



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 45368

Kl. 21 g, 13/11

Compagnie Française Thomson Houston

Paryż, Francja

Lampa elektronowa

Patent trwa od dnia 30 kwietnia 1960 r.

Pierwszeństwo: 3 listopada 1959 r. (Belgia).

Wynalazek dotyczy lampy elektronowej wielkiej mocy, w której anoda tworząca część ścianki lampy jest poddawana intensywnemu bombardowaniu elektronów i musi odprowadzać bardzo intensywny strumień ciepła.

W powszechnym zwyczaju jest zaopatrywanie anody tego rodzaju lamp w radiator, przystosowany do chłodzenia za pomocą przepływu powietrza, lub w szczelną koszulkę, umożliwiającą krążenie z dużą prędkością zimnej wody przy stykaniu się ze ścianką metalową. Powierzchnia stykania się z cieczą może być powiększona za pomocą żeber lub rowków różnego kształtu, z których najlepsze mają na celu unikanie miejscowego wrzenia cieczy.

Taka ewolucja sposobu chłodzenia jest wywołana tym, że obecność izolującej pary pomiędzy powierzchnią metalową i cieczą powoduje nagłe pogorszenie się skuteczności chłodzenia i szybkie zniszczenie anody wskutek przegrzania i stopienia. To zjawisko przegrze-

wania znane pod nazwą „kalefacji” lub zjawiska „Liedenfrostu” jest wyjątkowo niebezpieczne w przypadku lampy elektronowej, pracującej ze znacznym przepływem ciepła w każdym punkcie anody na skutek intensywności miejscowej strumienia elektronów. A mianowicie sprawność przenoszenia ciepła w funkcji temperatury gorącej ścianki ma bardzo ostre maksimum przy temperaturze 125°C, gdy ścianka styka się z wrzącą wodą o temperaturze 100°C. Skoro metal osiągnie tę temperaturę „krytyczną” w jednym punkcie, to miejscowa temperatura wzrasta bez żadnego już ograniczenia aż do stopienia się metalu i zniszczenie lampy elektronowej. Wyjaśnia to ten fakt, że wszelkie próby wykorzystania ciepła utajonego parowania wody w celu odprowadzania ciepła z anod kończyły się kosztownymi niepowodzeniami dopóty, dopóki wynalazca nie skonstruował lampy z anodą zaopatrzoną w pojedyncze występy masywne, wystające poza osłonę z pa-

ry, i wówczas zadanie zostało rozwiązane. Okazało się, że lampy „Vapatron” wykonane na tej zasadzie były zdolne do odprowadzania w wrzącej wodzie przy ciśnieniu atmosferycznym ponad dwukrotną ilość ciepła, niż można było odprowadzać z najdoskonalszych anod chłodzonych zimną wodą w warunkach atmosferycznych. Zjawiska odbywające się w lampach „Vapatron” zostaną wyjaśnione na podstawie fig. 1, na której anoda 1 jest zaopatrzona w występy 2, z których każdy jest masywny i większy niż warstwa pęcherzyków pary, która tworzy się przy stykaniu się z nimi, to znaczy, że ich końce 6 przechodzą poza strefę 7 wypełnioną emulsją bogatą w parę, która unosi się do góry w „kominach” 3. Końce 6 nie otrzymują wystarczająco dużo ciepła, aby doprowadzać do wrzenia ciecz z nimi się stykającą; temperatura pozostaje tu zatem niewiele wyższa od 100°C , jeżeli ciecz jest wodą i zostało stwierdzone, że istnienie tej części „zimnej” 6 przy styku cieplnym z masywną bryłą 2 umożliwia anodzie 1 osiągnięcie temperatur zdecydowanie wyższych, niż temperatura krytyczna 125°C , bez żadnej obawy nagłego przegrzania. W ten sposób ustala się ciągły gradient temperatury wzdłuż boków 5 występow 2 i ciągłość tego gradientu jest zapewniona małym oporem cieplnym każdego z występow 2. Suma ilości ciepła w ten sposób odprowadzanego przez całość elementów o takiej „nie izotermicznej” powierzchni jest dużo większa, niż ta jaką można było odprowadzić bez korzystania z ciepła utajonego parowania wody. Lampy „Vapatron” pozwalają na odprowadzanie aż do 250 watów/cm^2 wewnętrznej powierzchni anody. Ten sposób odprowadzania ciepła jest całkowicie wystarczający dla wielu lamp elektronowych, lecz osiąga on granice stosowności, gdy moc ich jest tak duża, że parowanie występuje na końcach 6 występow, a zatem gdy anoda nie jest już chroniona od przegrzania. Celem niniejszego wynalazku jest udoskonalenie opisanego wyżej urządzenia w celu dwukrotnego zwiększenia ilości odprowadzanego ciepła, jaka zapewniona była dla lamp „Vapatron” o konstrukcji dawnej. Korzyść z tak dużej mocy właściwej uwydatnia się dla specjalnych elektronówek krótkofalowych, a zwłaszcza dla anod lub kolektorów elektronówek modulacyjnych oraz lamp nadawczych.

Według wynalazku anoda 1 lampy elektronowej jest połączona z radiatorem, zaopatrzonym w masywne żebra lub krótkie i wąskie

występy chłodzone za pomocą częściowego parowania cieczy omywającej radiator; te masywne występy promieniowe 2 są zaopatrzone w przedłużenia 8 umieszczone w taki sposób, że mają dobry styk cieplny z cieczą poza strefą 5, w której intensywna wymiana cieplna powoduje wrzenie cieczy przy stykaniu się z metalem.

W lampach elektronowych w ten sposób skonstruowanych wzrost maksymalnej mocy użytkowania wynika z faktu, że miejscowe chłodzenie końca 6 występow jest wywołane przez sztuczne obniżenie temperatury tego „punktu zimnego”, potrzebne do ustalenia gradientu temperatury wzdłuż występu 2. A mianowicie na końcu 6 każdego z masywnych występow 2 i przy dobrym styku cieplnym z nim jest przyłączony element pomocniczy 8, zaopatrzony w środki umożliwiające obniżanie temperatury w celu stworzenia niezawodnego miejsca dostatecznie zimnego. W tym celu wystarczy miejscowo odprowadzić bardzo małą ilość ciepła, a to wskutek oporu cieplnego elementu 2, który łączy element 8 z miejscem gorącym 1. Ta stabilizacja „punktu zimnego” da w wyniku możliwość znacznego wzrostu wymiany ciepła przez odparowywanie na bokach 5 występow i u ich podstawy 4, gdzie temperatura mogłaby osiągnąć, a nawet znacznie przekroczyć temperaturę krytyczną 125°C , bez żadnego niebezpieczeństwa „kalefakcji”.

Fig. 2—9 pokazują przykłady wykonania wynalazku, w których przedłużenia 8 z fig. 1 są ochładzane za pomocą zwiększenia skuteczności ich stykania się z cieczą, która je omywa poza strefą wypełnioną parą.

Fig. 10—14 pokazują odmiany wykonania wynalazku, w których chłodzenie przedłużeń 8 jest jeszcze skuteczniejsze, gdyż nie może być utrudniane przez zjawisko wrzenia, zachodzące w obszarze podstawy tego przedłużenia.

Fig. 15 i 16 pokazują odmiany wykonania wynalazku, w których anoda tworzy elektrodę środkową lampy.

Według fig. 2 powierzchnia stykania się przedłużenia 8 z cieczą jest zwiększona za pomocą granulowania miejscowego 9 (lub za pomocą innej równoważnej postaci nacinania miejscowego), przez co zwiększa się dwukrotnie lub trzykrotnie powierzchnia użyteczna wymiany cieplnej z cieczą. Wszystkie odmiany tego masywnego przedłużenia 8, jakie łatwo

można sobie wyobrazić i zastosować dla lepszego przekazywania ciepła bez miejscowego wrzenia, mogą być jeszcze polepszone przez zastosowanie współosiowego cylindra odbijającego 10, przeznaczonego do wywołania ruchu termosyfonowego wsku⁴ k oddzielenia wznoszącego się ku górze strumienia cieczy od strumienia opadającego ku dołowi.

Zgodnie z fig. 3, można wykonać prostokątne wycięcia w przedłużeniu 8 i na przykład poodcinać kolejno elementy wystające w wzajemnie przeciwnych kierunkach. Otrzyma się w ten sposób źródła bardzo skutecznej turbulencji w strumieniu cieczy, jaka krąży w tym obszarze wskutek samoczynnego lub spowodowanego przyczyną zewnętrzną ruchu termosyfonowego.

Fig. 4 podaje przykład skombinowania elementów podanych poprzednio przez wykonanie moletowania 9 na bokach przedłużeń 8a, 8b. Cylinder odbijający 10 może być osadzony na przedłużeniach 8 i na przykład może być połączony na stałe z ich końcami albo ewentualnie tylko ściśle stykać się z nimi, tak jak to jest pokazane na fig. 4. Może on być również umocowany w pewnej odległości uznanej jako optymalna, a wynoszącej na ogół kilka milimetrów (fig.3), i w takim przypadku może on tworzyć części buliera połączonego z konstrukcją, a nie pokazanego na rysunku. Należy zaznaczyć, że przykłady pokazane na fig. 2, 3, 4 nadają się do dowolnego kształtu elementów masywnych 2, w rodzaju omówionych poprzednio. Bardzo interesujące wykonanie zgodne z fig. 3 i 4 dotyczy prostoliniowych i pionowych elementów 4, tworzących masywne żebra, które mogą być wykonywane za pomocą odlewania próżniowego jako jedna całość z kadłubem 1, których przedłużenia 8 są następnie wycinane i wyginane kolejno we wzajemnie przeciwnych kierunkach, nadając całości wygląd zębów rozmieszczonych w szachownicy, podczas gdy kominy 3 pozostają prostoliniowe w strefie, w której wymiana ciepła odbywa się przez odparowywanie. Tego rodzaju układ ma tę zaletę, że nie daje żadnych zakłóceń przez zbędną turbulencję działania w strefie 4, gdzie wrzenie samo przez się zapewnia najbardziej skuteczną wymianę ciepła, podczas gdy przedłużenia 8 korzystają z układu w szachownicy zapewniającego intensywną turbulencję, której maksymalna skuteczność wymiany ciepła wypada w tym obszarze, gdzie ciecz przemieszcza się szybko.

Fig. 5 pokazuje odmianę wykonania wynalazku, w której przedłużenia 8 masywnych

żeber pionowych 2 są rozcięte wzdłużnie i rozgięte symetrycznie na części 8a i 8b.

Na fig. 6 przedłużenia 8 są elementami napawanymi na końce pionowych żeber 2, przy czym powierzchnia tych elementów końcowych jest ewentualnie zwiększona za pomocą moletowania 9.

W tych dwóch ostatnio podanych odmianach wykonania wynalazku wskazane jest pozostawienie pomiędzy przedłużeniami 8 wystarczająco szerokiej szczeliny 11 w celu uniknięcia boczne go zamknięcia przewodów 3. A mianowicie systematycznie przeprowadzane doświadczenia pokazały, że w bardziej natężonych warunkach pracy bocznie zamknięte przewody działają mniej spokojnie z okresowym wyrzucaniem pęcherzyków pary w kierunku ku dołowi, przy znacznym zmniejszeniu maksymalnej ilości ciepła jaką ta konstrukcja może odprowadzić przy przeciążeniu, w stosunku do konstrukcji, której przewody łączą się bocznie z cieczą. A zatem najkorzystniejsze jest unikanie zbyt wąskich przewodów tego rodzaju dla emulsji cieczy i pary, zaopatrując je w otwory boczne ciągłe 11 lub nie ciągłe 12, 13.

Fig. 7 pokazuje na przykład konstrukcję, w której zespół przedłużeń 8 jest utworzony przez cylindryczną koszulkę metalową przyspawaną na styk do końców 6 promieniowych występów 2, mających kształt masywnych żeber równoległych. Szkodliwie działające ciągłe boczne zamknięcie przewodów pionowych 3 jest według wynalazku poprzerywane przez odprowadzenia kołowe 12.

Fig. 8 pokazuje odmianę wykonania tej ostatniej postaci, w której zgrubiona anoda wyposażona jest w znany sposób w równoległe przewody 3, uzyskane za pomocą rdzeni odlewniczych. Przedstawiono tu otwory boczne 13 w postaci otworów walcowych, lecz lepiej można by było wykonać odprowadzenia równoległe takie jak oznaczone liczbą 12 na fig. 7 lub odprowadzenia śrubowe o skoku linii śrubowej równym odległości wzajemnej odprowadzeń 12. Pokazano tu również ewentualne moletowanie 9 powierzchni zewnętrznej 8.

Wreszcie fig. 9 pokazuje pewną konstrukcję zgodną z konstrukcjami podanymi poprzednio, na której zespół przedłużeń 8 jest utworzony z arkusza blachy dziurkowanej 8, z metalu dobrze przewodzącego ciepło, który jest przyspawany do końców 6 występów promieniowych 2. Ta odmiana wykonania zawierająca

dużą liczbę otworów 13 nadaje się do wszystkich znanych kształtów tych występów w postaci ostrosłupa, rozmieszczonych w szachownicę.

Wszystkie te odmiany wykonania wynalazku pomyślane w duchu fig. 5—9 nadają się również do poprawienia przez zaopatrzenie ich we współosiowy cylinder odbijający 10, taki jaki był przedstawiony tytułem przykładu na fig. 8. Cylinder ten, którego położenie optymalne wypada w odległości 5 lub 10 mm od końców promieniowych przedłużeń 8, byłby najkorzystniej osadzony raczej na bulierach niż na konstrukcji anody.

Fig. 10—14 przedstawiają odmiany wykonania, które unikają wzajemnego oddziaływania pomiędzy dwoma procesami wymiany cieplnej, których współistnienie zapewnia działanie i doskonałe wyniki lamp „Vapatron”. a mianowicie parowaniem przy podstawie występów i konwekcją bez znacznego parowania na końcach „zimnych” 6.

Na fig. 10 przedstawiono w przekroju poprzecznym część radiatora anodowego 1 o masywnych żebrach pionowych 2, zmodyfikowanych przez wykonanie w bezpośrednim sąsiedztwie ich końca 6 przewodu 14 o przekroju kołowym, uzyskanego na przykład za pomocą wiercenia. Widoczne jest, że gdy tego rodzaju konstrukcja jest zanurzona w cieczy, która powinna ją chłodzić, to ustalą się dwa niezależne ruchy termosyfonowe, jeden w kominie pionowym 3 z intensywnym parowaniem przy podstawie 4 i na bokach 5 występów 2, a drugi w przewodach 14 zdecydowanie mniej wypełniony pęcherzykami pary, przy czym zdolność odprowadzania ciepła w tym przewodzie jest słabsza niż zdolność odprowadzania ciepła, jaką stwarza wrzenie w kominie 3.

Fig. 11 pokazuje wykonanie, w którym przewód 14 jest utworzony z rurki metalowej 17, zamocowanej w rowku 15, wyfrezowanym na końcu 6 żebra 2. Tego rodzaju układ nadaje się do takich występów, jak proste zęby, odpowiadające udoskonalonym odmianom wykonania pokazanym na fig. 3a i 3b patentu belgijskiego nr 504253 lub kształtom podobnym.

Fig. 12 i 13 przedstawiają odmiany wykonania, w których wyfrezowane w żebrach pionowych 2 rowki 15 są po prostu zamknięte za pomocą nałożonej taśmy metalowej 18.

Wszystkie opisane wyżej urządzenia mogą istnieć również przy stosowaniu współosiowego

cylindra 10, przeznaczonego do kierowania ruchu termosyfonowego w kominach 3. Przewody 14 nie wymagają szczelnego zamykania bocznego i jest zupełnie poprawne, jak to pokazuje fig. 14, wspólne zamykanie wyfrezowań bocznych 15 przez przybliżone ich stykanie się z współosiowym cylindrem 10, w przypadku gdy wymiary kominów głównych 3 są tego rodzaju, że obecność cylindra 10 w tym położeniu byłaby zgodna z ich poprawnym działaniem.

Wreszcie fig. 15 i 16 przedstawiają przypadek szczególny „anody wewnętrznej”, w której końcu 6 żeber wewnętrznych 2 oddzielonych kominami 3 stykają się z przewodami 14, które mogą być wzajemnie oddzielone, tak jak to pokazuje fig. 15, lub mogą być w przypadku granicznym połączone w jeden przewód, jak to jest pokazane tytułem przykładu na fig. 16. W tym przypadku wskazane jest przewidzieć połączenie współosiowe 19 dla powrotnego ruchu termosyfonowego.

Oczywiście urządzenie według fig. 10—16 mogą być kombinowane z innymi już opisanymi urządzeniami, a zwłaszcza z układem zwiększającym powierzchnię stykania się z cieczą, takim na przykład jak moletowanie 9 końców 6 lub ich przedłużeń 8.

Zastrzeżenia patentowe

1. Lampa elektronowa, w której anoda jest połączona z radiatorem wyposażonym w masywne żebra lub krótkie i wąskie występy chłodzone za pomocą częściowego odparowywania cieczy omywającej ten radiator, znamienna tym, że masywne występy (2) (fig. 1) są zaopatrzone w przedłużenia (8) umieszczone tak, że mają dobry styk cieplny z cieczą poza strefą, w której intensywną wymianę ciepła wywołuje wrzenie cieczy przy stykaniu się jej z metalem.
2. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienna tym, że zewnętrzna powierzchnia przedłużenia (8) jest zwiększona przez zastosowanie obróbki mechanicznej (fig. 2).
3. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienna tym, że przedłużenia (8) mają wycięcia prostokątne, przy czym powstałe w ten sposób występy są powyginane na przemian w przeciwne strony (fig. 3).
4. Lampa elektronowa według zastrz. 1—3, znamienna tym, że jej konstrukcja stanowi jedną całość z metalowym cylindrem odbi-

jającym (10), mającym dobry styk cieplny z końcami przedłużeń (8).

5. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienne tym, że przedłużenia (8) masywnych żeber pionowych (2) są przecięte wzdłużnie i rozgięte w obydwie strony (fig. 5), przy czym pomiędzy odgiętymi sąsiednimi elementami jest pozostawiona przerwa, przez co unika się szkodliwego zamykania bocznego przewodów, istniejących pomiędzy występami (2).

6. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienne tym, że przedłużenia występów promieniowych (2), ciągle lub przerywane, są utworzone z taśm z przewodzącego ciepło metalu, przyspawanych na końcach (6) występów masywnych (fig. 6).

7. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienne tym, że zespół przedłużeń (8) jest utworzony z przewodzącego ciepło cylindra, przyspawanego na styk do końców masywnych występów promieniowych, przy czym cylinder ten jest poprzerywany nacięciami (12), stwarzającymi wystarczającą liczbę wlotów dla połączenia bocznego pomiędzy przewodami i cieczą, w której zanurzona jest konstrukcja anodowa (fig. 7).

8. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienne tym, że stanowiący jedną całość radiator w postaci odlewu (fig. 8) zawiera równoległe kominy (3), zamknięte z boku cienką ścianką metalową, której ciągłość jest poprzerywana za pomocą wystarczającej liczby otworów (13) lub brózd (12) (fig. 7), stwarzając połączenie boczne pomiędzy kominami (3) i cieczą, w której zanurzona jest konstrukcja anodowa.

9. Lampa elektronowa według zastrz. 8, znamienne tym, że powierzchnia zewnętrzna

jest powiększona za pomocą radełkowania (9).

10. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienne tym, że zespół przedłużeń (8) masywnych występów promieniowych jest utworzony z arkusza dziurkowanej blachy metalowej, przyspawanego na ich końcach (6) (fig. 9).

11. Lampa elektronowa według zastrz. 1—10, znamienne tym, że jest skombinowana z współosiowym cylindrem odbijającym (10), umieszczonym w nieznaczącej odległości od zewnętrznych powierzchni konstrukcji anodowej (fig. 2, 3, 10, 11, 12).

12. Lampa elektronowa według zastrz. 1, znamienne tym, że końce (6) masywnych występów promieniowych stanowią jedną całość z pionowym przewodem metalowym (14), w którym ciecz krąży na zasadzie termosyfonu bez znaczniejszego parowania, niezależnie od burzliwego parowania jakie zapełnia parą główne kominy (3), istniejące pomiędzy masywnymi żebrami lub występami (2) (fig. 10, 11, 12, 13).

13. Lampa elektronowa według zastrz. 1 i 12, znamienne tym, że pomocnicze przewody (14) są tylko w przybliżeniu szczelne bocznie, gdy jako całość są zamknięte za pomocą współosiowego cylindra (10) nie biorącego większego udziału w przekazywaniu ciepła.

14. Lampa elektronowa według zastrz. 1—13, znamienne tym, że anoda jest anodą wewnętrzną, otrzymującą ciepło z zewnątrz, a wewnątrz niej znajduje się ciecz chłodząca (fig. 15, 16).

Compagnie Française Thomson
Houston

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

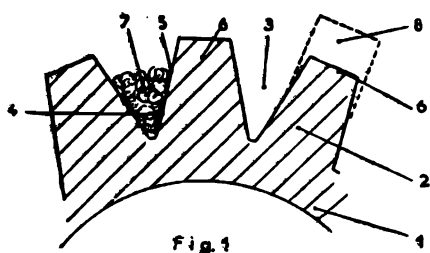


Fig. 1

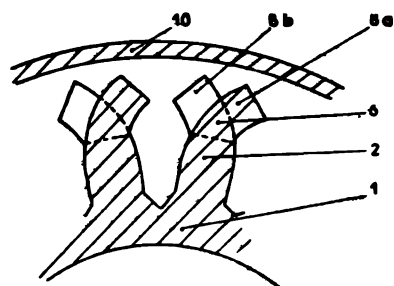


Fig. 3

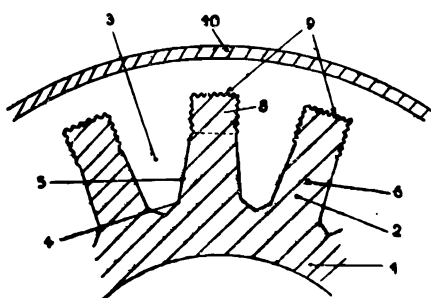


Fig. 2

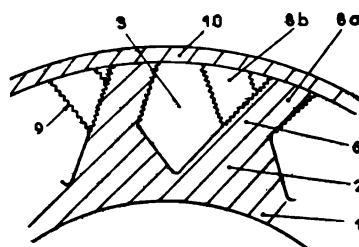


Fig. 4

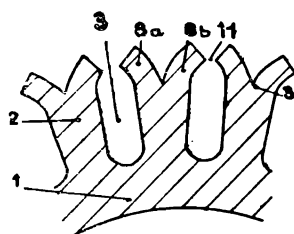


Fig. 5

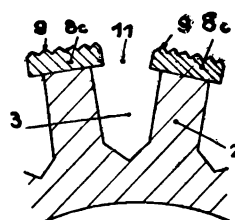


Fig. 6