoire | 3 |
| 2. <i>H. Schoenman</i> — L'appareil de mesure de fréquences des impulsions | 19 |
| 3. <i>M. Zbikowski</i> — Application de la méthode potentiométrique pour les mesures des propriétés des matériaux magnétiques | 33 |
| 4. <i>M. Bednarek</i> — Le générateur magnétique des impulsions | 47 |
| 5. <i>W. Mirkowski</i> — La possibilité d'une meilleure exploitation des réseaux téléphoniques urbains par l'emploi des centraux satellites automatiques utilisés comme centraux d'abonné | 73 |
| 6. <i>W. Pajewski</i> — Cristallization du quartz | 89 |
| 7. <i>J. Kamler</i> — Les études des phénomènes de focalisation et de déviation magnétiques dans les tubes à rayons cathodiques pour télévision | 103 |
| 8. Des nouvelles des établissements d'études de ITR | 133 |
| 9. Communiqués reçus | 143 |
| 10. Les auteurs des travaux publiés dans le cahier 2 „Prace ITR” | 145 |

INHALT

(Die Inhaltsangabe in deutscher
Sprache befindet sich am Ende
jedes Artikels)

| | Seite |
|--|-------|
| 1. <i>T. Konopiński</i> — Elektrische Einschwingvorgänge in Filtern von Hochleistungs-Netzgleichrichtern | 3 |
| 2. <i>H. Schoenman</i> — Der Impulsfrequenzmesser | 19 |
| 3. <i>M. Zbikowski</i> — Anwendung potentiometrischer Messmethoden bei Prüfungen von Eigenschaften magnetischer Werkstoffe | 33 |
| 4. <i>M. Bednarek</i> — Magnetischer Impulsgenerator | 47 |
| 5. <i>W. Mirkowski</i> — Bessere Ausnutzungsmöglichkeiten der Ortssprechnetze durch vollautomatische Nebenstellenanlagen, die gleichzeitig die Aufgaben der Teilämter erfüllen | 73 |
| 6. <i>W. Pajewski</i> — Kristallisation des Bergkristals | 89 |
| 7. <i>J. Kamler</i> — Forschungen über Fokussierung und magnetische Ablenkung in Bildröhren | 103 |
| 8. Nachrichten aus den Forschungslaboratorien des ITR | 133 |
| 9. Zugesandte Mitteilungen | 143 |
| 10. Die Verfasser der im Heft 2 „Prace ITR” veröffentlichten Arbeiten | 145 |