

SERGEJ BUBNOV\*

## ZAŠTITA I SANACIJA SPOMENIKA KULTURE POD UDAROM ZEMLJOTRESA

### 1. ZNAČAJ ZAŠTITE KULTURNIH SPOMENIKA

Za spomenike kulture kao i za mnoge druge objekte i subjekte u životu treba da važi princip: bolje spriječiti nego liječiti. Bolje je pravovremeno zaštititi kulturne spomenike pred rušilačkom snagom prirode, nego kasnije primenjivati razne načine sanacija, u nastojanju da se odstrane posledice ove nemile prirodne pojave. Za spomenike kulture ovaj princip je naročito značajan, jer spomenici oštećeni usled zemljotresa, mnogo puta nikakvim građevinsko-tehničkim merama sanacije ne mogu više da se uspostave u prijašnje stanje, s obzirom na njihovu prvobitnu kulturnu i umjetničku vrednost.

### 2. SEIZMIČKI RIZIK I SEIZMOLOŠKE KARTE

U balkanskim zemljama treba o problemu zaštite kulturnih spomenika naročito voditi računa, jer se skoro celo balkansko poluostrvo nalazi u zoni jakih razornih zemljotresa. Pitanje gde treba očekivati zemljotrese određenog intenziteta, je u domeni seizmologa, mada zasada ne postoji pouzdani metod prognoze zemljotresa za sva tri glavna parametra prognoze: lokaciju, intenzitet i vreme. Dok za prva dva parametra postoje izvesni podaci prognoze, bazirani na podacima iz prošlosti, treći parametar, to jest vreme, može se zasada predviđati samo na osnovu probablističkog pristupa. Pa i za prva dva parametra sadašnje seizmo-

---

\* Dr Sergej Bubnov, profesor Univerziteta Edvarda Kardelja u Ljubljani.

loške karte nude podatke, koje možemo smatrati kao orijentacione, jer do sada, posle svakog većeg zemljotresa u našoj zemlji, seizmološka karta morala je da se menja. Pokazalo se je, naime, da karta nije odgovarala jer je bio intenzitet zemljotresa, koji se dogodio, svuda veći nego što je to karta predviđala. Tako je bilo u slučaju zemljotresa u Banjaluci (1969), u Posočju — Slovenija (1976) a i Crnogorskom primorju (1979). Posle zemljotresa u Vrance (1977) bile su promenjene i seizmološke karte Rumunije te Bugarske. Opširan UNESCO/UNDP projekt proučavanja seizmičnosti Balkana, posle višegodišnjeg rada, dao je seizmičke podatke o veličini intenziteta i vrednosti maksimalnih ubrzanja na području Balkana. Ove vrednosti bile su prevaziđene već prilikom zemljotresa u Posočju (1976) i prilikom zemljotresa u Vrance-u u Rumuniji (1977), naročito s obzirom na intenzitet koji su se prilikom ovog zemljotresa pojavili na teritoriji Bugarske. Ovakvo stanje uslovljeno je i nedovoljnim fondom pouzdanih podataka o seizmičnosti Balkana u prošlosti, a i seizmotektonika tog područja nije dovoljno istražena.

Sva ova dejstva zahtevaju naročitu obazrivost.

Obezbeđivanje samo finansijskih sredstava ne rešava integralno problem zaštite kulturnih spomenika od zemljotresa. Sa pravnog gledišta ne postoji formalna obaveza i odgovornost organizacija koje vode brigu o kulturnim spomenicima, s obzirom na njihov pravni i privredni status, da preduzimaju mere preventivne zaštite kulturnih spomenika od zemljotresa i da te mere izvrše u određenom roku, pod određenim uslovima i odgovornošću.

---

Skupština SR Slovenije je 1978. godine usvojila Zakon o seizmološkoj službi (Službeni list SRS, broj 14/78). Na osnovu tog zakona bio je ustanovljen Seizmološki zavod SR Slovenije kao upravni organ Izvršnog veća SR Slovenije, podređen neposredno predsedniku Izvršnog veća (slično kao i Hidrometeorološki zavod). Taj zavod odgovara skupštini SR Slovenije za izvršenje zadataka, koje mu nalaže zakon o seizmološkoj službi.

Jedan od osnovnih zadataka je organizovanje analiza seizmičke bezbednosti postojećih značajnijih objekata. Izradu samih analiza mogu vršiti pojedine specijalizovane stručne i naučne organizacije, ali Seizmološki zavod je zadužen da pripremi i organizuje ovu akciju.

Među značajnije objekte, pored objekata čije rušenje može da izazove dalje katastrofalne posledice i objekata koji su neophodno potrebni za pružanje pomoći stanovništvu posle zemljotresa, kao što su bolnice, vatrogasne stanice i drugo, spadaju i značajniji kulturni spomenici.

Posebna uredba, koja preciznije definiše značajnije objekte, predviđa da među značajnije spomenike kulturne spadaju spomenici kulture I kategorije. Zakon o seizmološkoj službi određuje i nosioce sanacije značajnijih kulturnih spomenika kao i način kako se određuju rokovi za sanaciju.

Ovaj zakon je u pravnom smislu *lex perfecta*, jer određuje i visine kazni za sve pravne osobe i odgovorna lica, ukoliko ne bi ispunjavali odredbe ovog zakona.

Za efikasnu zaštitu kulturnih spomenika pod udarom zemljotresa potrebno bi bilo najpre postaviti čvrste zakonodavno-pravne temelje za rešavanje ovog problema.

### 3. ODREĐIVANJE SEIZMIČKE OTPORNOSTI POSTOJEĆIH KULTURNIH SPOMENIKA

Za ocenu potrebnog stepena zaštite postojećih kulturnih spomenika i nužnih građevinsko tehničkih mera za njihovo eventualno pojačanje treba najpre ustanoviti kakva je stvarna seizmička otpornost ovih spomenika u sadašnjem stanju. Taj postupak može da bude za neke spomenike kulture dosta težak i dugotrajan. Dok za određivanje slobodno stojećih kipova i spomenika nije teško izračunati kakvo maksimalno ubrzanje tla može ovakav spomenik da podnese bez štete i opasnosti od prevrtanja, mnogo teže je to ustanoviti kod zgrada, naročito sakralnih objekata, za koje obično ne postoje nacrti i podaci o kvalitetu nosivih građevinskih materijala. Ovakve objekte treba najpre snimiti i nacrtati u tlocrtima te karakterističnim presecima. U laboratorijama treba ustanoviti kvalitet nosivog materijala, koji je kod kulturnih spomenika obično opeka ili kamen, a naročito kvalitet maltera. Tek posle toga može se pristupiti analitičkom određivanju seizmičke otpornosti objekta. Kod toga treba uzeti u obzir seizmičke sile, koje za dotično područje predviđa važeća seizmološka karta, imajući u vidu da na osnovu dosadašnjeg iskustva možemo očekivati i veće seizmičke sile, mada sa relativno malim procentom verovatnoće. S obzirom da je problem mogućnosti pojave vrlo jakog zemljotresa prisutan na celokupnom području seizmičkog građevinarstva i važi za sve građevinske objekte, u svetu u poslednje vreme sve više prodire ideja, da treba značajnije objekte projektovati za dva različita zemljotresa: za »normalni« zemljotres, koji se može očekivati za vreme trajanja objekta, i za maksimalni mogući zemljotres. Kod ovog drugog zemljotresa traži se da u objektu ne nastanu velika oštećenja nosivog sistema, a naravno ni delimično odnosno potpuno rušenje.

Ovaj pristup usvojili su sada: Evropsko udruženje za seizmičko građevinarstvo (EAEE) i Međunarodna organizacija za standarde (ISO). Najnoviji japanski propisi za građenje u seizmičkim područjima, koji su stupili na snagu u junu 1981. godine, detalj-

no prikazuju postupak za dimenzionisanje objekata na ova dva zemljotresa. Postupak za određivanje seizmičke otpornosti za maksimalni zemljotres mogao bi se primenjivati i za određivanje seizmičke otpornosti postojećih spomenika kulture u svrhu definisanja građevinsko tehničkih mera potrebnih za obezbeđenje njihove zaštite.

#### 4. GRAĐEVINSKO TEHNIČKE MERE ZAŠTITE

Prilikom određivanja građevinsko-tehničkih mera zaštite kulturnih spomenika treba voditi računa o lokaciji spomenika, u odnosu na epicentar budućeg zemljotresa. Određivanje potencijalnih epicentara je veoma težak zadatak, jer nam seizmotektonski procesi nisu dovoljno poznati, ali obimna istraživanja u poslednjim godinama, naročito u okviru već spomenutog UNESCO/UNDP Balkanskog projekta, ipak nam omogućavaju izvesna predviđanja sa relativno visokim stepenom verovatnoće.

Seizmičke sile koje djeluju na građevinske objekte menjaju se sa udaljenošću od epicentra, ne samo zbog promene frekventnog sastava oscilovanja tla, nego i zbog različitih relativnih vrednosti osnovnih komponenata oscilovanja. U epicentru su vertikalne komponente najveće, što uslovljava odgovarajuće građevinsko-tehničke mere. Sa udaljenošću od epicentra u frekventnom sastavu povećavaju se duže periode oscilovanja, što donosi veću opasnost visokim i vitkim konstrukcijama, usled mogućeg pojava rezonance.

Za obezbeđenje stabilnosti pojedinih slobodno stojećih spomenika i skulptura potrebno je izvršiti ankerovanje ovih spomenika u postolje, a samo postolje u temelj. Stopa temelja treba da bude dovoljno široka. Sa ovakvim ankerovanjem spomenika i postolja u temelj i proširenjem temelja spomenik bi bio zaštićen iako bi se epicentar budućeg zemljotresa nalazio u neposrednoj blizini, od velikih vertikalnih sila, ili na većoj udaljenosti, od horizontalnih seizmičkih sila.

U slučaju većih skulptura treba voditi računa o mogućnosti pojava torzionih momenata, ako su ove skulpture složenog i nesimetričnog oblika. U ovom slučaju treba preduzeti odgovarajuće mere pojačanjem, odnosno, ako je to moguće, razdvajanjem na pojedine delove seizmičkim dilatacijama. Za spomenike važi isto što i za zgrade, a to je da se prilikom zemljotresa najbolje ponašaju jednostavne, simetrične konstrukcije.

Mnoga oštećenja objekata i kulturnih spomenika prilikom zemljotresa nastaju zbog neravnomernog sleganja temelja, naročito u slučaju ako se pojavi likvifakcija. Zbog toga bilo bi potrebno kod značajnijih kulturnih spomenika u seizmičkim aktivnim zonama ispitati geološki sastav nosivog tla i stanja temelja objekata, to jest dubinu i širinu temelja te kvalitet materijala.

Ako se ustanovi opasnost neravnomernog sleganja treba na odgovarajući način izvršiti sanaciju temelja, što će doprineti većoj seizmičkoj bezbednosti objekta. Ako se ispod objekta nalazi sloj vodom zasićenog jednozrnatog pjeska, onda treba temelje produbiti pomoću pilota ili bunara do dubine čvrstog nosivog sloja.

Za pojačavanje nosivih zidova postoji više metoda rada, od kojih je jedan od najefikasnijih pomoću injektovanja; kroz ugrađene čelične ili plastične cevi raspoređene na celokupnoj površini injektuje se cementna emulzija, čiji viskozitet zavisi od kvaliteta zida. Injekcijska masa ispunjava šupljine (koje se nalaze u zidu) od opeke odnosno od lomljenog kamena i preuzima funkciju maltera koji vezuje pojedine opeke i kamene u monolitnu nosivu celinu. Pojačanje zidova može se izvršiti i pomoću pričvršćivanja čeličnih mreža sa obe strane zida, koje se pokriju torket betonom. Sa obe strane zida se najpre skine vanjski malter i, koliko je moguće, iščačka malter iz spojnica te zid opere jakim mlazom vode. Čelične mreže od šipki profila 5 do 6 mm u razmaku  $15 \times 15$  cm ili prečnika 8 mm u razmaku  $25 \times 25$  cm (obe mreže) se između sebe povezuju kroz zid šipkama profila 6 mm na svakih 50 cm u horizontalnom i vertikalnom pravcu. Kada su mreže sa obe strane nameštene pokriju se slojem betona iz torket aparata. Debljina tog sloja iznosi obično 4 do 5 dm.

Ovaj način pojačanja veoma je efikasan i mnogo se je upotrebljavao u Italiji posle zemljotresa u Furlaniji.

Bitno povećanje seizmičke otpornosti zgrada postiže se ugrađivanjem horizontalnih armiranobetonskih serklaža u visini krovnih venaca odnosno tavanica. Ovi serklaži treba da su vezani na tavanicu odnosno na krovnu konstrukciju. Na taj način horizontalne seizmičke sile preuzimaju istovremeno svi vanjski zidovi, a u izvesnim slučajevima, ako su sa serklažima vezani, i unutrašnji nosivi zidovi, što sve zajedno bitno povećava otpornost zgrade kao celine pod udarom zemljotresa.

Dodatno pojačanje postiže se ugrađivanjem armiranobetonskih serklaža na uglovima zgrade i na mestima sučeljavanja unutrašnjih te vanjskih zidova. Ovi serklaži treba da budu vezani sa horizontalnim serklažima, jer u protivnom slučaju njihova vrednost kao mera pojačanja bitno se smanjuje.

Ugrađivanje armiranobetonskih serklaža, horizontalnih i vertikalnih, u postojeće zgrade je dosta komplikovano, jer treba prethodno u postojećem zidu iseći prostor za serklaž (horizontalni i vertikalni) što je u zgradama od kamena dosta dugotrajno, a pored toga šteti i vanjskom izgledu, što je naročito za kulturne spomenike nepovoljno. Jednostavniji i manji zahvat u vanjsku površinu zgrade je ugrađivanje čeličnih veza od dve šipke profila 16 mm, u visini svake tavanice odnosno krovnog venca po jednu sa svake strane zida (vanjske i unutarne). Ove veze moraju se ugraditi u sva četiri vanjska zida. Čelične šipke imaju na kraju

navoj sa maticom kojom se vrši zatezanje šipki preko podložnih ploča. Ovaj način za pojačanje odnosno saniranje zgrada u seizmičkim područjima u većem obimu je sa uspehom primenjivao Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij u Ljubljani. Pojačavanje zgrada pomoću čeličnih veza je način rada koji poznajemo još iz starog veka. Taj način upotrebljavao se je i kod mnogih naših crkva te manastira, najviše kao zatege za preuzimanje horizontalnih sila.

Bitno pojačanje nosivosti zgrade kao celine postiže se i ugrađivanjem dodatnih nosivih elemenata i to najčešće armiranobetonskih zidova unutar zgrada. Ukoliko ugrađivanje zidova, s obzirom na značaj spomenika, ne bi bilo poželjno, mogu se ugraditi i armiranobetonski okviri, mada je za preuzimanje seizmičkih opterećenja ovo rešenje nepovoljnije.

Jedan od načina kako se može povećati otpornost konstrukcije je rasterećenje konstrukcije, gde je to moguće izvršiti bez štete za vanjski izgled kulturnog spomenika. To pre svega važi za teške krovove, koji više puta iznad svodova imaju tešku ispunu od kamena za izradu nagiba krova za odvodnjavanje. Ako su svodovi inače dobri može se ova ispuna zameniti nekim savremenim lakim materijalom, što bi smanjilo težinu krova a time i seizmičke sile u visini krova. U nekim slučajevima mogao bi se zameniti i težak krovni pokrivač sa nekim lakšim materijalom (aternitom, krovnim limom). U svakom slučaju zgrade, koje važe kao kulturni spomenici, treba rasteretiti od eventualnog pokretnog opterećenja koje se može nalaziti u potkrovlju ili na spratovima.

Sa ovakvim merama postiglo bi se pojačanje zgrade kao celine, jer bi se smanjile seizmičke sile.

U nekim slučajevima potrebno je pojačati samo pojedine delove zgrade, i to uglavnom stubove. Razornom dejstvu zemljotresa ispostavljeni su i vitki tornjevi, kao što su minareti. U Skopju, Banjaluci i drugim gradovima bili su oštećeni minareti i to u gornjem delu tornja, usled prekoračenja nosivosti kod viših tonova oscilovanja. Kameno zide nije bilo sposobno preuzeti zatezna naprezanja, koja se tom prilikom pojavljuju u gornjem delu minareta i taj deo se sruši.

Pojačanje minareta moglo bi se izvesti pomoću prednapreznja čitavog minareta, i to tako da se na vrhu minareta izradi ploča (armiranobetonska ili čelična) i kroz tu ploču u sredini provuče kabel za prednaprežanje, koji se prethodno usidri u stopu temelja u sredini minareta. Prednaprežanje bi se izvršilo na osnovu prethodno izrađenog statičkog računa u takvoj meri da bi odgovaralo postojećoj nosivosti zida na pritisak. Povećanjem pritiska u celokupnom prstenastom preseku minareta omogućilo bi se preuzimanje momenata savijanja bez pojava zatežućih napona.

Pojačanje stubova izvodi se uobičajeno na taj način što se oko celog stuba izradi ovoj od armiranog torkret betona. Pošto se kod kulturnih spomenika radi uglavnom o stubovima od opeke ili

od kamena (armirani beton se počeo upotrebljavati tek u našem veku), pojačanje ovih stubova vrši se na sličan način kao i pojačanje zidova čeličnom mrežom. Kod stubova se najpre skine malter, ako je stub malterisan, i na površini ostvare udubljenja za bolje prionjavanje betona. Posle toga se na periferiji stuba postave čelične šipke koje se međusobno povežu uzengijama. Tako postavljena armatura se pokrije torkret betonom debljine 5 do 10 cm.

## 5. SANACIJA OŠTEĆENIH KULTURNIH SPOMENIKA

O sanaciji govorimo kada je kulturni spomenik oštećen. Osnovni znak oštećenja pod udarom zemljotresa je pojava pukotina u nosivim i nenosivim elementima objekta odnosno spomenika. Veličina, a pre svega širina pukotina, i njihov broj u pojedinim elementima objekta su pokazatelji obima i značaja oštećenja. U slučaju težih oštećenja nastupa delimično ili čak totalno rušenje objekta.

Pukotine su rane koje kulturni spomenik dobiva pod udarom zemljotresa i treba ih što pre zacjeliti.

Način saniranja pukotina zavisi pre svega od širine pukotina. Najefikasniji način saniranja je injektovanje pomoću specijalnih ljepila (epoksi smola) odnosno cementnim emulzijama. Za saniranje pukotina širine od 0,8 do 5 mm upotrebljavaju se epoksi ljepila, a za pukotine šire od 5 mm cementne emulzije sa dodatkom bentonita. Viskozitet ljepila odnosno emulzije treba da bude toliko manji koliko je manja širina pukotine.

Injektovanje se vrši kroz cevčice prečnika od oko 10 mm, prethodno ugrađene u pukotine u razmaku od 0,5 do 1,0 m, i to odozdo nagore, toliko vremena kroz donju cevčicu dok injekcijska masa ne izbije kroz gornju cevčicu. Na ovakav način mogu se sanirati tanje pukotine u svim nosivim delovima objekta.

Kod većih pukotina, gde širina pukotina iznosi nekoliko cm, način injektovanja nije prigodan. Ovakve pukotine treba sanirati kroz zamjenu postojećeg dela zida, novim zidom na mestu velike pukotine. Pre toga treba sa obe strane pukotine odstraniti jedan deo oštećenog zida i onda zabetonirati tako proširenu pukotinu na bazi ekspandirajućeg cementa ili cementa bez skupljanja.

Ovaj način rada mogao bi se primenjivati kod sanacija tvrđava i bedema, koje je oštetiio zemljotres.

Sanacija lukova i svodova, koji su raspucali usled zemljotresa, vrši se injektovanjem pukotina, a u slučaju većih oštećenja i ugrađivanjem zatega koje bi trebale da budu tako konstruisane da su sposobne preuzimati seizmičke sile u oba pravca duž zatege. Čelična zatega praktično ne može preuzimati napone pritiska zbog izvijanja, dok je sposobna preuzeti značajne zatezne napone. Zatege za preuzimanje seizmičkih sila treba da imaju veći presek i to u vidu čeličnih profila ili u kombinaciji čelika te drveta, odnosno kod manjih raspona od armiranog betona.

Efikasnost sanacije kulturnih spomenika zavisi od kvaliteta materijala, upotrebljenog za sanaciju, a najviše od stručnosti i savesnosti građevinskih radnika — zidara koji izvršuju sanaciju.

Kvalitetnih, sposobnih neimara bilo je u prošlosti mnogo na Balkanu. O tome svjedoče između ostalih građevina i Mehmed-paše Sokolovića ćuprija na Drini koja je preživela više zemljotresa, i haman u Skopju, sagrađen savjesno i kvalitetno pre više stoljeća, koji je katastrofalni zemljotres 1963. godine podneo praktično bez ikakvih oštećenja, a moramo se sjetiti i graditelja srpskih manastira, dubrovačkih palača, zadarskih crkava kao i brojnih drugih kulturnih spomenika u našoj zemlji.

Ovako savesni radnici treba da nam budu uzor kad radimo na pojačavanju i sanaciji naših kulturnih spomenika u svrhu zaštite od udara zemljotresa. Time ćemo bolje sačuvati našu kulturnu baštinu na području arhitekture i umetnosti za buduća pokoljenja.

## 6. ZAKLJUČAK

Osnovna briga o kulturnoj baštini Balkana treba da se sastoji u preduzimanju potrebnih mera, pravnih i građevinsko-tehničkih da se spomenici kulture sačuvaju od razornog dejstva zemljotresa. Zbog toga se spomenici moraju unapred zaštititi, kroz pojačanje njihove nosive konstrukcije u svim slučajevima gde analiza postojeće seizmičke otpornosti spomenika pokaže da nije dovoljna za preuzimanje onih seizmičkih sila koje makar i sa malim stepenom verovatnoće mogu da nastanu na lokaciji gde se spomenik nalazi. Za mere preventivne zaštite treba svakako manje finansijskih sredstava nego što će ih trebati u slučaju potreba sanacije oštećenih kulturnih spomenika. Građevinsko-tehničke mere zaštite u svrhu pojačanja seizmičke otpornosti spomenika treba određivati uzimajući u obzir značaj i vrste konstrukcijskih nedostataka nosivog sistema, koji uzrokuju nedovoljnu seizmičku otpornost objekta. Lokalne građevinske prilike, s obzirom na raspoložive građevinske materijale i stručni kadar, kao i ekonomski kriterijumi, imaju kod izbora ovih mera presudan značaj.

## BIBLIOGRAFIJA

- (1) Zakon o seizmološkoj službi (Uradni list SRS, št. 14/78).
- (2) Aoyama M.: A Method for the Evaluation of the Seismic Capacity of Existing Reinforced Concrete Building in Japan. Bulletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering. Vol. 14 № 3. Wellington. New Zealand 1981.
- (3) Bubnov S.: Seizmičko građenje. Zaštita od zemljotresa. Građevinski kalendar SGITJ, str. 219—300. Beograd 1980.



- (4) UN. ECE. MBP/SEM. 28/RI. Redesign, Repair and Strength of Buildings in seismic Regions, 1981.
- (5) Martemjanov A. I., Širin V. V.: Sposobi vosstanovljenja zdanih i sorošenih povreždenih zemljetresenijem. Moskva 1978.
- (6) UN. UNDRO. Guidelines for disaster prevention, Geneva 1976.
- (7) Bubnov S.: Zemljotres u Banja Luci, Banjalučki zemljotres u svijetlu jugoslovenskih propisa. Publikacija JDSG 1970.
- (8) Bubnov S.: On the Activities of the UNESCO/UNDP Working Group on Microzoning. Proceedings of the ESC Assembly, Berlin 1974.
- (9) Karnik V.: Algermissen S. T. Shefalin IV. V. Seismic Zoning SC-76 (SEISM) 3. UNESCO. Paris 1975.
- (10) Medvedev S. V.: Inženernaja seizmologija. Moskva 1962.

Sergej BUBNOV

#### THE PROTECTION AND RESTORATION OF EARTHQUAKE-STRICKEN CULTURAL MONUMENTS

##### Summary

The importance of the preventive protection of cultural monuments against earthquakes. Definition of seismic risk for the Balkan region. It is necessary to elaborate legislation to ensure the protection of the monuments against earthquake like Slovenian law on seismological services. Analytical definition of the existant earthquake resistance of monuments. Technical measures for strenghtening of insufficient resistant monuments. Anchorage of statues in the pedestals, reinforcement of foundations, injection of masonry walls, strenghtening by steel mesh in gunite concrete, horizontal and vertical ties of reinforced concrete or steel bars, construction of supplementary bearing elements (shear walls), releif of loads prestressing (minarets), reinforcement of columns with gunite concrete skins.

Restoration of damaged monuments: injection of cracks with epoxy glue and cement emulsions, tie-bands. Efficiency of restoration. Importance of the skill of specialized workers and quality of materials.

