

1. Sasalšanas procesi betonā

Ūdenim sasalstot betonā tas tāpat kā brīvi esošs ūdens izplešas neskatoties uz to, ka atrodas vielā ar stingru struktūru. Ūdens tilpums izplešoties palielinās apmēram par 9%, un spiediens ko var radīt sasalis ūdens ir tiešām ievērojams. Lai mazinātu sasalšanas kaitīgo ietekmi uz betonu to var izolēt no saskarsmes ar mitrumu un ūdeni vai arī iesaistot un iespiežot gaisu radīt tādas kā deformācijas kameras, kuras sasalstot samazinās un neļauj rasties plaisām. Šīm porām jābūt noslēgtām un tajās nedrīkst iekļūt ūdens. Iesaistītā gaisa poras ir izmēros ļoti mazas (50-200 μm) un iegūstamas ķīmisku reakciju rezultātā, savukārt iespiestā gaisa poras ($\sim 3\text{mm}$) tiek izveidotas fiziskos procesos iepūšot vai ievibrējot ātri cietējošā betonā gaisu. Šīs poras noteiktās proporcijās samazina sala postošo ietekmi, bet tajā pašā laikā arī samazina betona stiprību R, līdz ar to nevar uzskatīt, ka šis ir labākais veids kā paaugstināt betona salizturību. Gadījumos, kad nav nepieciešama vislielākā iespējamā betona nestspēja ko var iegūt no konkrētās cementa markas, ir pat labi, ja betons satur gaisa poras jo tādā veidā palielinās materiāla siltuma pretestība.

Cits veids kā samazināt sala ietekmi ir tieši pretējs – poru daudzuma samazināšana līdz minimumam. Kā vienu no galvenajiem iemesliem poru rašanās procesam var minēt pievienoto ūdens daudzumu, to pēc iespējas būtu jācenšas pievienot mazāk un papildus pievienots ūdens arī samazina betona stiprību R, lai tomēr betons būtu arī plūstošs tiek pievienotas speciālas ķīmiskas piedevas – plastifikatori, tie arī ietekmē svaiga betona spēju pretoties sala kaitīgajai ietekmei līdz tas sasniedz sākotnējo stiprību, kad sals vairs nav kaitīgs.

Vēl viena metode ir betona vakuumēšana, lai iegūtu nepieciešamo betona masas plūstamību, tās izgatavošanas procesā pievieno daudz vairāk ūdeni nekā nepieciešams betona ķīmiskajām cietēšanas reakcijām. „Liekais” ūdens kurš netiek izmantots ķīmiskajās cietēšanas reakcijās vēlāk iztvaiko dabīgā ceļā un betonā savā vietā atstāj tukšumus, kuri samazina betona stiprību R, salizturību un palielina betona filtrāciju, kuras dēļ vēlāk var arī tikt ar mīkstu ūdeni* izskalots betonā esošais $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kalcija hidroksīds.

* Mīksts ūdens satur mazāk nekā 50 mg/l sāļus, vislielākā iespējamā koncentrācija $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1230 mg/l

Lai betonēšanas laikā iegūtu vajadzīgo betona masas plūstamību, betona masu izgatavo ar daudz lielāku ūdens daudzumu, nekā nepieciešams betona cietēšanas procesā. Šis liekais ūdens, kurš aizņem noteiktu tilpumu, vēlāk iztvaiko, atstājot betonā poras, kas samazina tā stiprību.

Vakuumēšanas uzdevums ir mehāniski ar gaisa retinājumu atsūkt no svaigi iestrādātās betona masas lieko ūdeni. Vakuumētais betons iegūst ne tikai lielāku stiprību, bet arī palielinās tā ūdensnecaurlaidība un salizturība.

Plakanu konstrukciju (pārseguma plātņu, grīdu, ceļu segu, plānu sieniņu elementu u. c.) vakuumēšanai lieto *vakuuma vairogus*, bet telpisku konstrukciju (siju, kolonnu, sienu u. c.) — *vakuuma caurulītes*. Vakuuma vairogus un vakuuma caurulītes pievieno pie stacionārās vai pārvietojamās vakuuma iekārtas.

Stacionārās iekārtas galvenokārt lieto rūpnīcās un poligonos dzelzsbetona konstrukciju izgatavošanai.

Pārvietojamās iekārtas lieto tieši būvlaukumos. Tās parasti ir samontētas uz automobiļiem vai to piekabēm. Šāda iekārta vienlaikus var vakuumēt 10 ... 12 m² lielu laukumu, pieslēdzot vairākus atsūknēšanas vairogus. Katra vairoga apakšējā saskares virsma ar betona masu ir izgatavota no filtra, kuram ir jāaiztur cements un sīkie smilšu graudiņi, bet jālaiž cauri ūdens un gaiss. Betona vakuumēšana jāsāk ne vēlāk kā 15 minūtes pēc betona masas iestrādes. Vakuuma vairogus novieto uz nolīdzinātas svaigas betona masas un pieslēdz kolektoram. Vairogam pa kontūru ir hermetizējoša gumijas starplika. Iedarbinot vakuuma sūkni, zem vairoga rodas retināta gaisa telpa, kurā no betona masas ieplūst gaiss un ūdens. Ūdeni savāc kolektorā un novada uz ūdens savākšanas tvertni.

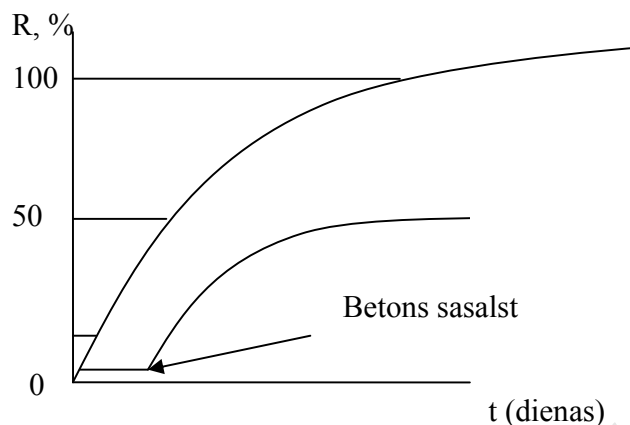
Telpisku konstrukciju vakuumēšanai lieto 20 ... 200 mm diametra caurules, kuras izvietotas līdzīgi betona virsmai pieguļošam vairogam. Mazākā diametra caurules lieto mazāku konstrukciju (siju, kolonnu u. c.) vakuumēšanai, bet lielākā — masīvāku konstrukciju vakuumēšanai.

Vakuumēšanas rezultātā betons sablīvējas un pēc vairoga noņemšanas tā pretestība jau sasniedz līdz 0,4 MPa, kā arī paātrinās betona cietēšanas process un līdz ar to var ātrāk sākt konstrukciju atveidņošanu. Galīgā betona pretestība salīdzinājumā ar iestrādāšanu vibrējot palielinās par 15... 20%, tā nodrošinot ievērojamu cementa ekonomiju.

Vakuumētā betona slāņa dziļums ir atkarīgs no sūknēšanas ilguma, gaisa retinājuma pakāpes un betona masas īpašībām.

Savukārt svaigā betonā ja temperatūra ir zem 0°C apstājas cementa hidratācijas procesi un ūdenim izplešoties tas cenšas sagraut vēl pilnībā neizveidojušos betona kristālisko struktūru. Vēlāk atkūstot hidratācijas procesi turpinās, bet vairs nav tik aktīvi un betons nekad vairs nerasniedz vislielāko iespējamo stiprību, ja paredzēto betona sastāvu, piemēram, ar plānoto 30MPa izturību objektā sasaldē pirms kritiskās stiprības robežas sasniegšanas var gadīties, ka iegūst labi ja 50% - 15MPa un tas jau ir bīstami konstrukcijām un ēkai kopumā. Pasliktinās arī citas betona īpašības: blīvums, salizturība saķere ar stiegrojumu. Jo mazāka ir betona stiprība sasalšanas brīdī, jo vairāk pasliktinās tā īpašības. Pietiekamo betona stiprību sasalšanas brīdī, lai betons pēc atkuššanas sasniegtu projektēto stiprību, sauc par betona *kritisko* stiprību. Ja betona marka ir zemāka par 200, tad betona kritiskā stiprība ir 50% no projektētās stiprības, bet ne mazāka par 5 MPa; ja marka ir 200 ... 300, tad — 40%; ja marka ir 400 ... 500, tad — 30% no projektētas stiprības. Iepriekš uzspriegtās konstrukcijas kritiskajai stiprībai ir jābūt vismaz 70% no projektētās stiprības. Ja konstrukcijas paredzēts ziemā noslogot ar ekspluatācijas slodzi, tad sasalšanas brīdī betonam jāsasniedz projektētā stiprība.

Tādējādi, betonējot ziemā, galvenais uzdevums ir nodrošināt betonam tādas apstākļus, lai tas līdz sasalšanas brīdim būtu sasniedzis kritisko stiprību. To panāk, betonu sildot. Betona sildīšanai izmanto elektrību, tvaiku un karstu gaisu. Grafiskā ir shematiski parādīts, kas apmēram notiek ar betona R, ja tas sasalst vai arī tiek apkopts atbilstoši ziemas apstākļiem, protams, R neaug tik strauji kā NA:



2. Ziemas betonēšanas paņēmieni

Betonējot ziemā, galvenais uzdevums ir nodrošināt betonam tādus apstākļus, lai tas līdz sasalšanas brīdim būtu sasniedzis kritisko stiprību. To panāk, betonu sildot. Betona sildīšanai izmanto elektrību, tvaiku un karstu gaisu.

Bez betona sildīšanas ziemā lieto vēl šādas betonēšanas metodes: betonēšana siltumnīcās, termosā metode, izmantojot betonu ar pretsasalšanas piedevām un «auksto» betonu.

Bez tam, lai nodrošinātu nepieciešamo betona masas temperatūru tās sagatavošanas, transportēšanas un iestrādāšanas laikā, ir jāveic vairāki citi pasākumi.

Paaugstinoties betona masas temperatūrai, pazeminās tās plūstamība, tāpēc betona masas temperatūra nedrīkst pārsniegt 35... 45 °C atkarībā no lietotā cementa veida un markas. Lai betona masai iegūtu vajadzīgo temperatūru, ūdeni parasti uzsilda līdz 50...90°C temperatūrai (var sildīt arī pildvielas).

Betonēšana siltumnīcās ekonomiski izdevīga ir tikai tad, ja tā ir pēc tam lietojama arī citām vajadzībām. Apkures iekārta siltumnīcā uztur temperatūru, kas nepieciešama betona normālai cietēšanai.

Garu konstrukciju betonēšanai var lietot ritošās siltumnīcas, kuras betonēšanas laikā pārvieto pa sliežu ceļiem.

Mākslīgo siltumnīcu efektivitāti var palielināt, lietojot pneimatiskās konstrukcijas.

Izmantojot termosā metodi, betona masu ar temperatūru 15... 20°C iestrādā siltinātos veidņos. Ievērojot betona masas sākuma siltumu un siltumu, kas izdalās cementa

hidratācijas procesā, betons sasniedz kritisko stiprību jau līdz tam momentam, kamēr tas atdzisis līdz 0 °C.

Betona vai dzelzsbetona konstrukcijas masivitāti raksturo virsmas modulis M , m^{-1} , kas ir betonējamās konstrukcijas dzesējošās virsmas F attiecība pret tās tilpumu V , t. i.,

$$M = \frac{F}{V}$$

Termosa metodi efektīvi var lietot konstrukcijām ar virsmas moduli līdz 6 m^{-1} . Ja šo metodi lieto tādu konstrukciju betonēšanai, kuru modulis ir 8 ... 12 m^{-1} , tad betona masas sildīšanai ir jāizmanto elektrotermosa metode, t. i., betona masu silda tvertnē 5... 15 min līdz 70 ... 80 °C temperatūrā tieši pirms betona masas iestrādāšanas veidņos. Lai, temperatūrai paaugstinoties, betona masa pārāk ātri nezaudētu plūstamību, tai pievieno plastificējošās piedevas. Šī metode ir ekonomiskāka salīdzinājumā ar citām elektrosildīšanas metodēm, tāpēc ka elektroenerģijas patēriņš viena m^3 betona sildīšanai, ir 40 ... 50 kWh.

Elektrotermosa metodes paveids ir forsētas betona masas elektrosildīšanas metode tieši veidņos, pēc tam pakļaujot betona masu vibrēšanai. Sājā gadījumā betona masas sildīšana tieši veidņos novērš priekšlaicīgu plūstamības zudumu, bet atkārtota vibrēšana līdz minimumam samazina iespējamās betona struktūras bojājumus, kas var rasties forsētas sildīšanas gadījumā. Šī metode ir vēl ekonomiskāka par elektrotermosa metodi, jo elektroenerģijas patēriņš ir vēl mazāks.

Betona *elektrosildīšanu* parasti lieto konstrukcijām ar virsmas moduli $M = 6 \dots 10$.

Var būt iekšējie (stieņa un stīgu) un ārējie (uzšūtie un peldošie) elektrodi.

Stieņu elektrodus izgatavo no 6 ... 10 mm diametra stiegru atgriezumiem. Tos ievieto betona masā no atklātās virsmas vai caur veidņos ierīkotiem caurumiem izlaižot 10 ... 15 cm ārā elektriskās, strāvas pieslēgšanai.

Stīgu elektrodus izgatavo no 6 ... 10 mm stiegrām 2,5 ... 3,5 m garumā, un tos ievieto pirms betonēšanas veidņos paralēli betonējamās konstrukcijas asij. Stīgu elektrodu galus izlaiž cauri veidņiem elektriskās strāvas pieslēgšanai. Šos elektrodus lieto mazstiegrotu konstrukciju (galvenokārt sienu un kolonnu) elektrosildīšanai.

Uzšūtos elektrodus piestiprina ik pa 10 ... 20 cm pie veidņu: iekšējās virsmas, kura saskaras ar betonu, un galus izvelk ārpusē. Uzšūtos elektrodus var lietot masīvu konstrukciju lokālai apsildīšanai, kuru virsmas modulis ir mazāks par 6.

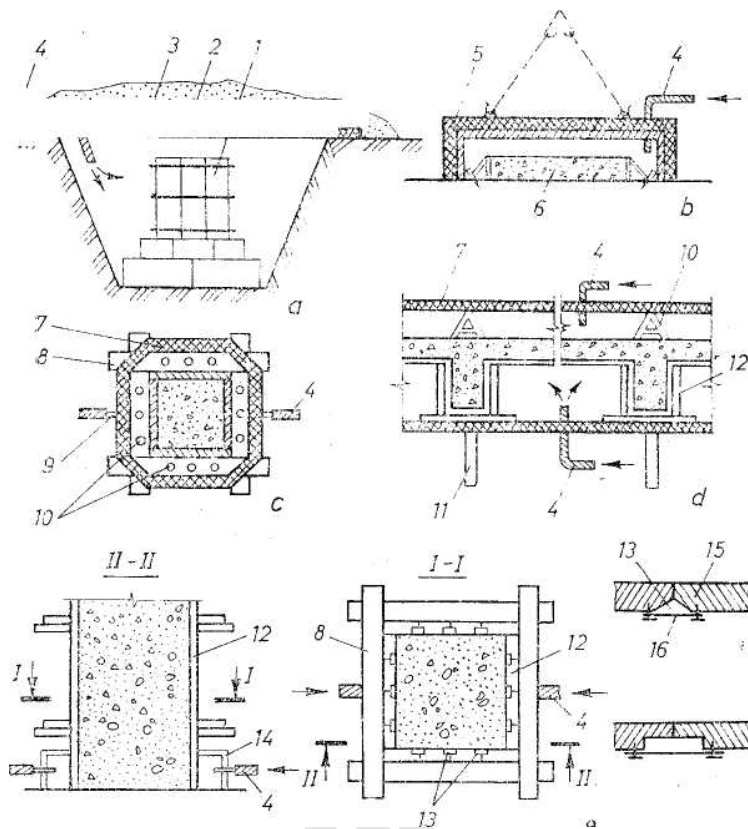
Peldošos elektrodus lieto betona un dzelzsbetona konstrukciju, virsējās kārtas apsildīšanai. Tos iegremdē svaigā betona masā 2 ... 3 cm dziļumā.

Indukcijas metodi lieto sarežģītas konfigurācijas šuvju betonē-juma apsildīšanai, kā arī biezi un vienmērīgi stiegotu garu konstrukciju (siju, rīģeļu, cauruļu, kolonnu) apsildīšanai. Ap apsildāmo dzelzsbetona elementu no izolētiem vadiem izveido spirālveida tinumu jeb induktoru. Pēc strāvas ieslēgšanas mainīgā elektromagnētiskā lauka ietekmē metāla veidņi un stiegras, kuras darbojas kā serdeņi, sakarst un pārnes siltumenerģiju betonam, līdz ar to radot dzelzsbetona elementā labvēlīgus apstākļus betona cietēšanai.

Betonu var apsildīt arī ar *elektriskām atstarotājkrāsniem, cilindriskiem pretestības aparātiem* u. c. Var izmantot arī *termoaktīvos veidņus*, kas sastāv no unificētiem siltinātiem vairogiem, kuros iemontēti apsildīšanas kabeļi, cauruļveida elektrosildītāji u. c. konstrukciju sildītāji. Termoaktīvos veidņus mūsdienās plaši lieto monolīto dzelzsbetona ēku celtniecībā.

Infrasarkano apsildīšanas metodi lieto, lai apsildītu sarežģītas konfigurācijas šuvju betonējumu, biezi stiegotas saduršuves starp veco un svaigo betonu, plānsieniņu konstrukcijas, kuras betonā slīdošos veidņos u. c. konstrukcijas, kur grūti izmantot tiešās kontakta apsildīšanas metodes.

Betona *apsildīšana ar tvaiku* rada ļoti labus apstākļus betona masas cietēšanai. Tomēr tvaika patēriņš ir diezgan liels — 0,5 ... 2 t viena m³ betona apsildīšanai. Ja betons gatavots no portlandcements, tad, apsildot ar tvaiku, maksimālai temperatūrai ir jābūt



1. att. Betona tvaicēšanas iekārtas:

a, b - siltumnīcās; *c, d* - dubultveidņos; *e* - kapilāros veidņos; *1* - apsildāmais pamats; *2* - klājs; *3* - siltumizolācija; *4* - tvaika cauruļvads; *5* - noņemamā siltumnīca; *6* - apsildāmā plātne; *7* - siltumizolējošais apšuvums; *8* - aptvere; *9* - cauruļvada uzgalis; *10* - atbalsts; *11* - turas; *12* - veidņu vairogs; *13* - ierievji-kapilāri; *14* - sadales kārba; *15* - vairoga klāji; *16* - metāla sloksne.

70 ... 80°C; ja betons gatavots no izdedžu portlandcementsa un pucolanportlandcementsa, tad - 60... 70 °C. Visefektīvāk tvaicēšanu ir lietot konstrukcijām ar virsmas moduli $M > 8$. Betonu apsilda, ievadot tvaiku siltumnīcās, starptelpā starp dubultveidņiem, kā arī speciālos kapilārveidņu kanālos (1. att.).

Betona apsildīšanu ar tvaiku siltumnīcās lieto pamatu un pamatu plātņu betonēšanā (1. att. *a, b*). Siltumnīcas ierīko no vietējiem materiāliem, un bieži tās ir pārnēsājamas.

Dubultveidņus (1. att. *c, d*) ierīko kolonnu, rīģeļu, siju un starpstāvu pārsegumu ar virsmas moduli $M=10 \dots 20 \text{ m}^{-1}$ betonēšanai. Starptelpā starp veidņiem un apšuvumu

ciņkulē tvaiks. Lai samazinātu tvaika zudumus, apšuvumu pārklāj ar pergamiņu vai polietilēna plēvi un siltina.

Kolonnu un sienu tvaicēšanai lieto efektīvāku paņēmienu - kapilāros veidņus (1. att. e). Koka vairogos ir ierīkotas trīsstūrveida vai taisnstūrveida gropes, kuras aizklātas ar metāla sloksnēm. Vairoga apakšējā daļā ir izvietota horizontālā sadales kārba ar uzgali tvaika caurules pievienošanai.

Neraugoties uz to, ka apsildīšana ar tvaiku ir dārga (liels tvaika patēriņš un sarežģītas iekārtas), to lieto ļoti plaši, galvenokārt tāpēc, ka termoapstrādei ir laba kvalitāte.

Pretsasalšanas piedevas ievada betonmasā 2 ... 10% no cementa masas, un tās veicina betona cietēšanu negatīvās temperatūrās. Šīs piedevas paātrina betona cietēšanu, pazemina ūdens sasalšanas temperatūru, tādējādi palielinot betona cietēšanas ilgumu. Par betona cietēšanas paātrināšanas piedevām lieto kalcija hlorīdu (CaCl₂), nātrija hlorīdu (NaCl), nātrija nitrātu (NaNO₂) un nātrija sulfātu (Na₂SO₄). Par ūdens sasalšanas temperatūras pazeminošām piedevām betonā lieto NaNO₂+CaCl₂; NaCl+CaCl₂ un potašu(K₂CO₃).

Aukstos betonus atšķirība no betoniem ar pretsasalšanas piedevām gatavo ar lielāku ķīmisko piedevu daudzumu un bez pildvielu un ūdens sildīšanas.

Lielos daudzumos (10... 15% no cementa masas) pievienotās piedevas ievērojami pazemina ūdens sasalšanas temperatūru betonā,

Piedevu daudzums aukstam betonam atkarībā no āra temperatūras

Āra temperatūra, - °C	Piedevu daudzums % no cementa masas		
	NaCl un CaCl ₂	NaNO ₂	K ₂ CO ₃
5	3	4 - 6	5 - 6
10	3.5 un 1.5	6 - 8	6 - 8
15	3 un 4.5	8 - 10	8 - 10
20	-	-	10 - 12
25	-	-	12 - 15

1. tabula

un cementa hidratācija vel norit ļoti zemā ārējā gaisa temperatūrā (līdz - 25 °C). Nepieciešamais piedevu daudzums ir atkarīgs no ārēja gaisa temperatūras (1. tab.).

Auksto betonu iestrādā nesiltinātos veidņos, sablīvējot ar parastam metodēm. Aukstais betons negatīvā temperatūrā cietē daudz lēnāk nekā betons bez piedevām normālos apstākļos. Pēc 7 dienām aukstais betons sasniedz tikai 20... 25% no projektētās stiprības, bet pēc 28 dienām — 40... 50%. Projektēto stiprību tas sasniedz tikai pēc 170 ... 180 dienām. Auksto betonu izgatavošanas tehnoloģija ir ļoti vienkārša, un tā ir ekonomiska, bet to lietošana ir ierobežota stieģrojuma korozijas (izņemot piedevu NaNO_2) un stiprības pazemināšanās dēļ. Auksto betonu nedrīkst lietot arī konstrukcijās, kas pakļautas dinamiskām slodzēm, kuras ekspluatācijas laikā sakarst virs +60 °C, ka arī tad, ja var būt saskare ar agresīviem ūdeņiem, kuri satur skābes un sārmus.

3. Pret sala ķīmiskās piedevas un to blakus parādības

Ķīmisko piedevu veidi:

1) Tukšumu un kapilāru veidošanos gatavā izstrādājumā mazinošas

Ļoti līdzīgas pēc īpašībām ar nepieciešamā ūdens daudzumu mazinošām piedevām. Jo viens no gaisa ieslēgumu veicinošiem faktoriem betonā ir ūdens daudzums, tāpēc betonu jaucot ir stingri jāievēro pievienojamā ūdens daudzums, tas nedrīkst pārsniegt 1,5 tilpuma vienības no cementa. Šādas piedevas palielina betona salizturību un izturību pie slodzes.

2) Maisījuma cietēšanu veicinošas jeb paātrinošas vielas

Cietēšanu kavējošām vielām pretējas ir cietēšanu paātrinošas vielas, kuras izmanto, lai ātri iegūtu noturīgu betonu, kas ir svarīgi betonējot salā vai samazinātu celtniecības laiku. Paātrinātāju ķīmiskais sastāvs ir šķīstoši hlorīdi, karbonāti, silikāti, un organiskas vielas kā trihanolamīns (triethanolamine) $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$. Visvairāk lietotais paātrinātājs ir kalcija hlorīds CaCl_2 , bet tam ir liels trūkums – paaugstināta metāla detaļu korozija, līdz ar to šāds cietēšanas paātrinātājs ir grūtāk lietojams dzelzsbetona konstrukciju veidošanā. Kalcija hlorīdu iegūst sāls reakcijā NaCl ar kalcija karbonātu CaCO_3 . Ir pārslu, lodīšu un granulu formā, kas satur apmēram 80% CaCl_2 un šķidrā veidā kur tā sastāvs ir līdz pat 94% tādu gan praktiski neviens nelieto. Tā kā CaCl_2 ir koroziju izraisošs ir tendence izmantot citus cietēšanu paātrinošus materiālus vai pret

korozijas piedevas. Straujā cietēšana izraisa arī materiāla rukumus, lai to mazinātu izmanto sodas sulfātu, ir novērots, ka CaCl_2 cietēšanas sākuma stadijās arī mazina iespēju sasalt maisījumam.

Pie ne hlorīdu paātrinātājiem pieder trihanolamīns $\text{N}(\text{C}_2\text{F}_4\text{OH})_3$, kurš ir ūdenī šķīstošs eļļains šķīdums ar zivju smaržu un tiek ražots no amonjaka un etilēna oksīda un bieži tiek izmantots kā bāze ne hlorīdu paātrinātāju ražošanai. Vēl pie ne hlorīdu paātrinātājiem ir pieskaitāmi $\text{Ca}(\text{OOCH})_2$, CaN un CaS_2 kuru efektivitāte, gan ir zemāka salīdzinot ar izmantojot tāda paša daudzuma CaCl_2 .

3) Pārējās

a) Metālu koroziju mazinošas (svarīgi dzelzsbetona konstrukcijās)

Kā jau iepriekš minēju visizdevīgākais maisījumu cietēšanas paātrinātājs ir CaCl_2 , bet tam ir savi trūkumi, tas reaģē ar metāla detaļām gatavā izstrādājumā un tos bojā, līdz ar to tiek paātrināta dzelzsbetona konstrukciju novecošanās. Lai šādas reakcijas novērstu maisījumam pievieno 1-2% nātrija nitrītu vai 2-4% kālija hromātu.

b) Cietējot maisījumam rukumus mazinošas

Vielas, kas paātrina cietēšanu arī palielina rukuma iespēju betonam cietējot. Lai to novērstu lieto vielas, kas samazina ūdens lietošanu un tukšumu veidošanos izstrādājumā. Maisījumam žūstot tas var nedaudz sarauties, konstrukciju izmērus tas, protams, ievērojami neietekmē, toties var rasties plaisas un iekšējie spriegumi, kas samazina betona izturību un tas arī labāk piesaista ūdeni un samazinās salizturība.

c) Ķīmisku iedarbību mazinošas

Izmantojamas ostu un citu pie jūras esošu objektu, tiltu un daudzstāvu garāžu celtniecībai, kur ir iespējama liela hlorīdu koncentrācija.

d) Plastifikātori

Plastifikātori tiek apzīmēti arī kā ļoti spēcīgi maisījumā nepieciešamā ūdens daudzuma samazinātāji, samazina ūdens daudzumu veidojot maisījumu par 12 -30%. Tiek pievienoti, lai gatavais maisījums būtu plastisks un līstošs, kas ir svarīgi dažādās maisījumu padošanas iekārtās. Bet tai pašā laikā nezaudē savas īpašības pēc sacietēšanas. Tekošais stāvoklis ļauj labi aizpildīt formas un ir maza iespēja veidoties gaisa burbuļiem izstrādājuma, nav jāizmanto vibrācijas iekārtas betona sablīvēšanai. Mīnuss šādām piedevām ir īsais lietošanas termiņš, pēc pievienošanas masa ir plūdena ne vairāk kā 30 –

60 minūtes, tāpēc to parasti pievieno īsi pirms maisījuma izstrādes. Tā kā šī piedeva samazina nepieciešamo ūdens daudzumu, lai betons būtu iestrādājams, tad tā arī samazina sastāvdaļas, kura var sasalt apjomu, līdz ar to betonā ir vienkārši mazāk kam sasalt.

e) Krāsu nosakošas

Pielieto pārsvarā dažādu dekoratīvu izstrādājumu veidošanai, kā arī bruģa akmeņu ražošanā.

Pārsvarā visas piedevas ir viena otru papildinošas, piemēram, krāsojošas samazina arī izstrādājuma spēju piesaistīt ūdeni un līdz ar to salizturību ekspluatācijas periodā, palielina izturību. Paātrinātāji savukārt samazina sasaistīšanās stadijā iespēju maisījumam sasalt. Dažādi un galvenais prātīgi, jo izmantojot ne tādas piedevas kopā var izraisīt neparedzamas ķīmiskas reakcijas, var iegūt nepieciešamos sastāvus ar noteiktām maisījuma īpašībām vai tas būtu pamatu liešanai ziemā vai vannas telpu špaktelēšanai. Pastāv arī citas ķīmiskās piedevas, bet tās neko daudz nav saistītas ar betona salizturību ne svaigam betonam, ne jau gatavam izstrādājumam vai konstrukcijai.

4. Uzskatāmi piemēri ar betona bojājumiem sala ietekmē

4.1. Sākotnēji virsmas bojājumi, kādi parādās sagraušanas sākuma stadijās



2. attēls

Kā redzams 2. attēlā betona virsma ir viegli bojāta, ūdenim iekļūstot betona porās un sasalstot, tādā veidā radot maziem sprādzieniem līdzīgus krāterus. Tādi paši bojājumi veidojas, ja betona porās un kapilāros iekļūst sāļiem, kas vēlāk ūdenim izžūstot un sāļiem kristalizējoties rada betonā spriegumus. Šos bojājumus būtu ieteicams ar remonta sastāviem likvidēt un betonu krāsot ar sāļus un ūdeni necaurlaidīgām betona aizsargkrāsām. Pie tam ja betons ir bojāts dēļ ziemā kaisītā sāls ietekmes, tad to nepieciešams arī apstrādāt ar sāļus neitralizējošiem apmetumiem vai gruntīm.

6.2. Sarežģītāki betona korozijas gadījumi



3. attēls

3. attēlā jau ir redzamas ilgāka perioda sala un ūdens ietekmes sekas. Kā redzams no plaisām ir balti notecējumi uz betona, tas varētu būt ar ūdeni izskalotais Ca(OH)_2 , kura izskalošana no betona nozīmē arī tā porainības palielināšanos, kas savukārt rada labākus

apstākļus sala postošai ietekmei. Šeit būtu jānodauza visa betona bojātā virskārta un virsma no jauna jāapmet ar sālūs neitralizējošiem remonta sastāviem.

6.3. Betona konstrukcijas tuvu sabrukšanas robežai



4. attēls

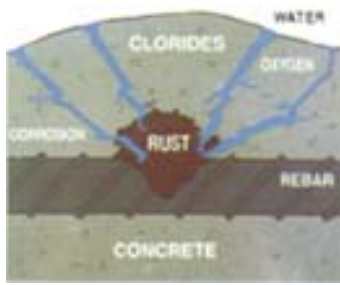
4. attēls. Jau salīdzinoši smaga situācija, bet vēl iespējams atjaunot noņemot bojātos slāņus pārklājot ar pastiprināti saistošiem materiāliem un betonējot klāt iztrūkstošo daļu.



5. attēls

Šeit vairs nekas nav darāms betons visticamāk ir saplaisājis visā klājuma biezumā, ja tā būtu nesoša konstrukcija, nevis tikai kaut kā segums, tad konstrukcija būtu sagrūvusi vai karātos stiegrās. Visticamāk, ka šādi defekti rodas nepietiekamu deformācijas šuvju dēļ, jo sasalstot un atkūstot mainās betona tilpums, kuram vairs nav kur izplesties.

6.4. Sasalšanas un atkuššanas blakus efekti



6. attēls



7. attēls

Šajos 6. un 7. attēlos ir redzami sala iedarbībai sekojoši procesi. Kad sala ietekmē ir pavērušās pietiekoši lielas un dziļas plaisas, lai sasniegtu betona stiebrojumu, ja tas nav īpaši aizsargāts sākas tā korozija. Tā kā korozijas produkti aizņem daudz vairāk vietas nekā pats metāls, tad tas rada spiedienu no iekšpuses un noplēš virsējo betona kārtu līdz stiegrām. Jāapstrādā ar metāla pret korozijas pārklājumiem vai rūsas gruntīm un par jaunu jāapmet zudusī betona daļa. Smagākos gadījumos kad stiegras ir korodējušas tik tālu, ka jau konstrukcija ir kļuvusi bīstama to var pastiprināt ar karbona šķiedrām, kuras pielīmē pie betona ar epoksīda līmēm.

Secinājumi

Ja rūpīgi tiek ievēroti visi ziemas betonēšanas nosacījumi, tad nav pamata šaubīties, ka betons varētu nesasniedt plānoto stiprību. Tā kā betonēšana temperatūrās zem 0°C nav nekas jauns, tad jau ir uzkrāta samērā plaša pieredze un izstrādātas tehnoloģijas un standarti, pēc kuriem vadoties šie darbi ir veicami droši un ar garantiju.

Ļoti liela nozīme ir tam vai, un cik pareizi pasūtīts betons ar ziemas piedevām, kas paātrina saistīšanas procesus un palīdz izvairīties no kļūdām strādājot pie negatīvas temperatūras. Betonēšana šādos apstākļos prasa īpašu rūpību un laika precizitāti, jo, piemēram, ja vasarā ½ h betona vedēja stāvēšana nekādas traģiskas sekas neradīs, izņemot varbūt to, ka jāmaksā par mašīnas izmantošanu par stundām, tad ziemā jau tāda dīkstāve var novest pie pārāk lielas betona masas atdzišanas un radīt nopietnas problēmas vai arī jau nepārvaramas sekas. Temperatūrās zem 0°C, parasti izmanto siltu betonu, kuru pēc tam pilda veidņos, vēlams siltinātos un pēc nepieciešamības pievieno pret sala piedevas un citas ķīmiskās piedevas, ir arī cita iespēja piejaukt betonam tik lielu ķīmisko pret sala piedevu daudzumu, ka tas pat -25°C neļauj ūdenim sasalt un hidratācijas process turpinās tiesa gan stipri lēni, bet ātrāk tomēr nekā pienāk silts laiks. Ieteicams arī izvairīties no betona vešanas ļoti tālu, jo jebkādi satiksmes sastrēgumi vai citas aizķeršanās var likt veselu kravu betona izmest ārā.

Visi šie pasākumi, protams, sadārdzina betonēšanas procesus un nav attaisnojami bez īpašas vajadzības. Betonēšana zemās temperatūrās un vispār celtniecība ir salīdzinoši dārgs pasākums, tādēļ būtu visizdevīgāk plānot darbus tā, lai pirms ziemas iestāšanās jau visi betonēšanas darbi būtu beigušies un objekts būtu tādā stadijā, ka ir veicami darbi iekšā. Betonēšana ziemā salīdzinot ar betonēšanu sezonā ir par apmēram 10 – 15 % dārgāka un tā kā tikai ēkas pamati vien var sastādīt līdz pat 20 % no kopējām celtniecības izmaksām tad šie 10 -15 % var sastādīt visai ievērojamas summas.

Šo tēmu izvēlējos, jo dzīvojam tādos „platuma grādos”, kur betonēšanas darbiem ideālos +20°C ir iespējams pieredzēt tikai pāris nedēļas gadā. Lai gan arī sals globālās sasilšanas rezultātā nav tik bieža parādība, bet tomēr lielākoties betonēšanas darbus nākas veikt arī aukstumā un tāpēc ir ļoti svarīgi pārzināt un izmantot tehnoloģiju, kas

nepieciešama betonēšanas darbu veikšanai zemās temperatūrās, kas ir vitāli svarīgi betona konstrukcijas izturībai un lietošanas drošumam, kā arī kalpošanas laikam.

NOSPĪED.LV

Izmantotā literatūra

1. J. Noviks, T. Šnepste, „Celtniecības tehnoloģija”, Rīga „Zvaigzne” 1991., 304 lpp.;
2. J. Noviks „Būvdarbi III”, 1997., 287.lpp.;
3. „Māja un dzīvoklis”, 2003.g., Nr. 10,11,12;
4. www.csb.lv, Centrālais statistikas birojs;
5. www.cement.org;
6. www.sakret.lv;

NOSPIED.LV