

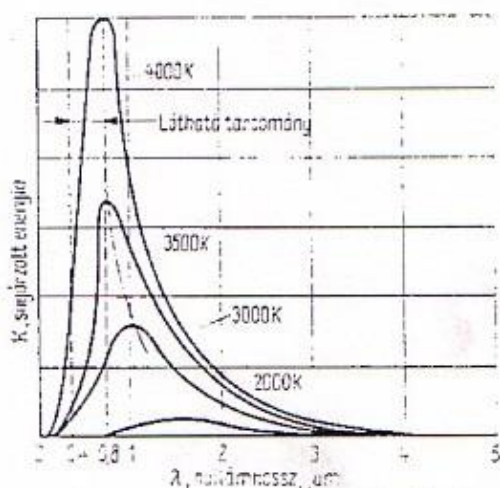
A fény előállítása

Hőmérsékleti sugárzás

A hőmérsékleti sugárzás fizikai alapja az elemi részecskék folytonos hőmozgása, amely még az abszolút nulla fokon sem szűnik meg. Ez az ún. Brown mozgás, amely a test hőmérsékletének emelkedésével egyre nagyobb mértékű lesz. A részecskék egymással való ütközése hő termel, amelynek következtében a melegített test sugározni fog. A sugárzás módja a Planck törvény szerint fog lezajlani.

A keletkezett sugárzás folytonos spektrumú. Kb. 600 K hőmérsékletig, csak hősugárzás történik. E fölött már megjelenik a fény sugárzása is. Minden hőmérséklethez, más-más sugárzási jelleg tartozik, amelyeknek jellemzője, hogy egy meghatározott frekvencián van a sugárzási teljesítmény maximuma, mégpedig úgy, hogy $E_{\max} = \lambda_{\max} T = \text{állandó}$.

E szerint növekvő hőmérsékleteknél, a sugárzási teljesítmény maximuma nagyobb a frekvenciák felé, azaz a rövidebb hullámhosszak felé tolódik el. Ezt a jelenséget Wien-féle eltolódási törvénynek nevezik.



A Wien- Planck sugárzásábrázolása.

A kisugárzott felületi teljesítmény, ha a test feketesugárzónak tekinthető, akkor az, a hőmérséklet 4-ik hatványával lesz arányos, azaz a Stefan-Boltzmann törvény szerint $M_v = \sigma T^4$

Az elmondottakból következik, hogy egy Planck sugárzóból akkor nyerhetünk nagyobb fénytelsítményt, ha az izzítás minél nagyobb hőmérsékleten történik.

Ezeknek az elveknek alapján működnek az izzólámpák.

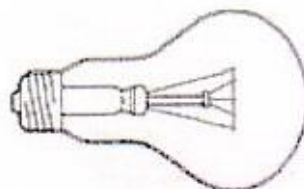
Tulajdonképpen ezeket az elveket használta fel Edison is, amikor 1897-ben, bemutatta a H. Göbber által készített, de általa tökéletesített izzólámpát és annak villamos elosztórendszerét a nagyközönségnek.

Gáztöltésű és az Edison-féle izzólámpák

Edison már akkor szembesült az izzószál anyagának nehézségével, mivel akkor még nem álltak rendelkezésére megfelelő anyagok. Ezért izzószálként elszenesített bambuszrostot használt, amelyet légritkított üveg ballonban helyezett el. A villamos hálózathoz való csatlakozásra különleges menetű és speciális méretű fejet készített. Az üveg ballonnak sajátos formát adott. Ezek a formák mind a mai napig csaknem változatlanul megtalálhatók a használatos izzólámpákon.

A búra körte alakú, a fejen lévő menetet Edison menetnek nevezik, és átmérőjével együtt jelölik. Például

Az Edison menet nem csatlakozik egyetlen más menethez sem.



Normál izzó

Edison nevéhez fűződik a bemutatón alkalmazott hálózati feszültség kiválasztása is, amelynek értéke befolyásolta szinte egész Európában a fogyasztói elosztórendszerek feszültségét. A választott feszültség a

megkövetelt hálózati feszültségeséssel 110 V. Hazánkban is nemrégiben még a hálózati feszültség értéke 220 V volt, amely a nagyobb átviteli teljesítmény miatt lett az Edisoni feszültség kétszerese.

Ami az izzószál anyagát illeti a későbbi időkben is gondot jelentett a megfelelő anyag kiválasztása. Az egyáltalán szóba jöhető anyagok és olvadáspontjuk az alábbiak voltak□

Szén	3773 K
Wolfram	3643 K
Rénium	3340 K
Molibdén	2895 K

A felsorolt anyagok közül a wolfram volt az egyetlen, amelyik erre a célra alkalmasnak látszott, azonban a wolfram gyártási technológiája még nem volt kidolgozva. Nem lehetett belőle szálát húzni. Ugyanis a szálát, az olvadáspont figyelembe vételével, az elegendő és kellemes színhőmérsékletű fény elérése érdekében legalább 2500 K hőmérsékletre kell hevíteni. A hevítésre a villamos áram I^2R teljesítménye szolgál.

A felsorolt anyagok közül Edison csak a szenet tudta felhasználni, mert a többi anyagok gyártási technológiáját még nem ismerhette. A szénszálát bambuszrost elszenesítésével állították elő. Ez az anyag azonban a porlódási tulajdonsága miatt hosszabb ideig nem vált be. Hamar elégett és porlódása következtében, az üvegbura belső falára rakódása miatt, azt elsötétítette, erősen csökkentve annak fényáteresztő képességét. Ezt a hatást még az is fokozta, hogy a bura belseje csak légritkított nyomású volt, nem tudatta a szén szemcséket visszatartani.

Edison korai izzólámpájának fényhasznosítása kb. 2 lm/w volt. Munkássága mély nyomot hagyott az izzólámpa alakjának és szerkezeti megjelenésében. Még ma is a jól ismert körte formájú ballont használjuk. Az izzólámpa becsavarható csatlakozó feje és annak menete, mérete is jól ismert, és róla lett elnevezve.

Az általa bevezetett csavarrendszer és jelölése□

E 40 E 27 E 14 E 10

Ahol a számok az Edison fejes menet átmérőjét jelezzik.

Az izzólámpák használata során tapasztalt problémák miatt már korán megindultak az izzólámpák fejlesztésének munkálatai. Első és nagyon fontos eredmény két magyar kutató nevéhez fűződik. Millner Tivadar és Túry Pál kidolgozták a volfrám fém előállításának technológiáját, és annak szállá történő feldolgozását, húzását. Ekkor már sikerült nagy mennyiségű, akár 0,1 mm átmérőjű szálat előállítani.

A volfrám anyagú izzószál lehetővé tette az izzítási hőmérséklet emelését, amely ekkor elérte a 2300 K értéket. A fényhasznosítás 5-7 lm/w lett.

A megfelelő hosszúságú izzószálat tartókra erősítve helyezték el a burába. Ezért a vékony, hosszú izzószál erősen hűlt, és az elpárolgó volfrám molekulák a szén szemcsékhez hasonlóan elsötétítették a burát. Ennek csökkentése érdekében az izzólámpa buráját nagyobb molekulasúlyú inert gázzal töltötték, később nemes gázokat is használtak.

A használt töltőgázok és azok jellemzői□

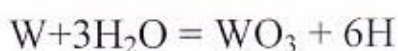
Gáz	He	Ne	Ni	Ar	Ke	Xe
Mosúly	4	20	28	40	83	130
Hővezetési tényező	3,34	1,10	0,57	0,39	0,21	0,12

A szál okozta problémák megoldása érdekében, egy magra hosszában felcsévélte, rugó formájú izzószálat alkalmaztak. Később a már felcsévélte huzalt egy nagyobb átmérőjű magra ismételt felcsévéltek, így egy kettős spirál huzalt kaptak. A spirál és a kettős spirál izzószál már kevésbé hűlt, termikus és fénytani jellemzői jobbak lettek. A spiralizált izzószál és a töltőgázok alkalmazása következtében az izzószál sok tekintetben egy Plank sugárzóvá vált. Izzítási hőmérsékletet 2500-2800 K értékre lehetett emelni.

A spiralizált izzószál további gondokat gerjesztett. Ugyanis, ezáltal a feszültség alatt álló szál egyes pontjai nagyon közel kerültek

egymáshoz. Egy-egy menet között a menetszültség vette igénybe a burában lévő töltőgáz villamos szilárdságát. Ha a töltőgáz ionizációs feszültsége kicsi volt, akkor nagy menetsűrűség esetén gyakoriak voltak a közöttük kialakuló villamos ívkisülések, amelyek a szál azonnali tönkretételét eredményezték. Az izzólámpagyártásnál erre is tekintettel kellett lenni. Pontos gyártással és az anyagok helyes megválasztásával ezeket el lehetett kerülni.

Az izzólámpagyártás súlyos gondokkal küzdött a lámpa ballonjában maradt szennyező anyagok, különösen az elkerülhetetlenül benn maradó vízgőzök miatt. A víz ugyanis reakcióba lép a volfrám anyagával és a lámpa élettartamát jelentősen csökkenti. A kémiai reakció az alábbi, az izzószálról leszakadó volfrám molekulák a burában lévő vízgőzzel reakcióba lépnek az alábbi összefüggés szerint



azaz, volfrámtrioxid és hidrogén keletkezik. A folyamatban keletkező naszcens hidrogén rögtön redukálja a volfrámtrioxidot, és újra vízgőz keletkezik, Így a jelenség megismétlődhet. A bura falán, pedig ott marad a volfrám, kiváltva a bura elfeketedését és felgyorsítva a szál fogyását.

A burában visszamaradó vízgőz és szennyezések megkötésére *gettereket* használnak. Az izzólámpagyártásban leggyakrabban használt getteranyagok a vörös foszfor és a cirkon.

A táblázatunkban szereplő töltőgázok többsége a korábbi időkben még nem állt a lámpagyártók rendelkezésére, egyszerűen azért, mert előállításuk, vagy költséges volt, vagy még nem volt kidolgozva. Miután ezek előállítása meg valósult, fokozatosan bevezették alkalmazásukat.

Krypton töltésű lámpák

A Tungstram gyár kutatója, Bródy János kutatásai során készített egy speciális szivattyút, amellyel a levegőből sikerült jó minőségű és nagyobb mennyiségű Krypton gázt előállítani.

A Krypton töltőgáz lehetővé tette, hogy a szál porlódása csökkenjen, de ezt az előnyt nem az élettartam növelésére fordították, hanem változatlan élettartam mellett növelték az izzítási hőmérsékletet. Ezzel kb. 15-20 %-al lehetett növelni a lámpa fénykibocsátását, és ugyanakkor színhőmérséklete is javult.. A kibocsátott fény lágyabb, selymesebb lett. A Krypton gáz előállításában azonban költségesebb volt, ezért magát a lámpa buráját is átalakították. Kevesebb töltőgázt befogadó formájú burát alakítottak ki, és egyúttal megoldották a fénysugár irányítását is.

Ekkor kerültek használatba a jellegzetes, gomba formájú krypton töltésű izzólámpák. Kereskedelmi nevük SUPERBA, ill. SUPERBALUX.

Halogén töltésű lámpák

Már az 1900-as években ismert volt az a regeneratív folyamat, amely az izzószárról eltávozó volfrám molekulákat visszaszállítja. De ennek gyakorlati megvalósítása nem volt ismert. 1959-ben amerikai kutatók rájöttek arra, hogyha az adalék anyagba halogén gázt (Fluor, Jód, Clór, Bróm, Aktínium) is tesznek, akkor ez a jelenség szabályozható lesz. A jelenség bármely halogénnel működik, bár túlnyomó mértékben jódot használnak.

A jelenség a következő módon zajlik le. A leszakadó volfrám molekula a bura fala közelében reakcióba lép a jóddal és illékony volfrámjodidot képez. Ez a burában a melegebb zóna felé áramlik és meghatározott hőmérsékleten disszociál, volfrámra és jódra. Ezért a forró izzószál közelében megnő a volfrám koncentrációja, így megnő a valószínűsége a szála való visszadiffundálásnak. Ezzel mintha az elvékonyodott szál regenerálódna. Pontosan így nem fog megtörténni, de a szál élettartama mégis növekszik.

Manapság már tömegével hozzák forgalomba a különböző halogén töltésű izzólámpákat, amelyeknek az izzítási hőmérséklet 2800-3400 K. Fényhasznosításuk elérheti a 25 lm/w értéket.

Fényképészeti célokra készítenek, rövidebb élettartamú halogén töltésű lámpákat, amelyeknek fényhasznosítása még az előbb említett értéknél is nagyobb lehet (33 lm/w.)

Xenon töltésű lámpák

A alkalmazott töltőgázok szempontjából szólni kell a legutóbbi időkben alkalmazásra került Xenon gázzal. Ez a gáz rendelkezik a legnagyobb molekulaszúlyal, ugyanakkor a legkisebb ionizációs potenciállal. Előállítási költsége ugyanakkor nagyon drága,

Ezek miatt, és az abból fakadó előnyök miatt különleges termékek előállítását teszik lehetővé..

Melyek ezek a különleges jellemzők?

Ionizációs feszültség kicsi értéke.

A kettős spirál izzószál miatt egymáshoz szorosan feltekercselt izzószál menetei olyan közel kerülnek egymáshoz, hogy a hálózati feszültségből adódó menetfeszültség kisüléseket indíthat, amely ívleégés megnevezésű jelenséghez vezethet. Ez pedig menetzárlatot okozva, az izzó azonnali tönkremenetelét eredményezi.

Ezért a lámpa üzemi, működtető feszültségét kicsi értéken kell tartani, hálózati feszültség nem jöhet szóba. A szokásos érték 12-24 V.

Az ívleégés elkerülését lehetett fokozni, a menetek közötti átívelési szilárdság növelésével, azzal, hogy a bura belső nyomást megnövelték. A megnövelt nyomás miatt viszont a szokásos vékonyfalú burák nem használhatók, ezért ide vastagabb burájú izzót kell használni.

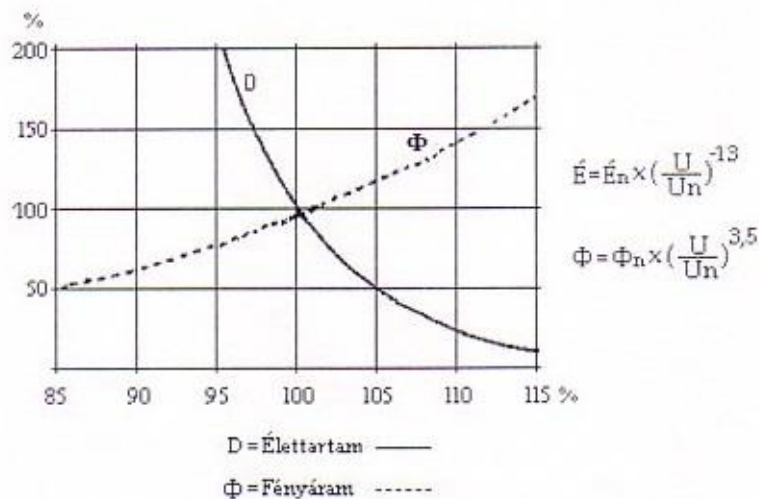
Nagy molekulaszúly. Ez egy hasznos tulajdonság, mivel erősen csökkenti a szál porlódását, e miatt a szál jobban izzítható, a bura nem feketedik. Ha nem kell tartani a bura feketedésétől, akkor kisebb felületű bura is tiszta marad, vagyis csökkenthető a lámpabura. Ez újabb előnnyel jár, mivel a kisebb burába kevesebb töltőgáz kell. A kisebb méretű bura újabb előnyt kínál, a lámpa súlyának jelentős növelése nélkül vastagabb falú bura is alkalmazható. Ez pedig az előbb említett belső nyomás növelését isteszi lehetővé, tovább fokozva a xenonlámpák előnyeit. A nagyobb hőmérsékletű izzószál és a kisebb méretű bura miatt a szokásos anyagú üvegburák nem alkalmazhatók. Kemény, vagy edzett üveget, esetleg vycor nevű anyagot lehet alkalmazni.

Kicsi működtető feszültség.

Csak olyan helyen használható, ahol a jelzett kicsi feszültség rendelkezésre áll. Rendszerint gépkocsik fényszóró lámpáinál kerülnek alkalmazásra.

Az izzólámpák üzemi viszonyai.

Az izzólámpák, mint villamos eszközök jelentős üzemi tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezek közül a legfontosabb a tápfeszültség értéke. Igen erősen érinti szinte valamennyi jellemző paraméterét, nevezetesen a fényáramát, élettartamát annak bármilyen eltérése a névleges értéktől.



Izzólámpa jellemzőinek alakulása

Az ábrán láthatók azok a tényezők, amelyek a leginkább függenek a tápfeszültség nagyságától.

Az ábrán folytonos vonallal rajzolva és „D”-vel jelölve az izzólámpa élettartama látható.

A pontokkal rajzolt és Φ -vel jelölt görbe ugyanakkor a fényáramát jelzi.

Analitikailag a fenti függvények az alábbi módon írhatók fel, ha az izzólámpa méretezésénél használt mennyiségeket „N” index-el jelöljük és az aktuális mennyiségeket index nélkül írjuk, akkor

$$\text{A fénnyáram } \Phi = \Phi_N \left(\frac{U}{U_N} \right)^{3,5}$$

$$\text{Az élettartam } D = D_N \left(\frac{U}{U_N} \right)^{-13}$$

Vagyis az izzólámpák fénnyárama a feszültség növekedésével az arány 3,5-ik hatványával növekszik. Ugyanakkor az élettartama ennek az aránynak 13-ik hatványával csökken.

Ezek ismeretében célszerű az izzólámpákat a névleges, a méretezéskor meghatározott feszültségen üzemeltetni.

Más a helyzet, ha valamilyen ok miatt az izzólámpától nagyobb fénnyáramot akarunk kapni, akkor az élettartam rovására a tápfeszültség emelhető. Ilyenek a vetítőlámpák, fényképezési lámpák, bár ezeknél a feszültséget nem mi emeljük fel, hanem ezeket a lámpákat már gyárilag túlfeszítik.

Az élettartam szempontjából például a biztonsági világítást szolgáló lámpák jöhetnek szóba, ahol a megbízhatóság az első szempont és a világítás nem annyira.