

Винахід, що заявляється, відноситься до електронної техніки, а іменню, до способів виготовлення катодів прямого розжарювання для електронно-променевих приладів.

Катодний вузол, який є найбільш важливою частиною електронно-променевих приладів, визначає практично всі показники якості їх роботи - довговічність, яскравість свічення екрана, роздільну здатність, споживану потужність, час готовності (час, за який емісійний струм катода досягає 90% свого робочого значення після включення струму розжарення) і ін.

Відомо, що при виготовленні електронно-променевих приладів катоди в них піддають технологічній операції термотренування (Е.И. Шехмейстер, Общая технология электровакуумного производства. М., Высшая школа, 1984, стр.278 - 287). Ця операція необхідна для стабілізації місце розташування катода шляхом високотемпературного відпалення елементів його конструкції, а також для виведення емітуючого тіла на максимальний режим по емісії (активування катода). Процес термотренування катода полягає в тому, що на протязі певного часу на його підігрівач подають збільшений відносно робочого струму розжарення. При цьому, по-перше, емітувальне тіло активується і, по-друге, відбувається стабілізація його місце розташування в приладі за рахунок свого роду старіння (відпуску напруг) елементів конструкції катода при їх високотемпературному прогріві в режимі достатньо тривалої дії збільшеного струму розжарення. Після електротермотренування струм розжарення знижують до робочого значення, при якому відбувається подальша експлуатація приладу. Недоліком описаного способу електротермотренування катодів є значний перегрів конструкції катода, внаслідок чого можливі деформації поряд розташованих електродів електронно-променевого приладу, зокрема, модулятора. Вказані деформації призводять до порушення виставлених відстаней катод-модулятор і, отже, значень загірних напруг емісійної системи приладу. Крім того, не виключена можливість перегріву при цьому самого емітуючого тіла, що негативно впливає на його довговічність.

Відомий спосіб електротермотренування електронно-променевої трубки з катодами прямого розжарювання (заявка Японії №58-815, НОІУ9/02, 1/15 - аналог), при якому, для виключення перегріву катода, в ланцюг його розжарення на час термотренування включають послідовно резистор, величина опору якого дорівнює опору підігрівача. Цей спосіб потребує значних часових витрат на проведення термотренування катода, тому що процеси стабілізаційного відпалення підігрівача і активування емітувального тіла при маючих місце в цьому способі знижених температурах розжарення підігрівача проходять повільно. Крім цього, цим способом неможливо здійснити оптимальне електротермотренування катода, бо в випадку катодів прямого розжарювання температури тренування підігрівача і емітувального тіла відрізняються (звичайно термостабілізація підігрівача відбувається при більш високій температурі, ніж активування емітувального тіла через те, що вона пов'язана з структурно-фазовими перетвореннями в матеріалі підігрівача).

Відомий також спосіб виготовлення крапкового термокатада прямого розжарювання (авторське свідоцтво СРСР №928459, НОІУ9/04 - прототип), при якому електротермотренування катода здійснюють шляхом відпалення вершини V-подібного дрітного підігрівача з лантанованого іридію при температурі 1650 - 1750°C протягом 30 - 40 хвилин, після чого температуру підігрівача, знижують до робочого значення. Недолік цього способу полягає в тому, що висока концентрація температури на вершині підігрівача, виконуючій роль емітувального тіла, призводить до інтенсивного випаровування з цієї зони емісійно-активної компоненти (лантану) і, отже, до різкого зниження ресурсу катода. При цьому сам підігрівач відпалюється недостатньо, тому що його температура різко знижується від вершини до основи. Недостатнє відпалення (термотренування) підігрівача призводить до нестабільності роботи катода в електронно-променевому приладі.

Таким чином, в способі - аналозі і в прототипі є спільний недолік - неможливість забезпечити при електротермотренуванні катода незалежне управління температурою стабілізаційного відпалення підігрівача і температурою активування емітувального тіла. При відомих способах електротермотренування катодів постійним підвищеним струмом розжарення вдається оптимальним чином термообробити або емітувальне тіло, або підігрівач. Крім того, на електротермотренування витрачається багато часу. Через ці недоліки відомі способи непридатні для надійного електротермотренування пряморозжарювальних катодів в умовах серійного виробництва електронно-променевих приладів.

В основу винаходу покладено задачу розробки такого способу електротермотренування пряморозжарювального катода, при використуванні якого була б можливість швидко здійснювати оптимальну (по температурі) термообробку емітувального тіла і підігрівача катода в електронно-променевому приладі.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі електротермотренування катода прямого розжарювання з емітувальним тілом, закріпленим безпосередньо на підігрівач при якому здійснюється високотемпературний прогрів підігрівача і емітувального тіла шляхом пропускання через підігрівач струму електротермотренування, величину якого встановлюють більшою, ніж робоче значення струму розжарювання катода, відповідно винаходу, струм електротермотренування подають на підігрівач в вигляді періодичної послідовності прямокутних імпульсів, період повторення яких вибирають більшим часу готовності катода, причому співвідношенням між температурами електротермотренування підігрівача і емітувального тіла керують шляхом зміни періоду повторення імпульсів струму електротермотренування, а тривалість кожного з них вибирають у стільки разів коротше часу готовності катода, у скільки разів квадрат величини встановленого струму електротермотренування більше квадрата значення робочого струму розжарення катода.

Запропонований спосіб електротермотренування катода завдяки використанню імпульсного режиму подачі струму розжарювання, відкриває можливість шляхом підбору параметрів імпульсів забезпечити

одночасно оптимальну термообробку як емітувального тіла, так і підігрівача катода, скорочуючи тим самим технологічний цикл термотренування катодів, що особливо важливо в умовах серійного виробництва електронно-променевого приладів.

Розкриємо фізичну суть даного способу. Прогрів підігрівача до більш високої температури в порівнянні з емітувальним тілом в даному способі здійснюється за рахунок використання кінцевого значення часу передачі тепла від підігрівача до емітувального тіла, що має певну величину теплоємності (постійна часу даного процесу визначає час готовності катода). Якщо різко ввімкнути живлення підігрівача катода і вимкнути його до повного завершення вказаного вище процесу передачі тепла, то емітувальне тіло не встигне досягти температури підігрівача і відразу ж почне охолоджуватись з такою ж самою постійною часу за рахунок витоку тепла через підігрівач який охолоджується значно швидше. Чим раніше вимкнути підігрівач (тобто, чим коротше імпульс струму розжарення подавати на підігрівач), тим до меншої температури буде встигати розігрітись емітувальне тіло. Якщо ж тривалість імпульсу вибрати рівною або більшою часу повного завершення процесу передачі тепла до емітувального тіла, тобто рівною або більшою часу готовності катода, то температура емітувального тіла зрівняється з температурою підігрівача. Цей крайній випадок відповідає тепловому режиму обробки катодів відомими способами, коли використовується постійний струм електротермотренування, який не дає можливості забезпечити різну ступінь прогріву елементів катодного вузла. Із вищенаведеного аналізу динаміки теплових процесів в пряморозжарювальному катоді витікає, що тривалість імпульсу електротермотренування  $\tau_i$  повинна бути меншою від часу готовності катода  $\tau_k$ , а черговий імпульс електротермотренування повинен бути поданий на підігрівач раніше, чим повністю завершиться процес передачі тепла до емітуючого тіла від попереднього імпульсу (інакше тепло на ньому буде накопичуватися, і тоді температури елементів катода зрівняються), тобто, період подачі імпульсів електротермотренування  $T_i$  повинен бути більше постійної часу готовності катода:

$$\tau_i < \tau_k, T_i > \tau_k.$$

Очевидно, що чим пізніше буде подаватись наступний імпульс електротермотренування, тим до більш низької температури буде охолоджуватись емітувальне тіло в проміжках між імпульсами. При періодичній подачі таких імпульсів, температура емітувального тіла буде коливатись відносно певного середнього її значення, яке визначається періодом повторення імпульсів електротермотренування. Таким чином, можна керувати температурою прогріву емітувального тіла незалежно від температури розжарювання його підігрівача.

Температуру розжарювання підігрівача тобто, температурний режим електротермотренування підігрівача встановлюють в способі, що пропонується, шляхом вибору величини струму  $J_t$  і тривалості  $\tau_i$  імпульсу електротермотренування. При цьому виходять з умови, що кількість теплової енергії, яка передається катоду в імпульсі, не повинна перевищувати кількості теплової енергії, одержуваної катодом в звичайному робочому режимі його розжарення постійним струмом (інакше, як відзначалось вище, можуть мати місце необоротні процеси в катоді і близько розміщених електродах через перегрів катода). Рівняння балансу теплової енергії запишемо для одного імпульсу струму електротермотренування в вигляді:

$$Q_t = Q_p$$

де  $Q_t$  - кількість теплової енергії, внесеної в катод при подачі на нього одного імпульсу електротермотренування;

$Q_p$  - кількість теплової енергії, що передається катоду в робочому режимі розжарювання до моменту виходу його на рівень готовності (тобто, на протязі часу готовності).

Розрахунок теплової енергії проведемо згідно формули виділення теплової енергії на провіднику з опором  $R$  при пропусканні через нього струму  $J$  на протязі часу  $t$ :

$$Q = 0,24 J^2 R t,$$

Рівняння теплового балансу для нашого випадку має вигляд:

$$J_t^2 R \tau_i = J_p^2 R \tau_k,$$

де  $J_t$  - значення струму електротермотренування в імпульсі;

$J_p$  - робоче значення струму розжарення катода;

$\tau_i$  - тривалість імпульса електротермотренування;

$\tau_k$  - час готовності катода;

$R$  - опір ланцюга розжарювання катода.

Із рівняння теплового балансу знаходимо, яку частину по відношенню до постійної часу готовності катода повинна складати тривалість імпульсу його електротермотренування:

$$\frac{\tau_i}{\tau_k} = \frac{J_p^2}{J_t^2}$$

Таким чином, знаючи робочий струм розжарення катода і значення струму, необхідного для забезпечення стабілізаційного відпалення підігрівача, можна визначити тривалість імпульсу електротермотренування всього катода в цілому. Керуючи незалежно різними параметрами імпульсів електротермотренування (тривалістю, амплітудою, періодом повторення), можна, завдяки заявленому способу, встановити в межах єдиного технологічного процесу оптимальне співвідношення температур відпалювання підігрівача і активування емітувального тіла. Таким чином вирішується поставлена задача.

Крім того, пропонується в заявленому способі режим імпульсного прогрівання підігрівача, катода сприяє ефективній стабілізації його геометричних параметрів, тому що процеси відпускання механічних напруг і структурно-фазових перетворень при різкому нагріванні і охолодженні ідуть значно швидше і повніше.

Циклічний характер процесу нагрівання підігрівача сприяє швидкій стабілізації його параметрів. Цим заявляємий спосіб відрізняється від відомих способів електротермотренування катодів.

Динаміка теплових процесів, які протікають при електротермотренуванні пряморозжарювального катода заявляємим способом, наглядно ілюструється графіками (фіг.1). На фіг.1 елюрою 1 позначена форма імпульсів струму електротермотренування, періодично поступаючих на підігрівач катода ( $T_i$  - період подачі імпульсів). Крива 2 показує, як міняється температура підігрівши при живленні підігрівача імпульсами струму 1 тривалістю  $t_i$ . Пунктирне подовження кривої 2 показує хід температури підігрівача при подачі на нього постійного струму розжарення (як у прототипі). Крива 3 показує, як змінюється температура емітувального тіла при живленні підігрівача імпульсами струму 1. Пунктирне подовження кривої 3 ілюструє хід температури емітувального тіла в випадку включення постійного живлення підігрівача.

Пунктирні лінії нанесені на фіг.1 з метою позначення на часовій осі координати параметра  $t_k$  (час готовності катода), який визначається як відрізок часу, відраховуючи від початку включення підігріву катода до моменту, коли температура емітувального тіла досягне 0,9 свого робочого значення.

З приведених кривих, ілюструючих динаміку зміни температури підігрівача і емітувального тіла в імпульсному і постійному режимах живлення катода, видно, що черговий імпульс електротермотренування необхідно подавати на підігрівач раніше, ніж закінчиться передача тепла до нього від попереднього імпульсу, тобто, не раніше, ніж через відрізок часу, рівний часу готовності катода (інакше буде відбуватись накопичення тепла на емітувальному тілі до максимального рівня, як при постійному режимі живлення підігрівача. Заявляємий спосіб вирішує задачу не допустити перегріву емітувального тіла при високотемпературному розжаренні підігрівача. Це якраз і досягається тим, що період подачі імпульсів електротермотренування вибирають більшим часу готовності катода. І чим більше період повторення імпульсів перевищує параметр  $t_k$ , тим до більш низької температури встигає охолонути емітувальне тіло в довгих проміжках між імпульсами, тобто, тим більше температура тренування емітувального тіла буде відрізнятись від температури термовідпалювання підігрівача. Таким чином, керуючи періодом слідування імпульсів в процесі електротермотренування досягають оптимального співвідношення між температурами термообробки емітувального тіла і підігрівача катода.

Приклади реалізації способу.

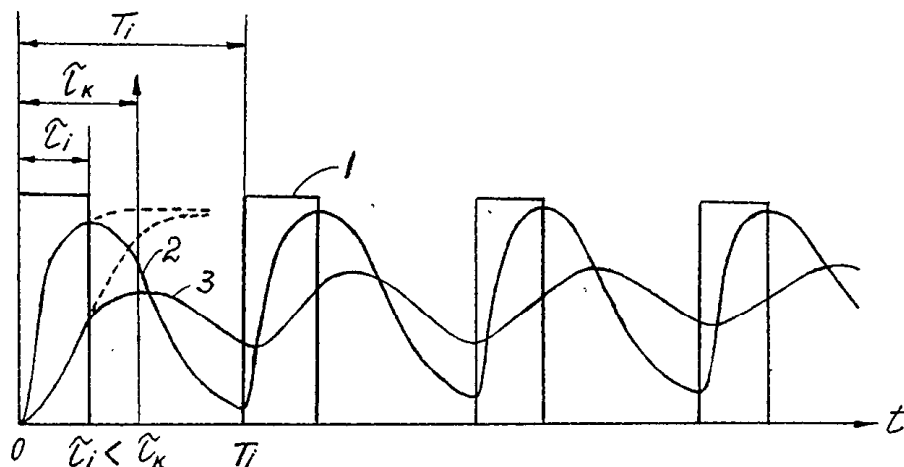
Приклад 1:

На пряморозжарювальний катод з металосплавним емітувальним тілом масою 1мГ і часом готовності 0,7с подають імпульси струму електротермотренування амплітудою 2А тривалістю 0,2с і періодом повторення 2с. При цьому контролюють струм емісії катода. Після тренування катода в цьому режимі протягом 5 хвилин струм емісії катода в максимумі температурної кривої розжарювання досягає значення струму насиченості емісії, що відповідає його значенню при робочій величині струму розжарювання катода. Це означає, що катод пройшов електротермотренування.

Приклад 2:

На пряморозжарювальний катод з металосплавним емітувальним тілом масою 1,5мГ і часом готовності 0,9с подають імпульси струму електротермотренування амплітудою 3А тривалістю 0,3с і періодом повторення 2,5с. Час електротермотренування - 3 хвилини.

Практична корисність заявленого способу полягає в тому, що при його серійному впровадженні скорочується довжина конвеєрної лінії по виробництву електронно-променевих трубок (зокрема кінескопів), в результаті чого досягається економія електроенергії, виробничих площ і зниження собівартості одиниці виробу.



Фіг. 1

