

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Ferdinand Pietsch
O lampách rtuťových

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 41 (1912), No. 1, 108--121

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122209>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1912

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Důsledky :

1. Je-li $w = 0$, jest rovina $\varrho \parallel s$; pak $x^2 + y^2 = \frac{r^2 c}{v}$,
t. j. řez jest kruh, jehož střed jest v O_1 .
2. Je-li $c = v$ a $w = 0$, pak $x^2 + y^2 = r^2$ — řez paraboloidu s průmětnou π .
3. Je-li $u = 45^\circ$ a $c = 0$, pak $x^2 + y^2 + \frac{r^2}{v} x = 0$ — vrcholová rovnice kruhu.
4. Je-li $w = 90^\circ$ ($\varrho \parallel 0$) a tudíž $tg w = \infty$ a $c = \infty$ lze psáti uvedenou rovnici též ve tvaru

$$\frac{x^2}{tg w} + \frac{y^2}{tg w} + \frac{r^2}{v} x - \frac{r^2 c}{v tg w} = 0$$

a ježto $tg w = \frac{c}{a}$, jest $\frac{r^2}{v} x = \frac{r^2 c}{v \frac{c}{a}} = \frac{ar^2 c}{vc}$ a $x = a$;

průmět průseku na π přejde v přímkou kolmou k ose x a řez jest parabola shodná s hlavním meridiánem.

O lampách rtuťových.

Napsal Dr. Ferdinand Pietsch.

Snaha učiniti světlo elektrické levnějším vedla k sestavení nových žárovek i úsporných lamp obloukových. K těmto zdokonaleným světlům elektrickým přidružila se v poslední době lampa rtuťová, mající podobnost s obloukovou lampou, neboť světlo vychází od žhavých částic rtuťových mezi rtuťovými elektrodami poletujících. Rozdíl jeví se však v tom, že světelný oblouk tvoří se v prostoru vzduchoprázdném.

Jest s podivením, že tak dlouho lampy rtuťové neopouštěly laboratoře, jsouce prakticky neupotřebitelné. Teprve v nejnovější době podařilo se je zdokonaliti tou měrou, že se staly hledaným zdrojem světla.

Uvažme, že již r. 1860 provedl Way pokus, jenž se stal podkladem pro sestavení pozdějších lamp. Z nádoby s jedním pólem baterie spojené přitékala rtuť tenkým praménkem do dolní nádoby s druhým pólem baterie spojené. Proud tenkým praménkem rtuti jdoucí zahrál ji tak, že se vytvořily páry, jimiž pak proud dále procházel. Páry vysílaly intenzivní světlo, jež svítilo však ve vzduchu obyčejné hustoty.

V r. 1879 jeví se již pokrok v tom, že oblouk světelný tvořil se ve vzduchoprázdném prostoru. Lampa měla ponejvíce tvar trubice na obr. 1. naznačené, z níž vzduch byl vyčerpán. Zatřepáním spojila se na okamžik rtuť, a při přetržení vytvořila se pára, jíž počal proud procházeti. Rizet nedlouho potom sestrojil lampu, již však plnil dusíkem.



Obr. 1.

Také Langhaus r. 1887 užíval lampy se zředěným vzduchem, kde proud parami rtuťovými procházel.

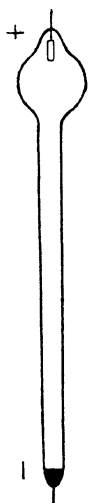
Velikou zásluhu o vědecké prozkoumání lampy má Arons, jenž v letech 1892 uveřejnil výsledky svého badání.

Užívaje zkušeností svých předchůdců, vyčerpával vzduch z roury na nepatrný tlak tak, že zbyly jen páry rtuťové. Ku rozsvícení lampy bylo potřebí značnějšího napětí počátečního; proto byl před lampou vepnut značný odpor, který stravoval však příliš mnoho energie, čině lampu nehospodárnou. Lamy se příliš zahřívaly i bylo je nutno chladiti vodou, jež se často až do varu dostala. Nesnadné uvádění lampy v činnost, jakož i nutnost chlazení činily lampu nezpůsobitou k praktickému použití.

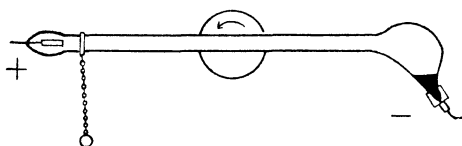
Ačkoli Arons důkladně zkoumal odpor par rtuťových, přece nedošel k definitivnímu výsledku. To se podařilo teprve jeho nástupcům, kteří zjistili, na jakých vlivech závisí odpor sloupce plynu v lampě, a tím našli cestu k sestavení upotřebitelné lampy.

Američan Cooper-Hewitt zjistil přesně podmínky odporu sloupce rtuťových par a na veřejné přednášce r. 1901 v Americe konané demonstroval, jak závisí odpor od délky a průměru sloupce par. Zároveň také ukázal, jaký rozhodující vliv má hustota par rtuťových na spotřebu energie a tudíž hospodárnost lampy. Aby právě příslušnou hustotu v lampě udržel, zavedl zdokonalení, opatřiv ji chladicí komorou, jež přebytečné páry kondensuje.

I bylo takto možno sestrojiti lampu pro dané napětí a určitou intenzitu.



Obr. 2.



Obr. 3.

Na obraze 2. spatřujeme rtuťovou lampu, u níž katodu tvoří rtuť, anoda jest železná nebo niklová. Proud přivádí se sklem drátky platinovými, jež u katody jsou připojeny ke kovové podložce. Kolem anody pozorujeme chladicí komoru, jíž udržují se páry na příslušné hustotě. Jiný tvar lampy lze pozorovati na obr. 3.; zatažením za řetízek lze lampu překloupiti, načež se samočinně do původní polohy vrátí.

Vzduch z lampy je dokonale vyčerpán, i panuje při normálním chodu v lampě tlak asi 3 mm Hg. Tato lampa Cooper-Hewittova se tak málo zahřívá, že lze rukou na ni sáhnouti.

Tvrdým oříškem pro konstruktéry bylo zapalování lampy, neboť lampa nesvítící, v níž páry rtuťové jsou chladné, klade odpor na tisíce Ohmů měřící. Ku přemáhání odporu počátečního užívalo se nejrůznějších zařízení, z nichž nejjednodušší jest zapalování jiskrou samoindukční, jak toho užívá Cooper-Hewitt u svých překlápěcích lamp. Čtenářům je známý pokus demonstrující samoindukci: použijeme-li obyčejné primární cívky induktoria s vložkou z měkkého železa a spojíme-li ji s článkem tak, aby procházelo na př. 6 Ampère, tu utvoří se, přerušíme-li proud mezi konci drátu, jiskra dosti dlouhá a palčivá, již snadno zapálíme plyn. Při přerušení proudu vznikla samoindukce, jež, majíc značné napětí, vybila se jiskrou.

Jelikož lampa rtuťová potřebuje vysoké počáteční napětí, zařadíme před lampu cívku s jádrem z měkkého železa 2 *cm* silného, o osmi stech závitech a mimo to obyčejný odpor ohmův.

Zapálení děje se tímto způsobem. Zatažením za řetízek (viz obr. 3.) skloníme lampu, i přetéká rtuť tenkým praménkem až k anodě. Jakmile se jí dotkne, projde silný proud rtuť, jež v zápětí se přeruší, neboť lampa svou vahou se vrací do původní polohy a pramének rtuť se přetrhne. V tom povstane na místě přetržení samoindukční jiskra, z cívky vycházející, páry rtuťové stanou se vodivými, a lampa počne svítiti. Parami pak prochází normální proud asi 2 Ampéry.

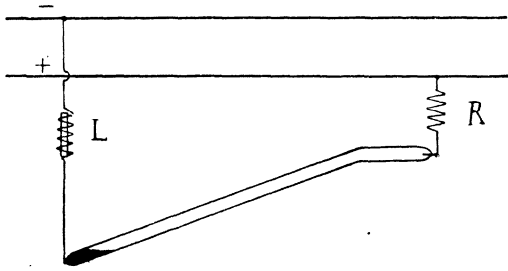
Napětí v síti není stálé, často kolísá, zejména když v blízkosti nastane náhlé zatížení sítě; tu je nebezpečí, že lampa zhasne; tomu však také zabraňuje samoindukční cívka, jež při každém snížení napětí vyšle impuls induktivní do lampy a tím ji při vodivosti udržuje.

Překlápění lamp děje se buď rukou nebo také samočinně elektromagnetem. Aby nárazem rtuť se lampa nerozbila, jest konec trubice chráněn předným sklem.

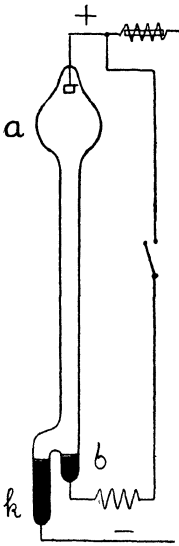
Obr. 4 nám znázorňuje připojení lampy k síti elektrovodné. Vedle induktivního odporu *L* připojen ještě Ohmův odpor *R*, jenž často bývá nahrazen žárovkami ve větvi vepnutými.

Často užívá se k vůli snazšímu zapálení anody pomocné (viz obr. 5.) *b*, nalézající se blízko kathydy *k*. Při naklonění se utvoří mezi *k* a *b* krátké spojení, při přerušení pak samoindukcí

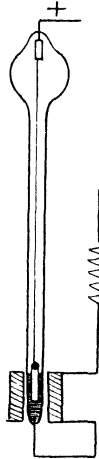
světelný oblouk mezi kathodou a pomocnou anodou, jež snadno se rozšíří k anodě hlavní *a*. Spojení k anodě pomocné se pak automaticky vypne.



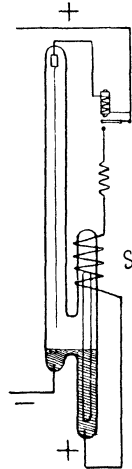
Obr. 4.



Obr. 5.



Obr. 6.



Obr. 7.

Obr. 6. nám ukazuje Steinmetzův způsob zapalování. Od anody vede uhelné vlákno, jehož konec zasahuje do misky se rtuťí na železném plováči na rtuťi spočívajícím. Kathoda obklopena je cívkou. Ze začátku prochází proud vláknem uhelným, čímž se páry rtuťové zahřívají a začínají vodit proud; když

proud dostatečně sesílí, tu cívka vtáhne plováč hloub do rtuti, proud přestane procházeti vláknem a jde trvale rtuťovými parami. V tomto případě se páry předhřívají, aby byly schopny vodit proud.

Na obrázku 7. vidíme Weintraubovo zapalování lampy. Ze začátku prochází proud rtuťí mezi pomocnou anodou dolejší a katodou: při tom vtahuje se však železný plováč do solenoidu S , hladina rtuti klesne, proud se přeruší a povstane oblouk světelný mezi pomocnou anodou a katodou, jenž záhy rozšíří se k hlavní anodě. Na to elektromagnetem přeruší se kontakt a proud nadále jde jen anodou hořejší. Vlákno uhelné od anody dolů splyvajíc umožňuje snadnější rozšíření se oblouku světelného.

Hospodárnost rtuťové lampy je veliká a z dosavad známých lamp vykazuje lampa nejmenší spotřebu energie na svíčku. Na uhlíkovou žárovku počítáme kolem 3 W , na žárovky s kovovým vláknem kolem 1 W , na obyčejné obloukovky $0,8\text{ W}$ a na rtuťové lampy kolem $0,4\text{ W}$.

Na svorkách lampy vidíme 85 V , při intenzitě 4 A . Jelikož lampa vydává 1200 sv. , připadá na svíčku $0,28\text{ W}$. Jelikož však jsou před lampou odpory, které stráví $5-20\%$ energie, musíme čítati celé napětí v síti před odporem. Počítáme-li tedy při uvedené lampě 110 V , tu připadá na svíčku asi $0,37$. Ovšem podotknouti dlužno, že údaje o světlosti lamp rtuťových nejsou tak určité jako u jiných zdrojů, neboť světlo vychází z celého sloupce a jest neobyčejně rozptýlené.

Uvedme některé lampy. V Americe hojně jsou rozšířeny Cooper-Hewittovy lampy, jež vyrábí stejnojmenná společnost. Na trhu objevuje se několik typů lamp tvaru na obr. 3. a 4. uvedeného. Lampy pro menší napětí $50-60\text{ V}$, jež se zařadí za sebou při $110-120\text{ V}$, nebo 4 za sebou pro $200-240\text{ V}$. Spotřeba proudu $3-3\frac{1}{2}\text{ A}$ při světlosti 300 sv. Délka celé lampy obnáší $63,5\text{ cm}$, sloupec par 46 cm . Jiný typ jest pro 110 V a $3,4\text{ A}$ a dává 550 sv. Lampy samotné stojí 40 K , celé zařízení 150 K . Spotřeba energie jest $0,55-0,64\text{ W}$.

Při hospodárnosti těchto lamp padá ještě jedna věc na váhu. Podivné jest totiž světlo, jež lampy rtuťové vydávají; oku jeví se světlo zelenavé a předměty jím ozářené jeví se jinak

zbarvené. Obličej osvětlený lampou rtuťovou jeví se zsinálým a modré žilky vystupují znatelně po celém obličejí dodávající mu nepěkného vzhledu. Nepřirozené světlo jest způsobeno tím, že scházejí paprsky červené a žluté. To ovšem není rozšíření lampy rtuťové na prospěch. Proto snažili se konstruktéři zlepšiti světlo přidáváním červeně fluoreskujících látek na stínítku, jako jest rhodamin na hedbáví, nebo i přísadami do rtuťí. Od těchto prostředků však upuštěno a lampy rtuťové zavírají se do společných koulí s žárovkami, jež slouží současně za odpor a svým červeným světlem zlepšují nepřirozenou barvu světla rtuťových par.

Tím však hospodárnost lamp se značně pozměňuje. Má-li lampa rtuťová 100 svíček, nutno přidati 50 svíček žárovkami uhelnými. Řekněme, že lampa rtuťová spotřebuje 50 W , dobré žárovky 50 \cdot 2·7 = 135 W , celkem 185 W na 150 svíček, což dává 1,23 W na svíčku.

Upotřebíme-li ku zlepšení světla tantalové žárovky o svítivosti 54 sv., pak máme spotřebu 50 W + 59·4 a 154 svíček svítivosti. Případá na svíčku 0·7 W .

Hospodárnost lamp touto okolností sice trpí, nicméně zejména některé lampy jsou ještě výhodné vůči dosavadním zdrojům světla.

Američan Charles Steinmetz užívá lamp 50 cm dlouhých, spojuje je se 6ti žárovkami paralelně vepnutými a uzavírá do koule holofánové, jíž se světlo přiměřeně mísí. Celková spotřeba jest však 2 W na svíčku.

Ve Francii vedle jiných jest hojně rozšířena lampa Bastianova; jest to krátká trubice podivného tvaru, uzavřená do opálové koule a spojená ve větvi se žárovkou. Délka její bývá 20 až 25 cm , šířka 3 mm a zhotovena jest z jenského skla. Elektromagnetem se lampa překlopí a tím zapálí. Jest určena pro 50 až 60 V a propouští 0·65 A . Při 90 svíčkách světlosti znamená to 0·4 W na svíčku, ovšem bez žárovky.

Také Westinghouse Cy., Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft a jiné společnosti zabývají se výrobou těchto lamp. V Německu zhotovují se lampy ze skla křišťálového, jež snese neobyčejně vysokou teplotu. Známa je na př. lampa Kúchova,

u níž páry rtuťové mají kol $5000^{\circ} C$, což ovšem značí také značné napětí par, téměř 1 Atm .

Konce lampy jsou opatřeny kovovými proužky, jimiž lampa se chladí, aby temperatura a tudíž také odpor se udržel na žádané výši.

Neobyčejně diffusní světlo činí lampy velmi způsobilé ku osvětlování dílen pro jemnou práci, kreslíren, tiskáren a pod. Nejvíce rozšířeno jest užívání těchto lamp v Americe, kdež nejvíce jich úspornost padá na váhu. Zejména se jimi osvětlují velká prostranství, jako nádraží, skladiště, kde na jakosti světla nezáleží. Takové světlo jest pak velice levné, neboť není třeba žárovek a lampa rtuťová, zejména velký počet svíček dávající, má spotřebu jen 0.3 W na svíčku. U nás v Evropě hojně jsou rozšířeny ve Francii; v Paříži jimi osvětlují nádraží Orleánské; také lože opery pařížské tonou v záři efektních rtuťových lamp.

U nás se rtuťové lampy málo ujímají, ani jako reklamní lampy je nevidáme; snad jejich nepřírozené světlo jest toho příčinou.

Také lampy rtuťové časem se stávají nepotřebnými; doba trvání udává se od $1600-7000$ hodin.

Dříve než se obrátíme k jinému upotřebení lamp rtuťových, zmíníme se ještě podrobněji o fyzikálních vlastnostech lampy. Funkce rtuťové lampy není až dosavad definitivně rozřešena, ač celá řada badatelů, z nichž nejznámější jest Arons a Cooper-Hewitt, se studiem poměrů v lampě zabývala.

Z lampy jest vzduch vyčerpán, proto považují někteří lampu za trubici Geisslerovu. Nesmíme ovšem při tom zapomenouti, že lampa je naplněna parami rtuťovými, jež mají, když lampa hoří, obyčejně tlak $2-3 \text{ mm Hg}$. Svítí-li lampa, pozorujeme tyto zjevy: Na katodě, jež je tvořena hladinou rtuti, objevuje se světelný bod většího neb menšího rozsahu dle intensity, která probíhá. Bod ten víří po hladině hledaje snad určitého povrchového napětí nebo teploty a často vmáčkne se 5 až 7 mm do rtuti. Tuto přechodní partii lze fixovati tím, že necháme vyčnívatí platinový drát nad povrch rtuti; pak drží se světlá partie v kruhu kol drátku. Po několika stech hodinách ztrácí drátek značně na síle, což svědčí o tom, že se rozprašuje. Patrně také rtuť při přechodu elektrinou ze rtuti do vzduchu se rozprašuje.

Celkový pohled na svítící lampu je tento: Na katodě zmíněné již vířící světlo s trsem světelným, nad katodou temný prostor, potom světlý sloupec rtuťových par a těsně před anodou svítící vrstva anodová.

Průchod elektriny představujeme si asi tak, že při přechodu z katody do par nastává mohutné rozprašování rtuť, páry na chladnějších místech se kondensují a stékají zpět, tak že katoda se stále regeneruje. Proud jde parami a vchází do anody bez zvláštního úkazu.

Zajímavé jest rozdělení potenciálu v lampě. Zapuštěnými drátky platinovými se zjistilo, že z katody do páry je skok potenciálu, pak jest ve sloupci par spád úplně rovnoměrný, až zase na anodě jeví se náhlé stoupnutí potenciálu. I lze z toho usouditi, že máme zde tři odporů. 1. Přechodní odpor z katody do par, 2. odpor sloupce par, 3. přechodní odpor z anody do par. Odpor sloupce plynu závisí na délce sloupce a na průměru, nikoli na průřezu, jak bychom očekávali. Také teplota par rozhoduje o velikosti odporu.

Uveďme rozměry Cooper-Hewittových lamp:

Napětí ve Voltech	délka v <i>cm</i>	průměr v <i>mm</i>
90	135	19,2
46	67,5	19,2
46	135	38,5

U těchto lamp bývá napětí par při normálním chodu 2 *mm Hg*, ale u jiných lamp bývá větší, což znamená také zvětšení odporu. Příkladem je dříve uvedená lampa Kūchova, u níž napětí rtuťových par dosahuje až 1 *Atm*.

Jelikož na elektrodách je značný odpor přechodní, dá se na místech těch očekávati značné zahřívání. Zsasazením thermoelektrických článků zjišťoval Cooper-Hewitt teploty na různých místech trubice 122 *cm* dlouhé při různých intenzitách proudu. Ve sloupci par není teplota všude stejná, nýbrž v určitém místě je minimum, jež při síle proudu 1,25 *A* obnáší 80° *C*, kdežto maximum 130°. Při jiných intenzitách našly se teploty až 300° *C*. Na anodě se pozorují teploty 500° *C*—1100° *C*

dle velikosti anody a dle ochlazování; na místě, kde elektrína vchází, neklesá teplota nikdy pod $600^{\circ} C$. Teplota katody, lépe řečeno onoho vířícího světla, odhaduje se na $1600\text{--}2000^{\circ} C$, kdežto rtuť sama má $90\text{--}150^{\circ} C$.

Tyto teploty mohou však býti daleko vyšší u jiných lamp, majících buď značný odpor, nebo u lamp, jimiž značná intenzita prochází.

U Kúchovy lampy se udává teplota na $5000^{\circ}\text{--}6000^{\circ} C$, u lamp, jež slouží k usměrnění proudu střídavého, má katoda při 30 Ampérech $6000^{\circ} C$.

Někteří považují lampu rtuťovou za vzduchoprázdnou rouru; některé zjevy se však neshodují s poměry v takových trubiciích. Neboť zvyšujeme-li sílu proudu, tu roste účinnost lampy, což by poukazovalo k tomu, že viditelného záření rychleji přibývá. To však neodpovídá zákonům Angströmovým o záření v rourách vzduchoprázdných. Někteří nepohlížejí tudíž na lampy jako na vzduchoprázdné roury z toho důvodu, že jsou naplněny nasycenými parami, jichž hustota s teplotou roste.

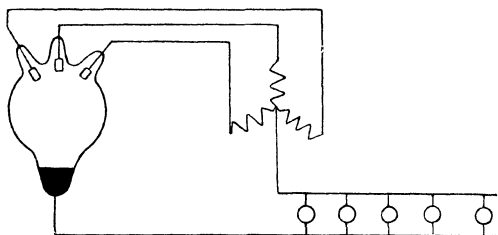
V Geisslerových rourách panuje velký odpor, jehož sídlo jest v katodě. Podobně v lampě rtuťové representuje katoda značný odpor na tisíce ohmů i nutno ji uvésti dříve ve stav rozprášení, což děje se právě impulsem indukčního proudu o napětí $6000 V$ až $30.000 V$. Je-li počáteční odpor přemožen a lampa v chodu, stačí již pouhých $5 V$ ku přemožení katodového odporu. Zajímavé jest, že, je-li katoda studená, tu je třeba ku přechodu elektronů z kovového vodiče do plynu velmi vysokého napětí, má-li však teplotu vysokou, stačí napětí malé. Naproti tomu při vstupu elektronů do anody stačí vždy jen malé napětí na teplotě nezávislé.

Chladná katoda účinkuje tedy jako zpětný ventil, neboť elektrony mohou do ní, nikoli však ven; je-li elektroda dosti zahřáta, mohou elektrony volně procházeti obojím směrem. Proto obyčejná lampa nemůže svítiti střídavým proudem bez zvláštního zařízení. Neboť střídavý proud klesá v určitém okamžiku na nulu, elektrody ochladnou a katoda jsou ochlazena nemůže již proud propustiti.

Této okolnosti využil Cooper-Hewitt, sestrojiv usměrňovač proudu střídavého, jímž lze proud střídavý na stejnosměrný pře-

měníti. Hlavní podmínkou při tom je udržovati anody chladné, kdežto kathydy na vysoké teplotě.

Proto dělavají se anody z grafitu tak velké, aby na 1 Ampère připadalo $\frac{1}{2}$ až 1 cm^2 plochy. Na obr. 8. znázorněn jest usměrňovač na třífázový proud. Je to vlastně rtuťová lampa se třemi grafitovými anodami a se rtuťovou kathodou. Anody spojeny jsou se třemi fázemi proudu střídavého, kdežto kathoda s bodem neutrálním. I je patrnó, že elektrodami grafitovými, jež majíce velkou plochu jsou na dosti nízké teplotě (500°C), může procházeti proud jen jedním směrem. Rtuť pak procházejí po sobě jdoucí a částečně se kryjící impulsy stejnosměrného proudu, jež nedají kathydě klesnouti na nízkou teplotu, udržující ji na př. na 6000°C .



Obr. 8.

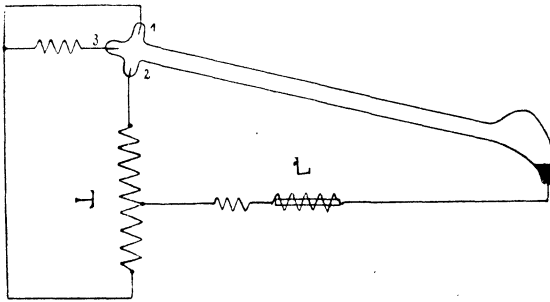
Takovýmto úsměrňovačem prochází proud 10, 20, 30 Amp., při čemž 74—92% energie projde. Značná část mění se na teplo, proto se usměrňovač silně zahřívá a zhotovuje se tudíž často ze železa a chladí se vodou, olejem nebo vzduchem.

Stejným způsobem upraveni lze lampu, má-li svítiti střídavým proudem. To provedl také Cooper-Hewitt u svých lamp, jež upravil pro třífázový proud podobně jako usměrňovač. Lampa liší se od obyčejné tím, že má tři anody spojené s jednotlivými fázemi třífázového proudu, kdežto kathoda jest spojena s bodem neutrálním tímtož způsobem jako na obr. 8. Na kathydě nemůže klesnouti proud na nullu, neboť mezi tím, co jedna fáze přestává, začíná již druhá, i neklesne proud nikdy na nulu, a teplota kathydy se udrží na příslušné výši.

Třífázový proud nečiní žádných obtíží při sestavení lamp; než i pro střídavý proud jednofázový se podařilo sestrojiti usměr-

ňovače i lampy. Na obr. 9. vidíme lampu pro střídavý proud upravenou. Anodami 1 a 2 proud vchází do lampy, anoda 3 je pomocná, zapalovací.

Anody 1, 2 jsou spojeny s koncovými body vinutí transformatoru, kdežto kathoda s bodem neutrálním. Tím se docílí, že půl doby jde střídavý proud do anody 1, druhou půl doby do anody 2. Vzpomeneme-li si na sinusoidu znázorňující střídavý proud, tu děj ten by se znázornil překlopením druhé půlky sinusoidy nahoru. Při tom by přece jen v půl době klesl proud na nullu a lampa by zhasla. Proto připojena jest samoindukce L před kathodu, jež indukčními impulsy udržuje rtuť



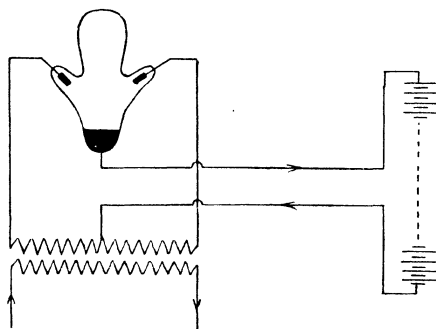
Obr. 9.

ve stavu rozprášení a zabraňuje zhasnutí. Připojíme-li ještě reaktance před obě anody, způsobíme zpoždění části proudu, jež by se graficky jevilo, pošinutím obou překlopených půlek sinusoidy částečně přes sebe. Pak proud ve společné kathodě na nullu vůbec klesnouti nemůže, a lampa hoří pak nejjistěji. Lampy takové zhotovuje Cooper-Hewitt pro napětí 50 V o délce 85 cm a svítivosti 425 svíček. Spotřebují $0,64\text{ W}$ na svíčku.

Na obr. 10. jest naznačen usměrňovač propouštějící 30 A a zcela tiše pracující. Střídavý proud o frekvenci 60 a napětí 220 V se přeměňuje na stejnosměrný, jímž nabíjejí se na př. akumulatory proudem 10 A při napětí 70 V . Přeměňuje se jím nanejvíc $1\frac{1}{4}$ k. s. energie; doba trvání záleží na zatížení a jest na př. při 40 A 1400 hod., při 20 A 2500 hod. Cena jeho obnáší 144 K .

Mimo firmu Westinghouse Cy. zhotovuje usměrňovače též firma Schott & Gen. pro intenzitu $10 A$ a napětí až $500 V$. Mají-li se proudy o větší intenzitě transformovati, pak spojují se vedle sebe.

Promluvíme ještě blíže o složení světla z lampy rtuťové vycházejícího; zkoumáme-li světlo spektrálně, tu shledáváme, že vysílá celou řadu silných čar, z nichž první začíná po žluté barvě. Čáry odpovídají délkám vln $579, 546, 436, 405, 366, 334, 313, 303, 297, 289, 280, 265, 253 \mu\mu$. Vidíme, že červená barva není žádnou čarou zastoupena a žlutá část teprve až za čarou natriovou. Čáry dávají světlo žlutozelené, zelené, modré, fialové kombinující se v ono podivné zelenavé světlo.



Obr. 10.

Ostatní čáry od 366 patří již neviditelnému záření ultrafialovému. Chceme-li všechno záření poznati, musíme mít lampu ze skla křišťálového a pak lze sledovati neviditelné záření až ku $220 \mu\mu$. Nahoře uvedené spektrum pochází z lampy zhotovené ze skla, zvaného Uviol, jež značnou část ultrafialového záření propouští

Žádný zdroj světla nevyrovná se neobyčejnou bohatostí neviditelných paprsků lampě rtuťové.

Paprsky ty mají neobyčejný účinek chemický, způsobují fluorescenci, vyvolávají tvoření se ozonu, ionisují vzduch a jiné. Proto lze použití lampy rtuťové při otiskování fotografií. Obvyčejné sklo propouští však paprsky ony jen do délky $300 \mu\mu$.

Proto zhotovují se lampy ze skla křišťálového, propouštějícího všechny paprsky. Firma Heräus v Hanau v Německu vyrábí takové lampy a v roce 1904 na sjezdě přírodopytců předvedla lampu z křišťálového skla, propouštějící záření neviditelné až do 220 $\mu\mu$. Mimo to sklářská firma Schott & Gen. v Jeně vyrábí sklo, jež propouští paprsky ony až do 253 $\mu\mu$. Sklo i lampa se nazývají Uviola. Těchto lamp užívá se také s úspěchem k léčení některých chorob v lékařství. Neboť zkušenost učí, že ultrafialové paprsky působí na pokožku tvoříce zánět podobný jako na vysokých horách od záření slunečního; mimo to mají účinek baktericidní.

Neobyčejné složení světla, v němž schází úplně barva červená a žlutá a jež mimo to hojně ultrafialové paprsky vysílá, jež i sklem se skutečně propouštějí, vyvolává stále živé diskuse v odborných kruzích. Světlo elektrické, zejména obloukovky, a již i žárovky s kovovým vláknem, vysílají světlo bohatší na fialové a ultrafialové paprsky. I povstává od takového umělého světla nemoc oční, zvaná ophthalmia electrica, jež podobá se nemoci vznikající od odraženého světla od plání sněhových. Zkušenost učí také, že oko spíše při elektrickém osvětlení umdlévá než při denním světle.

Experimenty na zvířatech konanými se ukázalo, že ultrafialové paprsky způsobují fluorescenci oční čočky, jež paprsky ty zadržuje; při dalším účinku však fluorescence přestává a paprsky ultrafialové dopadají pak na sítnici dráždíce jí. I přetřásá se otázka, nemá-li se oko zvlášť chrániti proti škodlivému vlivu oněch paprsků. Jelikož obyčejné lampy bývají vždy skleněné a nad to ještě často ve skleněné kouli, tu zadržuje se mnoho záření neviditelného. V obchodu vyskytuje se již sklo, řečené eufos, jež vůbec žádných ultrafialových paprsků nepropouští a jímž je možno uchrániti se před škodlivými paprsky.

Uvážíme-li dosavadní stav rtuťové lampy, můžeme konstatovati, že jsme se opět přiblížili k cíli, jež v osvětlování sledujeme, totiž při nejmenší spotřebě energie elektrické docíliti největšího světla.