

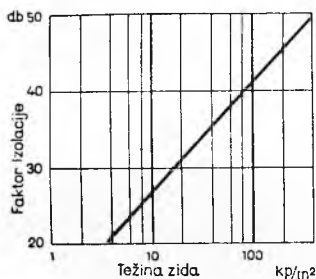
Tablica 3

ZVUČNA IZOLACIJA GRAĐEVNIH KONSTRUKCIJA

| Konstrukcija | Faktor izolacije u db |
|---------------------|-----------------------|
| Drvena vrata | 25 |
| Prozori, dva stakla | 30 |
| Prozori, dvostruki | 55 |
| Drveni pod | 35 |
| Betonski pod | 50 |

Buka dolazi različitim putovima: kroz otvore, vrata, prozore, pukotine, ventilacione vodove; kroz zidove; kroz metalne instalacije i krute strukturne veze građevine.

Faktor izolacije, definiran kao omjer intenziteta upadnog i propuštenog zvuka, zavisi za krute zidove logaritamski o težini zida po četvornom metru površine zida (sl. 50). Zato je za faktor



Sl. 50. Faktor izolacije jednostrukog zida

izolacije od ~ 50 db pa više bolje upotrijebiti dvostruke zidove i između njih metnuti apsorbirajući materijal čiji faktor izolacije raste linearno s debljinom. Tablica 3 daje podatke za faktor izolacije u decibelima za tipične građevne konstrukcije.

Pukotine na loše izvedenim vratima i prozorima mogu upropastiti sav trud i trošak oko izolacije zidovima. Metalne konstrukcije, cijevi za vodu, grijanje i ventilaciju dovode buku iz uda-

ljenih prostorija praktički bez prigušenja. U takvim elementima treba prekinuti kontinuitet umetanjem prigušenih elastičnih veza. Ako su uzrokom vibracija strojevi, treba ih postaviti na elastične podloge.

LIT.: V. O. Knudsen, *Architectural acoustics*, New York 1932. — F. R. Watson, *Acoustics of buildings*, New York 1938. — F. Trendelenburg, *Einführung in die Akustik*, Berlin 1939. — P. M. Morse, *Vibration and sound*, New York 1948. — V. O. Knudsen i C. M. Harris, *Acoustical designing in architecture*, New York 1949. — L. L. Beranek, *Acoustical measurements*, New York 1950. — Isti, *Acoustics*, New York 1954. — A. B. Wood, *A textbook of sound*, New York 1955. — T. F. Hueter i R. H. Bolt, *Sonics*, New York 1955. D. Go.

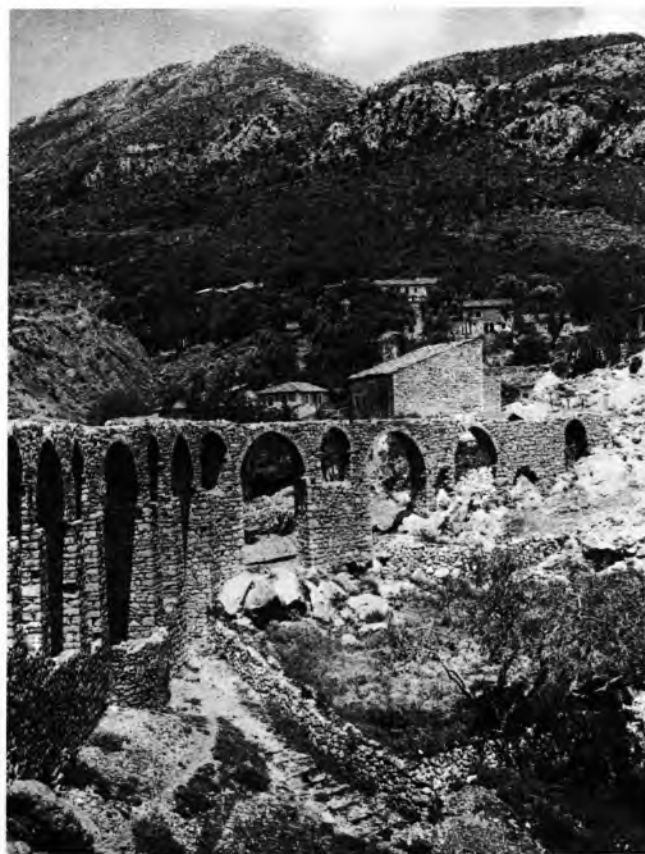
AKVEDUKTI, mostovi koji služe za sprovođenje vode preko dolina, reka, nizina, klišura i sl.

Naziv akvedukt, od lat. aqua voda i ductus voden, vod, pokazuje da je u prvobitnoj upotrebi ta reč (aquae ductus) označavala vodovod u širem smislu. Prvi vodovodi bili su sagrađeni još za vreme Ramzesa Velikog, Semiramide i Solomona. U drevnoj Grčkoj bili su sagrađeni vodovodi za Atinu, Tebu i još neke gradove, ali u svima tim vodovodima voda se dovela otvorenim kanalima ili cevima zakopanim u zemlju. Tek pri građenju vodovoda Aqua Appia za snabdevanje Rima $\leftarrow 305$, prvi put su primenjeni zidani, nepropusni kanali koji su delimično vodeni iznad zemlje na svodovima od kamena ili opeke. Takav način sprovođenja vode zidanim mostovima preko dolina i klišura, pa i reka, naročito su mnogo upotrebljavali Rimljani. Posle propasti Rimskog carstva i propadanja rimske kulture, za vreme Srednjeg veka, većina vodovoda je propadala usled ratnih razaranja i slabog održavanja. Jedino vodovodi postavljeni iznad zemlje na jakim mostovima održali su se u celini ili delimično sve do sada. Takvi mostovi zadržali su naziv *akvedukti* i to se ime, izgubivši svoj prvobitni širi smisao, sada u tehnički odnosi samo na mostove koji služe za sprovođenje vode.

Voda se može sprovesti preko akvedukta otvorenim tokom, zatvorenim kanalom ili cevima.

Prema materijalu od koga su građeni, akvedukti mogu biti zidani, betonski, drveni ili čelični.

Zidani akvedukti pojavili su se za vreme Rimljana i predstavljali su obično niz kamenih svodova na kojima su bili postavljeni



Sl. 3. Rimski akvedukt u Baru

vodovodni kanali za dovođenje vode u gradove i naselja. Otvori svodova tih akvedukata nisu u početku prelazili 8 m, ali su postepeno dostigli i 15...25 m. Kanali za dovođenje vode imali su pravougaoni presek širine 1,00...1,75 m i bili su pokriveni svodom ili pločama. Visoki, često mnogospratni svodni akvedukti koje su sagrađili Rimljani idu u red najznačajnijih dostignuća starih graditelja.

Rim je imao 435 km vodovoda od kojih je 55 km bilo na akveduktima. Većina tih akvedukata je porušena, ali su tri od njih još i sada u upotrebi za snabdevanje Rima. Akvedukt Aqua Claudia kod Rima, čija je gradnja započela pod Caligulom (vladao 37...41), a završena za vreme Claudiusa (41...54), ima arkade visoke 32 m. Od njega su ostale ruševine (sl. 1).

U rimskim su provincijama isto tako bili podignuti mnogobrojni akvedukti za snabdevanje naselja vodom; njihovi se ostaci vide i sada. Naročito mnogo zidanih akvedukata bilo je podignuto za vreme Rimljana u Španiji. Najveći su: akvedukt Segovia sa dvospratnom svodnom konstrukcijom visine 33,7 m (sl. 2); akvedukt Alcántara preko reke Tajo, sa najvećim otvorom 31,1 m, jačinom svoda u temenu 1,62 m i najvećom visinom 43,5 m;



Sl. 1. Claudiusov akvedukt na Via Latina



Sl. 2. Akvedukt Segovia

akvedukt Mérida preko reke Albaregas sa trospratnom svodnom konstrukcijom 24,8 m visine i otvorom svoda od 4,45 m.

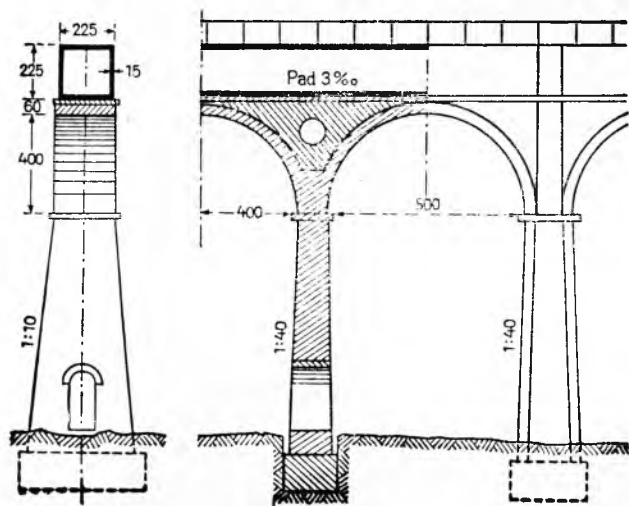
U Francuskoj (rimskoj Galiji) postoje ruševine akvedukta kod Metzsa visine 22,7 m, a naročito je čuven akvedukt kod Nimesa (Nemausus), zvan Pont du Gard. Ovaj akvedukt podigao je rimski vojskovođa Agrippa (←63...13) i on se smatra jednim od najlepših arhitektonskih objekata rimske mostogradnje. Kao i akvedukt u Méridi, on ima tri sprata, sa najvećom visinom iznad korita reke 48,77 m. Ukupna dužina akvedukta je 268 m, a najveći raspon svoda je 24,4 m.

Treba spomenuti još i akvedukte koji su bili sagrađeni u okolini Carigrada za vreme cara Hadrijana (vladao 117...38); jedan od njih, Burgaski akvedukt, služio je za snabdevanje grada vodom do VI v.

Za vladavine gotskog kralja Teoderiha Velikog (511...534) podignut je akvedukt Spoleto u Umbriji; najveća mu je visina iznosila 130 m. Ovaj akvedukt smatra se za najvišu mostovnu konstrukciju; sastoji se od 10 kružnih svodova raspona 21,4 m, na kojima leži 30 manjih lukova.

Najvažniji akvedukt iz rimskog doba na teritoriji Jugoslavije je akvedukt kojim se voda dovodila u Dioklecijanovu palatu u Splitu. Vodovod ima dužinu 9 km, a od toga ima 670 m zasvođenih akvedukata. Na mestu zvanom Dujmovača podignuto je na dužini od 180 m 28 velikih lukova, tzv. Suhu most. Najveća je visina akvedukta 16,5 m. Kanal za sprovođenje vode ima dimenzije 1,60 × 0,75 m, a vodovod je mogao svakog dana dovesti preko 1 000 000 m³ vode. U okolici Skoplja i u Baru postoje ruševine antičkih akvedukata iz rimskog doba, koje su mestimično dobro sačuvane (sl. 3).

U srednjem veku nisu građeni akvedukti. U toku XVI v. ponovo otpočinje građenje akvedukata, i to u Francuskoj; 1558 bio je sagrađen akvedukt kod Arlesa, a zatim 1624 akvedukt kod Arcueila. Nešto docnije sagrađen je akvedukt koji je dovodio vodu od Marlyja i Buea u Versailles, a zatim se pristupilo građenju



Sl. 4. Poprečni presek i deo uzdužnog preseka kanderskog akvedukta

golemog akvedukta na vodovodu koji je trebalo da iz reke Eure preko doline Maintenon dovodi vodu u versailleski park. Prema izrađenom projektu taj je akvedukt trebalo da bude dug gotovo 7 km, sa visinom od 71 m, i da predstavlja mnogospratnu konstrukciju sa 242 svoda. Građenje ovog akvedukta nije nikad završeno, a pojedini njegovi svodovi su sačuvani.

Svi navedeni akvedukti služili su za dovod vode u gradove i naselja. Proširenje plovnih kanalskih mreža u Nemačkoj, Francuskoj i Engleskoj zahtevalo je u toku XIX i XX v. građenje velikih akvedukata koji služe za sprovođenje kanala za brodarstvo. Ova nova namena akvedukta poklapa se vremenski sa uvođenjem u građevinarstvo novih građevinskih materijala, betona i armiranog betona, tako da su stari zidani akvedukti ustupili mesto modernim betonskim i armiranobetonskim akveduktima.

Nova vrsta akvedukata, koja se pojavila u najnovije doba, jesu akvedukti za sprovođenje bujica preko puteva ili železnica. Takvi se akvedukti javljaju često u brdovitim predelima; prvi je bio izgrađen prilikom građenja Brennerske železnice.

Betonski akvedukti

pojaviли su se oko sredine prošlog stoleća i gotovo u svim slučajevima zamenjuju sada zidane akvedukte. Upotreba betona, a naročito armiranog betona, dopušta primenu većih otvora i prelaz sa klasičnog svodnog oblika akvedukta na pločaste, gredne i sandučaste odlike.

Jedan od najvećih betonskih i armiranobetonskih akvedukata

klasičnog oblika izgrađen je na početku ovog stoleća u Švajcarskoj preko doline reke Kander. Taj akvedukt, čija ukupna dužina iznosi 286 m, ima 27 zasvođenih otvora od kojih srednji, preko korita reke, ima čist otvor 28 m, a ostali po 8 m. Stubovi i svodovi izrađeni su od nabijenog betona, a kanal za sprovođenje vode, od armiranog betona (sl. 4). Da bi se omogućila temperaturna dilatacija toga vrlo dugog akvedukta, on je podeljen dilatacionim razdelnicama u četiri dela. Akvedukt dovodi vodu pod slabim pritiskom i ima pad dna kanala od 3‰.

Pri manjim konstruktivnim visinama prelazi se na gredne akvedukte kao što je npr. akvedukt Robions, koji ima raspon od 31 m i sprovodi plovni kanal sa širinom vodenog ogledala od 3,40 m. Dubina vode u kanalu je 1,80 m.

Pri prelazu reka u klisurama sa uspehom se primenjuju armiranobetonske lučne konstrukcije, kao što je učinjeno u Španiji prilikom izrade aragonskoga melioracionog sistema i u Nemačkoj pri građenju akvedukta preko reke Murg kod Weissenbacha (Baden) (sl. 5).

Drveni akvedukti su provizorne građevine ili gredevine kraćeg veka. One se sastoje od drvenog korita koje služi za sprovođenje vode i koje leži na drvenim ili kamenim stubovima.

Čelični akvedukti. Ako visina na kojoj se vodi kanal preko doline nije velika, tako da građenje svodne konstrukcije postaje neracionalno, može se za sprovođenje vode primeniti čelična konstrukcija u obliku sandučastog profila, koristeći se pri tom njezinom krutošću. Ovi sandučasti profili leže ili na zidanim stubovima ili se obese na kablove koji su razapeti preko reke, slično načinu na koji se rade lančani mostovi.

Akvedukti od livenog čelika na zidanim stubovima pojavili su se prvo u Engleskoj. Kao i u mostogradnji, sada se i u izgradnji akvedukata liveni čelik zamenjuje profilisanim čelikom. Jedan od većih čeličnih akvedukata izrađen je u Saarlavenu (Savezna Republika Nemačka).

Naročita je teškoća u gradnji čeličnih akvedukata izvođenje veze akvedukta sa kanalom koji leži u zemlji, i to zbog delovanja temperaturnih promena; zato treba te spojnice specijalno obraditi.

Uvođenjem armiranog betona upotreba čeličnih akvedukata znatno se smanjila, ali se oni i sada primenjuju pod specijalnim uslovima, kao što je to učinjeno pri građenju jednog akvedukta u Azerbajdžanskoj SSR pre nekoliko godina.

Prema svojoj nameni akvedukti se mogu podeliti na četiri vrste: a) akvedukti koji sprovode vodu za snabdevanje gradova, naselja industrijskih postrojenja, tj. akvedukti u sastavu vodovodn.

mreže; b) akvedukti koji se grade u melioracione svrhe; c) akvedukti koji služe za sprovođenje bujica preko saobraćajnih putova itd) akvedukti plovnih kanala.

Akvedukti u sastavu vodovodne mreže u današnje se vreme retko upotrebljavaju. Izrada akvedukta je skupa, naročito s obzirom na potrebu čistog izvođenja vidljivih površina, kako radi estetskog izgleda objekta tako i radi smanjenja troškova održavanja. Odnos pak ovih površina prema celokupnoj kubaturi akvedukta vrlo je velik. Dok su se Rimljani vrlo često služili akveduktima u vodovodnoj mreži, u najnovije se vreme akvedukti primenjuju samo u slučajevima kad imaju velika pogonska preimućstva nad cevima pod pritiskom, ukopanim u zemlju.

Ta preimućstva mogu uglavnom biti ova: 1. Primena vrlo malog pada. Pri velikim količinama vode dopušta se u otvorenim kanalima pad od 1 : 10 000 bez opasnosti od promene biološkog sastava vode. Pri upotrebi pak livenih ili kovanih cevi za sifon, radi sprečavanja brzog inkrustiranja i oksidacije, brzina proticanja ne sme toliko da se spusti. — 2. Veća sigurnost konstrukcije, koja se postiže lakšim pristupom do kanala ili vodovodnih cevi i manjim pritiskom vode na zidove voda. — 3. Mogućnost čišćenja i opravke kanala ili cevi u svako vreme i na svakom mestu. Takva opravka ukopanih cevi, koje često u dolinama reka delimično ili potpuno leže ispod vode, obično je vezana sa velikim teškoćama. — 4. Duže trajanje takvih objekata u odnosu na livenne ili kovane cevi pod pritiskom, čije je trajanje ograničeno, jer se čelične cevi ne mogu ni danas sasvim zaštititi od korozije. — 5. Veća sigurnost objekata prilikom prelaza preko divljeg ili bujičastog potoka, naročito ako postoji opasnost erozije podloge. — 6. Za prelaz reka koje imaju stenovite, strme obale i nose velike količine vode pri visokom vodostaju, izrada akvedukta često stoji isto toliko koliko izrada sifona, a ponekad je i jeftinija od nje.

Od akvedukata u vodovodnoj mreži koji su sagrađeni u najnovije doba treba navesti bečki akvedukt Franje Josifa, Pariski akvedukt, Rostokinski akvedukt u Moskvi, akvedukt kod Simplonskog tunela i dr.

Ako se voda sprovodi kanalom, ovaj se obično pokriva pločama. Preko slobodne vodene površine akvedukta mora biti osigurana dobra cirkulacija vazduha. Zato treba na zatvorenim akveduktima na izvesnim odstojanjima ostavljati otvore. Nasuprot tome, zatvorene cevi postavljene u akveduktu ne smeju se izlagati vazdušnom strujanju. Kako je vazduh slab provodnik toplote, slobodan prostor između cevi i zidova akvedukta iskorišćuje se za izolaciju i ne ispunjava ničim. Popunjavanje prostora između cevi otežava pristup potreban radi revizije, a često dovodi i do štetnih hemijskih uticaja na spoljnu površinu cevi.

Akvedukti za melioracione svrhe imaju obično otvoren kanal kojim se sprovodi voda. Voda se dovodi u većini slučajeva



Sl. 6. Shema akvedukta u klišuri Aragonskog melioracionog sistema (Španija)

prirodnim padom iz velikih akumulacionih basena i služi za navodnjavanje zemljišta. Takvi se akvedukti grade od kamena, armiranog betona, a izuzetno i od čelika.

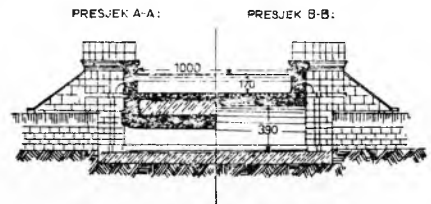
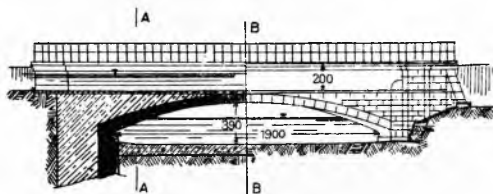
Pri izradi melioracionog sistema aragonske visoravni u Španiji izrađeno je više takvih akvedukata. Sl. 6 prikazuje shemu akvedukta u klišuri raspona 33,50 m.

Od velikih melioracionih akvedukata koji su izrađeni u poslednje vreme vredno je spomenuti: kameni akvedukt u Indiji



Sl. 7. Akvedukt preko reke Lištice u Hercegovini

preko reke Solani dužine 276 m i najveće visine od 11,40 m; armiranobetonske i čelične akvedukate sagrađene pre nekoliko godina (1941) pri izvođenju Samur-Divičinskog kanala u Azerbajdžanskoj SSR, kao i armiranobetonski akvedukt u USA, u državi Nebraska, dužine 61,8 m. Za melioracioni sistem Mostarskog blata u Hercegovini izrađen je 1956 akvedukt preko reke Lištice otvora 40,0 m (sl. 7).



Sl. 8. Akvedukt Onigo di Piave u Italiji

Akvedukti za sprovođenje bujica i divljih potoka preko saobraćajnih puteva upotrebljavaju se u najnovije vreme vrlo često. Oni se gotovo bez izuzetaka grade kao zasvođeni objekti od kamena, opeke ili betona. Površina preseka kanala ovih akvedukata određuje se prema maksimalnoj količini vode koju daje dotični potok. Pri projektovanju i izvođenju ovih objekata naročitu pažnju treba obratiti na dobro osiguravanje dna sprovodnog kanala, kako na samom akveduktu tako i pri ulazu i izlazu. Vezu kanala sa koritom potoka treba dobro osigurati od podlokavanja.

Akvedukti plovnih kanala ušli su u građevinarstvo uporedo sa proširenjem plovne mreže kanala u svetu. Takvi akvedukti imaju često velike dimenzije jer moraju biti konstruisani za prolaz većih plovnih objekata. Profil plovnog kanala dotične deonice zadržava se obično i na akveduktu te je ili pravougaoni ili trapezasti. Ako širina plovnog kanala dopušta mimoilaženje dva plovna objekta, kanal se na akveduktu obično sužava radi smanjenja materijalnih troškova, tako da se predviđa prolaz samo jednoga plovnog objekta bez mimoilaženja.

Akvedukti plovnih kanala uvek se grade od armiranog betona i mogu imati ili grednu ili svodnu konstrukciju. Primer grednog akvedukta predstavlja akvedukt kod Robionsa, pomenut ranije. Akvedukt za plovni kanal u Onigo di Piave u Italiji (sl. 8) izrađen je u obliku svoda od armiranog betona. Raspon svoda je 19,0 m, strela 2,75 m, jačina svoda u temenu 0,60 m i na osloncima 0,90 m. Širina je plovnog kanala 10,0 m, a dubina 1,70 m.

Jedan od najznačajnijih akvedukata za plovne svrhe je akvedukt preko doline Wesera kod Mindena. Akvedukt ima 370 m dužine sa širinom od 32,4 m. Dno kanala akvedukta nalazi se na 10,30 m iznad srednje vode Wesera.

Poprečni presek akvedukta velikoga plovnog kanala dat je na sl. 9. Plovni kanal ima 18,0 m širine i 3,0 m dubine. Sa obe

strane kanala predviđene su staze od po 4,0 m širine. Ukupna širina objekta iznosi prema tome 26,0 m. Kanal je pravougaonog preseka i od armiranog je betona, a leži na devet armiranobetonskih kontinuiranih nosača.

Konstruktivni detalji. Akvedukti kao građevinske konstrukcije idu u grupu mostovnih konstrukcija, a razlikuju se od mostova i vijadukata samo u tome što umesto kolovoza imaju kanal ili vodovodnu cev.

Pri projektovanju ili građenju akvedukata važe, uglavnom, pravila kao za mostovne konstrukcije, kako u pogledu položaja ose akvedukta tako i u pogledu određivanja dimenzija pojedinih delova konstrukcija s obzirom na dopuštene napone i koeficijente sigurnosti.

Pri projektovanju akvedukata prvo se određuje pad i poprečni profil kanala ili vode. Pad kanala ili cevi kraćih (manjih) akvedukata zadržava se obično isti kao i na deonici na kojoj se akvedukt nalazi. Na dužim akveduktima pad se povećava, kako bi se zbog povećanja brzine proticanja mogao smanjiti poprečni presek kanala.

Na akveduktima koji služe za plovne svrhe dno se obično pravi bez pada, jer plovni kanali po pravilu nemaju pada. Ako pak plovni kanal ima pad, taj se pad ili zadržava i na akveduktu ili se smanjuje da se dobije ista brzina vode, jer je na akveduktu, zbog glatkih bočnih površina, trenje manje nego na otvorenom kanalu pre i posle akvedukta.

Profil za provođenje vode na akveduktu zadržava se obično isti kao na delu ispred njega.

Prilikom određivanja profila zidanih, drvenih i čeličnih akvedukata mora se ponekad uzeti u obzir materijal od koga se gradi; za betonske akvedukate taj moment pri izboru profila otpada, jer za betonske konstrukcije oblik ne predstavlja prepreku. Kada su određeni profili i pad akvedukta, pristupa se određivanju svih potrebnih njegovih dimenzija. Statički proračun akvedukta vrši se slično kao i proračun mostova. Za konstrukciju akvedukta najvažnije je izbeći pojavu naprslina koje mogu dovesti do znatnih gubitaka vode i do težih udesa. Zato se ne smeju projektovati veliki otvori, a moraju se uvek predvideti dilatacione razdelnice za eliminisanje uticaja temperature na objekat.

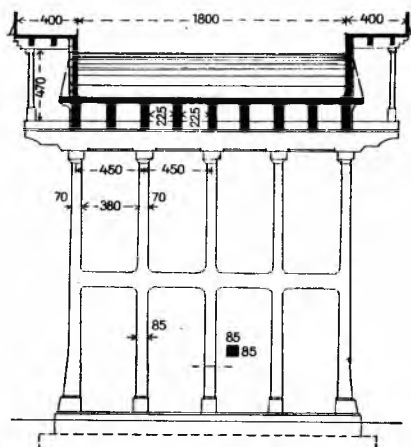
U cilju osiguranja akvedukta od pojave naprslina, armaturi onih delova koji su u dodiru sa vodom ne sme se davati suviše velik napon, nego se uzima manji, kako se to čini i pri proračunu drugih hidrotehničkih građevina.

Naročito pažljivo treba projektovati i izvoditi korito akvedukta.

Posle izrade, bokovi i dno kanala izoliraju se da se dobije potpuna nepropustljivost akvedukta. Ova se izolacija može izraditi od bakarnih ili olovnih ploča 3 mm debljine čiji su sastavci lemljeni, ili pak asfaltnim ili bituminoznim premazima.

Sem pomenute izolacije plovnih kanala treba predvideti i njezinu zaštitu od spoljnog oštećenja prilikom plovidbe i od plivajućih predmeta.

Treba obratiti naročitu pažnju na pravilno izvođenje dilatacionih razdelnica u kanalu i na dobru i nepropusnu vezu kanala na akveduktu sa kanalom na terenu, ispred i iza akvedukta.



Sl. 9. Akvedukt plovnog kanala, poprečni presek

ALATI, u užem smislu, sredstva kojima se obrađuje materijal u toku proizvodnje. Prema načinu obrade dijele se na alate koji ne skidaju strugotinu i alate koji skidaju strugotinu.

ALATI KOJI NE SKIDAJU STRUGOTINU

Alati koji ne skidaju strugotinu mogu se prema funkciji grupirati u alate za sječenje, za rezanje, za probijanje i za plastično oblikovanje. Inače se, kao alati uopće, mogu dijeliti u ručne i strojne.

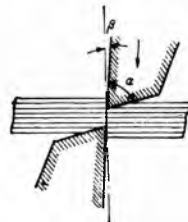
Ovdje će se prikazati najprije ukratko niz ručnih alata ove vrste koji se mnogo upotrebljavaju, a onda opširnije najvažniji strojni alat koji ne skida strugotinu: štance.

Sjekala su ručni alati za sječenje metalnih i nemetalnih materijala. Prema obliku i namjeni JUS razlikuju plosnata, krstasta, poluokrugla i savinuta sjekala, sjekala za žljebove, za rad u kamenu i šamotu, sjekala za mlinarske svrhe. Materijal sjekala je čelik čvrstoće najmanje 70 kp/mm², za neke iznad 80 kp/mm². Oštrica sjekala je zakaljena i izbrušena. Sl. 2a prikazuje neke vrste sjekala prema jugoslavenskim standardima (JUS).

Dlijeta su ručni alati za radove u drvu, cigli i betonu. Za radove u drvu JUS razlikuju lako i srednje dlijeto i to s ravnim i sa zakošenim ivicama, zatim dlijeta za rupe, poluokrugla i strugarska dlijeta. Za zidarske svrhe služi plosnato i šiljasto dlijeto (sl. 2b).

Materijal dlijeta za drvo je alatni ugljični čelik, za zidarska dlijeta je čelik čvrstoće iznad 70 kp/mm². Radni dio alata je zakaljen i izbrušen.

Škare režu materijal time što u nj utiskuju klinaste rezne čeljusti (sl. 1) čije oštrice leže u ravni rezanja ili njoj sasvim blizu. Radi smanjenja rada trenja preporučuje se pri rezanju limova mala zračnost između oštrica, zavisna o debljini lima i vrsti materijala. Oštrice škara nagnute su jedna prema drugoj, čime se smanjuje sila rezanja. Što je veći taj nagib to je veća i sila koja potiskuje materijal ispred oštrica. Pri zatvaranju ručnih škara mjesto rezanja putuje duž oštrica čiji se nagib smanjuje a time se smanjuje i sila potiskivanja materijala ispred oštrica. Oštrinu škara određuju kutevi rezanja, koji se odabiru prema vrsti rezanog materijala. Sl. 2c prikazuje neke vrste škara.



Sl. 1. Rezanje škarama. α prednji kut, β stražnji kut

Materijal škara za rezanje lima je alatni čelik, a za ostale vrste škara čelik čvrstoće najmanje 60 kp/mm². Oštrice su zakaljene i izbrušene.

Kliješta su ručni alat od višestruke do usko specijalne namjene. Materijal za pojedine vrste kliješta propisuju JUS. Kliješta za pridržavanje su od mekanog čelika čvrstoće najmanje 42 kp/mm². Kliješta za sječenje mekane žice su od čelika čvrstoće najmanje 80 kp/mm², za sječenje tvrde žice od čelika čvrstoće bar 100 kp/mm². Sl. 2d prikazuje nekoliko vrsta kliješta.

Čekići, usadnici, nakovnji. S obzirom na vrstu operacija razlikuju se prema JUS ove vrste kovačkih čekića: teški kovački čekići s poprečnim ili uzdužnim klinastim krajem mase 3...15 kg, ravni čekići mase 0,7...3,1 kg, čekići za poravnavanje mase 0,8...4,8 kg, zaobljeni čekići mase 0,8...2,6 kg, čekići za sječenje (hladno i toplo) mase 1...2,5 kg, čekići za probijanje okruglih rupa 5...25 mm promjera i četvrtastih rupa 6...20 mm mase 0,5...2,2 kg, čekići za oblikovanje mase 1,1...3,2 kg. Veći broj oblika predviđaju JUS za kamenarske, potkivačke i zidarske čekiće.

Na nakovnju služe usadnici za sječenje, odrezivanje, probijanje i proširivanje rupa, raskivanje, zagladivanje, zaobljivanje i ravnjanje.

Materijal bravarskih, kovačkih, kotlarskih i limarskih čekića i usadnika je čelik minimalne čvrstoće 60 kp/mm². Čekići i usadnici za sječenje su od čelika čvrstoće bar 70 kp/mm². Sl. 2e, h, i prikazuju standardne oblike bravarskih i kovačkih čekića i usadnika, a sl. 2j nekoliko oblika čekića za obradu kamena i šamota.

Masa kovačkih nakovnja iznosi 50...260 kg, a bravarsko-kovačkih 10...300 kg (sl. 2g).

Nakovnji su od lijevanog čelika čvrstoće 55...60 kp/mm². Radna površina nakovnja je duž cijele sredine zakaljena, tvrdoće HB 450...550 kp/mm², a na rubovima i uglovima 300...400 kp/mm².