

Water environment research foundation: Nove knjige u 2003. godini u izdanju IWA Publishing:

(Dodatne obavijesti dostupne su na internet adresi:
www.iwapublishing.com)

- Activated Sludge Separation Problems
- Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment
- Analytical Models to Evaluate Natural
- Assessing Microbial Safety of Drinking Water
- Asian Water Supplies
- Attenuation of Groundwater Pollutants
- Biofilms in Wastewater Treatment
- Biofilms in Medicine, Industry and Environmental Technology
- Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions
- Environmental Information in European Transboundary Water Management
- Environmental Management in the Tropics
- Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety
- Instrumentation, Control and Automation in Wastewater Systems
- Improving Water Management
- Losses in Water Distribution Networks
- Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking, Foaming and other Solids Separation Problems
- Microbiological Water Quality in Piped Distribution Systems
- New Parameters to Determine the Scaling Propensity of Water
- Organic Compounds and Genotoxicity in Drinking Water
- Our World of Water
- Performance Indicators for Wastewater Services
- Phosphorus in Environmental Technologies
- Principles of Water and Wastewater Treatment Processes
- Pond Treatment Technology
- Sampling for Measurement of Odours
- Solids in Sewers
- Wastewater Treatment Plant Design
- Water in China

društvene vijesti

Uz 100. obljetnicu prve volframove žarulje

U travnju 2003. navršilo se sto godina od prvog patenta A. Justa i F. Hanamana DRP 154 262 kojim se opisuje postupak dobivanja volframovih niti supstitucijom. Kako je jedan od ravnopravnih izumitelja tog epohalnog otkrića bio kemijski inženjer i utemeljitelj kemijsko-inženjerskog studija u Hrvatskoj Franjo Hanaman, podsjetit ćemo čitatelje na taj važan izum u razvoju električnih žarulja te na Hanamanovu ulogu u razvoju visokoškolske tehničke izobrazbe u nas.

Premda se prvi pokušaji iskorištavanja električne struje za rasvjetu javljaju u prvoj polovici devetnaestog stoljeća,¹ a javna je rasvjeta prvi puta iskušana 1872.,² prioritet u razvoju električnih izvora svjetlosti pripada ipak T. A. Edisonu³ koji je, služeći se iskustvom svojih prethodnika, 1879. u New Yorku izumio električnu žarulju s ugljenom žarnom niti u vakuumu. Unatoč njezinim nedostacima uzrokovanim krhkošću ugljene niti i velikom potrošnjom električne energije od 3,5 W/HS⁴ žarulja je doživjela uspjeh i primjenu.⁵

¹1841. prijavljen je u Engleskoj prvi patent za električnu žarulju. Prve žarne niti izradivale su se iz retornog ugljena, da bi J. W. Swan 1850. proizveo ugljenu nit žarenjem celuloznih vlakana u vakuumu.

²zahvaljujući ruskom izumitelju A. N. Lodiginu.

³Thomas Alva Edison (1847.-1931.), izumitelj

⁴Hefnerova svijeća, prema Friedrichu von Hefner-Altenecku (1845.-1904.) jedinica jakosti svjetla. Prema međunarodnom sustavu jedinica (SI) jedinica intenziteta svjetlosti je kandela (cd).

⁵Javna rasvjeta sa 112 Edisonovih žarulja prvi puta je postavljena 1880. na parobrodu "Columbia".



Franjo Hanaman

Istraživanja su se, međutim, nastavila traženjem mogućnosti primjene metalne žarne niti, s naglaskom na metale visoka tališta. Neki pokušaji zahtijevali su vrlo složen postupak,⁶ a neki su poput Auerove⁷ žarulje s osmijem 1903. pružali nadu da će proizvodnja žarulja biti isplativa.

U isto vrijeme Alexander Just potiče svoga nešto mlađeg kolegu na Zavodu za analitičku kemiju Tehničke visoke škole u Beču Franju Hanamana da krenu s pokusima pripreme volframove žarne niti. O tomu u nekrologu,⁸ u povodu Hanamanove prerane smrti piše R. Podhorski,⁹ Hanamanov asistent i suradnik, iznoseći kronologiju razvoja električne žarulje: "Svoje pokuse vršili su Just i Hanaman kod bečke elektrotehničke firme Schneider & Cons. Ispočetka su vršili pokuse s bor-nitridom, pa s raznim metalima, od kojih se volfram pokazao kao najpogodniji. Kratki prikaz razvoja rasvjetne tehnike dat će nam pojam o važnosti Just-Hanamanovih radova za to područje. Kako je poznato, upotrebljavalo se uvijek, a upotrebljava se i danas za umjetnu rasvjetu tzv. temperaturno zračenje tijela, tj. zračenje uslijed zagrijavanja nekih tijela na visoku temperaturu. [...] Kod temperaturnog zračenja ovisi efekt u suštini od dva faktora: od prirode zagrijanog tijela i od visine temperature. Efekt je to veći što je viša temperatura, a kod iste temperature daje najveću ekonomiju ono tijelo, kod kojega je odnos između zračenja u vidljivom i zračenja u nevidljivom dijelu spektra maksimalan. Drugim riječima, upotrijebljeno tijelo mora imati što više talište i biti selektivni zračitelj u tom smislu da kod visoke temperature emitira što je moguće više energije u obliku vidljivih zraka. Pri tome prvenstvenu ulogu igra utjecaj temperature, jer i razmjerno malo povišenje temperature u fantastičnoj mjeri povećava efekt: po Stefan-Boltzmannovom¹⁰ zakonu ukupna emitirana energija raste s četvrtom potencijom apsolutne temperature, po Wienovom¹¹ zakonu pomak energija maksimalnog zračenja raste s petom potencijom apsolutne temperature, a svjetloća mjerena fotometrom raste čak za 7.–30. potencijom apsolutne temperature! Kod svih vrsti rasvjete, koje su se upotrebljavale od predhistorijskih vremena do konca prošlog stoljeća a kao žaritelj služio je ugljik koji se uslijed nepotpunog sagorijevanja izlučuje u plamenu organskih tijela. [...] Od onih dviju osobina, koje se zahtijevaju od idealnog žaritelja, ugljik ima prvu u najvišoj mjeri, jer ima od svih tijela koja dolaze u obzir najviše talište, dok drugi zahtjev ispunjava vrlo slabo, jer nije selektivni žaritelj, već tzv. "sivo tijelo", tj. zrači energiju raznih duljina vala u istom omjeru kao i crno tijelo, samo s manjim iskorištenjem. Edisonova žarulja pružala je, pored jednostavnosti rukovanja i mogućnosti regulacije, teoretsku mogućnost, da se temperatura ugljenog žaritelja znatno popravi. Ta očekivanja ona, međutim, nije ispunila, jer nije dosad uspjelo napraviti ugljene niti, koje bi trajno izdržale zagrijavanje na najviše temperature.

[...] Auer von Welsbach je prvi uspješno primijenio novog žaritelja u rasvjetnoj tehnici izumivši plinsku rasvjetu s čarapicom, napravljenom iz poznate smjese torijeva i cerova oksida. Kako ta smjesa ima izvanredna svojstva kao selektivni žaritelj i može biti zagrijana na vrlo visoke temperature, Auerovo je svijetlo bilo mnogo ekonomičnije od Edisonove žarulje, te je dosta dugo vrijeme dominiralo nad električnom rasvjetom."

⁶Nernstova žarulja 1897. sa smjesom cirkonijeva i itrijeva oksida u Njemačkoj zahtijevala je skupu opremu. Walther Herman Nernst (1864.-1941.), njemački fizičar i kemičar, jedan od utemeljitelja suvremene fizikalne kemije. Dobitnik Nobelove nagrade za kemiju 1920.

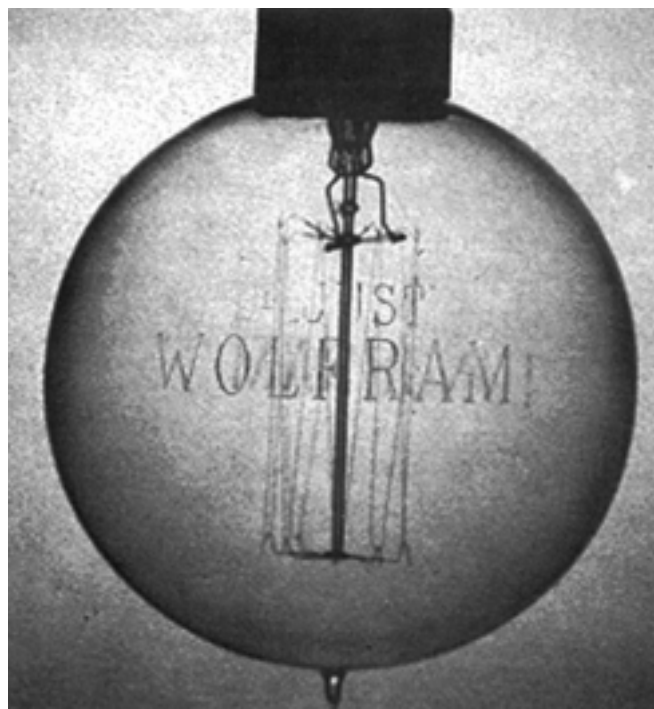
⁷Carl Auer von Welsbach (1858.-1929.) austrijski kemičar i izumitelj.

⁸R. Podhorsky, Prof. dr. ing. Franjo Hanaman, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **14** (1940) 81–92.

⁹Rikard Podhorsky (1902.-1994.) utemeljitelj modernog kemijsko-inženjerskog studija u Hrvatskoj i dugogodišnji glavni urednik Tehničke enciklopedije Leksikografskog zavoda.

¹⁰Jožef Stefan (1835.-93.), slovenski fizičar postavio je empirijski zakon, a Ludwig Boltzmann (1844.-1906.) formulirao ga je matematički.

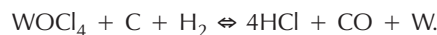
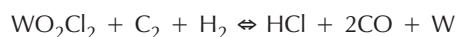
¹¹Wilhelm Wien (1864.-1928.), njemački fizičar. Dobitnik Nobelove nagrade 1911.



Žarulja s volframovom niti naziva Dr. Just – Wolframlampe

U nastavku Podhorsky navodi neuspjele Auerove pokušaje s pripravom osmijevе žarulje te žarulju Boltona i Feuerleina 1905. s tantalovom niti koja unatoč vrlo visokom talištu¹² također nije dala dobre rezultate i nastavlja: "Potpuni preokret u razvoju rasvjetne tehnike značili su, prema tome, Just-Hanamanovi patenti (1903.-1912.), u kojima su izumitelji opisali nekoliko postupaka za dobivanje tankih niti iz volframa, metala koji se zbog njegove krstosti nije do onda u tom obliku mogao dobiti. Pokuši sa žaruljama s tim nitima pokazali su, da volfram ima ne samo najviše talište od svih poznatih metala (3600 K), već da ima također dobra svojstva kao selektivni žaritelj, relativno velik otpor za električnu struju, te vrlo nisku napetost para i kod najviših temperatura- sve svojstva, koja su vrlo korisna za ekonomiju i trajnost žarulje. Pokazalo se da volframova žarulja troši svega oko 1 W za Hefnerovu svijeću, prema 2,8 – 4,0 kod ugljene žarulje, što je značilo da volframova žarulja u pogledu ekonomije može stupiti u konkurenciju s Auerovim svijetlom."

Prvi Just-Hanamanov patent DRP 154 262 (1903.) opisuje postupak za dobivanje volframovih niti supstitucijom. Postupak se sastoji u tomu da se ugljena nit zagrijava uz prisustvo vodika i para volframova oksiklorida, pri čemu se razvija ugljikov monoksid i klorovodik, a volfram koji nastaje tom redukcijom zamjenjuje ugljik na niti prema reakcijama:

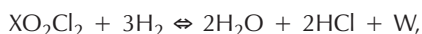


Tako dobivena volframova nit bila je u obliku cjevčice, jer je ugljikova jezgra izgorjela žarenjem u vodik. Podešavanjem temperature niti i koncentracije plinovitih reaktanata postiže se jednolik presjek niti. Potrošnja električne energije smanjila se već pri prvim pokusima na 1,5 W/HS.

U kasnijim patentima¹³ Just i Hanaman opisali su pripremu volframovih niti redukcijom volframovih spojeva vodikom, prema reakcijama:

¹²3300 K

¹³patent je prijavljen u Budimpešti 7. X. 1904.



Uz navedene predložili su postupak u kojem se volframov prah s organskim tvarima, obično s kolodijem, umiješa u pastu koja se štrca kroz sapnice pod visokim tlakom, karbonizira u električnoj peći i dekarbonizira zagrijavanjem u redukcijskoj atmosferi. Tako dobivena volframova nit bila je punog presjeka,¹⁴ stoga i čvršća, a trošila je samo 1W/HS.

Bečka tvrtka Schneider & Cons., u kojoj su Just i Hanaman isprva izvodili pokuse nije shvatila dosege njihovih otkrića, kao ni mnoge tvornice u Austrougarskoj i Njemačkoj kojima su se obraćali za financijsku pomoć. Stoga se Hanaman 1905. zapošljava kao tehnički savjetnik tvrtke "Ujedinjeno društvo za žarulje i elektricitet" u Ujpestu,¹⁵ koje je s Hanamanom i Justom sklopilo ugovor o primjeni njihovih patenata.¹⁶ Slijedio je težak put do tehničkog ostvarenja patenata, od proizvodnje niti, njihove ugradnje u žarulju do postizanja optimalnih uvjeta za dugotrajnost žarulje. Prve su se žarulje te tvrtke pojavile na tržištu 1906., a iste se godine u Budimpešti osniva dioničko društvo Internationale Wolframlampen A. G.,¹⁷ koje je trebalo pravno osigurati registriranje patenata i njihovu prodaju.¹⁸ Dolazi i do konkurencije na tržištu u koje se uključuju velike i bogate svjetske tvrtke, od kojih su najpoznatije bile Auergesellschaft, Siemens & Halske i General Electric Co. Kao podpredsjednik društva, Hanaman putuje 1909. i 1910. na pregovore sa zainteresiranim tvrtkama u SAD. Shvativši da ne može držati korak s financijski daleko moćnijim američkim tvrtkama, Hanaman pristaje da General Electric Co. otkupi sva patentna prava.¹⁹ Ta je tvrtka 1909. usavršila proizvodnju volframovih žarulja Coolidge-ovim²⁰ postupkom dobivanja volframovih niti izvlačenjem. U Europi volframovu žicu 1911. počinje proizvoditi tvrtka Philips, a 1913. proizvedena je Langmuirova,²¹ tzv. poluvatna lampa punjena inertnim plinom, koja je trošila samo 1/2 W/HS.

Hanamanu i Justu poslije stanovitih nesporazuma i osporavanja 1912. podijeljeni su američki patenti. Priznanje njihovu radu izrazio je sam Coolidge pišući Vladimiru Njegovanu,²² tadašnjem uredniku časopisa *Arhiv za hemiju i farmaciju*: "Dopustite mi da [...] izrazim priznanje pionirskom radu profesora Hanamana na području volframovih svjetiljki. Njemu i dr. Justu pripada čast da su svijetu pokazali put do divna novog svjetla".²³

A tko je bio Franjo Hanaman? Rođen je u Drenovcima kraj Županje 30.VI.1878. Školovao se u Brčkom i Zemunu, gdje maturira 1895. i iste godine upisuje Kemijski odjel Tehničke visoke škole u Beču. Diplomira 1899. i na početku 1900. postaje asi-

stentom svojega bivšega profesora G. Vortmana²⁴ na katedri analitičke kemije Tehničke visoke škole u Beču. Svoj prvi znanstveni rad u kojem piše o konstrukciji aparata za elektroanalitičke svrhe objavljuje 1902.²⁵ Nakon prodaje patenata Hanaman odlazi 1911. u institut za metalurgiju Tehničke visoke škole u Charlottenburgu kraj Berlina i počinje raditi svoju disertaciju. *Über die Rostung und das Gleichgewichtspotential von nitrierten Schweiß- und Flußeisen*,²⁶ koju brani 1913. i kojom prvi dokazuje mogućnost zaštite željeza od hrđanja nitriranjem njegove površine plinovitim amonijakom.²⁷

Nakon obrane disertacije Hanaman radi postizanja *venia docendi* iz metalografije na Tehničkoj visokoj školi u Beču izrađuje habilitacijski rad *Über Cer-Legierungen. Die Cer-Kupfer-Legierungen und ihre Konstitution*. Titula docenta podijeljena mu je na temelju toga rada tek 1919. u Zagrebu, gdje se nastanio poslije povratka iz rata premda su mu nuđeni ugledni položaji u inozemnim tvrtkama za proizvodnju električnih žarulja.

Na kemičko-inženjerskom odjelu Tehničke visoke škole u Zagrebu²⁸ izabran je 23.III.1920. u zvanje privatnoga i honorarnoga docenta mehaničke tehnologije. Redovitim profesorom anorganske kemije tehnologije postaje 1922. kad osniva istoimeni zavod i za njegovo uređenje upotrebljava vlastiti novac dobiven prodajom patentnih prava. Šk. god. 1935./36. Hanaman, na poticaj svoga suradnika R. Podhorskoga, uvodi u nastavni program novi kolegij, kemijsko-tehnološki račun, koji je bio prethodnica modernih inženjerskih predmeta na studiju.

Na Tehničkoj visokoj školi ubrzo preuzima vodeće dužnosti: dekan Kemičko-inženjerskog odjela bio je 1922./23.-1923./24., rektor Tehničke visoke škole 1924./25. i prorektor 1925./26.

Godine 1934. preuzima uređivanje časopisa *Arhiv za hemiju i farmaciju* dovodeći ga do zamjetne razine. Za njegova je uredništva časopis poprimio tehnološki značaj, što se očitivalo i u promjeni njegova naziva.²⁹

Hanamanu pripadaju zasluge i za utemeljenje Odjela za rudarstvo i metalurgiju Tehničkoga fakulteta, na čijem je čelu bio od 1939. do svoje prerane smrti 23. I. 1941., koja ga je spriječila da već tada razvije metaluršku nastavu u nas.

Franjo Hanaman zaslužuje naše poštovanje i zahvalnost kao izumitelj svjetskog glasa, utemeljitelj novih tehničkih područja u nas i kao čovjek koji je cijeli život s entuzijazmom posvetio svojoj struci. Premda su štovatelji njegova djela pisali o njemu u stručnim publikacijama, široj je javnosti nedovoljno poznata vrijednost njegova izuma. Tehnički muzej u Zagrebu odužio mu se bistom u aleji velikana prirodoslovlja i tehnike te prigodnom brošuram.³⁰ Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije utemeljio je nagradu "Franjo Hanaman" u znak zahvale svom velikom prethodniku. Tome se pridružuje i ovaj kratki prikaz Hanamanova života i djela uz želju da njegova nesebičnost, zanos i ljubav prema domovini i matičnom fakultetu bude primjer današnjim generacijama.

Marija Kaštelan-Macan

¹⁴promjer tako dobivenih volframovih niti bio je 0,02 mm.

¹⁵Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt., Ujpest danas dio Budimpešte

¹⁶prema ugovoru pola zarade od prodaje patenta pripalo bi tvornici.

¹⁷Nemzetközi Wolfram lámpa Rt., Društvo je osnovalo "Ujedinjeno društvo za žarulje i elektricitet" i drugi zainteresirani. Hanaman je bio podpredsjednik dioničkog društva od osnivanja do 1911.

¹⁸Patent je registriran u trinaest zemalja.

¹⁹Prava su otkupljena za 250 000 US dolara, od čega su Hanaman i Just dobili 33 %. Izumitelji su se obvezali da će sve buduće izume prvo ponuditi toj tvrtki, koja je ugovor produljivala do 1934.

²⁰William David Coolidge (1873.-1975.), stručnjak General Electric Co. koji je kovanjem debljih volframovih štapova pri povišenoj temperaturi postigao čvrstoću, a nakon toga izvlačio niti kroz sve manje i manje promjere dijamantnih sapnica. Coolidge je od 1932. bio direktor znanstvenog laboratorija General Electric Co.

²¹Irving Langmuir (1891.-1957.), američki kemičar i izumitelj. Dobitnik Nobelove nagrade za kemiju 1932.

²²Vladimir Njegovan (1894.-1971.), utemeljitelj i organizator kemijsko-inženjerskog studija u Hrvatskoj i predstojnik prvog Zavoda za analitičku kemiju na zagrebačkom sveučilištu.

²³V. Njegovan, Franjo Hanaman, prigodom 50-godišnjice života i 25-godišnjice volframove sijalice, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **2** (1928) 105–109.

²⁴George Vortmann (1854.-1932.).

²⁵F. Hanaman. Ein Apparat für elektroanalytische Zwecke, *Zeitschrift für Elektrochemie* **25** (1902)

²⁶Naslov Hanamanove disertacije naveden je prema kopiji njegove doktorske diplome, premda se u literaturi navodi naslov *Über Rostversuche mit nitriertem Eisen*.

²⁷zaštićeno njemačkim patentom DRP 271 568 od 2.VI.1912.

²⁸Tehnička visoka škola u Zagrebu, prethodnica današnjih tehničkih fakulteta započela je djelovati šk. god. 1919./20.

²⁹Od 1938. *Arhiv za hemiju i tehnologiju*, od 1939. *Arhiv za kemiju i tehnologiju*.

³⁰R. Filipin, Franjo Hanaman, izumitelj električne žarulje s volframovom niti, Tehnički muzej, Zagreb 2001.