

mgr inż. Bogdan Gorczyca, dr inż. Tomasz Wartanowicz,
mgr inż. Andrzej Zajdel

Instytut Techniki Ciepłej
Politechniki Warszawskiej

OPRACOWANIE KONCEPCJI DIAGNOSTYKI PLAZMY OBSZARU PRZYELEKTRODOWEGO W EFEKCIE KALOROELEKTRYCZNYM

W pracy przeprowadzono rozważania nad laserowymi metodami diagnostyki plazmy pod kątem ich wykorzystania w badaniach obszaru przyelektrodowego w efekcie kaloroelektrycznym.

Stwierdzono, że ze względu na wymagany poziom czułości oraz możliwości układowe do badań tego efektu nadają się dwie metody interferometryczne oraz metoda wykorzystująca rozpraszanie światła.

Dla wymienionych metod zaproponowano układy pomiarowe, podając zasady przeprowadzenia badań. W odniesieniu do metod interferometrycznych przeprowadzono próbę ustalenia wpływu szumów na sygnał użyteczny. Analiza wykazała celowość stosowania światła laserowego.

1. WSTĘP

Istota efektu kaloroelektrycznego polega na wytworzeniu się różnicy potencjałów elektrycznych między dwoma elektrodami o różnych temperaturach, umieszczonymi w plazmie; warunkiem koniecznym by wymienione zjawisko zachodziło jest występowanie kondensacji objętościowej w obszarze elektrody zimniejszej. Mechanizm tego zjawiska jest bardzo złożony. Niestety do tej pory nie udało się uzyskać zadawalającego

opisu analitycznego, ani nawet dokładnie poznać jego przebieg, a to ze względu na brak dostatecznego materiału eksperymentalnego, który pozwoliłby zweryfikować proponowane hipotezy. Niemniej przeprowadzone już eksperymenty stwarzają bardzo obiecujące perspektywy dla praktycznych zastosowań tego efektu.

W efekcie kaloroelektrycznym występuje różnica potencjałów o rząd wyższa niż w porównaniu z klasyczną termoparą plazmową w analogicznych warunkach termodynamicznych.

I tak np. dla różnicy temperatur między elektrodami równej 473 K otrzymano różnicę potencjałów między nimi wynoszącą około 10 V. Takiej różnicy temperatur odpowiada w przypadku klasycznej termopary plazmowej napięcie kilku dziesiątych wolta. Porównanie to wskazuje jak interesująca jest możliwość budowy urządzeń wykorzystujących efekt kaloroelektryczny do bezpośredniej konwersji ciepła w energię elektryczną.

W chwili obecnej przyjmuje się za słuszne, że wartość SEM zależy od różnicy temperatur elektrod, a także to, że efekt kaloroelektryczny nie zachodzi tam, gdzie do otrzymania plazmy wykorzystano gaz nie skraplający się w obszarze elektrody zimnej. Upatruje się zatem specyfikę tego zjawiska w "wykrapaniu plazmy".

Przeprowadzone dotychczas badania [7, 8] wykazały duży spadek temperatury elektronowej w obszarze zimnej elektrody oraz potwierdziły hipotezę kondensacji objętościowej w tym obszarze. Sądzi się, że utworzone w jej wyniku krople czynnika zbierają elektrony i jony ujemne, tworząc w ten sposób ciężkie nośniki ładunku ujemnego. W polu elektrody zimnej mamy zatem obok elektronów i jonów dodatnich, ciężkie cząstki ujemne - krople.

Chęć potwierdzenia powyższych przypuszczeń i lepszego poznania mechanizmu powstawania efektu kaloroelektrycznego jest powodem, dla którego powstała koncepcja badania obszaru przy zimnej elektrodzie.

2. METODY POMIAROWE

Po zapoznaniu się ze stosowanymi obecnie metodami służącymi do badania plazmy oraz mając na uwadze specyfikę badań efektu kaloroelektrycznego zdecydowano się na wybór laserowych metod diagnostyki plazmy. W wyborze tych metod kierowano się następującymi kryteriami:

- 1) parametr mierzony,
- 2) rodzaj badanych cząstek,
- 3) przewidywana wartość mierzonego parametru,
- 4) rozmiary obszaru pomiarowego,
- 5) możliwości aparaturowe.

Przeanalizowano trzy podstawowe metody badawcze oparte na zjawiskach wzajemnego oddziaływania ośrodka badanego ze światłem laserowym, a mianowicie na zjawiskach refrakcji, rozpraszania oraz pochłaniania.

Z uwagi na przewidywane stosunkowo małe koncentracje cząstek w plazmie oraz ze względu na małą moc dostępnego lasera He-Ne, metodę opartą na zjawisku pochłaniania energii światła laserowego należało odrzucić. Znalazło to potwierdzenie w badaniach przeprowadzonych przez autorów i omówionych w p.3.

2.1. METODY INTERFEROMETRYCZNE

Metody interferometryczne diagnostyki plazmy oparte są na zjawiskach refrakcji, tj. zmianie współczynnika załamania światła dla plazmy w zależności od koncentracji cząstek naładowanych w plazmie.

Proponuje się wzięcie pod uwagę dwóch metod interferometrycznych, a mianowicie:

- metodę z interferometrem Mach-Zehndera pracującym w zakresie widzialnym widma promieniowania z przemianą częstotliwości,

- metodę z interferometrem Mach-Zehndera pracującym na podczerwieni, również z przemianą częstotliwości.

Wybór dwu powyższych metod pomiarowych związany jest z faktem, że w badanym obszarze przyelektrodowym obok elektronów i jonów dodatnich występują również ciężkie ładunki ujemne.

Wyrażenie na współczynnik załamania światła ma różny jakościowo charakter, zależnie od tego, czy opisuje koncentrację elektronów, czy - cząstek ciężkich.

I tak, dla elektronów o koncentracji n_e , mamy zależność [1], [3]

$$n - 1 = - \frac{e^2 \lambda^2}{2 \pi m c^2} n_e, \quad (1)$$

Natomiast dla cząstek ciężkich o koncentracji N zależność przybiera postać [2]

$$n - 1 = N A \left(1 + \frac{B}{\lambda^2} \right), \quad (2)$$

gdzie: n - współczynnik załamania światła dla plazmy,

e - ładunek elektronu,

m - masa elektronu,

c - prędkość światła,

λ - długość fali światła sondującego plazmę,

A, B - stałe zależne od rodzaju ośrodka.

Z zależności powyższych wynika, że ze wzrostem długości fali promieniowania sondującego plazmę, rośnie czułość metody interferometrycznej w określaniu gęstości elektronów, natomiast ze zmniejszaniem się długości fali rośnie czułość metody w określaniu koncentracji cząstek ciężkich. Stąd proponowane powyżej metody służyć będą odpowiednio do badań koncentracji cząstek ciężkich i elektronów. Zdecydowano się na układ interferometryczny Mach-Zehndera ze względu na jego prostotę budowy i brak w praktyce ograniczeń przy manewrowaniu przetwornikiem kaloroelektrycznym razem z urządzeniami pomocniczymi.

2.1.1. PROPONOWY UKŁAD POMIAROWY

Obie wyżej wymienione metody interferometryczne można wykorzystać w układzie pomiarowym, którego schemat podano na rys.1.

Wiązka światła laserowego dzieli się w interferometrze Mach-Zehndera na wiązkę przechodzącą przez obiekt pomiarowy 1 oraz na wiązkę przechodzącą przez układ przemiany częstotliwości 3.

Układ 3 pracuje w taki sposób, że jeśli na jego wejście skieruje się falę elektromagnetyczną o częstotliwości ω , to na wyjściu otrzymamy fale o częstotliwościach

$$\omega \pm k \Omega,$$

gdzie: Ω - częstota leżąca w zakresie radiowym,

k - liczby całkowite 0, 1, 2, ...

Po przejściu światła przez 3 oraz przez badany obiekt 1 obie wiązki padają na fotokatodę 5, której prąd niesie w zakresie radiowym o częstotliwości Ω informację dotyczącą zmiany fazy światła sondującego plazmę.

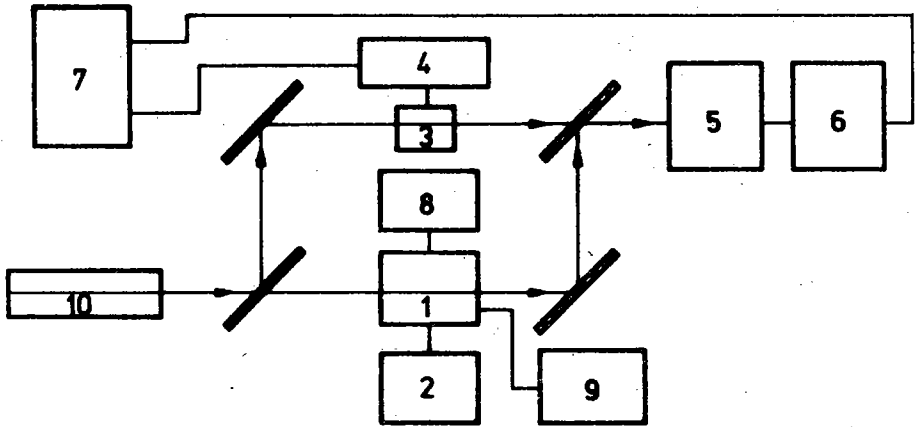
Selektywny wzmacniacz 6 jest dostrojony do częstotliwości fali Ω i wzmacnia sygnał z fotokatody.

Sygnał podawany jest na wejściu fazomierza elektronicznego 7, mierzącego zmianę fazy światła przechodzącego przez badany obszar przyelektrodowy.

Badany przetwornik kaloroelektryczny umieszczony jest w układzie termostatującym, wewnątrz którego panuje temperatura wymagana dla potrzeb eksperymentu.

Pociąga to za sobą konieczność specjalnej konstrukcji przetwornika. Ponadto kłopotliwe okazuje się wmontowanie płasko-równoległych okienek, wykonanych z innego rodzaju szkła niż sam przetwornik, umożliwiających światłu laserowemu penetrację obszaru przyelektrodowego. Inną trudnością w wykonaniu przetwornika jest wmontowanie elektrod umożliwiające chłodzenie jednej z nich.

W podanym układzie pomiarowym mogą być przeprowadzane pomiary dla różnych temperatur elektrod przetwornika. Ze wzglę-



Rys.1. Schemat układu pomiarowego do badania obszaru przyelektrodowego w efekcie kaloroelektrycznym metodą interferometrii laserowej z przemianą częstotliwości: 1 - grzejnik izolowany cieplny z umieszczonym wewnątrz przetwornikiem kaloroelektrycznym, 2 - woltomierz lampowy, 3 - układ przemiany częstotliwości, 4 - generator w.cz., 5 - fotokatoda, 6 - wzmacniacz rezonansowy, 7 - fazomierz elektroniczny, 8 - zasilacz niskonapięciowy, 9 - układ chłodzenia zimnej elektrody, 10 - laser He-Ne

du na ustaloną temperaturę elektrody zimnej parametrem zmiennym będzie temperatura drugiej elektrody, limitowana temperaturą wnętrza grzejnika. W metodzie interferometrycznej z przemianą częstotliwości w zakresie widzialnym widma promieniowania użyty zostanie laser He-Ne, dla którego długość generowanej fali świetlnej ma wartość $0,6328 \mu\text{m}$. Np. dla rtęci i podanej długości fali wyrażenie (2) przyjmuje postać

$$n - 1 = 3,456 \cdot 10^{-23} N. \quad (3)$$

Natomiast w metodzie interferometrycznej z przemianą częstotliwości w podczerwieni należy użyć lasera pracującego w zakresie fal o długościach $\lambda > 10 \mu\text{m}$. Jednym z nich może być laser CO_2 dla którego $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$.

Wówczas zależność (1) przyjmuje postać

$$n - 1 \approx -5 \cdot 10^{-20} n_e. \quad (4)$$

2.1.2. ANALIZA SZUMÓW W METODZIE INTERFEROMETRYCZNEJ Z ZASTOSOWANIEM PRZETWORNIKA FOTOLEKTRYCZNEGO [3]

Z występowaniem w układzie pomiarowym lampy elektronowej, służącej do detekcji promieniowania laserowego sondującego plazmę, związane jest pojawienie się tzw. efektu śrutowego, będącego źródłem zakłóceń sygnału użytecznego.

Prąd szumów wywołany efektem śrutowym można wyliczyć z zależności

$$\langle I_{sz}^2 \rangle = \frac{e I_0}{\pi} \Delta\omega, \quad (5)$$

gdzie: I_0 - składowa stała prądu fotodetektora,

e - ładunek elektronu,

$\Delta\omega$ - przedział częstości fluktuacji prądu fotodetektora.

Natomiast średni kwadrat prądu fotoelektrycznego wywołanego padającym sygnałem użytecznym dany jest w postaci

$$\langle I^2 \rangle = 2K \Delta\omega \int_0^\infty G(\beta) G(\beta + \omega) d\beta, \quad (6)$$

gdzie: K - wielkość charakteryzująca stopień spójności sygnału padającego na fotokatodę,

β - częstość fali elektromagnetycznej emitowanej przez laser,

ω - częstość fluktuacji prądu fotokatody,

$G(\beta)$ - natężenie spektralne światła laserowego.

Weźmy następnie stosunek

$$\frac{\langle I^2 \rangle}{\langle I_{sz}^2 \rangle} = \frac{2\pi K}{e I_0} \int_0^\infty G(\beta) G(\beta + \omega) d\beta. \quad (7)$$

Dla konwencjonalnych, niespójnych źródeł światła jest $K \ll 1$. Wyliczony stosunek (7) dla fotokatody o czułości kwantowej 0,14 ma wartość około 10^{-3} .

Widać zatem, że stosowanie konwencjonalnych źródeł światła w badaniach interferometrycznych wykorzystujących przetwornik fotoelektryczny mija się z celem z uwagi na bardzo niekorzystny stosunek sygnału użytecznego do szumów.

Wysoki stopień spójności światła laserowego daje zdecydowanie większe wartości analizowanego stosunku. W celu jego oszacowania założmy, że linia spektralna światła generowanego przez laser ma kształt prostokątny o szerokości δ, ω .

W tym przypadku

$$\frac{\langle I^2 \rangle}{\langle I_{sz}^2 \rangle} = \frac{I_0}{e \delta f}$$

(dla światła spójnego $K \sim 1$).

Dla lasera gazowego He-Ne, o mocy rzędu 10 mW, $\delta f \sim 10^3$ Hz, i czułości kwantowej fotokatody wynoszącej 0,1, otrzymujemy

$$\frac{\langle I^2 \rangle}{\langle I_{sz}^2 \rangle} \approx 5 \cdot 10^{12}.$$

Jest to jeszcze jeden z argumentów przemawiających za celowością stosowania w powyższych badaniach laserowego źródła światła.

2.2. METODY WYKORZYSTUJĄCE ZJAWISKO ROZPRASZANIA ŚWIATŁA LASEROWEGO

Rozpraszaniem światła nazywa się zjawisko oddziaływania światła z materią, którego wynikiem jest zmiana kierunku jego rozchodzenia się i pozorne świecenie ośrodka rozpraszającego. Rozpraszanie światła może zachodzić jedynie w ośrodkach optycznie niejednorodnych, których współczynnik załamania zmienia się nieregularnie od punktu do punktu.

J.Rayleigh wykazał, że natężenie I światła rozproszonego przez cząsteczki jest odwrotnie proporcjonalne do czwartej potęgi długości fali λ (prawo Rayleigh'a)

$$I \sim \frac{1}{\lambda^4}.$$

Zależność tę precyzuje wzór Rayleigh'a (dla światła niespolaryzowanego)

$$I(\varphi) = I_0 \Omega_0 (\delta/4\pi) (3/4) (1 + \cos^2 \varphi), \quad (8)$$

gdzie: $I(\varphi)$ - natężenie światła rozproszonego w jednym centrumie,

I_0 - natężenie padającej wiązki światła,

Ω_0 - kątowa rozbieżność wiązki,

δ - przekrój czynny cząstki na rozpraszanie światła.

Dla N identycznych centrów rozpraszających całkowite natężenie światła rozproszonego jest N razy większe niż natężenie światła rozproszonego na jednym centrumie.

2.2.1. ZASTOSOWANIE ZJAWISKA ROZPRASZANIA ŚWIATŁA W DIAGNOSTYCE PLAZMY

Metoda rozproszeniowa wykorzystuje fakt, iż plazma jako ośrodek niejednorodny dobrze rozprasza światło. Natężenie rozproszonego światła jest proporcjonalne do koncentracji cząstek plazmy, ich przekroju czynnego na rozpraszanie oraz natężenia światła wiązki padającej.

Ponieważ przekrój czynny na rozpraszanie kwantów światła na cząstkach plazmy jest bardzo mały, więc do momentu pojawienia się źródeł światła o bardzo dużej mocy impulsu (np. rubinowe lasery impulsowe) nie można było wykorzystać efektu rozpraszania światła w diagnostyce plazmy.

Obecnie najczęściej stosowanymi metodami pomiarowymi są:

- metoda obserwacji światła rozproszonego pod kątem 90° do kierunku promieniowania laserowego,
- metoda obserwacji światła rozproszonego pod małymi kątami do kierunku promieniowania laserowego.

Pierwsza z wymienionych metod pozwala mierzyć parametry lokalne plazmy dzięki możliwości zogniskowania wiązki światła laserowego w małej objętości plazmy.

Właściwości tej nie posiada druga metoda i dlatego mając na uwadze przydatność rozpatrywanych metod w badaniach efektu kaloroelektrycznego nie będziemy się nią dalej zajmować.

Chcąc określić koncentrację cząstek musimy znać stosunek energii światła padającego i rozproszonego [3]. Można tego dokonać mierząc wielkości absolutne tych energii.

O wiele łatwiejszą metodą okazuje się jednak wyskalowanie układu rejestrującego na podstawie rozpraszania Rayleigha światła laserowego na atomach gazu [4]. Gaz, wypełniający podczas skalowania przetwornik plazmowy, powinien mieć identyczne jak badana plazma parametry termodynamiczne.

Zastosowanie tej metody pozwala na wyeliminowanie błędów pomiaru takich trudno mierzalnych wielkości jak absolutna wartość energii wiązki laserowej i czułość odbiornika.

Podstawową trudność przy stosowaniu metody opartej o zjawisko rozpraszania światła stanowi konieczność tłumienia światła rozproszonego na ściankach układu z badaną plazmą. Jego natężenie musi być o wiele rzędów wielkości mniejsze od natężenia światła wiązki laserowej. Warunek ten implikuje konieczność stosowania specjalnych układów optycznych.

Jako źródło światła postanowiono zastosować impulsowy laser rubinowy. Jego energia, około 1 J, powinna zapewnić dostateczną wielkość sygnału pochodzącego od światła rozproszonego, nie powodując jednocześnie dodatkowych oddziaływań światła laserowego na plazmę.

2.2.2. OPIS UKŁADU POMIAROWEGO

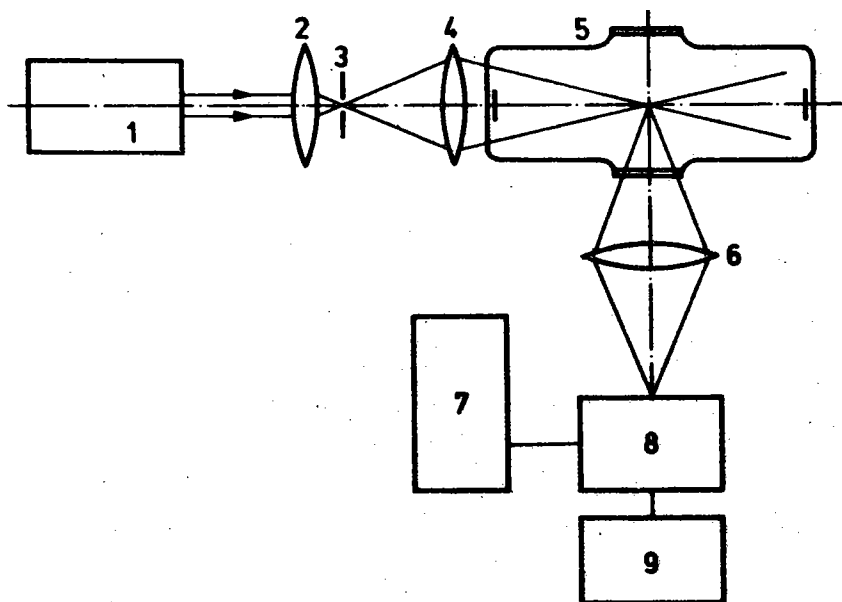
Światło lasera rubinowego jest ogniskowane soczewką S_1 w płaszczyźnie diafragmy. Druga soczewka jest tak dobrana, aby dawała obraz diafragmy w centrum przetwornika plazmowego. Takie położenie diafragmy pozwala wyeliminować rozbieżne promienie, które przy ogniskowaniu światła laserowego w centrum przetwornika padałyby na jego ścianki, zwiększając szkodliwe, dodatkowo rozproszone światło.

Układ soczewek S_3 , którego oś jest prostopadła do pierwotnej wiązki laserowej (a więc kąt rozproszenia $\varphi = 90^\circ$), zbiera światło rozproszone na plazmie. Bardzo mała szerokość szczeliny w światłoszczelnej osłonie fotopowielacza pozwala jeszcze bardziej ograniczyć wpływ światła własnego plazmy i światła rozproszonego na ściankach.

Następnie wiązka światła pada na fotopowielacz. Sygnał wyjściowy odbierany jest na oscyloskopie.

2.2.3. ZASADA POMIARÓW

Koncentrację cząstek plazmy oblicza się korzystając z proporcjonalności natężenia światła rozproszonego do koncentracji cząstek plazmy i przekroju czynnego na rozpraszanie.



Rys.2. Schemat układu pomiarowego do badania plazmy metodą wykorzystującą zjawisko rozpraszania światła laserowego: 1 - laser impulsowy, 2, 4, 6 - soczewki, 3 - diaphragma, 5 - przetwornik plazmowy, 7 - oscyloskop, 8 - fotopowielacz, 9 - zasilacz.

Stosuje się specjalną metodę pomiarową, która dodatkowo eliminuje wspomniane wyżej zakłócenia.

Mierzy się kolejno:

- sygnał I , zarejestrowany przy przechodzeniu światła laserowego przez plazmę,
- sygnał I_{pl} , odpowiadający świeceniu plazmy (bez impulsu laserowego),
- sygnał I_{ro} , odpowiadający impulsowi laserowemu w przypadku nieobecności plazmy.

Z zależności

$$I_p = I - I_{pl} - I_{ro} \quad (9)$$

liczymy wartość sygnału, który dzięki zastosowaniu zaprezentowanej metody pomiaru odpowiada stosunkowo dokładnie tylko światłu rozproszonemu na cząstkach plazmy.

Celem diagnostyki plazmy obszaru przyelektrodowego jest między innymi pomiar koncentracji ciężkich nośników ładunku. Proponujemy potraktować je w pierwszym przybliżeniu jako jony ujemne i wychodząc z tego założenia obliczyć ich koncentrację.

Korzysta się ze wzoru

$$\frac{I_p}{I_R} = \frac{N_i}{N_o} \frac{\sigma_p}{\sigma_R}, \quad (10)$$

gdzie: N_i - koncentracja jonów,

N_o - koncentracja molekuł gazu,

σ_p - przekrój czynny na rozpraszanie jonów,

σ_R - przekrój czynny na rozpraszanie Rayleigha w gazie,

znajdujemy z zależności teoretycznych.

Natomiast

$$\sigma_p = \sigma_T \frac{\alpha^4}{(1+\alpha^2)(1+2\alpha^2)}, \quad (11)$$

gdzie: $\alpha = \frac{1}{KD}$,

D - promień Debye'a,

$$K = \frac{4\pi}{\lambda} \sin \frac{\varphi}{2},$$

φ - kąt rozproszenia,

$$\sigma_T = (8\pi/3)(e^2/mc^2)^2.$$

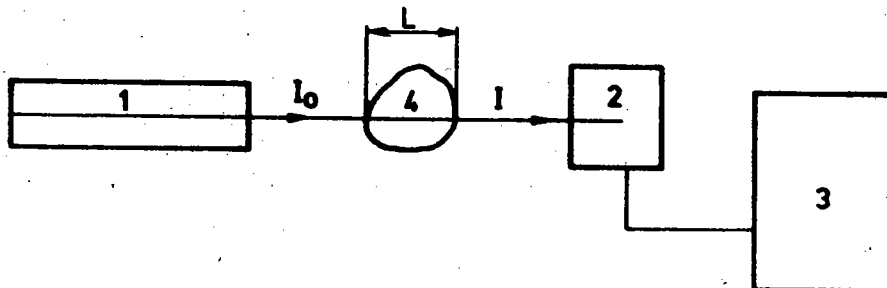
Wielkość I_R otrzymujemy mierząc natężenie światła rozproszonego na molekułach gazu. Gaz ten wypełnia badany obszar przed aktem jonizacji.

3. WYNIKI EKSPERYMENTU

W badaniach wstępnych pragnęliśmy wykorzystać do diagnostyki plazmy efekt pochłaniania światła laserowego przechodzącego przez plazmę. Mimo niezachęcających przesłanek teoretycznych zdecydowaliśmy się na przeprowadzenie tych badań w celu wyrobienia sobie ogólnego poglądu na oddziaływanie wiązki laserowej z plazmą obszaru przyelektrodowego. Interesowały nas jedynie zmiany jakościowe, tzn. stwierdzenie faktu, że intensywność światła laserowego jest mniejsza po przejściu przez plazmę niż po przejściu przez ośrodek obojętny.

Gdyby fakt ten znalazł empiryczne potwierdzenie, wówczas można by dokonać oszacowania ilościowego, które stanowiłoby informację o koncentracji cząstek w plazmie.

Do badań wykorzystaliśmy laser He-Ne. Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rys.3.



Rys.3. Schemat układu do badania plazmy metodą pochłaniania energii promieniowania laserowego: 1 - laser impulsowy, 2 - fotopowielacz, 3 - oscyloskop, 4 - badana plazma

Światło po przejściu przez plazmę padało na fotopowielacz, który przetwarzał impuls świetlny na elektryczny, a ten rejestrowany był na ekranie oscyloskopu.

Konieczność ograniczenia wpływu światła własnego plazmy oraz świecenia niektórych elementów układu pomiarowego zmusiła nas do zbudowania światłoszczelnej osłony, w którą wbudowany był fotopowielacz.

Jonizację gazu w badanym układzie dokonaliśmy dwoma metodami:

- jonizacja przy pomocy generatora wielkiej częstotliwości,
- jonizacja jarzeniowa.

Okazało się, iż metodę jonizacji wykorzystującą generator w.cz. należy odrzucić, gdyż poziom szumów wprowadzonych przez niego był zbyt wysoki. Uniemożliwiło to prowadzenie obserwacji impulsów na ekranie oscyloskopu, a tym bardziej ustalenie zmian kształtu, wielkości, sygnału otrzymywanego po przejściu światła przez plazmę. Natomiast jonizacja jarzeniowa nie wprowadza tego typu zakłóceń, ale otrzymywana plazma była niestacjonarna, a koncentracje cząstek były zbyt niskie, aby powodować zauważalne zmiany wielkości sygnału. Powstała koncepcja, aby plazmę w obszarze przyelektrodowym badać metodą wykorzystującą zjawisko rozpraszania światła rubinowego lasera impulsowego.

4. WNIOSKI

Porównanie wyników badań plazmy w obszarze przyelektrodowym, otrzymanych przy pomocy trzech proponowanych metod, da możliwość wyeliminowania przypadkowych błędów i pozwoli zwiększyć dokładność wyników badań. Porównywalność wyników zapewnia fakt, iż zaproponowany model badawczy może być stosowany w trzech proponowanych układach.

Zaproponowane metody diagnostyczne pozwolą wyznaczyć rozkład koncentracji elektronów i ciężkich nośników ładunku. Powinno to przyczynić się do wyrobienia sobie pełniejszego po-

glądu o mechanizmie zjawisk w obszarze zimnej elektrody. Na pewno interesujące będzie włączenie w przyszłości interferometrii holograficznej [5], [6], do grupy metod stosowanych w diagnostyce plazmy obszaru przyelektrodowego. Należy zwrócić szczególną uwagę na wykorzystanie tzw. metody obserwacji w czasie rzeczywistym, a to ze względu na możliwość ciągłej obserwacji zmian parametrów plazmy. Mierząc jednocześnie SEM będzie można dokładnie ustalić moment powstania efektu wraz z odpowiednimi parametrami plazmy. Warunkiem powodzenia i wiarygodności pomiarów przeprowadzonych w oparciu o proponowane wyżej metody jest wyeliminowanie bądź uwzględnienie przy opracowywaniu wyników wpływu zakłóceń, niestabilności częstotliwości światła laserowego, wpływu temperatury, drgań mechanicznych układu pomiarowego oraz szkodliwego światła rozproszonego.

BIBLIOGRAFIA

- [1] C z e r n i e t s k i A.W.: Wstęp do fizyki plazmy. PWN. Warszawa. 1971.
- [2] A l l e n C.W.: Astrophysical Quantities. Athlone Press. 1973.
- [3] Diagnostika plazmy: Atomizdat. 1968.
- [4] B u r n o w E., M a ł y s z e w G.M.: Żurnal Eksperymentalnej i Teoretycznej Fizyki, tom 68, 1, 1975.
- [5] B u d z i a k A.: Materiały z Konferencji Naukowej - Holografia - jej zastosowanie w nauce i technice. Warszawa 1973.
- [6] F r a n s o n M.: Gołografia. Mir. Moskwa 1972.
- [7] K r a u s P.: Rapport CEA-R-3873. CEN Saclay. 1969.
- [8] K l e i n S.: C.R. Acad. Sc., 251, 1962.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ДИАГНОСТИКИ ПЛОЗМЫ ПРОСТРАНСТВА ВБЛИЗИ ЭЛЕКТРОДОВ В СЛУЧАЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КАЛОРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

К р а т к о е с о д е р ж а н и е

В работе приводятся рассуждения на тему лазерных методов диагностики плазмы с точки зрения возможности их применения для исследования околоэлектродного пространства в случае возникновения калорозлектрического эффекта.

Показывается, что с точки зрения требуемой чувствительности и возможностей схемных решения для исследований указанного выше эффекта пригодными оказываются два интерферометрических метода и метод, основанный на рассеянии света.

Для реализации упомянутых методов предлагаются измерительные установки и приводятся принципы проведения исследований. Была проведена попытка определения влияния шумов на полезный сигнал в интерферометрических методах исследования. Анализ показал целесообразность использования лазерного света.

WORKING OUT THE CONCEPTION OF THE DIAGNOSTICS OF ELECTRODE SPACE PLASMA IN CALORELECTRIC EFFECT

S u m m a r y

Laser methods of plasma diagnostics in the aspect of their utilization in the research on the electrode space in calorelectric effect have been considered in the present paper. Taking into account the demanded sensitivity level and the possibilities of arranging sets, the most useful for the investigations on the effect proved to be two interferometric methods and the method making use of light dispersion.

Measurement systems have been suggested for these methods and the principles of carrying out the investigations have been presented. An attempt at defining the influence of noises on useful signal has been made with regard to interferometric methods. An analysis proved the suitability of using laser light in the electrode space plasma.