

ryzuja się one dużą dopuszczalną wartością napięcia anody (od kilkunastu do ok. 40 kV) oraz dużym natężeniem prądu w impulsie (od kilkuset do ok. 2000 A), dzięki czemu umożliwiają one uzyskiwanie bardzo dużych mocy impulsowych (do ok. 40 MW). Krótki czas dejonizacji tych tyratronów pozwala na pracę przy dużych częstotliwościach powtarzania impulsu.

Wadą tyratronów wodorowych, ograniczającą ich trwałość, jest zjawisko absorpcji wodoru wynikające z jego dużego powinowactwa chemicznego do niektórych materiałów zawartych wewnątrz lampy. W celu niedopuszczenia do zmniejszania się ciśnienia wodoru w tyratronie umieszcza się wewnątrz lampy tzw. generator wodoru, który wydziela potrzebną ilość tego gazu w czasie pracy lampy. Dzięki temu uzyskuje się w tyratronach wodorowych trwałość rzędu kilku tysięcy godzin.

Przykład konstrukcji tyratronu wodorowego pokazano na rys. 14-26.

14.4. IGNITRONY

W poprzednim punkcie widzieliśmy, że za pomocą tyratronów można sterować prądem elektrycznym o dużym natężeniu, wynoszącym nawet kilkanaście i więcej amperów. W wielu zastosowaniach przemysłowych potrzebna jest jednakże możliwość operowania prądami sięgającymi setek, a nawet tysięcy amperów. Do tego celu nie mogą być wykorzystane lampy z katodą żarzoną, gdyż ich rozmiary byłyby zbyt duże. Możliwości takie stwarzają lampy z katodą rtęciową. Katody te mogą być źródłem praktycznie nieograniczonej emisji elektronów i odznaczają się przy tym bardzo dużą trwałością. Wylądowanie elektryczne w lampach z katodą rtęciową ma charakter łuku autoelektronowego zachodzącego w parach rtęci.

Istnieją liczne odmiany lamp z katodą rtęciową. Do grupy tej należą np. tzw. prostowniki rtęciowe umożliwiające uzyskanie bardzo dużych prądów wyprostowanych dochodzących do 10 000 A przy napięciach wyprostowanych zawierających się zwykle w granicach 250...800 V, lub też mniejszych prądów (np. do 500 A) przy napięciach sięgających kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu kilowoltów. Prostowniki te odznaczają się doskonałą sprawnością (w granicach 95...99,9%) i mają szerokie zastosowanie, głównie w elektroenergetyce i w trakcji elektrycznej.

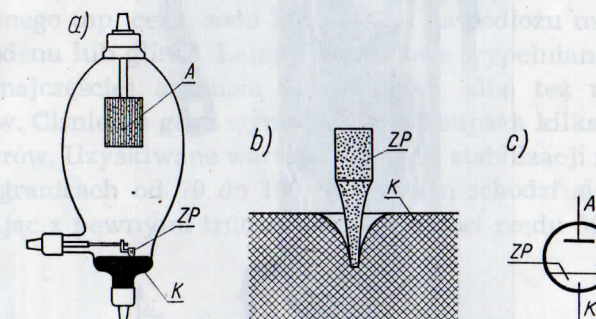
Do tej samej grupy lamp należą tzw. ignitrony, które ze względu na ich ważne zastosowanie w elektronice przemysłowej będą tu pokrótce omówione.

Ignitron (rys. 14-27) jest to lampa trójelektrodowa, zawierająca katodę rtęciową K, anodę A oraz elektrodę zapłonową ZP. Elektroda ta zwana zapalnikiem lub ignitronem¹⁾ jest wykonana z odpowiedniego półprzewodzącego materiału (np. z węgliku boru). Ma ona postać zastrzonego pręcika i jest częściowo zanurzona w katodzie. Materiał zapalnika nie ulega zwilżaniu przez rtęć, wskutek czego pomiędzy zapalnikiem i powierzchnią rtęci tworzy się bardzo wąska szczelina.

Do elektrody zapłonowej doprowadzane jest dodatnie napięcie o wartości 60...80 V w wyniku czego przez elektrodę tę przepływa do stykającej się z nią katody prąd o natężeniu kilku amperów. Ze względu na stosunkowo duży spadek potencjału,

¹⁾ Nazwa ta pochodzi od łacińskiego słowa ignis — ogień.

jaki występuje wzdłuż elektrody zapłonowej, oraz małą szerokość szczeliny między zapalnikiem a rtęcią, w szczelinie tej zostaje wytworzone pole elektryczne o bardzo dużym natężeniu (rzędu 10^6 V/cm). W tych warunkach z powierzchni rtęci występuje emisja polowa, a między zapalnikiem a katodą powstaje wylądowanie w postaci łuku autoelektronowego. Jeżeli anoda ignitronu ma dostatecznie duży dodatni potencjał, to łuk wytworzony w obwodzie elektrody zapłonowej przenosi się na anodę. Między anodą a katodą może wówczas płynąć prąd o dużym natężeniu (np. kilkuset amperów), przy spadku napięcia w lampie w granicach 15...20 V.



Rys. 14-27. Ignitron: a) przykład budowy; b) zapalnik zanurzony w katodzie rtęciowej; c) symbol graficzny

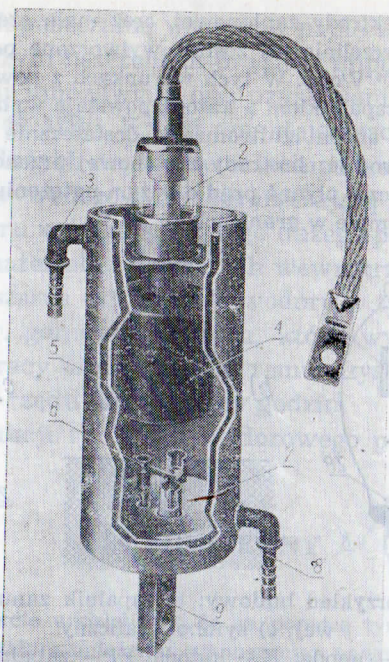
A — anoda; K — katoda; ZP — zapalnik

Proces „zapalania” ignitronu, tj. wytwarzania łuku między anodą a katodą, przebiega więc w sposób podobny jak w tyratronie. W obu lampach w stanie nieprzewodzenia anoda może mieć duży dodatni potencjał, wylądowanie musi być jednak wywołane przez doprowadzenie odpowiedniego impulsu napięcia do dodatkowej elektrody w postaci siatki — w przypadku tyratronu, lub zapalnika — w przypadku ignitronu.

Jeżeli, jak to zazwyczaj występuje, obwód anodowy ignitronu jest zasilany napięciem zmiennym, to łuk w obwodzie anodowym utrzymuje się dopóty, dopóki napięcie anody jest dodatnie (ściślej: póki jest ono większe od roboczego spadku napięcia w lampie). Łuk ten gaśnie następnie w ujemnym półokresie napięcia zasilającego i w każdym następnym dodatnim półokresie musi być ponownie zapalony. Przez zmianę chwili zapłonu ignitronu można sterować prądem płynącym przez odbiornik energii, podobnie jak to występuje w tyratronie.

W porównaniu z tyratronem moc sterowania ignitronu jest znacznie większa, gdyż w celu wytworzenia łuku prąd zapalnika musi być odpowiednio duży. Moc prądu przepływającego przez odbiornik energii jest jednak w ignitronie również odpowiednio większa. Dopuszczalne wartości prądu wyprostowanego wynoszą zależnie od typu kilkadziesiąt amperów do ok. 120 A przy napięciach do 15 kV, a do ok. 500 A przy napięciach do 1500 V. Krótkotrwale prąd przepływający przez ignitron może nawet 100 razy przekraczać dopuszczalną wartość średnią.

Ignitrony charakteryzują się prostą konstrukcją i eksploatacją, a ponadto dużą sprawnością, trwałością i przeciążalnością. Dzięki tym zaletom znajdują one zastosowanie w urządzeniach przemysłowych dużej mocy, np. jako sterowane prostowniki w urządzeniach do elektrolitycznej rafinacji metali oraz jako elementy sterujące zgrzewarek (spawarek) elektrycznych. Przykład konstrukcji ignitronu pokazano na rys. 14-28.



Rys. 14-28. Przykład konstrukcji ignitronu dużej mocy
1 — końcówka anody; 2 — izolator szklany; 3 — wylot wody chłodzącej; 4 — anoda grafitowa; 5 — obudowa metalowa chłodzona wodą; 6 — zapalnik; 7 — katoda rtęciowa; 8 — wlot wody chłodzącej; 9 — końcówka katody

14.5. JARZENIÓWKI STABILIZACYJNE

14.5.1. CHARAKTERYSTYKA I BUDOWA JARZENIÓWKI STABILIZACYJNEJ

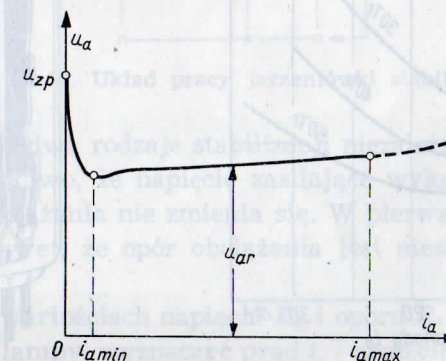
Jak wynika z rozważań w p. 13.2.3. wyładowanie jarzeniowe charakteryzuje się dużym spadkiem napięcia w lampie (co najmniej kilkakrotnie większym od napięcia jonizacji danego gazu) oraz tym, że spadek ten jest w pewnym zakresie niezależny od prądu płynącego przez lampę. Dzięki tej własności lampy jarzeniowe, zwane potocznie jarzeniówkami, znajdują zastosowanie w układach służących do stabilizacji napięcia. Lampy te nazywamy jarzeniówkami stabilizacyjnymi.

Charakterystykę lampy jarzeniowej przedstawiono na rys. 14-29. Do wywołania zapłonu konieczne jest przyłożenie do anody lampy dostatecznie dużego napięcia, równego co najmniej napięciu zapłonu u_{zp} . Po ustaleniu się wyładowania jarzeniowego spadek napięcia w lampie zmniejsza się¹⁾ do

¹⁾ Zakładamy, że w szereg z lampą umieszczony jest odpowiedni opornik, który ogranicza prąd płynący przez lampę.

wartości, którą nazywamy roboczym napięciem anody u_{ar} lub *napięciem stabilizacji*.

Wartość tego napięcia zależy głównie od materiału użytego na katodę oraz od rodzaju zastosowanego gazu. Podobnie jak napięcie zapłonu, tak i napięcie stabilizacji jest tym mniejsze, im mniejsza jest praca wyjścia elektronów z katody. W celu obniżenia wartości napięcia stabilizacji stosuje się często katody aktywowane wykonane w postaci cienkiej warstewki metalu alkalicznego (np. cezu, sodu lub potasu) na podłożu metalowym (np. z niklu, molibdenu lub glinu). Lampy jarzeniowe wypełniane są gazem szlachetnym — najczęściej argonem lub neonem, albo też mieszaniną tych dwóch gazów. Ciśnienie gazu wynosi w tych lampach kilkanaście do kilkadziesiąt torrów. Uzyskiwane wartości napięcia stabilizacji zawierają się zazwyczaj w granicach od 70 do 150 V. Czasem schodzi się nawet poniżej 70 V, osiągając z pewnymi trudnościami wartości rzędu 50 V.



Rys. 14-29. Charakterystyka jarzeniówki stabilizacyjnej

Zakres stabilizacji, tj. zakres, w którym spadek napięcia w lampie w niewielkim tylko stopniu zależy od prądu anody, jest ograniczony wartościami $i_{a \min}$ oraz $i_{a \max}$ (rys. 14-29). Poniżej wartości $i_{a \min}$ występuje zakres przejściowy, w którym zmiany prądu i_a wywołują znaczne zmiany rozkładu ładunków w obszarze międzyelektrodowym i związane z tym zmiany spadku napięcia w lampie. W zakresie stabilizacji, zależnie od wartości prądu i_a , katoda jest w mniejszym lub większym stopniu pokryta plamką katodową, a gęstość prądu przy katodzie pozostaje stała. W związku z tym nie ulega również zmianie spadek napięcia w lampie.

W punkcie $i_{a \max}$ cała powierzchnia katody jest pokryta plamką katodową, a po przekroczeniu tego punktu występuje w lampie wyładowanie jarzeniowe nienormalne. Intensywne bombardowanie jonowe niszczy delikat-