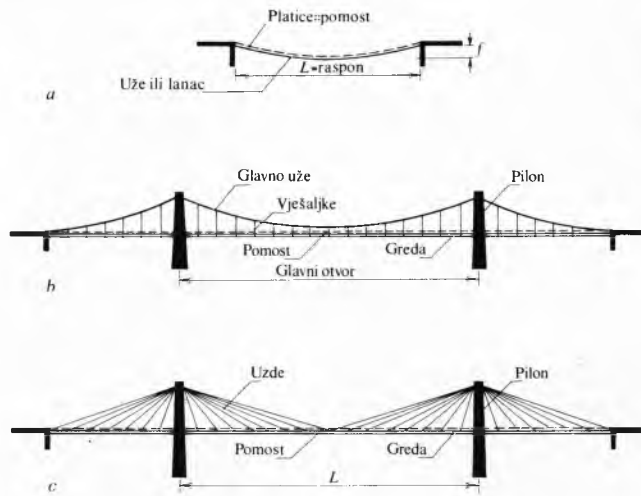


LANČANI MOSTOVI, mostovi s nosivim visećim sklopovima u kojima su osnovni vlačni dijelovi metalni lanci. Takvi nosači mogu biti jednostavni i složeni. U jednostavnim sklopovima glavni su lanci ovješeni na stupove, a na njih su položene drvene daske ili platice (pomost) po kojima se može prelaziti (sl. 1a).



Sl. 1. Lančane konstrukcije. a jednostavni viseći most, b viseći sklop, c zauzdani sklop

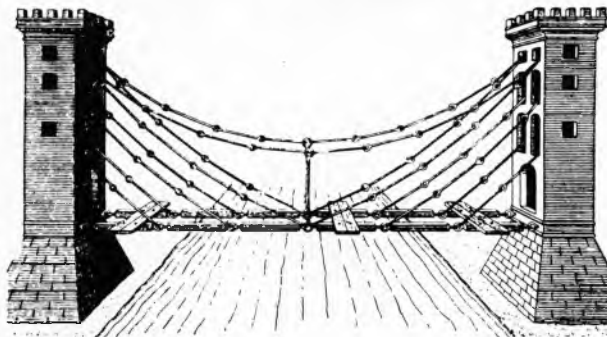
U složenim sklopovima glavni su lanci ovješeni o tornjeve (pilone) i na tim lancima vise vertikalni štapovi (šipke) koji nose pomost (sl. 1b). Umjesto ovješanih lanaca (ili uz njih) mogu se postaviti kosi vlačni dijelovi (uzde) koji su na svojem gornjem kraju pričvršćeni o pilone, a na donjem nose dijelove pomosta ili konstrukciju kolnika (zauzdani sustav, sl. 1c).

Prvi lančani mostovi, prema nekim podacima, pojavili su se još u II i I stoljeću p. n. e. u Kini. Kasnije se, čini se, taj način građenja proširio na Tibet i Indiju. Tako je, navodno, lančani most Zelošazum tvrđave Dirbi u Tibetu imao dva lanca duga 22 metra, postavljena na razmaku od 125 cm. Most Činčika u Butanu nedaleko od Mirišoma imao je 5 lanaca duljine 45 m (sl. 2).

U Evropi, u srednjem vijeku, lanci su se upotrebljavali na pokretnim mostovima. Podovi takvih mostova služili su i kao vrata tvrđave. To su, međutim, bili mostovi malih otvora, a lanci su služili samo za pokretanje, a ne i za nošenje opterećenja. U evropskoj literaturi prvi je prikazao lančani most F. Vrančić (Verantius) u djelu *Machinae novae* (1595) (sl. 3).



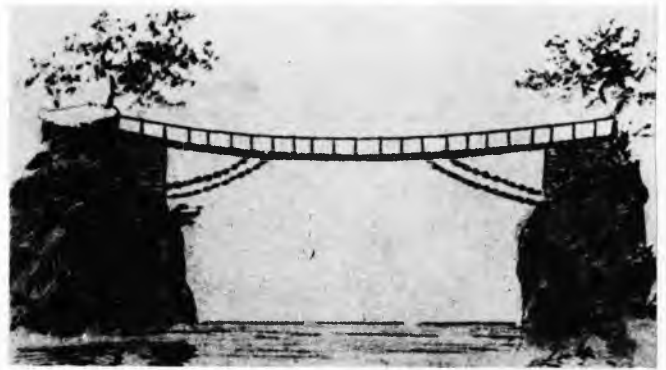
Sl. 2. Most Činčika u Butanu



Sl. 3. Crtež visećeg lančanog mosta (F. Vrančić, *Machinae novae*, 1595)

Kasnije opat A. Kircher (*Kircherius*, 1667) spominje most u Kini, navodno iz 65. godine naše ere.

O daljnim pothvatima može se samo nagađati sve do početka XVIII st., kad se u Francuskoj pojavljuju prijedlozi za gradnju lančanih mostova. No, prvi takvi mostovi izgrađeni su u Engleskoj usporedo s razvojem proizvodnje željeza. Tako je 1741. god. izgrađen viseći most na rijeci Tees u Engleskoj; raspon je iznosio 20 m, širina samo 63 cm (sl. 4).



Sl. 4. Prvi lančani most u Evropi (1741. godine, preko rijeke Tees u Velikoj Britaniji)

U SAD (Pennsylvania) prvi je lančani viseći most raspona 22 m izgrađen 1796. god. (J. Finley), a nakon toga u sljedećih desetak godina izgrađeno je više desetaka takvih lančanih mostova.

Na sl. 5 prikazan je lančani most na rijeci Shuylkill (Philadelphia) iz 1809. godine, raspona 47 m, koji se dvije godine kasnije srušio pri prijelazu goveda, a kad je ponovno izgrađen, srušio se pet godina kasnije pod teretom snijega i leda.

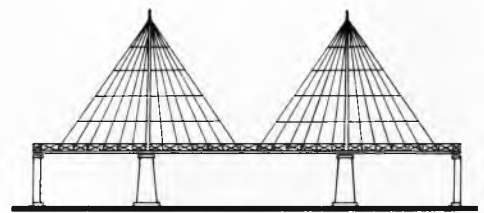


Sl. 5. Lančani most preko rijeke Shuylkill (Philadelphia, SAD) izgrađen 1809. godine. Projektant Templeman

Također 1809. godine izgrađen je viseći lančani most raspona 62 m, sa dvije trake širine od 4,5 m i sa dva postrana hodnika. Most je imao zidane pilone i 12 lanaca s člancima od 61 cm (zatvorene karike).

Kad je S. Brown izgradio spojeve članaka s izbušenim rupama u plosnatom željezu, počeli su se graditi veći lančani mostovi. Tako je izgrađen most Hammersmith nedaleko od Londona (1827) s rasponom od 125 m i s člancima dugima 270 cm.

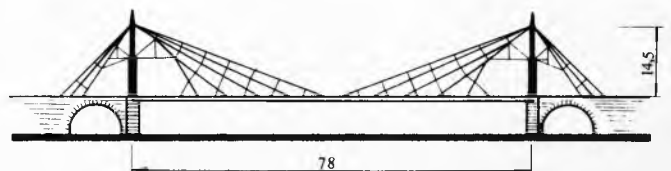
U prvoj polovici XIX stoljeća pojavljuju se prijedlozi novih sustava mreže lanaca, odnosno užadi za izvedbu lančanih konstrukcija (Poyet, Francuska, 1821, sl. 6; Hatley, Velika Britanija, 1840, sl. 7). Prvi lančani most u Njemačkoj (sl. 8) izgrađen je na rijeci Saale u Nienburgu (1824). Srušio se sljedeće godine pod povorkom ljudi (nastradalo je više od 50 prolaznika).



Sl. 6. Prijedlog za konstrukciju lančanog mosta (Poyet, 1821)

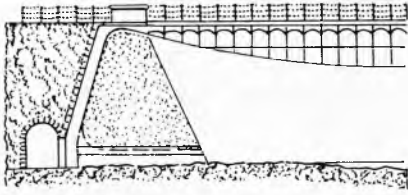


Sl. 7. Prijedlog za konstrukciju lančanog mosta (Hatley, 1840)



Sl. 8. Lančani most preko rijeke Saale, Nienburg (Njemačka), sagrađen 1824. godine. Projektant Bandhauer

Zanimljivo je spomenuti da su se lančane konstrukcije mostova često izvodile s vrlo plitko napetim užetima, tako da je progib ovješanih lanaca s obzirom na raspon iznosio $1/10$ – $1/14$, pa i manje. Pored visećih i zauzdanih lančanih konstrukcija pojavili su se početkom XIX st. i lančani mostovi u kojima je lanac podvučen ispod konstrukcije kolnika. Takav prijedlog dao je R. Stevenson (1821), pa je prema tome prijedlogu i izgrađeno nekoliko mostova (sl. 9).



Sl. 9. Prijedlog za konstrukciju lančanog mosta (R. Stevenson, 1821)



Sl. 10. Pogled na most Menai Strait Bridge, Bangor, Velika Britanija; gradnja od 1819. do 1826. Projektant Th. Telford



Sl. 11. Unutrašnjost mosta Menai Strait Bridge (sl. 10)

U XIX i XX stoljeću izgrađeno je mnogo lančanih mostova. Među njima su najpoznatiji kako po rasponima tako i po njihovom utjecaju na razvitak gradnje lančanih konstrukcija: a) Menai Strait Bridge, Bangor, Velika Britanija (projektant Th. Telford, gradnja od 1819. do 1826), raspon 177 m, spljoštenost $1/13,5$ (sl. 10 i 11); b) Lánčid hid, Dunav, Budimpešta (projektant A. Clark, gradnja od 1839. do 1845), raspon 202 m, spljoštenost $1/14$ (sl. 12); c) Clifton Bridge, Avon, Bristol, Velika Britanija (projektanti I. K. Brunel i Hawkshaw, gradnja od 1840. do 1864), raspon 214 m, spljoštenost $1/10$ (sl. 13, 14 i 15); d) Erzsébet hid, Dunav, Budimpešta (projektant varijante s užetom Kübler, gradnju s lancima od 1897. do 1903. izveo Czekelius), raspon 290 m (najveći na svijetu) (sl. 16), srušen u drugom svjetskom ratu, obnovljen s kabelskim nosačima; e) Hindenburgbrücke, Rajna, Köln-Deutz (sl. 17 i 18), srušen u drugom svjetskom ratu, obnovljen s grednom konstrukcijom; f) most na



Sl. 12. Most Lánčid hid preko Dunava u Budimpešti, građen od 1839. do 1845. Projektant A. Clark



Sl. 13. Most Clifton Bridge preko rijeke Avon kod Bristola (Velika Britanija), građen od 1840. do 1864. godine. Projektanti I. K. Brunel i Hawkshaw



Sl. 14. Pogled s rijeke Avon na most Clifton Bridge (sl. 13)

Dunavu kod Beča, projektant Waagner-Biró (gradnja od 1934. do 1937), raspon 241 m, srušio se 1976. godine (sl. 19).

Težina tih konstrukcija vrlo je mala. Pri pokretnom opterećenju viseći sustavi znatno se progibaju i titraju, zato su

zauzdani sustavi povoljniji, no mogu se kombinirati oba sustava u istom nosivom sklopu. Uzde se mogu postaviti i s donje strane, ispod razine pomosta. Takvim konstrukcijama moguće je premostiti i relativno velike otvore, pa se one primjenjuju već odavno u gradnji mostova velikih raspona. Međutim, u naše

vrijeme lance su zamijenili žičani kabeli sastavljeni od tankih žica, pa su lančane konstrukcije posve iščezle iz prakse. Pri tom sustavi nosivih sklopova (viseći spletovi), koji su se razvili od lančanih sklopova, imaju trajnu vrijednost i može se očekivati da će se takve konstrukcije upotrebljavati kao konstrukcije krovništa i sličnih tvorevina, gdje je zapravo potrebno ostvariti samo krov (kišobran) nad nekim prostorom. Viseći su spletovi vrlo lagani, jeftini i mogu se brzo izvesti.



Sl. 15. Pogled na lance mosta Clifton Bridge (sl. 13)



Sl. 18. Pogled iz zraka na most Hindenburgbrücke (sl. 17)



Sl. 16. Most Erzsébet hid na Dunavu u Budimpešti, prvobitni izgled. Most je u drugome svjetskom ratu srušen, a obnovljen je kao most sa žičanim kabelima. Varijantu s užetima projektirao Kübler, a varijantu s lancima izveo Czekelius



Sl. 19. Most preko Dunava u Beču građen od 1934. do 1937. godine (projektant Waagner-Birö), prvobitni izgled. Most se srušio 1976. godine

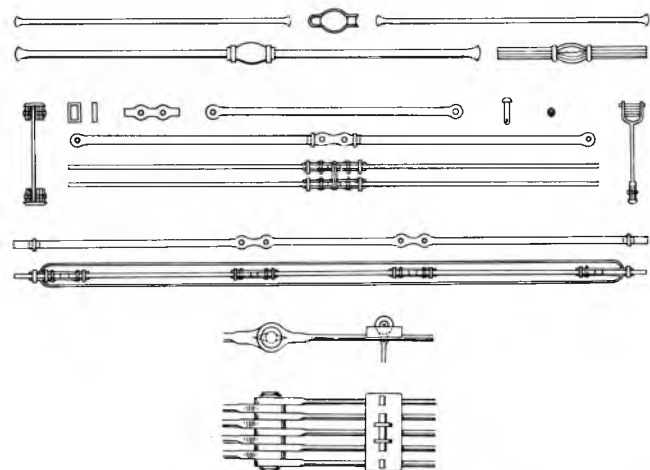


Sl. 17. Pogled s rijeke Rajne na most Hindenburgbrücke. Köln—Deutz, prvobitni izgled. Most je srušen u drugome svjetskom ratu, a obnovljen je kao gredna konstrukcija

Budući da je vrlo teško izvesti toliko jake lance da bi jedan lanac, odnosno par lanaca, mogao nositi potrebni teret, redovito su takve konstrukcije sastavljene od više lanaca, pa i čitavih lančanih spletova. Tako su se dobile mreže štapova koje bi, prema prijedlozima, imale vrlo atraktivne oblike (npr. sl. 6 i 7). U takvim sustavima od mnogo sastavljenih lanaca teško je ostvariti pogodnu raspodjelu sila, pa se često dogodilo da su pojedini lanci bili ili prejako ili preslabo nategnuti. Osim toga, ni svi lanci na svim mjestima nisu imali jednaku čvrstoću. Stoga su se mnogi mostovi od lančanih sklopova rušili. Broj takvih nezgoda bio je vrlo velik u odnosu na broj takvih mostova.

Lanci su se najprije izrađivali od kovanog željeza, a u novije vrijeme od valjanih limova. Duljina je članaka iznosila od 50 cm do 4...6 m. U uvjetima kad je kao alat upotrebljavan kovački čekić nije bilo moguće dobiti lance velike nosivosti, a članci su se spajali kukama na krajevima okruglih ili kvadratičnih štapova. Kuke su bile iskovane i spojene posebnim obručem. Kasnije se prešlo na plosnate presjeka štapova, pa je bilo moguće izbušiti rupe na krajevima i kroz njih staviti spojne trnove. Takvim spajanjem (S. Brown) znatno se povećala sigurnost lanaca. Nosivost je povećana upotrebom više lanaca postavljenih jedan uz drugoga (sl. 20), pa je nosivi dio podijeljen na više poprečnih presjeka. Tako sastavljeni lanci nisu se mogli napinjati prema nekom određenom postupku, a

mogli su se samo postići jednaki progibi ovješnih užeta. S obzirom na sigurnost povoljno je da splet ima više lanaca, jer se tada sprečava rušenje čitavog sklopa ako popusti jedna od karika.

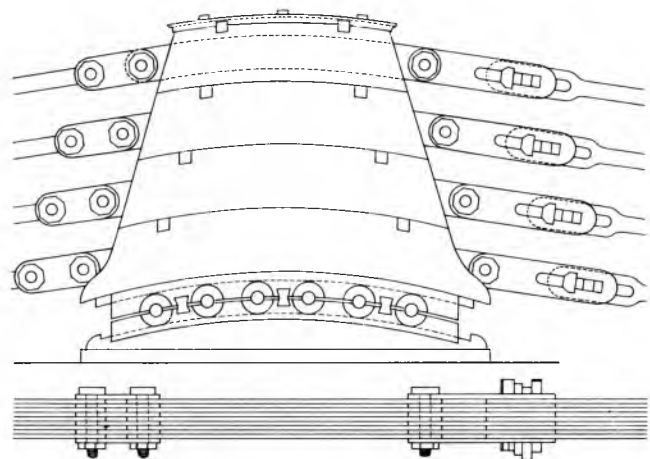


Sl. 20. Detalji lanaca nekih starijih lančanih mostova

Na vrhu pilona i na donjem kraju lanci se usidruju u kamene zidove. Zidani piloni toliko su jaki da mogu preuzeti sile u lancima.

Koso postavljene lance (uzde) također se progibaju, što je nepovoljno, pa su se na nekim spletovim dodavali posebni lanci koji uzde spajaju međusobno i s glavnim užetom.

Neki lančani mostovi imaju lance prebačene preko pilona. Tada je na pilonu izrađen poseban ležaj koji omogućuje pomak lanca s obzirom na pilon (sl. 21).

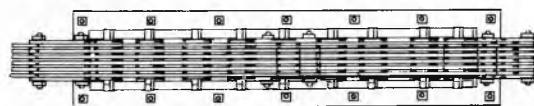
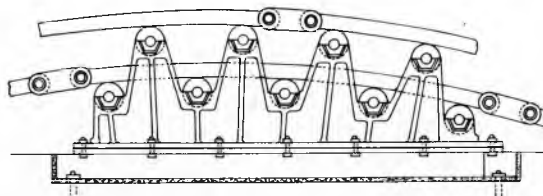
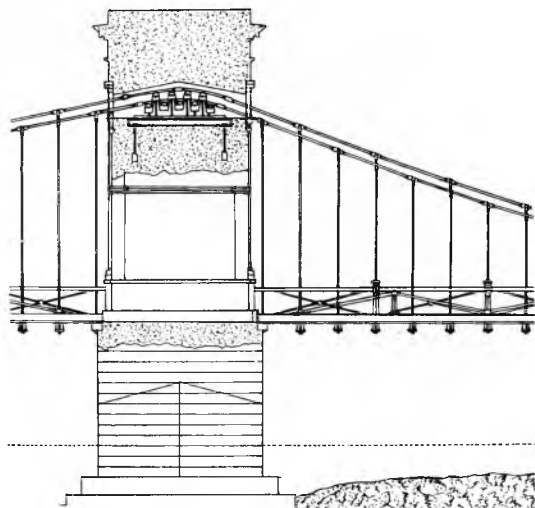


Sl. 21. Detalj na pilonu mosta Menai Strait Bridge (sl. 10), Bangor. Projektant Th. Telford

Na donjim krajevima uzda ili vješaljki visi konstrukcija kolnika koja se obično sastoji od uzdužnih nosača i od preko njih poprijeko položenih drvenih platica. Na novijim mostovima podloga kolnika je izrađena od metala, pa se na nju postavlja uobičajeni kolnik za prolaz vozila. Na tim novijim mostovima lanci su izvođeni kao snopovi od čeličnih limova.

Lančani mostovi služe samo za prijelaz pješaka, stoke i cestovnih vozila. Željeznički mostovi ne grade se s lancima, nego sa žičanim kabelima.

Veliko je značenje za lančane konstrukcije imala konstrukcija kolnika, jer je ona služila i kao nosač za ukrucenje. Prvi lančani mostovi nisu imali uzdužnih nosača kolnika, ali je postojala ograda pa je ona, ako je bila sastavljena od uzdužno povezanih greda, mogla služiti kao nosač za ukrucenje. Na uskim je mostovima ograda mogla biti važan dio nosivog sklopa.



Sl. 22. Pilon s ležajem lanca mosta Hammersmith kod Londona (građen od 1824. do 1827. godine). Projektant W. T. Clark

Prema prilikama i shvaćanju projektanta ograde su na lančanim mostovima namjerno pojačavane.

Pomost širokih mostova izveden je od poprečnih nosača koji su izvana ovješeni na vješaljke ili na uzde, a preko njih ili uz njih smještaju se uzdužni nosači kolnika na koje se polažu ploče kolnika, odnosno ostali dijelovi mosta.

LIT.: Th. Landsberg, Der Brückenbau, Eiserne Bogenbrücken und Hängebrücken. W. Engelmann, Leipzig 1906. — G. Ch. Merthens, Eisenbrückenbau, I. Bd. W. Engelmann, Leipzig 1908. — G. Ch. Merthens, Vorlesungen über Ingenieur-Wissenschaften, II. Teil. W. Engelmann, Leipzig 1908. T. Godard, Ponts et combles métalliques. Librairie J. B. Bailliére, Paris 1924. — F. Hartmann, Aesthetik im Brückenbau. F. Deuticke, Leipzig-Wien 1928. — Derick-Beckett, Great buildings of the world, Bridges Hanslyn Publishing Group, London 1969. — M. Hayden, The Book of bridges. Marshall Cavendish, London 1976.

K. Tonković

LASER (izgovorno i lejzer, kratica od engl. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation — pojačavanje svjetlosti pomoću stimulirane emisije zračenja), izvor i pojačalo vrlo usmjerenog snopa koherentnog svjetla, danas i u širem smislu koherentnog elektromagnetskog (infracrvenog, vidljivog i ultraljubičastog) zračenja.

Osniva se na kvantiziranim energetskim stanjima atoma i kvantiziranosti energije pri prijenosu zračenjem. Na toj je osnovi prvo bio načinjen maser, pojačalo u mikrovalnom području. Zato je laser u prvo vrijeme nazivan i kvantni izvor, kvantno pojačalo ili optički maser. U sovjetskoj literaturi uobičajen je naziv optički kvantni generator (v. Elektronika, TE 4, str. 576).

Stimuliranu emisiju zračenja, na kojoj se osniva laser, teorijski je predskazao A. Einstein 1917. Praktična primjena je došla tek pedesetih godina konstruiranjem masera koji su neovisno predložili u SAD J. Weber (1953), J. P. Gordon, H. J. Zeiger i Ch. H. Townes (1954), te u SSSR V. A. Fabrikant (1951), N. G. Basov i A. M. Prohorov (1954). Townes, Basov i Prohorov dobili su 1964. Nobelovu nagradu za fiziku.