

# Sterilizační UV žárovka

Attila Csergö

**V době pandemie bylo rozumné vyhledávat alternativní možnosti dezinfekce a sterilizace kromě doporučeného chemicko-mechanického častého mytí rukou.**

Jelikož ve druhé polovině května skončil nouzový stav, je pravděpodobné, že se postupně obnoví hromadná doprava a přesun lidí, a tím pádem se zvětší riziko přenosu nákazy. Kromě toho je dobré stále mít po ruce praktické a levné řešení sterilizace v domácnosti.

Popisované řešení je nejčastěji využíváno v chladničkách, mikrovlnných troubách, sušičkách, různých „sterilizačních boxech“ atd. Díky malému provoznímu napětí je ho možné využít kdekoli jako mobilní sterilizátor.

Jako radioamatér a bastlíř jsem hledal elektronickou verzi a našel! Sterilizační žárovku (budu používat slovo žárovka z anglického překladu „bulb“, i když se ve skutečnosti jedná o výbojku), která vyzařuje UV-C záření s produkcí ozónu. Stačilo zadat klíčová slova jako: „Germicidal, UV lamp bulb, 254nm ozone, sterilization ...“

Podle popisu prodejce by vyzařovaná UV-C mělo zahubit 99 % bakterií v okolí (ve vzduchu a vodě) během několika sekund, a to tak, že poškodí DNA strukturu virů, bakterií a jiných mikroorganismů a tím znemožní jejich rozmnožování. Jedná se o efektivní doplněk sterilizace, kde běžné konvenční metody (např. použití chlórů) selhávají.

Na rozdíl od vysokonapěťových výbojek má tato žárovka bezpečné malé provozní napětí kolem 10 V s příkonem 3 W – podle popisu web stránek prodejce čínské webshopy. To nejlepší na této nabídce je, že na Aliexpressu žárovka stojí asi 2 USD včetně poštovného. Pro porovnání, na Amazonu byla cena dosud vyšší než 10 USD, a to bez poštovného. Osobně nemám žádné preference, každý si může vybrat podle svých požadavků a zkušeností. Pro úplnost uvádím odkaz na mnou objednaný výrobek [1] (doporučím variantu s tvorbou ozónu).

Trvalo měsíc, než jsem objednané zboží z Číny ve výborném stavu a bez poškození obdržel. Při použití této žárovky narazíte na dva problémy.

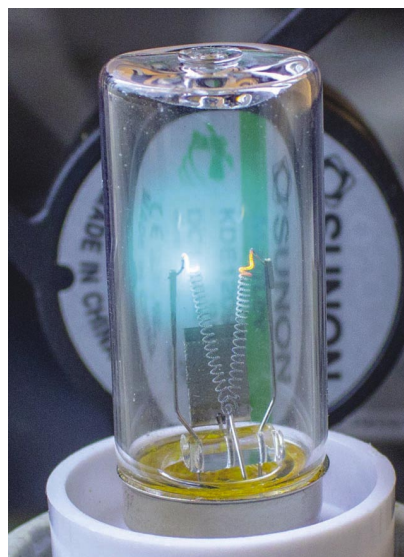
První je, že žárovka má závit E17, pro který jsem u nás nesehnal objímku. Měl jsem 3 možnosti řešení:

1. Připájet dráty přímo na kontakty žárovky.
2. Vyrobit si dočasnou náhradu, a sice spirálu o průměru 18 mm z měděného drátu o průměru 1 mm a do této spirály žárovku zašroubovat. Vyvrtil jsem díru o průměru 19 mm do dřevěného hranolu (neprovrtal jsem ho po celé délce), do kterého jsem následně umístil žárovku se spirálou. Volnější místa jsem vyplnil pěnovou fólií, kterou obalil žárovku prodejce. Do spodní části jsem navrtal díru ze strany, a do této díry jsem zasunul druhý drát, který se dotýká spodního kontaktu. Je stále možné si tuto práci ušetřit a na spodní kontakt žárovky drát připájet.
3. Pro definitivní řešení jsem mezičasem objednal adaptér z toho samého webshopy [2].

Druhou, a to závažnější nevýhodou je, že o této žárovce nejsou k dispozici skoro žádné informace, a ty, které jsou, jsou částečně nesprávné až protichůdné. Proto jsem si myslel, že se jedná o novinku (a proto ten informační chaos), ale pátrání na internetu odhalilo, že žárovka se prodává již 8 let!

Žádný datasheet bohužel není k dispozici. Určitě by byl vítaným spolehlivým zdrojem technické specifikace. Totiž již samotný název žárovky se objevuje ve dvou variantách: LB1000 (resp. modelová řada „GG1000“) nebo GTL3 (zdá se, že se liší jenom chybějící elektrodou). Stručný přehled zjištěných údajů je v tab. 1.

Poslal jsem dotaz prodejci ohledně upřesnění technických údajů, ovšem ani prodejce nebyl schopný poskytnout jasné a přesné informace, a to ani ty základní, jako např. o jaké hodnoty napětí se vlastně jedná a zda je potřeba stejnosměrné nebo střídavé napájení. Tak jsem začal sám pátrat. Něco jsem dohledal na internetu, něco změřil a něco zůstalo stále nevyřešené. Do informačního chaosu a tem-



noty vneslo „světlo“ samotné „světlo“ (přesněji výboj) žárovky během experimentování a testů.

Není divu, že zklamání přišlo ihned po připojení na zdroj stejnosměrného napětí 10 V, které nestačilo na „rozsvícení žárovky“ (ve skutečnosti zapálení výboje). Odběr se pohyboval kolem 100 mA, z čeho jsem posoudil, že vlákno bude funkční.

Postupně jsem zvětšoval napětí z regulovaného stejnosměrného zdroje, nad 16 V již začalo žhavit vlákno a odběr stoupl na 180 mA, ale ještě stále bez slibovaného UV efektu.

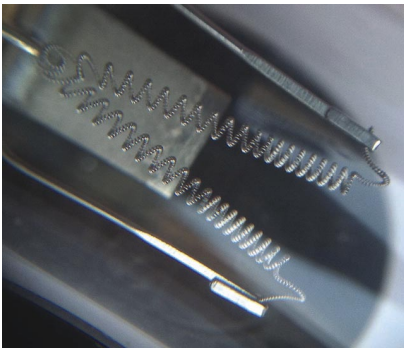
Zapojil jsem do série se žárovkou rezistor s odporem 22 Ω a postupně zvětšoval napětí dál. Při napětí nad 17 V a odběru asi 300 mA se konečně objevil slabý modrozelený svit na jedné z elektrod, přičemž napětí na žárovce se ihned zmenšilo na 12 V. (Video ukázka [4].)

Z toho se dalo usoudit, že na využití obou elektrod je potřeba střídavé napětí. Tím pádem využijeme obě elektrody rovnoměrně a poslouží to i jako prevence opotřebení jen jedné elektrody. Video ukázkou střídání výboje na elektrodách vysokorychlostní kamerou najdete pod odkazem [5].

Postupným navyšováním střídavého napětí v sérii s předřadným rezistorem z regulovaného zdroje jsem zjistil, že „zápalné napětí“ se pohybuje lehce nad 12 V při odběru 180 mA. Jakmile nastane UV výboj, napětí se zmenší na asi 9,5 V při odběru 285 mA v případě sériového rezistoru s odporem 32 Ω, resp. na 9 V při odběru 370 mA v případě rezistoru 22 Ω. Aby

Tab. 1. Údaje ke sterilizační žárovce

Popis z webu prodejce	Překlad a poznámky
Voltage: 10V vs. 17V vs. Pipe voltage: 9.5-13V	Napětí: prodejci uvádějí různé údaje, není jasné, co z toho platí.
Current: 300mA	Proud.
Power: 3W vs. 3.5 Watt UV-C	Rozdílné hodnoty, naštěstí jenom o 0,5 W.
UVC illumination: 450um / cm <sup>2</sup>	Osvit: nesmyslný rozměr i samotná hodnota vlnové délky „450 μm“.
UV density: 254nm 30cm, > 30 Wicm <sup>2</sup>	UV hustota: kombinace nesouvisejících rozměrů a překlep. Výkon se uvádí jako W/m <sup>2</sup> , resp. W/cm <sup>2</sup> , nebo častěji jako J/m <sup>2</sup> .
Effective sterilization range: 1 m <sup>3</sup>	Účinný sterilizační rozsah – podle udaného rozměru by to měl být objem.
Life time: 9000h	Životnost. Těžko uvěřitelný údaj 9000 h, blíží se třídě LED žárovek. Prakticky to znamená celoroční trvalý provoz, přičemž prodejce doporučuje měnit žárovku každých 6 až 8 měsíců v závislosti na použití.



Obr. 1. Detail vlákna žárovky

nám žárovka vydržela déle, doporučuji větší odpor sériového rezistoru kolem 30 Ω.

### Zapojení v praxi

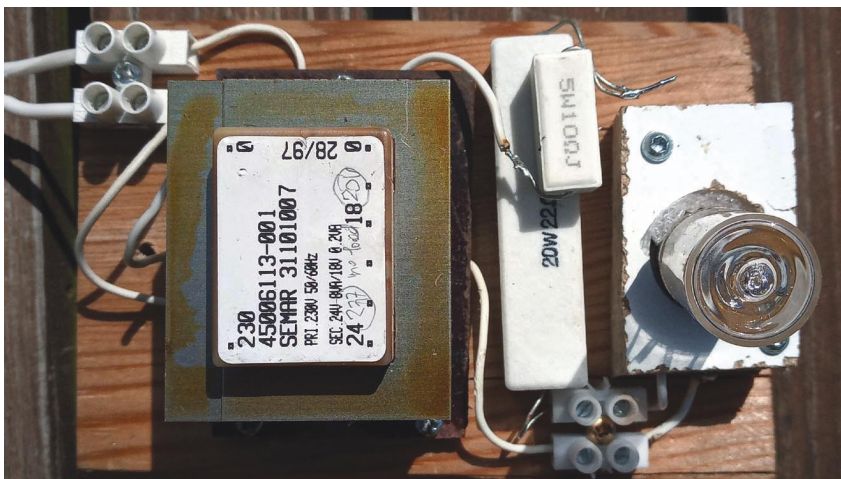
Nedoporučuji „liné“ řešení provozu na síťové napětí s předřadným kondenzátorem, i když to někteří prodejci uvádějí na svých web stránkách, a to zapojením kondenzátoru „425J400V“ (420 nF/400 V) do série se žárovkou. Pokles napětí po zapálení výboje a náhodné napěťové špičky v síti výrazně zkrátí životnost žárovky. Kromě toho to již nebude tak bezpečné řešení, jelikož žárovku galvanicky spojíme se sítí.

Preferuji bezpečí nad pohodlností, a proto jsem použil malý transformátor ze šuplíkové zásoby s napětím 18 V AC a v sérii k němu 32Ω rezistor. Takto je žárovka galvanicky oddělena od sítě a využívá i bezpečné malé napětí kolem 10 V. Na obr. 2 je vidět vývojově improvizované zapojení za účelem testů a měření.

Chceme-li vyrobit přenosnou variantu, stačí připojit DC/AC převodník, a takto můžeme provozovat sterilizaci prakticky kdekoli a hlavně bezpečně z dobíjecích akumulátorů nebo powerbanky.

### Nastal čas na rekapitulaci

Princip fungování spočívá ve speciální úpravě povrchu žhavicích spirál (okem viditelné v délce asi 3 mm), které při určité teplotě začnou vyzařovat elektrony, a v blízkosti rtuti (třetí elektroda) nastane UV výboj, tzv. „zapálení“.



Obr. 2. Vývojově improvizované zapojení

Při práci pamatujeme, že UV-C záření (a všechny vlnové délky pod 280 nm) jsou velmi agresivní a prokazatelně zhoubné (karcinogenní) pro všechny živé organismy. Hloubka penetrace pletivy a tkáněmi živých organismů narůstá s klesající vlnovou délkou. UV-C záření již začíná být ionizující.

Jakmile se mi povedlo žárovku zprovoznit, jsem s ní celkově spokojený, a z mého pohledu má výborný poměr užitek vs. cena. Proto si myslím, že by byla škoda nevědět o této možnosti, a tak možná přispěju tímto článkem k širšímu využití tohoto řešení a tím pádem i k pevnějšímu zdraví našich čtenářů.

### Praktické rady a doporučení

Ozón O<sub>3</sub> je jeden z nejsilnějších oxidantů, tj. desinfekčních látek. Vzniká při běžném jiskření (i při provozu plazmového VN Tesla reproduktoru), nebo při dopadu UV-C záření na dvojatomovou molekulu kyslíku O<sub>2</sub>.

Samotný ozón je nestabilní, tj. rozkládá se na obyčejnou molekulu kyslíku O<sub>2</sub> a na jednoatomový O<sub>1</sub>, extrémně reagenční, tzv. nasycený kyslík. Po styku s oxidaovatelnými látkami, je rozklad velmi rychlý i při nízkých teplotách. (Například v závislosti od množství mikroorganismů ve vodě je 600× až 3000× účinnější než chlór!)

Mikroorganismy si na ozón nedokáží vytvořit imunitu, na rozdíl od klasických chemických látek. Ozón narušuje membrány bakteriálních buněk (oxidací fosfolipidů a lipoproteinů), zabraňuje buňkovému růstu hub a reprodukci virů. Ozón zlikviduje i ty spory plísní, které jsou ve vzduchu.

Zápach ozónu je cítit i v 500tisícovém ředění a lidský nos ucítí již 0,01ppm (milióntina části) koncentraci (desetina miliardy!). Ozónová koncentrace pod 0,01 ppm nemá škodlivý účinek na lidský organismus ani po 10hodinovém účinku.

Pamatujeme, že je zakázáno ozón používat v přítomnosti živého organismu. Při desinfekci je potřebné odstranit z místnosti všechny živé organismy (lidi, domácí zvířata, květiny, a pro jistotu i volně uložené potraviny a pití (pokud nejsou v původním balení nebo v chladničce).

Ozón taktéž odstraňuje i nepříjemné zápachy a napomáhá obnovit mikroklima domácnosti, které má průběžně vliv na náš dýchací a imunitní systém, a taktéž výrazně ovlivňuje kvalitu spánku.

Čištění ozónem je plně ekologický proces bez používání chemikálií pomocí generátoru ozónu. Na konci procesu se ozón promění na kyslík, a tak v místnosti nezůstane žádná látka škodlivá pro organismus, a teoreticky po použití ozónu se může místnost používat téměř okamžitě. Ale pro jistotu postupujeme podle následujících kroků:

- Ozón je těžší než vzduch, tudíž proudí směrem dolů. Proto je ideální přístroj umístit do vyšší polohy, např. na židli nebo stůl.
- Pokud je v místnosti klimatizace, doporučuje se nastavit vnitřní okruh cirkulace vzduchu, a tím zlikvidujeme patogeny i v klimatizaci.
- Po zapnutí žárovky ihned opusťme místnost!
- Po 30 minutách (60 minut pro pokoje kolem 50 m<sup>2</sup> plochy) žárovku vypneme a minimálně 30 minut nevstupujeme do místnosti. Následně místnost pořádně vyvětráme a až pak můžeme znovu prostor znovu používat. Je možné, že ještě několik dnů budeme cítit ozón, ale pro živý organismus již není škodlivý.
- Doporučuje se každé 2 až 3 měsíce tento proces desinfekce zopakovat.
- Doplněním obvodu o malý ventilátor několiknásobně navýšíme rozptyl ozónu, tj. účinnost zapojení – viz obr. 3.

### Odkazy

- [1] Sterilizační žárovka: <http://www.aliexpress.com/item/4000821807919.html>.
- [2] Adaptér E17/E27: <http://www.aliexpress.com/item/32815793281.html>.
- [3] Objímka E17: <https://www.aliexpress.com/item/4000360562232.html>.
- [4] Zapálení výboje: <https://youtu.be/Jah-1Y0z83x0>.
- [5] Výboj vysokorychlostní kamerou: <https://youtu.be/wcs6wde113U>.



Obr. 3. Sestava s ventilátorem