PRAVILNIK

O TEHNIČKIM NORMATIVIMA ZA BETON I ARMIRANI BETON U OBJEKTIMA IZLOŽENIM AGRESIVNOM DEJSTVU SREDINE

("Sl. list SRJ", br. 18/92)

I OPŠTE ODREDBE

**Član 1**

Ovim pravilnikom propisuju se tehnički normativi za projektovanje i izvođenje betonskih i armiranobetonskih konstrukcija (u daljem tekstu betonske konstrukcije, odnosno beton), koje su stalno ili privremeno izložene ili mogu biti izložene agresivnom dejstvu sredine.

Agresivno dejstvo sredine u svim oblicima agregatnog stanja (vazdušno, tekuće, čvrsto) određuje se hemijskim ispitivanjima propisanim ovim pravilnikom.

**Član 2**

Pokazatelji agresivnog dejstva sredine, propisani ovim pravilnikom, svrstavaju se u klase A1, A2, A3, A4 i A5, a odnose se na beton spravljen od portland cementa, portland cementa sa dodatkom zgure i/ili pucolana ili sulfatno otpornog cementa bez ili sa dodatkom zgure i/ili pucolana (specijalne vrste portland cementa) koji zadovoljavaju zahteve odgovarajućih jugoslovenskih standarda.

Pokazatelji agresivnog dejstva vode, propisani ovim pravilnikom, primenjuju se samo ako temperatura vode pri uzimanju uzoraka iznosi 0oC do +50oC.

II OSNOVNI OBLICI AGRESIVNOG DEJSTVA VODE NA BETONSKE KONSTRUKCIJE

**Član 3**

Osnovni oblici agresivnog dejstva vode na betonske konstrukcije su:

1) izluživanje - koje se javlja pri dejstvu mekih voda koje sadrže veoma malo rastvorljivih sastojaka, a nastaje usled većeg ili manjeg stepena rastvorljivosti kalcijumovih jedinjenja iz cementa u vodi pri njenom filtriranju kroz beton.

Agresivno dejstvo izluživanja određuje se veličinom hidrokarbonatne alkalnosti,

2) opštekiselinska agresivnost - koja nastaje usled prisustva različitih slobodnih kiselina koje prouzrokuju rastvaranje krečnjačkih agregata i kalcijumovih jedinjenja u cementu.

Opštekiselinska agresivnost određuje se koncentracijom kiselina, odnosno veličinom pH vrednosti,

3) ugljenokisela agresivnost - koja dejstvom agresivne ugljene kiseline prouzrokuje rastvaranje kalcijumovih jedinjenja u cementu i njihovo ispiranje iz betona.

Ugljenokisela agresivnost određuje se koncentracijom slobodne ugljene kiseline (odnosno agresivnog CO2), pri čemu se kod ocene uzima u obzir sadržaj kalcijum hlorida i sulfata, kao i karbonatna tvrdoća.

4) sulfatna agresivnost - koja nastaje usled prisustva različitih sulfatnih soli, čije dejstvo prouzrokuje stvaranje kristala kalcijumsulfoaluminata - hidrata ili gipsa, tako da usled povećane zapremine novo nastalih jedinjenja dolazi do mehaničkog razaranja i rušenja strukture betona, sa ili bez vidljivih znakova bubrenja betona na površini konstrukcije.

Sulfatna agresivnost određuje se koncentracijom jona sulfata, pri čemu se uzima u obzir sadržaj hlorida,

5) magnezijumska agresivnost - koja dejstvom izmene magnezijumovih jedinjenja odgovarajućim kalcijumovim jedinjenjima prouzrokuje bubrenje ili ispiranje betona, što doprinosi razaranju betonske strukture.

Magnezijumska agresivnost određuje se koncentracijom jona magnezijuma zavisno od sadržaja jona sulfata,

6) amonijumska agresivnost - koja prouzrokuje razaranje betonske strukture usled stvaranja rastvorljive kalcijumove soli koja se ispira iz betona.

Amonijumska agresivnost određuje se sadržajem jona amonijuma,

7) alkalna agresivnost - koja nastaje usled visoke koncentracije i dugotrajnog dejstva alkalija, naročito natrijum i kalcijum hidroksida, koji prouzrokuju rastvaranje silikatnih jedinjenja u betonu.

Alkalna agresivnost određuje se koncentracijom alkalija.

III KLASIFIKACIJA AGRESIVNE SREDINE NA BETON I ARMATURU U BETONU

**Član 4**

Hemijski agresivna sredina koja dejstvuje na beton klasifikuje se prema agregatnom stanju na vazdušno (oznaka g), tekuće (oznaka L) i čvrsto (oznaka S).

Oblici dejstva hemijski agresivne sredine su hemijski, elektrohemijski, biohemijski i posebni.

Kod vazdušne hemijski agresivne sredine (g) radi se CO2, SO2, HCl, H2S i Cl2.

Kod tekuće hemijski agresivne sredine (L) radi se kompletna hemijska analiza sa određivanjem sledećih sastojaka i karakteristika HCO3, pH, agresivni CO2, SO-24, Mg2+, ukupni sadržaj soli, slobodna ugljena kiselina, H2S, Cl-, NO-3, S-2, CO+2, Na+, K+, utrošak KMnO4 i specifična provodljivost.

Kod čvrste hemijski agresivne sredine (S) utvrđuje se ukupni sadržaj soli kod isparavanja na površini, i to SO-24, Cl-, pH i sadržaj u vodi rastvorenog Mg.

**Član 5**

Agresivnost vazdušne hemijski agresivne sredine utvrđuje se na osnovu vrste, koncentracije i vlažnosti gasa i svrstava se u grupe gasova A, B i C (tabela 1).

**Tabela 1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Grupa gasova (g) | Vrsta gasa i koncentracija u mg/m3                            (godišnji prosek) | | | | |
| CO2 | SO2 | Cl2 | HCl | H2S |
| A | < 1000 |  0,5 |  0,1 |  0,05 |  0,1 |
| B |  1000 | > 0,5  10 | > 0,1  10 | > 0,05  5,0 | > 0,1  10 |
| C | - | > 10  200 | > 10  20 | > 5,0  100 | > 10  200 |

Kod prisustva većeg broja gasova iz stava 1 ovog člana u vazdušno hemijski agresivnoj sredini koji su po koncentracijama u granicama datim u tabeli 1 uzima se stepen najagresivnijeg gasa (tabela 2).

**Tabela 2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Relativna vlaga vazduha u prostoriji, u % | Stepen agresivnosti kod grupe gasova | | |
| A | B | C |
| do 60% suva | - | - | A1 |
| > 60%  75% normalna | - | A1 | A2 |
| > 75% vlažna | A1 | A2 | A3 |

Vlažnost agresivne sredine definiše se kao prosek relativne vlažnosti vazduha po pojedinim godišnjim dobima.

U slučaju da je beton u stalnom kontaktu sa tečnostima, sredina se definiše kao vlažna.

**Član 6**

Stepeni tečne hemijski agresivne sredine (vodne otopine) (L) u zavisnosti od agresivne materije u njoj kategorišu se u sledeće klase A1, A2, A3, A4 i A5.

Sadržaj i konsistencija agresivnih materija za određivanje stepena agresivnosti sredine važi za uslove vlaženja (namakanja) betonskih konstrukcija sa tečnostima bez pritiska ili kod jednostranog hidrostatičkog pritiska najviše 1 bar ili za betonske konstrukcije koje se nalaze u poroznom materijalu sa koeficijentom filtracije većim od 0,1 m/dan.

Ako sadržaj i koncentracija agresivnih materija nisu poznati, vrednosti se određuju eksperimentalno.

Ako se tečna hemijski agresivna sredina karakteriše po HCO3 i pH ili ako je veća od navedene u tabeli 3, a ostale vrednosti su manje od vrednosti u tabeli 3, za klasu A1, ta sredina se karakteriše kao neagresivna, osim u slučaju agresivnog dejstva rastvora baza i morske soli.

**Tabela 3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Stepen  agresivnosti sredine | HCO3 g/l | Sadržaj (koncentracija) agresivne komponente, u mg/l | | | | | |
| pH ili % (m/n) | CO2 | SO4-2 | Mg2+ | NH4+ | Ukupni sadržaj soli kod  kojih dolazi do isparavanja na površini (L, S) |
| A1 |  1,7 |  6,5   5,0 |  15   40 | > 250   500 | > 1000   2000 | > 20   50 | > 10   20 |
| A2 | - | < 5,0   4,0 | >  40  < 100 | > 500  < 1000 | > 2000  < 3000 | > 50  < 100 | > 20  < 50 |
| A3 | - | < 4,0   2,0 | > 100 | >1000  6000 | > 3000 | > 100 | > 50 |
| A4 | - | < 2,0  < 5% | - | > 6000   12000 | - | - | - |
| A5 | - | < 2,0   5% | - | > 12000 | - | - | - |

Kriterijumi agresivnosti obzirom na pH odnose se samo na rastvore neorganskih kiselina. Kod koncentracije pH manje od 2 mora se dati koncentracija agresivne komponente kiseline u % (m/m).

Stepen agresivnosti kiselina je zavisan od rastopivosti kalcijumovih soli. Za kiseline u kojima je rastvor soli kalcijuma manji od 1 g/l, kod ocene agresivnost stepen agresivnosti se smanjuje za 1 stepen.

Pod površinom isparavanja podrazumeva se otkrivena površina betonske konstrukcije koja se nalazi u vazdušnoj sredini ne dalje od 1 m od vodne površine.

Kod tečne hemijski agresivne sredine sa većim brojem agresivnih komponenti, stepen agresivnosti ocenjuje se prema najagresivnijoj komponenti.

**Član 7**

Stepeni čvrste hemijski agresivne sredine (S) u zavisnosti od agresivnih materija, kategorišu se u sledeće klase A1, A2 A3, A4 i A5 (tabela 4).

**Tabela 4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Stepen agresivnosti | sadržaj sulfata u zdrobljenom SO42-, mg/kg | sadržaj hlorida u zdrobljenom uzorku Cl-, mg/kg |
| A1 | > 250  500 | > 500  1000 |
| A2 | > 500  1000 | > 1000  5000 |
| A3 | > 1000  6000 | > 5000 |
| A4 | > 6000  12000 | - |
| A5 | > 12000 | - |
| - Čvrsta tla su tla bilo kakvog granulometrijskog sastava i finozrnata. - U posebnim slučajevima kada stepen agresivnosti nije određen normativima, određuje se vrednost eksperimentalno. | | |
|

**Član 8**

Klasa agresivnosti sredine elektrohemijskim dejstvom određuje se obzirom na njegovo dejstvo na armaturu u betonu u zavisnosti od sadržaja hlorida i uslova kontakta sredine sa konstrukcijom.

Stepeni agresivnosti tečnih sredina (L) obzirom na elektrohemijsko dejstvo na armaturu čelika betonskih i prednapregnutih konstrukcija dati su u tabeli 5.

**Tabela 5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sadržaj Cl-, u mg/l | Namakanje u rečnim hemijski agresivnim sredinama koje sadrže Cl- | |
| stalno | povremeno |
| > 500  1000 | - | A1 |
| > 1000  5000 | - | A2 |
| > 5000 | A1 | A3 |

IV KLASIFIKACIJA KLIMATSKIH UTICAJA AGRESIVNE SREDINE NA BETON I ARMATURU U BETONU

**Član 9**

Klimatski uticaj agresivne sredine na beton i armaturu u betonu uslovljen je klimom sredine u kojoj se betonska konstrukcija nalazi.

Klimatski uticaji karakterišu se prema temperaturi vazduha, broju prelaza temperature vazduha preko 0oC i vlažnosti vazduha.

Srednja mesečna temperatura (Tms) vazduha u hladnom, odnosno toplom mesecu je srednja vrednost svih srednjih dnevnih vrednosti temperatura vazduha u samom hladnom, odnosno toplom mesecu za višegodišnji period (tabela 6).

Broj prelaza temperature vazduha preko 0oC je srednji višegodišnji broj dana u godini kod kojih je maksimalna temperatura vazduha pozitivna a minimalna temperatura vazduha negativna (tabela 7).

Za hidrotehničke objekte broj prelaza temperature vazduha preko 0oC određuje se kao broj promena nivoa vode kod negativnih temperatura vazduha.

**Tabela 6**

|  |  |
| --- | --- |
| Oznaka | Opis |
| veoma hladno - VC | srednja mesečna temperatura (Tms) samo u hladnom mesecu - 30oC i manja. Klima Arktika i Antarktika |
| hladna - C | samo u hladnom mesecu - 30oS  Tms  - 15oC |
| umerena - T | samo u hladnom mesecu Tms između - 15oC i - 4oC |
| topla - M | samo u toplom mesecu Tms između + 20oC i + 25oC |
| vruća - H | samo u toplom mesecu Tms između + 25oC i + 30oC |
| veoma vruća - VH | samo u toplom mesecu Tms veća od + 30oC |

**Tabela 7**

|  |  |
| --- | --- |
| Klimatska zona | Broj prelaza temperature vazduha preko 0oC, u oC |
| 1 | do 25 |
| 2 | od 26 do 50 |
| 3 | od 51 do 100 |
| 4 | 101 i više |

Prema srednjoj relativnoj vlažnosti vazduha najtoplijeg meseca klima se razvrstava na suvu (a), normalnu (n), i vlažnu (h) (tabela 8).

Srednja mesečna relativna vlažnost vazduha samo u toplom mesecu je srednja vrednost iz svih srednjih dnevnih vrednosti relativne vlažnosti vazduha samo za tople mesece za višegodišnji period (tabela 8).

**Tabela 8**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Razredi obzirom na klimu | Relativna vlažnost vazduha, u % | | | | | | | | | | | |
| 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | 60 | 70 | 80 | | 90 | 100 |
| veoma hladna-VC |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| hladna-C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| umerena-T | suva (a) | | | | | normalna (n) | | | | vlažna (h) | | |
| topla-M |  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
| vruća-H |  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
| veoma vruća-VH |  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
| Oznaka razreda klimatskih uticaja - razred po temperaturi veliko slovo (tabela 6) - razred po vlažnosti malo slovo (tabela 8) - razred po klimatskoj zoni brojka (tabela 7) Npr: Umerena klima normalne vlažnosti (tabela 8), 30 ciklusa smrzavanja i odkravljivanja (tabela 7) Tn2 | | | | | | | | | | | | |

Uticaj morske atmosfere na karakteristike klime (npr. klima - topla, vlažna, morska) uzima se u obzir najviše od 100 km od morske obale.

V RAZVRSTAVANJE AGRESIVNE SREDINE KOJA DEJSTVUJE HEMIJSKI ILI FIZIČKI NA BETON I/ILI NA ARMATURU U BETONU

**Član 10**

Agresivna sredina prema stepenu agresivnosti deli se na sledeće stepene:

1) slabo agresivan stepen,

2) umereno agresivni stepen,

3) jako agresivan stepen,

4) veoma jako agresivan stepen.

Kod agresivne sredine veoma jako agresivnog stepena, moraju se preduzeti posebne zaštitne mere, tj. dodatna zaštita betona.

Razvrstavanje agresivne sredine koja dejstvuje na beton prema hemijskoj agresivnosti, klimatskoj agresivnosti i stepenu agresivnosti, dato je u tabeli 9.

**Član 11**

Razvrstavanje agresivne sredine koja dejstvuje na armaturu u betonu prema hemijskoj agresivnosti, klimatskoj agresivnosti i stepenu agresivnosti, dato je u tabeli 10.

Armatura osetljiva na koroziju je od:

1) čelika svih vrsta i klasa, prečnika manjeg od 4 mm,

2) termički prerađenog čelika svih prečnika,

3) hladno vučenog čelika, opterećenog stalnim opterećenjem, većim od 400 MPa.

Sve ostale vrste čelika su malo osetljive na koroziju.

**Tabela 9**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Razredi prema stepenu agresivnosti | Hemijska agresivnost | Klimatska agresivnost | Opšti opis agresivnog medija |
| slabo agresivni stepen | - | Ca, Ta, Ma Hn, VHn | - prostori za stanovanje, javne zgrade - uslovi kod kojih se povećana relativna vlažnost pojavljuje u kraćem vremenskom periodu (npr. 60% - manje od 3 meseca u godini) |
|
| umereno agresivni stepen | A1g, S | VCa, Ca 1-2 Ta 1-2, Ma 1-2 Ha, VHn, Cn, Tn, Mn | - prostorije sa velikom vlažnošću (više od 60% vlažnosti), - potapanje u svežu vodu ili dejstvovanje kišnice, - hladni zimski period u kojem dolazi do najviše 25 ciklusa smrzavanja i kravljenja u vlažnom stanju - veliki broj ciklusa smrzavanja i kravljenja u suvom ili malo vlažnom stanju,  - zemlja bez minerala |
|
|
|
|
| jako agresivni stepen | A2c, S | Ca 1-4, Ca 3-4, Ta 3-4, Ma 3-4, VCn, Cn 1-3, Tn 1-3, Mh 1-4, Ch, Ch 1-3, Th, Th 1-3, Mh, Mh 1-3, Hh, VHh | - zona periodičnog njihanja u morskoj vodi, - veliki broj ciklusa smrzavanja i kravljenja u vlažnim sredinama,  - u mineralnoj ili kiseonikom zasićenoj vodi ili tekućinama koje sadrže veće količine kiselina ili soli (klasa A2), - agresivni industrijski vazduh |
|
|
|
| veoma jako agresivni stepen | A3g, S A4g, S A5g | VCn 1-4, Cn 4, Tn 4, VCh, VCh 1-4, TH4, MH4 | - jaka hemijska agresivna sredina, - oštri zimski uslovi, - brojni ciklusi smrzavanja i kravljenja u vlažnoj okolini |
|
|

**Tabela 10**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Razredi prema stepenu agresivnosti | Hemijska agresivnost | Klimatska agresivnost | Opšti opis agresivnog medija |
| slabo agresivni stepen | - | Ca, VCa,  Ta  Ma  Ha  Va | - prostori za stanovanje i javne zgrade, - uslovi kod kojih se povećana relativna vlažnost pojavljuje u kraćem periodu (npr. 60% manje od 3 meseca u godini) |
|
|
|
|
| umereno agresivni stepen | A1g, S | Ca, VCn  Tn  Mn  Hn  VHn | - prostorije sa visokom vlažnošću (više od 60%) i u uslovima dejstvovanja korozionih gasova i para, - prostorije sa svežom vodom ili sa dejstvom kišnice,  - hladni period u zimsko doba bez koncentracije agresivnih gasova,  - u tlu bez minerala,  - potopljen u morsku vodu |
|
|
|
|
| jako agresivni stepen | A2g, S | Ch Th Mh Hn VHn | - u zoni periodičnog namakanja ili češće potapanje u agresivnu vodu time da je jedna strana na vazduhu  - u mineralnim ili kiseonikom zasićenim vodama ili tekućinama koje sadrže veću količinu kiseline i soli (klasa A2), - agresivna industrijska ili morska atmosfera |
|
|
|
|
| veoma jako agresivni stepen | A3g, S A4g, S A5g, S |  | - jaka hemijska agresivna sredina |
|
|

VI KRITERIJUMI ZA STEPEN AGRESIVNOSTI RASTVORA SULFATA U VODI

**Član 12**

Stepen agresivnosti rastvora sulfata u vodi ocenjuje se prema vrsti katjona sulfata i sadržini bikarbonatnog izlužavanja u rastvoru sulfata.

Sulfati u zavisnosti od vrste katjona dele se u tri grupe,

1) sulfati amonijuma, aluminijuma, gvožđa i mangana (I),

2) sulfati natrijuma, kalijuma, magnezijuma, kalcijuma (II),

3) sulfati bakra, cinka i nikla (III).

Sadržina sulfata u vodenim rastvorima (izraženi u g/l - preračunat u sulfatne katjone) data je u tabeli 11.

**Tabela 11**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Grupa sulfata obzirom na vrste katjona | Koncentracija sulfata u g/l, u rastvorima razreda agresivnosti | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 |
| I |  0,25  0,5 | > 0,5  1,0 | > 1,0  1,5 | > 1,5  4,0 | > 4,0 |
|
| II |  0,25  0,5 | > 0,5  1,5 | > 1,5  6,0 | > 6,0  12,0 | > 12,0 |
|
| III |  0,25  1,0 | > 1,5  6,0 | > 6,0  12,0 | > 12,0  20,0 | > 20,0 |
|

Ako je sadržina sulfata i bikarbonatnih rastvora (HCO3) od 0,2 g/l do 0,4 g/l u rastvorima, razred agresivnosti u rastvorima se smanjuje za 1 stepen, a kod sadržine HCO3, veća od 0,4 g/l za 2 stepena.

VII ZAHTEV ZA KVALITET MATERIJALA ZA BETON, ZA SASTAV BETONA I TEHNOLOGIJU NJEGOVE IZRADE KOD BETONSKIH KONSTRUKCIJA KOJE ĆE BITI TOKOM EKSPLOATACIJE IZLOŽENE AGRESIVNOM DEJSTVU SREDINE

**Član 13**

Osnovne zaštitne tehničke mere koje se primenjuju radi povećanja postojanosti betona u agresivnim sredinama su:

1) posebne vrste cementa,

2) odgovarajući sastav mineralnog agregata,

3) hemijski dodaci za beton,

4) smanjenje vrednosti v/s,

5) zgušnjavanje svežeg betona,

6) postizavanje tražene vodonepropustljivosti betona.

**Član 14**

Dodatna zaštita betona predstavlja dograđivanje izolacije na betonsku površinu koja štiti beton od direktnog uticaja agresivne sredine ili impregnaciju betona materijalima koji povećavaju postojanost betona u konkretnoj agresivnoj sredini.

**Član 15**

U toku i posle ugrađivanja, pri normalnim uslovima učvršćivanja, a najmanje za period od dve nedelje, beton ne sme doći u dodir sa agresivnom sredinom.

Ako se za beton upotrebljava pucolonski cement, period u kome beton ne sme doći u dodir sa agresivnom sredinom iznosi najmanje tri nedelje.

Odredbe ovog člana odnose se i na prefabrikovane betonske elemente, koji posle ugrađivanja dolaze u dodir sa agresivnom sredinom.

**Član 16**

Ako su armiranobetonske konstrukcije izložene agresivnom dejstvu sredine, debljina zaštitnog sloja betona iznosi najmanje 5 cm a širina otvora prslina ograničava se prema odredbama Pravilnika o tehničkim normativima za beton i armirani beton.

Ugrađivanjem betona mora se ostvariti da površina koja dolazi u dodir sa agresivnom sredinom bude što zatvorenija.

Oštre ivice betonskih konstrukcija moraju biti zaobljene, sa krivinom poluprečnika od najmanje 5 cm.

**Član 17**

U tehničkoj dokumentaciji za objekte čiji pojedini betonski delovi mogu biti izloženi agresivnom dejstvu sredine moraju detaljno biti obrađeni podaci koji ukazuju na agresivnost sredine, usvojena vrsta cementa i agregata za beton, vrsta dodatka betona, uslovi za normalno očvršćavanje betona, način i stepen obezbeđenja vodonepropustljivosti betona, dopunske mere zaštite, način kontrole primenjivanja tehničkih mera, koje se sprovode radi zaštite betonskih konstrukcija od agresivnog dejstva vode i tla, kao i ostale mere koje se preduzimaju prema odredbama ovog pravilnika.

**Član 18**

Kod agresivnog dejstva razrada A1 L, A2 S i A1 g na beton, beton mora da zadovolji zahteve propisane ovim pravilnikom bez dodatne zaštite.

Kod agresivnog dejstva sredine razrada A2 i više, primena osnovne zaštite zadovoljava za postojanost betona u agresivnim sredinama A2 L pH, A2 L CO2, A2 L SO4, A3 L SO4 i A4 L SO4. U drugim agresivnim sredinama potrebna je dodatna zaštita betona.

Ako je posle izrade osnovna zaštita agresivna sredina A2 ili veća od A2, beton se mora dodatno zaštititi.

VIII KRITERIJUMI ZA IZBOR MATERIJALA ZA BETON

**Član 19**

Beton koji će biti u eksploataciji izložen agresivnom dejstvu sredine A1 L SO4 1-3, A2 L SO4 2 i A3 L SO4 1, mora biti izrađen sa portland cementom sadržine trikalcijevog aluminata najviše 8% (m/m) i trikalcijevog silikata najviše 65% (m/m).

Beton koji će biti u eksploataciji izložen agresivnom dejstvu sredine A2 L SO4 3, A2 L SO4 2, A2 L SO4 3, A4 L SO4 4 1-3 i A5 L SO4 mora biti izrađen sa sulfatno otpornim cementom (sulfatno otporni portland cement i portland cement sa dodatkom zgure).

Beton koji će biti u eksploataciji izložen neorganskim i organskim kiselinama pH manje od 2 mora biti izrađen sa kiselinootpornim vezivom na bazi rastvora silikata natrijuma ili kalijuma.

Beton koji će biti u eksploataciji izložen slabim kiselinama (koncentracija manja od 5%) ili periodičnom delovanju kiseline u vodi mora biti vodootporan i kiselinootporan.

Kod delovanja mineralnih voda na beton koje sadrže veće količine soli (npr. morska voda) za beton se upotrebljava cement, za koji postoji dokaz da su u betonskim konstrukcijama, koje su bile u eksploataciji pod takvim uslovima više od 10 godina ili se beton zaštićuje dodatnom zaštitom.

U agresivnim sredinama klase A3 L SO4 pa nadalje upotreba sulfatnootpornog cementa je obavezna.

Beton od sulfatnootpornog cementa sa dodatkom zgure ili pucolana u pogledu postojanosti upoređuje se sa betonom od sulfatnootpornog, portland cementa.

**Član 20**

Agregati za izradu betona moraju biti otporni na agresivno dejstvo sredine koja će dejstvovati na beton.

Upotreba agregata karbonatnog porekla za izradu betona u kiselo agresivnim sredinama nije dozvoljena.

U agresivnim sredinama koje sadrže ugljene kiseline može se upotrebiti agregat karbonatnog porekla tek na osnovu pozitivne eksperimentalne primene.

Agregati koji sadrže amorfni silicijum-dioksid (alkalnoreaktivni) pri upotrebi za izradu betona koji je izložen delovanju alkalija, moraju se pre upotrebe ispitati na potencijalnu alkalno-silikatnu reaktivnost.

Agregati od zgure, tufa ili otpadaka u proizvodnji obojene i crne metalurgije ili u termo elektranama, mogu se upotrebiti za izradu betona na osnovu prethodnih dokaza o njihovoj upotrebljivosti.

**Član 21**

Upotreba hemijskih dodataka za povećanje postojanosti betona u agresivnim sredinama mora biti utvrđena na osnovu prethodnih ispitivanja.

Hemijski dodaci za beton ne smeju da sadrže materije koje prouzrokuju koroziju na armaturu i/ili da snižavaju čvrstoću betona.

**Član 22**

Sastav betona za odgovarajuću agresivnu sredinu, utvrđuje se projektom betona na osnovu rezultata ispitivanja komponentalnih materijala i projektovanja i ispitivanja betona u prethodnom postupku.

Otpornost betona u slabo agresivnim sredinama se povećava sa njegovom vodonepropusnošću.

Karakteristike betona u pogledu marke vodonepropusnosti prema jugoslovenskom standardu JUS U M1 015 i date su u tabeli 12.

**Tabela 12**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Karakteristika betona u pogledu sastava | | | |
| Marka vodonepropustljivosti | V8 | V10 | V12 |
| vrsta cementa | portland cement ili sulfatnootporni portland cement | | |
| agregat | kvarcni pesak srednje zrnavosti  grubi agregat - eruptivni ili aluvijalni sa zrnima 4 do 31,5 mm ili 4 do 16 mm | | |
|
| količina cementa |  300 kg/m3 |  350 kg/m3 |  400 kg/m3 |
| v/c |  0,60 |  0,50 |  0,45 |
| odležavanje | 28 dana u vlažnoj okolini sa temperaturom 20o  4oC | | |
| prodor vode najviše | 100 mm | 50 mm | 30 mm |

Postojanost betona od portland, sulfatnootpornog portland cementa kod različite marke vodonepropustljivosti u tekućem i čvrstim agresivnim sredinama data je u tabeli 13.

**Tabela 13**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Vrsta agresivne sredine | Postojanost betona od portland cementa marke vodonepropustljivosti | | Razred agresivnosti u odnosu na SO2 | Postojanost betona od sulfatnootpornog portland cementa marke vodonepropustljivosti | | |
| V 10 | V 12 | V 8 | V 10 | V 12 |
| A1 A2 A3 A4 A5 | + + - - - | ++ ++ - - - | A1 A2 A3 A4 A5 | ++ ++ + - - | ++ ++ ++ + - | ++ ++ ++ ++ + |
|
|
|
|
| ++ primena bez ograničenja + beton je ograničeno postojan - beton nije postojan | | | | | | |
|
|

Postojanost betona od portland cementa različitih vodonepropustnosti u gasovitim agresivnim sredinama data je u tabeli 14.

**Tabela 14**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Klasa agresivnosti | Postojanost betona pri vodonepropustljivosti | |
| V 10 | V 12 |
| A1 g A2 g A3 g | ++ + - | ++ ++ + |
|
|
| ++ primena bez ograničenja + beton je ograničeno postojan - beton nije postojan | | |
|
|

**Član 23**

Uzorci vode za ispitivanje hemijskog sastava i karakteristika radi utvrđivanja agresivnog dejstva na betonske konstrukcije uzimaju se na sledeći način:

1) iz površinskih tokova vode (reka, potoka itd.) - voda se uzima neposredno u bocu, koja se uroni oko 30 cm ispod površine vode, sa grlićem okrenutim prema struji. Iz dubljih površinskih tokova, sa većih dubina voda se uzima pomoću odgovarajućih aparata. Uzorci se uvek uzimaju sa najmanje tri mesta koja su na različitim odstojanjima od obale, kao i sa najmanje dve različite dubine vode na svakom odnosnom mestu,

2) iz temeljnih iskopa - voda se uzima odmah čim se prikupi potrebna količina sveže vode. Ustajala voda ili voda koja je na neki način zaprljana nečistoćama mora se najpre iscrpati, pa tek onda uzeti uzorak. Ako temeljni iskop preseca nekoliko vodonosnih slojeva, iz svakog sloja mora se uzeti uzorak vode. Uzorak se uzima odgovarajućim aparatom ili bocom tako opremljenom da se omogući uzimanje vode iz određenih dubina,

3) iz bunara - voda se uzima posle 10 do 15 min posle ispumpavanja (samo jedan uzorak),

4) iz izvora i vrela - voda se uzima stavljanjem boce pod mlaz,

5) iz stajaćih voda (jezera, bara itd.) - voda se uzima uronjavanjem boce na oko 30 cm ispod površine, odnosno, ako je to potrebno, i sa različitih dubina pomoću odgovarajućih aparata.

Učestalost uzimanja uzoraka mora da bude takvo da omogućuje ocenu agresivnosti za svaki element betonske, odnosno armiranobetonske konstrukcije (npr. tunelske obloge, potporni zidovi, propusti, rigole, šipovi, temelji, stubovi itd.). Za elemente linijskih betonskih konstrukcija (dužih potpornih zidova, tunela, kanala, magistralni vodovi i sl.) ispitivanja se vrše sa odgovarajućom učestalošću po dužini uzimajući u obzir promene sredina po dužini prostiranja a prema programu ispitivanja.

Boce koje služe za uzimanje uzoraka vode moraju biti izrađene od hemijski postojanog stakla ili od sintetičkog materijala. Pre uzimanja uzoraka vode, boce se moraju isprati vodom koja se uzima za ispitivanje.

Radi određivanja agresivnog dejstva vode prema betonu, za hemijsku analizu u laboratoriji uzima se dva litra vode. Istovremeno se u posebnu bocu sa mermernim prahom uzima 1/2 litara vode za određivanje agresivnog CO2. Ako se kvalitativnim nalazom utvrdi prisustvo sumporvodonika, u posebnu bocu se uzima još 1/2 litara vode kojoj se dodaje kadmijum-acetat. Boce sa vodom moraju se napuniti do vrha.

Boce sa uzorcima moraju imati etikete, sa podacima koji se odnose na uzorak vode.

Uzorci vode moraju se u roku od 48 h od momenta uzimanja dostaviti u laboratoriju na ispitivanje.

**Član 24**

Uzorci tla za ispitivanje hemijskog sastava i karakteristika radi utvrđivanja agresivnog dejstva tla na betonske konstrukcije, uzimaju se prema jugoslovenskom standardu JUS U B1 010.

IX PRELAZNE I ZAVRŠNE ODREDBE

**Član 25**

Na projektovanje i izvođenje konstrukcija od betona i armiranog betona objekata čija izgradnja započinje u roku od 6 meseci od dana stupanja na snagu ovog pravilnika, odredbe ovog pravilnika neće se primenjivati.

**Član 26**

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaje da važi Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za projektovanje i izvođenje betonskih i armirano-betonskih konstrukcija u sredinama izloženim agresivnom dejstvu vode i tla ("Službeni list SFRJ", br. 32/70).

**Član 27**

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom listu SRJ".