L 77-3/409

M. KALNIŅŠ

Praktiskās būvaizsardzības

ĶĪMIJA
FIZIKA
TEHNIKA

77-3
409

624.9

M. KALNIŅŠ

Praktiskās būvaizsardzības

ĶĪMIJA
FIZIKA
TEHNIKA

IZDEVNIECĪBA «LIESMA»
RĪGA 1977

0310076617
Viļa Lāča Latv. PSR
VALSTS BIBLIOTĒKA
78—7,848

6C6.8
Ka 281

Книга охватывает большой круг теоретических и практических вопросов, связанных с защитой строений. Автор уделяет внимание химическим и физическим свойствам строительных материалов, их стойкости в атмосферных условиях и в разных агрессивных средах, а также их возможному химическому взаимодействию.

Кроме того, в работе изложены способы применения минеральных и органических строительных материалов, говорится об улучшении их качества, а также рассмотрен ряд вопросов по ликвидации дефектов зданий и сооружений и т. д.

Книга предназначена в первую очередь для архитекторов, инженеров-строителей, конструкторов, работников городских и сельских проектных, строительных и ремонтных организаций.

Мартин Михайлович Кальнин

ПРАКТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ФИЗИКА И ТЕХНИКА ЗАЩИТЫ СТРОЕНИЙ

Издательство «Лиесма» Рига 1977

На латышском языке

Обложка художника А. Липина

ИБ № 733

Mārtiņš Kalniņš

PRAKTISKĀS BŪVAIZSARDZĪBAS ĶĪMIJA, FIZIKA, TEHNIKA

Vāku zīmējis A. Ļipins.

Redaktore D. Birnbauma. Māksl. redaktors A. Sprūdžs. Tehn. redaktore I. Klotiņa. Korektore I. Dimdiņa.

Nodota salikšanai 1977. g. 21. martā. Parakstīta iespiešanai 1977. g. 31. oktobrī. Tipogrāfijas papīrs Nr. 3, formāts 84×108/32. 7,88 fiz. iespiedl.; 13,23 uzsk. iespiedl.; 13,99 izdevn. l. Metiens 2500 eks. JT 05522. Maksā 1 rbl. 10 kap. Izdevniecība «Liesma» Rīgā, Padomju bulv. 24. Izdevn. Nr. 521/28703R-1862. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Valsts izdevniecību, poligrāfijas un grāmatu tirdzniecības lietu komitejas tipogrāfijā «Cīņa» Rīgā, Blaumaņa ielā 38/40. Pasūt. Nr. 1736-D.

© «Liesma», 1977

К $\frac{30209-521}{М801(11)-77}$ 111—77

PRIEKŠVĀRDS

Padomju Savienības Komunistiskās partijas XXV kongresā tika vairākkārt uzsvērts, ka partijas ekonomiskās politikas augstākais mērķis ir tautas labklājības celšana, materiālo un kulturālo vajadzību maksimāli pilnīga apmierināšana. Šo mērķu realizēšanai kā agrākajos gados, tā arī tagad partija veltī nopietnu vērību.

Tautas labklājības pieauguma neatņemamā sastāvdaļa ir dzīvokļu apstākļu uzlabošana. Dzīvokļu problēma mūsu republikā ir kļuvusi aktuāla, ļoti strauji pieaugot iedzīvotāju skaitam pilsētās. Arī lauku iedzīvotājiem, pārejot no individuālajām viensētām uz ciematiem, dzīvokļu problēma kļuvusi aktuāla.

Katrā celtnē tiek ieguldītas lielas materiālas un darba vērtības, tāpēc šīs vērtības lietderīgi jāizmanto, lai celtie objekti ilgi pildītu savus uzdevumus.

Nav tāda būvmateriāla, kas kalpotu mūžīgi. Visu materiālu būvkonstrukcijas kā korozijas, tā erozijas procesu rezultātā ar laiku pakāpeniski noveco, sairst, un līdz ar to visa celtne aiziet bojā.

Novērojot mūsu vecās, kā arī pēdējos gados celtās dzīvojamās mājas un citus būvobjektus, redzam, ka daudzas ēkas teicami saglabājas un godam kalpo simtiem gadu. Taču nereti gadās, ka celtņu konstruktīvie elementi sairst ātri un jau pēc pāris gadiem ēkai nepieciešams kapitālremonts.

Sakarā ar ēku konstrukciju priekšlaicīgu bojāšanos mūsu tautas saimniecība cieš milzīgus zaudējumus. Celtņu konstruktīvo elementu priekšlaicīga sairšana izskaidrojama ar to, ka, celtni projektējot, to būvējot, kā arī tehniski ekspluatējot, netiek ievēroti visi būvaizsardzības pamatnosacījumi. Parasti nav pareizi veikti būvaizsardzības konstruktīvie risinājumi. Nav ņemtas vērā būvmateriālu ķīmiskās, fizikālās, bioloģiskās īpašības, ārējās vides

faktori, kā arī atsevišķo būvmateriālu savstarpējā ķīmiskā mijiedarbe.

Katra celtne — dzīvojamā māja, sabiedriskā vai rūpniecības ēka, dambis, tilts vai estakāde — jāuzskata par komplicētu būvi, kas tā vai citādi samontēta no dažādu materiālu būvelementiem. Katram būvelementam ir savi uzdevumi, savas funkcijas, pie tam katrs no tiem pakļauts savu īpatnēju ekspluatācijas režīmu un ārējās vides iedarbēm.

Tātad jebkurā celtnē kompleksi jāņem vērā lietojamo būvmateriālu ķīmiskās, fizikālās un bioloģiskās īpašības un to atbilstība dotajiem vides apstākļiem.

Būvaizsardzība ir zinātnes nozare, kura pētī visas problēmas, kas saistītas ar celtņu konstrukciju saglabāšanu, un izstrādā gan konstruktīvos, gan fizikālos un ķīmiskos pasākumus celtņu ilgmūžības nodrošināšanai. Tā nosaka arī celtnes ekspluatācijas režīmus un tehniku. Būvaizsardzības funkcijas sākas nevis būvlaukumā, bet gan uz arhitekta, būvinženiera un konstruktora darbgalda, kur projektēšanas gaitā tiek risināti un fiksēti tie pasākumi, kas veicami, lai topošajai celtnei nodrošinātu ilgu mūžu.

Konstruktīvajiem risinājumiem pilnīgi jānovērš visi tie apstākļi, kuri varētu sekmēt celtnes konstruktīvo elementu samirkšanu, aizdegšanos un cita veida graujošu iedarbi. Celtni projektējot, jāņem vērā būvmateriālu ķīmiskās, fizikālās un bioloģiskās īpašības. Lietpratīgi, zinātniski pamatoti jāapsver būvmateriālu savstarpējā ķīmiskā mijiedarbe, kā arī izturība dotajos vides apstākļos.

Celtnes ilgmūžību nosaka ne tikai konstruktīvie risinājumi, tā pilnā mērā atkarīga no celtniecības darbu izpildījuma un celtnes ekspluatācijas apstākļiem.

Speciālu grāmatu, kurās būtu sakopoti un sistemātiski izklāstīti visi ar būvaizsardzību saistītie jautājumi, mums pagaidām trūkst. Tāpēc arhitektam, būvinženierim, konstruktoram un celtniekam grūti orientēties šajās komplicētajās komplekso ķīmisko, fizikālo un bioloģisko procesu norisēs.

Šajā izdevumā sakopoti autora 60 gados veikto būvaizsardzības zinātniskās pētniecības darbu rezultāti un novērojumi, kas radušies, visus šos gadus sadarbojoties ar celtniecības prakses speciālistiem, kā arī mūsu zemes un ārvalstu speciālās literatūras dati.

Grāmata iedalīta 18 nodaļās, kurās izklāstīta būvaizsardzības būtība, paskaidrots, kā vide iedarbojas uz ēku ilgmūžību un dažādo būvmateriālu erozīvo un korozīvo izturību vides ķīmisko, fizikālo un bioloģisko faktoru iedarbē.

Sevišķa uzmanība veltīta celtniecībā visvairāk izmantojamiem būvmateriāliem — koksnei, keramikai, betonam, javām un apmetumiem — un to aizsardzībai.

Tā kā ūdens visos agregātstāvokļos izraisa visnopietnākos ēku būvkonstrukciju bojājumus, grāmatā plaši iztirzāta būvkonstrukciju samitrināšanās un mitruma novēršanas tehnika.

Pēdējās nodaļas veltītas gāzbetona ēkām un veco ēku aizsardzībai.

Autors cer, ka grāmatā izklāstītā pieredze zināmā mērā palīdzēs novērst trūkumus jau uzcelto un topošo ēku aizsardzībā.

Šo darbu autors iecerējis kā rokasgrāmatu arhitektiem, būvinženieriem, konstruktoriem, lauku un pilsētu celtniecības un remontiestāžu darbiniekiem, ēku un celtņu tehniskās ekspluatācijas darbiniekiem, namu pārvalžu darbiniekiem.

Autors

1. VIDES IEDARBE UZ CELTŅU ILGMŪŽĪBU

Celtnes ilgmūžība lielā mērā atkarīga no apvidus klimatiskajiem apstākļiem. Nav vienalga, vai celtne atrodas ziemeļos — aiz polārā loka, tropiskajā joslā, jūras tuvumā vai kontinenta vidū vai tā atrodas augstā kalnā vai ielejā, tālu laukos vai lielpilsētā. Tāpēc, risinot celtnes aizsardzības jautājumus, vispirms jāņem vērā dotā apvidus klimatiskie apstākļi.

1.1. CELTNE DABISKAJOS KLIMATISKAJOS APSTĀKĻOS

Par apvidus dabisko klimatu pieņem klimatiskos apstākļus, kādus daba tam devusi, neņemot vērā pārmaiņas, kādas atmosfērā radījusi cilvēka intensīvā saimnieciskā darbība.

Visi klimatiskie dabas elementi — saules stari, vēji, temperatūras svārstības, gaisa mitrums, nokrišņi, mākoņi, migla — kaut kādā veidā negatīvi ietekmē celtņu konstruktīvo elementu ilgmūžību, jo sekmē to sairšanu, sadēdēšanu.

1.1.1. Gaisma

Saules gaismas spektrā līdztekus redzamajiem stariem ietilpst neredzamie ultravioletie un arī neredzamie infrasarkanie stari.

Ultravioleto, tā saukto ķīmisko staru iedarbē celtņu krāsojuma pigmenti izbāl, krāsojuma saistvielas, kā arī polimēru materiāli un bitumeni ķīmiski noārdās, koka elementi kļūst pelēcīgi.

Infrasarkano — sīltumstaru iedarbē būvkonstrukcijas nevienmērīgi sakarst un nevienmērīgi izplešas, tāpēc mūra sienās izveidojas plaisiņas un citi defekti, kas rada apstākļus jauniem, daudz nopietnākiem bojājumiem.

— Infrasarkano staru iedarbē mūra mitrums iztvaiko, tvaiks sakrājas zem būvelementa krāsojuma un rada spiedienu uz to, krāsojums sāk lobīties.

— Celtnes konstrukcijās iestrādātos sveķus, mastikas, bitumenus infrasarkanie stari padara mīkstus, un tie nereti izplūst no savas vietas.

1.1.2. Vēji

Vēji celtnes atdzesē un kopā ar putekļiem erozīvi iedarbojas uz visiem būvmateriāliem.

Jāievēro, ka mūsu klimatiskajos apstākļos ziemā pūš daudz stiprāki vēji nekā vasarā. Turklāt jūras tuvumā vēja ātrums ir nesalīdzināmi lielāks nekā apvidos, kas ir tālāk no jūras.

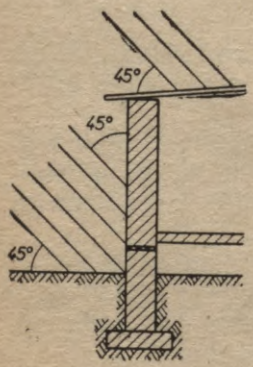
Ar vēja ātrumu celtniekam jārēķinās, ne tikai aplēšot celtnes konstrukciju izturību pret vēja statisko spiedienu, bet arī paredzot vēju un nokrišņu kopējo erozīvo un korozīvo iedarbi uz celtnes konstruktīvajiem elementiem.

1.1.3. Nokrišņi

Visu veidu nokrišņi stipri bojā celtnes konstruktīvos elementus. Galvenā nozīme te ir nevis summārajam nokrišņu daudzumam, bet gan nokrišņu temperatūrai, intensitātei un dinamikai, ar kādu tie nokļūst uz celtnes konstrukcijām, tam, cik dziļi tie iespiežas minerālo un citu būvmateriālu porās un kapilāros.

Jau 5 balles stiprā vējā lietusgāzes krīt uz vertikālajām celtņu virsmām apmēram 45° leņķī. Tātad celtņu vertikālās virsmas ar lietusgāzēm var apskaloties tikpat intensīvi un tādā pašā leņķī kā horizontālās (1.1.att.). Jūras tuvumā jārēķinās ar daudz stiprākiem vējiem, tātad ar daudz iedarbīgākām lietusgāzēm.

Mīkstākie dabiskie minerālie būvelementi — kaļķakmens un smilšakmens, kā arī mākslīgie akmeņi,



1.1. att. 5 balles stiprā vējā kā vertikālo, tā horizontālo konstrukciju virsmas lietus lāses apskalo 45° leņķī

mazāk blīvie betoni un it sevišķi vieglie un gāzbetoni lietusgāžu iedarbē samirkst un sasalstot sairst.

Sausā, saulainā vasaras laikā pat Latvijas PSR klimatiskajos apstākļos mūra sienu temperatūra var sasniegt 50 °C, bet jumta seguma temperatūra var pārsniegt 60 °C. Piepeši uznākušais lietus šīs konstrukcijas ātri atdzesē par 30—50 °C, no kā materiālā izveidojas plaisiņas, caur kurām ūdens, agresīvās gāzes un agresīvo vielu šķīdumi nokļūst būvmateriāla dziļākajos slāņos un rada tur nopietnus bojājumus.

Sniegs. Risinot būvaizsardzības jautājumus, jādomā arī par sniegu, it sevišķi tāpēc, ka mūsu klimatiskajos apstākļos sniegs bagātīgi sakrājas uz jumtiem, bet sniegu no ielām parasti samet gar ēkas virspamatiem un nereti pat gar ēkas ārsienām.

Ziemā un agrā pavasarī saulainās dienās sniegs uz jumta kūst un ūdens pa jumtu plūst uz notekni. Naktī, salam iestājoties, ūdens noteknes tuvumā sasalst un rada ledus valnīti, kam augšpusē izveidojas dažus centimetrus dziļš «dīķītis». Nereti šis ūdens dīķītis caur jumta seguma materiāla šuvēm vai locījumu vietām ieplūst ēkas sienās un bēniņu telpās, kur saslapina bēniņu pārseguma konstrukcijas un rada nopietnus bojājumus.

Bieži vien, sniega ūdenim lēni plūstot uz leju, aizsalst tekne un arī notekcaurule. Tādos gadījumos kūstošā sniega ūdens plūst tieši uz celtnes sienām. Tādējādi sienas augšdaļa dienā samirkst, bet naktī sasalst. Kad tā atkūst, apmetums nokrīt, ķieģeļi sadrūp, betons un citi mazāk salizturīgi būvmateriāli sairst.

Piejūras klimats ir mitrāks, nokrišņiem bagātāks, tāpēc tas celtnēm ir daudz agresīvāks. Sevišķi agresīvs ir jūras gaiss. Bangu laikā vētra no viļņiem izrauj sev līdz ievērojamus daudzumus jūras ūdens, kura šķīdumā atrodas magnija sulfāts, magnija hlorīds, nātrija hlorīds un citi sāļi, kas agresīvi iedarbojas uz visu veidu būvmateriāliem.

1.2. CELTNE RŪPNĪCU RAJONU KLIMATĀ

Dabiskajos klimatiskajos apstākļos gaiss, migla, nokrišņi, kā arī grunts ūdeņi un augsnes ūdeņi satur samērā nieciīgus daudzumus agresīvo vielu, kas varētu ārdoši iedarboties uz celtnes būvelementiem.

Turpretim lielpilsētu, rūpniecības centru, kā arī dažu atsevišķu rūpnīcu apkārtējā atmosfērā gaiss, nokrišņi, grunts ūdeņi un augsnes ūdeņi piesātināti ar agresīvām vielām, kas vairāk vai mazāk bojā visus būvmateriālus.

1.2.1. Agresīvās vielas

Rūpnīcu rajonu atmosfērā agresīvās vielas atrodas tvaiku, gāzu, aerosolu un putekļu veidā. Pie agresīvām vielām pieskaitāmi oglekļa dioksīds — CO_2, sēra dioksīds — SO_2, sēra trioksīds — SO_3, sērūdeņradis — H_2S, kvēpi, putekļi, pelni u. c.

Lielpilsētu atmosfērā ir sevišķi daudz sēra dioksīda, kas rodas rūpnīcās, kā arī dzīvojamo ēku kurtuvēs, sadedzinot sēru saturošas akmeņogles vai sēru saturošus naftas produktus.

Ļoti daudz agresīvo vielu atmosfērā izmet automobiļu dzinēji, it sevišķi dīzeļmotori. Sakarā ar degvielas nepilnīgu sadegšanu automobiļu motoru izplūdes gāzes lielos daudzumos satur kvēpus, ogļskābi, ūdeņradi, ogļūdeņražus, aldehīdus, organiskās skābes, kā arī pārputekļotas minerāleļļas smalki dispersas miglas veidā. Vienā kubikmetrā lielpilsētas gaisa atrodas līdz 1000 mg minerāleļļu.

1.2.2. Putekļi

Ēku konstruktīvos elementus stipri bojā smalkie putekļi un pelni, ko izplata būvmateriālu un citas rūpnīcas. Šādu rūpnīcu apkārtnē jaunas ēkas jau pēc dažiem mēnešiem pārklājas ar sārmaina vai skāba veida putekļiem, kas korodē visus būvelementus. Nereti putekļu iedarbē pat logu stikli šķīst un zaudē savu caurspīdīgumu.

● Celtnēm rodas vēl lielāki bojājumi tad, kad sēra dioksīds kopā ar kvēpiem, putekļiem un eļļaināmām vielām nogulsnējas uz sienām un dziļi iesūcas to porās un kapilāros. No šāda veida daudzkomponentu atmosfēras netīrumiem, ja uz tiem katalītiski iedarbojas saules ultravioletie stari, var rasties jauni, kompleksi savienojumi, kas tik dziļi iespiežas būvelementu porās, to sieniņās un ir tik stabili, ka ēkas fasādes no tiem atbrīvot praktiski nav iespējams.

Jāatzīmē, ka lielpilsētu un rūpnīcu apkārtnē kā lietus, tā sniegs satur minerālajiem būvmateriāliem bīstamo agresīvo ogļskābi.

● Lielpilsētu un rūpnīcu apkārtnē bieži veidojas migla; tas izskaidrojams ar gaisa netīrību: gaisā nonākušie ielas putekļi kopā ar rūpnīcu smalkajiem putekļiem un sēra dioksīdu darbojas kā gaisā esošo ūdens tvaiku kondensācijas «kodols». Rezultātā veidojas migla, mākoņi un arī nokrišņi. Tāpēc lielpilsētās, kur gaiss ir netīrs, daudz mazāk saulainu dienu nekā laukos.

2. BŪVMATERIĀLI ĀRĒJĀ VIDĒ

Visu veidu būvmateriāli dažādo ārējās vides faktoru iedarbē kā erozijas, tā korozijas procesos pakāpeniski sairst, noārdās un iet bojā,

● Ar vārdu erozija saprotam būvmateriālu, celtņu konstruktīvo elementu nolietošanos, sadēdēšanu, kuras pamatā ir fizikāli un mehāniski faktori.

● Ar terminu korozija apzīmējam metāla, minerālo, kā arī organisko būvmateriālu ķīmisko, elektroķīmisko un bioķīmisko sairšanu.

Korozijas procesos būvmateriāli vai to atsevišķi komponenti ķīmiski pārveidojas, pie tam konstruktīvais būvelements zaudē savu stiprību un pārējās tehniskās īpašības.

● Tātad celtņu konstruktīvo elementu bojāšanos izraisa fizikālie, ķīmiskie un bioloģiskie procesi vai nu katrs atsevišķi, vai vairāki no tiem kopā. Jo vairāk šādu procesu iedarbojas uz būvmateriāliem, jo intensīvāk tie sairst. Būvaizsardzības zinātniskie pētījumi un ilgu laiku krātā pieredze rāda, ka būvelementu bojāšanās un sairšanas cēloņi bieži vien ir abu veidu — gan erozīvie, gan korozīvie — procesi.

● Visu veidu celtņu konstruktīvajiem elementiem visbīstamākais ir ūdens jebkurā agregātstāvoklī un arī gaiss. Atmosfēras nokrišņi, ūdens tvaiki, caur augsnes kapilāriem iesūkušies grunts ūdeņi, nokļūstot celtnes konstruktīvajos elementos, izraisa tajos ķīmiskus, fizikālus un bioloģiskus procesus, kuru rezultātā sākas to erozija un korozija.

2.1. ĪSS BŪVMATERIĀLU RAKSTUROJUMS

Celtniecībā izmanto lielu skaitu dažādu konstruktīvu un apdares materiālu, kā arī veselu rindu papildmateriālu, no kuriem daži paredzēti celtnes konstruktīvo elementu aizsargāšanai pret ārējās vides negatīvo iedarbi.

Visi būvmateriāli iedalāmi divās pamatgrupās — metāla un nemetāliskajos. Nemetāliskie savukārt reprezentē divas grupas — minerālos un organiskos būvmateriālus. Organiskie būvmateriāli savukārt iedalāmi dabiskajos (koksne, celuloze) un sintētiskajos (polimēri, plastmāsas).

2.1.1. Metāli

No metāliem celtniecībā masveidā lieto dažādu šķirņu tēraudus un čugunus. Krāsainos metālus — alumīniju, varu, alvu, svinu un cinku — lieto ierobežotā daudzumā, galvenokārt apdares darbos.

Tēraudus izmanto celtņu nesošajām konstrukcijām, sijām, fermām, kolonnām, kā arī dzelzsbetona armatūrai utt. No tērauda izgatavo tvertnes dažādu gāzveida vai šķidro materiālu uzglabāšanai, kā arī caurules to transportēšanai.

● Iebūvēts metāls vienmēr ir pakļauts visdažādākajām ārējās vides iedarbēm. Ja metāla tvertne vai caurule kalpo kādas šķidras vai gāzveida vielas uzglabāšanai vai transportēšanai, tad metāls ir pakļauts šīs vielas iedarbei.

● Metālu koroziju izraisa ķīmiskas vai elektroķīmiskas reakcijas, kas noris starp metālu un ārējo vidi. Dabā, izņemot zeltu un platīnu, tīru metālu nav. Visi pārējie metāli dabā atrodas dažādu ķīmisku savienojumu veidā. Ar to izskaidrojama tehnikā lietojamo metālu intensīvā korozija, jo visi tie iegūti mākslīgi no rūdām, no dažādiem metālu ķīmiskajiem savienojumiem. Tāpēc visi tehnikā lietojamie metāli tiecas atgriezties savā dabiskajā stāvoklī — attiecīgajā ķīmiskajā savienojumā.

Metālu korozija var norisēt dažādi: metālam oksidējoties ar gaisa skābekli, ķīmisku vielu iedarbē, elektroķīmiskā veidā, kā arī iekšējo spriegumu rezultātā.

Tikai reti metālu sairšana noris pēc viena korozijas veida, parasti tajā piedalās divi vai vairāki korozīvie faktori. Tas paātrina sairšanas procesu.

A t m o s f ē r a s k o r o z i j ā, kas noris oksidēšanās procesā ar gaisa skābekli, vairums metāla būvelementu aiziet bojā. Tā kā gaisā pastāvīgi atrodas arī dažādas citas agresīvās gāzes, ūdens tvaiki un skābes, oksidēšanās procesu papildina ķīmiskā korozija.

Elektrolītiska korozija noris tad, ja divi dažādi metāli, piemēram, dzelzs un varš, saskaras savā starpā kāda elektrolīta vidē. Tādējādi izveidojas galvaniskais elements, kur aktīvākais metāls (dzelzs) sairst un pāriet elektrolīta šķīdumā, bet mazāk aktīvais metāls (varš) paliek neskarts.

Par elektrolītiem sauc šķīdumus, kas vada elektrisko strāvu. Visiem skābju, sārmu un sāļu šķīdumiem, kā arī visiem dabā sastopamiem ūdeņiem ir elektrolītu īpašības.

Klejojošās strāvas. Elektrisko dzelzceļu, tramvaju, trolejbusu līniju, kā arī citu ar elektrisko līdzstrāvu darbināmo agregātu un ierīču tuvumā zemē ieplūst tā saucamās klejojošās strāvas, kas izraisa intensīvu apakšzemes metāla būvelementu elektrolītisko koroziju.

Pēdējā laikā arī celtniecībā arvien vairāk sāk lietot leģētos tēraudus ar niķeļa, hroma, vara, silīcija, mangāna un citu krāsaino metālu piekausējumiem. Šie piekausējumi piešķir tēraudam lielāku izturību pret agresīvās vides iedarbi.

Krāsainos metālus — alumīniju, titānu, varu, cinku un svinu — celtniecībā lieto daudz mazākos daudzumos un galvenokārt kā apdares materiālu. Tomēr pēdējā laikā kā konstruktīvos materiālus arvien plašāk sāk lietot alumīnija titāna un arī citu krāsaino metālu sakausējumus, jo tiem ir daudz labāka atmosfēriskā izturība.

2.1.2. Minerālie būvmateriāli

Minerālie būvmateriāli — dabiskie un mākslīgie akmeņi, dažādu sastāvu betoni u. tml. — cits no cita atšķiras ar savu ķīmisko un minerālo sastāvu, struktūru, blīvumu, mehānisko stiprību un izturību ārējā vidē. Daži no tiem ir tik izturīgi, ka normālos atmosfēras apstākļos var kalpot neierobežoti ilgi.

Minerālie būvmateriāli nav pietiekami izturīgi liecē un stiepē. Dažiem no tiem ir liela porainība, neviendabīga struktūra, nepietiekama ūdensizturība un izturība pret ciklisku sasalšanu. Skābā vidē gandrīz visi minerālie būvmateriāli korodē. Arī sārmaina vide korodē minerālos būvmateriālus. Pie paaugstinātas temperatūras to izturība ir ierobežota.

2.1.3. Organiskie būvmateriāli

Organiskajiem būvmateriāliem — koksnei un polimēriem — ir maza īpatnējā masa un tilpummasa, kā arī zema siltumvadāmība. Tie nav siltumizturīgi, un daži nav arī salizturīgi; aukstumā tie kļūst trausli. Visi organiskie būvmateriāli ir degami.

Koksni un celulozes izstrādājumus, ja tie atrodas mitros apstākļos, pārņem sēnes (piepes) un tos bioķīmiski noārda.

— Zināmos apstākļos koka būvelementos ieviešas kukaiņi — koksngrauži, kas sagrauž tos koka miltos.

Polimēri — plastmasas ir vērtīgi materiāli, kurus arvien vairāk sāk lietot celtniecībā. Bet šiem materiāliem ir arī savi trūkumi, ar ko jārēķinās, gan projektējot celtni, gan arī izpildot celtniecības darbus.

Polimēru materiāli saules staru un gaisa skābekļa iedarbē noveco, kļūst trausli, sadēdē, zaudē savas sākotnējās vērtīgās tehniskās īpašības. Dažu polimēru materiālu izstrādājumi aukstumā kļūst trausli un pie mazākā piesitiena sasprāgst. Visiem polimēru materiāliem ir vāja siltumizturība; daži no tiem jau pie 80 °C kļūst mīksti vai sāk sadalīties. Visi polimēru materiāli ir degami.

● No teiktā izriet, ka katram būvmateriālam piemīt raksturīgas pozitīvās un negatīvās īpašības. Tāpēc, topošai celtnei izvēloties vienu vai otru būvmateriālu, jāņem vērā visas tā īpašības un jānovērtē, jāapsver tās pārmaiņas, kādas būvmateriālā var rasties apkārtējās vides ilgstošā iedarbē. Jāņem vērā materiāla fizikālās un mehāniskās īpašības, kā arī tā izturība pret vides ķīmisko iedarbi. No ķīmiskās izturības un fizikāli mehāniskās stiprības viedokļa nav vienalga, kāda sastāva tērauds, kādas šķirnes cements, kāda pildvielu sastāva betons, kāda veida polimēru materiāls tiks izmantots celtnes konstrukcijās.

2.2 VIDES ĶĪMISKĀ IEDARBE

Būvmateriālu, celtņu konstruktīvo elementu bojāšanos — koroziju — galvenokārt izraisa ķīmiskie procesi, kas noris ūdens, tvaika, gāzu, sārmu, dažādu sāļu vidē, kā arī elektriskās strāvas iedarbē. Agresīvās vielas kopā ar atmosfēras nokrišņiem, gruntsūdeņiem, rūpnīcu notekūdeņiem nokļūst celtņu konstruktīvajos elementos un korodē

tos bieži vien līdz pilnīgai sairšanai. Apskatīsim īsumā, kādi ārējās vides faktori, kādas agresīvās vielas un kādā veidā rada būvmateriālu koroziju, to sairšanu.

2.2.1. Ūdeņi

Ūdens ir visizplatītākā viela uz Zemes. Vairāk nekā 70% Zemes virsmas ir klāta ar ūdeni. Bet dabā pilnīgi tīra ūdens nav. Arī lietus ūdens un sniegs jau krītot uzņem no atmosfēras dažādas gāzes, skābes, putekļus un citas vielas, kas var agresīvi iedarboties uz visu veidu būvmateriāliem.

Ūdens agresivitāti pret būvmateriāliem nosaka tā mineralizācijas pakāpe un ķīmiskā reakcija pH.

Upju un ezeru ūdeņiem parasti ir nedaudz sārmaina reakcija — pH 7,1—7,3 — un kopējais sāļu daudzums reti pārsniedz 500 mg/*l*.

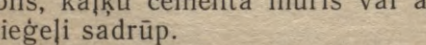
Purvu ūdeņi parasti satur sērskābi, agresīvo ogļskābi un humīnskābi. Purvu ūdeņi agresīvi iedarbojas uz kaļķus saturošiem minerālajiem būvmateriāliem un korodē arī metālus.

Grunts un augsnes ūdeņi var saturēt ievērojamus daudzumus minerālsāļu, kā arī citus piemaisījumus.

Okeāna ūdeņi satur līdz 35 g/*l* dažādu sāļu. Baltijas jūras un Rīgas jūras līča ūdenī sāļu daudzums ir no 5 līdz 20 g/*l*.

Sāļu sastāvs okeāna un jūras ūdeņos ir apmēram šāds: nātrija hlorīds — 80%, magnija hlorīds — 10%, magnija sulfāts — 4%, kalcija sulfāts — 4% un kālija sulfāts — 2%.

Jūras ūdenī esošais magnija sulfāts, ķīmiski reaģējot ar cementa betona kalcija savienojumiem, rada ģipsi. Reakcija noris pēc šāda vienādojuma:



$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + Mg(OH)_2.$$

Reakcijas rezultātā palielinās vielas tilpums, konstrukcijās rodas iekšējie spriegumi, sakarā ar to cementa betons, kaļķu cementa mūris vai apmetums, kā arī silikātķieģeļi sadrūp.

Notekūdeņi var saturēt visdažādākos sāļus, skābes, sārmus un citas agresīvas vielas, kas spēj saārdīt visu veidu būvmateriālus.

● Mīksts, tīrs ūdens arī var būt ļoti agresīvs pret minerālajiem būvmateriāliem, jo tieši mīkstā ūdenī vislabāk šķīst kaļķi un citi ūdenī šķīstošie betona minerālie komponenti.

Mīksts ūdens korodē arī dažus metālus, piemēram, svinu.

Agresīvo ūdeņu iedarbe uz betonu

Ūdens agresīvie komponenti	Ūdeņu izcelsme	Iedarbes veids	Iedarbes sekas
Agresīvā ogļskābe mīkstā ūdenī ($<4°$)	Minerālie, purvu, augsnes un noteku ūdeņi	Sākumā karbonizē kaļķus līdz $CaCO_3$, tad pārvērš par hidrokarbonātu $Ca(HCO_3)_2$, to šķīdina un izskalo no betona	Kaļķiem izskalojoties, betona virsma kļūst nelīdzena, betons kļūst irdens, drupens un sairst
Ūdenī šķīstošie sulfāti: Na_2SO_4, K_2SO_4, $CaSO_4$, $MgSO_4$ u. c.	Minerālie, purvu, jūras un gruntsūdeņi	Izveidojas hidrosulfoalumināts — «cementa bacilis» $3CaSO_4 \cdot 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 31H_2O$	Hidrosulfoalumināts, kristalizējoties ar 31 molekulu H_2O, palielina tilpumu 2,5 reizes, rodas iekšējie spriegumi un betons sadrūp
Ūdenī izšķīdušie vai gāzveida sulfīdi: H_2S, CaS, Na_2S u. c.	Minerālie, purvu un notekūdeņi	Noris oksidēšanās, rodas $CaSO_4$, un vēlāk izveidojas «cementa bacilis»	Ģipsim, kā arī «cementa bacilim» kristalizējoties, rodas spriegumi un betons sadrūp
Brīvās skābes ar $pH<6$	Tehniskie notekūdeņi	Ķīmiski noārdās un izskalojas	Betons kļūst drupens un sairst
Mīksts ūdens, kura cietība $<4°$	Bezkaļķu augsnes un lietus ūdens	Viegli šķīst sārmainie sāļi un kaļķi	Betons kļūst porains, drupens un pakāpeniski sairst

2.2.2. Gāzes

Visas gāzes, izņemot amonjaku un skābekli, ir skābas un, ķīmiski reaģējot ar ūdeni, veido skābes. No gāzēm skābes veidojas tad, ja gaisā ir daudz ūdens tvaiku —

Vīļa Lāča Latv. PSR VALSTS BIBLIOTĒKA
78 — 7,848

mitruma un ja uz būvelementa virsmām sakrājies kondensāts ūdens veidā. Jo mitrāks gaiss, jo intensīvāka ir gāzu korozīvā iedarbe uz visu veidu būvmateriāliem.

● Ja vides gaisa relatīvais mitrums ir zems, ja tas nepārsniedz 60%, skābās gāzes būvmateriālus praktiski nekorodē. Dažos gadījumos gāzes pat uzlabo būvmateriāla tehniskās īpašības. Tā, piemēram, ogļskābā gāze, karbonizējot kalcija hidroksīdu, uzlabo cementa betona, silikātķieģeļu un kaļķu apmetumu blīvumu, stiprību un izturību. Sausos apstākļos agresīvo gāzu vidē arī metāli nekorodē.

Turpretim, ja vides gaisa relatīvais mitrums ir no 60—75%, ūdens tvaiks adsorbē no gaisa skābās gāzes un vide kļūst agresīva kā minerālajiem, tā metāla būvmateriāliem.

Ja gaisa relatīvais mitrums ir 75—100%, gāzes tiek pilnīgi adsorbētas un pāriet skābēs, tāpēc vide kļūst sevišķi agresīva kā pret minerālajiem, tā metāla būvmateriāliem. Parasti ar skābajām gāzēm piesātinājies gaisa mitrums kondensējas uz būvmateriālu virsmām rasas veidā. Šī rasa var būt ar augstu skābju koncentrāciju, bet ne vienmēr tā būvmateriāliem ir agresīva. Tā, piemēram, tērauda korozija šādā šķīdumā noris mazāk intensīvi nekā ļoti mitrā gāzes vidē.

● Kā metālu, tā minerālo būvmateriālu koroziju veicina higroskopisku vielu (nātrija hlorīda, kalcija hlorīda) putekļi, kas rodas dažās rūpnīcās. Higroskopiskie putekļi, adsorbējot no gaisa mitrumu un līdz ar to skābās gāzes, nogulsnējas uz būvelementu virsmām, kur izveidojas slapja josla ar augstu sāļu saturu. Tādos gadījumos pilnīgi sausās telpās, kur gaisa relatīvais mitrums nepārsniedz 50%, sienas un griesti var būt slapji.

— Metāla būvmateriāli, atrodoties agresīvo gāzu vidē, korodē tikai no virsmām, turpretim minerālajos būvmateriālos — cementa betonos, silikātķieģeļos, apdedzinātajos ķieģeļos un apmetumos agresīvās gāzes iespiežas dziļi. Pētījumi rāda, ka ļoti blīvā betonā gāzes difundē līdz 2 cm, bet mazāk blīvos — līdz 10 cm un pat daudz dziļāk. Tādos gadījumos dzelzsbetonā korodējas ne tikai būvelementa minerālā daļa, bet arī tērauda stiegrojums — armatūra un dzelzsbetons zaudē savu stiprību.

● Mazāk blīvie cementa betoni gāzes uzņem ne tikai ķīmiskā, bet arī adsorbcijas ceļā. Tādā veidā viena betona tilpumvienība var uzņemt līdz 10 tilpumvienībām gāzes.

Ja šāds ar agresīvu gāzi piesātināts betons nonāk mitros apstākļos, gāzei savienojoties ar ūdeni, rodas skābe, kas, reaģējot ar cementa betona, silikātķieģeļu, mūra vai apmetuma kalcija savienojumiem, tos saārda.

● Ja cementa betons vai apmetums, kas adsorbējis lielāku daudzumu skābās gāzes, atrodas sausos apstākļos, nekāda korozija nevar notikt. Korozija var sākties tad, kad vides gaisa relatīvais mitrums pārsniedz 90%. Šādos apstākļos bieži aiziet bojā betona pārsegumi, pie tam tajās vietās, kuras kaut kādu apstākļu dēļ samitrinājušās ar ūdeni.

2.2.3. Skābes

Skābes korodējoši iedarbojas uz visu veidu minerālajiem un metāla būvmateriāliem.

Ogļskābe. Atmosfēras nokrišņu ūdeņi uzņem no gaisa ievērojamu daudzumu oglekļa dioksīda (CO_2), tāpēc arī upju un ezeru, grunts un augsnes ūdeņi var saturēt zināmu daudzumu ogļskābes — H_2CO_3.

● Ūdenī izšķīdušo brīvo ogļskābi sauc par agresīvo ogļskābi. Agresīvo ogļskābi saturošie mīkstie ūdeņi korodējoši iedarbojas uz visu veidu minerālajiem būvmateriāliem.

Cementa betonā vai kaļķu apmetumā ūdenī praktiski nešķīstošais kalcija karbonāts agresīvās ogļskābes iedarbē pāriet ūdenī šķīstošā kalcija hidrokarbonātā (kalcija bikarbonātā), kas ar ūdeni viegli izskalojas no būvelementa. Tādējādi būvelements zaudē savu stiprību, kļūst porains un aiziet bojā.

● Uz ēku fasādēm nereti redzamie baltie izsvīdumi parasti ir kalcija hidrokarbonāta kristāli, kas ar laiku pāriet kalcija karbonātā.

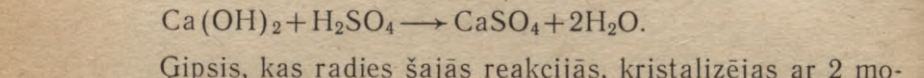
Ūdenī izšķīdušās brīvās ogļskābes agresivitāte atkarīga no ūdens cietības pakāpes. Mīkstā ūdenī, kura kopējā cietība ir zemāka par 8°, jau niecīgs daudzums brīvās ogļskābes agresīvi iedarbojas uz minerālajiem būvmateriāliem. Turpretim cietā ūdenī, kam kopējā cietība pārsniedz 8°, brīvā ogļskābe kļūst agresīva tikai tad, ja tās saturs ūdenī pārsniedz 20 mg CO_2/l.

Jāatzīmē, ka lielpilsētu un rūpnīcu apvidos ar atmosfēras nokrišņiem nokrīt daudz vairāk brīvās ogļskābes nekā uz laukiem.

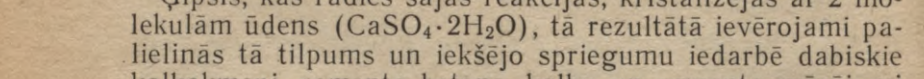
Sērskābe. Sēra dioksīds SO_2 ir ļoti agresīva gāze, kas izraisa kā minerālo, tā metāla būvmateriālu koroziju. Sēra dioksīds viegli šķīst ūdenī, veidojot sēra paskābi H_2SO_3. Mitrumā gaisa skābekļa klātbūtnē sēra paskābe oksidējoties pāriet sērskābē — H_2SO_4.

Minerālajos būvmateriālos sērskābe savienojas ar kalcija karbonātu $CaCO_3$ vai ar kalcija hidroksīdu $Ca(OH)_2$ un pārveidojas par ģipsi — $CaSO_4$.

Reakcija noris šādi:



$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O \text{ vai}$$



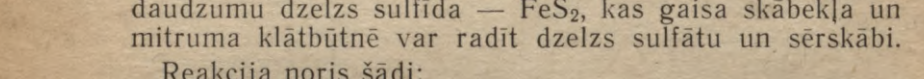
$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O.$$

Ģipsis, kas radies šajās reakcijās, kristalizējas ar 2 molekulām ūdens ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), tā rezultātā ievērojami palielinās tā tilpums un iekšējo spriegumu iedarbē dabiskie kaļķakmeņi, cementa betons, kaļķu un cementa mūrējumi un apmetumi sasprāgst un sairst.

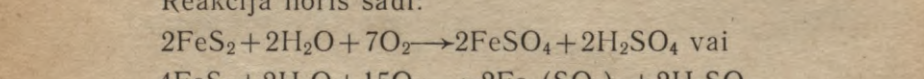
● Gruntsūdeņi un augsnes ūdeņi parasti satur niecīgu daudzumu SO_4^{--}jonu, bet, ja būvobjekta tuvumā atrodas kāda rūpnīca vai akmeņogļu, izdedžu, pelnu vai cita veida sēru saturošu materiālu krātuve, tad sulfātu daudzums var ievērojami palielināties un augsnes ūdens, kā arī gruntsūdens var kļūt agresīvs visu veidu būvmateriāliem.

● Akmeņogles un akmeņogļu izdedži var saturēt lielu daudzumu dzelzs sulfīda — FeS_2, kas gaisa skābekļa un mitruma klātbūtnē var radīt dzelzs sulfātu un sērskābi.

Reakcija noris šādi:



$$2FeS_2 + 2H_2O + 7O_2 \longrightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4 \text{ vai}$$



$$4FeS_2 + 2H_2O + 15O_2 \longrightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2SO_4.$$

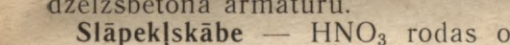
Pirmajā gadījumā rodas dzelzs (II) sulfāts $FeSO_4$ un sērskābe, otrajā — dzelzs (III) sulfāts $Fe_2(SO_4)_3$ un sērskābe. Tādējādi atmosfēras nokrišņi, izskalojot no oglēm vai izdedžiem sērskābi, ievada to būvobjekta konstrukcijās, kur tā korodē metāla būvelementus, bet minerālajos būvmateriālos kalcija hidroksīdu un kalcija karbonātu pārvērš par ģipsi.

● Arī tur, kur būvmateriālos nav nekādu kalcija savienojumu, sēra paskābe un sērskābe korodē kā minerālos, tā metāla būvmateriālus. Ja skābes saturoša ūdens pH ir 6,5, tas jau bojā būvmateriālus, bet, ja pH ir 5,0, tā agresivitāte ir daudzkārt lielāka.

● Olbaltumvielas saturošiem mājturības atkritumiem bioloģiski noārdoties, rodas SO_4^{--} un H_2S, kas arī agresīvi iedarbojas uz visu veidu būvmateriāliem.

Sērūdeņradis — H_2S ir bezkrāsaina gāze ar pūstošu olu smaku. Tas rodas sēru saturošo organisko vielu pūšanas procesos. Sērūdeņradis sastopams stāvošos seklos ūdeņos, purvos, atūdeņošanas un fekāliju nogulsnēšanās ierīcēs. Sērūdeņradis rodas arī izdedžu un pelnu dzēšanas procesos.

Sērūdeņradis viegli šķīst ūdenī un reaģē kā vāja skābe. Gāzveida sērūdeņradis dziļi iesūcas minerālo būvmateriālu porās, kur reaģē ar kaļķiem pēc šāda vienādojuma:



$$CaCO_3 + H_2S \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 + CaS.$$

Abi ķīmiskajā reakcijā radušies jaunie savienojumi — $Ca(HCO_3)_2$ un CaS — ir ūdenī šķīstošas vielas, kas ar ūdeni pakāpeniski izskalojas no minerālā būvmateriāla, tā rezultātā pēdējais zaudē savu stiprību.

Sērūdeņradis intensīvi korodē metāla būvmateriālus, arī dzelzsbetona armatūru.

Slāpekļskābe — HNO_3 rodas olbaltumvielas saturošo produktu mikrobioloģiskajos sairšanas procesos. Tā, piemēram, lielāki daudzumi slāpekļskābes rodas vircas un fekāliju bioķīmiskajos noārdīšanās procesos.

Pat niecīgs daudzums slāpekļskābes ūdenī šķīdina kaļķus, tā rezultātā minerālie būvelementi zaudē savu stiprību. Slāpekļskābi saturošie ūdeņi korodē arī visus metāla būvelementus. Apdedzinātie māla ķieģeļi, drenu caurules un citi keramiskie būvmateriāli slāpekļskābes, kā arī citu skābju vidē ir pietiekami izturīgi.

● Skābju agresivitāti pret būvmateriāliem nosaka to daba, koncentrācija, šķīduma pH, to oksidējošās īpašības un vides temperatūra. Skābju un skābo gāzu korozīvā, ārdošā iedarbe ir atkarīga arī no korozijas produktu šķīdības ūdenī.

2.2.4. Oksidētāji

Kā metāla, tā organiskos konstruktīvos elementus visvairāk bojā oksidētāji. Pasaules mērogā oksidēšanās procesos ik gadus aiziet bojā vairāk nekā 100 miljoni tonnu tērauda un vairāk nekā 2 miljoni tonnu sintētisko polimēru. Pret oksidētājiem izturīgi ir tikai silikātu būvmateriāli.

● Būvmateriālu oksidēšanās procesi var norisēt ne tikai ar gaisa skābekli, bet arī skābā, neitrālā vai sārmainā vidē. No gāzveida oksidētājiem vislielākā nozīme ir gaisa skābeklim, kura vidē nepārtraukti atrodas visi būvelementi.

● Dažu rūpnīcu apkārtnes atmosfērā ir hlors, kura oksidējošās īpašības ir daudzkārt lielākas nekā skābeklim. Kaut gan atmosfērā hlora ir tūkstoškārt mazāk nekā skābekļa, tomēr daudzos gadījumos hlors izraisa daudz lielākus būvmateriālu bojājumus.

● No šķidrajiem oksidētājiem visizplatītākie un arī visagresīvākie ir slāpekļskābe, koncentrēta sērskābe, ūdeņraža pārskābe, kā arī nātrija un kālija hipohlorīti u. c.

2.2.5. Sārmi

Koncentrēti sārmaino vielu šķīdumi, it sevišķi pie paaugstinātas temperatūras, ārdoši iedarbojas uz cementa betoniem un dabiskajiem akmeņiem, jo betona un dabisko akmeņu sastāvā ietilpst skāba rakstura daļiņu ieslēgumi.

Tēraudi un čuguni vājos sārmainu vielu šķīdumos labi saglabājas, turpretim krāsainie metāli — alumīnijs, cinks, magnijs intensīvi korodējas.

2.2.6. Sāļi

Sāļu šķīdumu korozīvo iedarbi uz būvmateriāliem daudzos gadījumos nosaka to ķīmiskā reakcija ar ūdeni — hidrolīze. Tās rezultātā vienā gadījumā var rasties ūdeņraža (skābie) joni, otrā — hidroksila (sārmainie) joni. Tādējādi dažādu sāļu iedarbē būvmateriālu sairšana var norisēt kā skābā, tā sārmainā vidē.

2.2.7. Eļļas un dažādas organiskās vielas

Minerāleļļas agresīvi iedarbojas uz cementa betonu un polimēru betoniem. Ar minerāleļļām piesūcies betons zaudē savu stiprību un sairst.

Augu eļļas un dzīvnieku tauki, it sevišķi tad, ja tie, ilgstoši atrodoties gaisa klātbūtnē, ķīmiski sadalījušies par taukskābi un glicerīnu, ārdoši iedarbojas uz cementa be-

tonu un citiem kaļķus saturošajiem būvmateriāliem. Tie korodē arī metāla būvmateriālus.

Glikozīdi — cukuri, sīrupi, augļu sulas, alus, vīni, kāpostu sula, iesala ekstrakts u. tml. vielas ārdoši iedarbojas uz cementa betonu, silikātķieģeļiem, mūrējumiem un apmetumiem. Šīm vielām reaģējot ar kaļķiem, rodas ūdenī šķīstoši kalcija saharāti, kas viegli izskalojas no būvelementa.

2.3. VIDES FIZIKĀLĀ IEDARBE

Būvmateriālu fizikālos bojājumus izraisa klimatiskie dabas faktori: vēji, ūdeņi, lietus, sniegs, krusa, migla, saules stari, paaugstināta temperatūra, sals, straujas temperatūras svārstības, putekļi u. tml. Šie fizikālie faktori var bojāt celtņu konstruktīvos elementus. Tas jāņem vērā, risinot būvaizsardzības jautājumus.

2.3.1. Ūdens fizikālā iedarbe

Ūdens, šķīdinot cementa betona, ķieģeļu mūra, kaļķu, ģipša apmetumu un daudzu citu būvmateriālu vieglāk šķīstošos komponentus, tos stipri bojā. Visbīstamāks ir mīksts lietus vai sniega ūdens, jo tajā vislabāk šķīst šo būvmateriālu komponenti.

Ūdens plūsma, kas gadiem ilgi nepārtraukti plūst gar ūdenī iebūvētām celtnes konstrukcijām, kā arī viļņi, it sevišķi, ja tie nes sev līdz smiltis, mehāniski bojā visu materiālu būvelementus.

Ūdens filtrēšanās. Apstākļos, kad caur betona mūri iespējama ūdens filtrēšanās, ūdenī izšķīst un aizskalojas vieglāk šķīstošie cementa betona komponenti. Tā rezultātā betons kļūst porains, zaudē savu stiprību un izturību pret citu agresīvo faktoru iedarbi.

Lietus dinamiskā iedarbe ar laiku erodē visu minerālo konstruktīvo elementu un apdares virsējos slāņus.

— Lietus lāsēm plūstot pa celtnes konstrukciju vertikālajām virsmām uz leju, parasti izveidojas nepārtraukta, blīva ūdens kārtiņa, no kuras ar vēja spiedienu ūdens dziļi iespiežas būvelementa porās un kapilāros. Iestājoties aukstumam, samirkušajās sienās rodas sala bojājumi.

2.3.2. Sala bojājumi

Celtnes konstruktīvo elementu sala bojājumi var būt dažādi. Tie ir atkarīgi galvenokārt no būvmateriāla porainības, no tā ūdens uzsūkšanas īpašībām. Celtnes sienu augšējās daļas samirkst galvenokārt no tiešām lietus lāsēm, kas tām mazāk bīstamas. Turpretim celtnes apakšējās daļas, kas atrodas tieši virs zemes līmeņa, saslapina ne tikai krītošā lietus pilieni, bet arī lietus rikošeta šļakatas. Samirkušajiem celtnes konstruktīvajiem elementiem sasalstot, rodas lieli bojājumi.

● Celtnes apakšējo daļu samirkšanu vēl papildina gar ārsienu virspamatiem uzsnigušais sniegs un apledojumi. Tiem kūstot, ūdens iesūcas pamatā un virspamatā, līdz ar to samirkst sienas un visi citi ar tām sajūgtie būvelementi.

Celtnes ārsienu apakšējās daļas bieži samirkst no grunts ūdens un augsnes ūdeņiem, kas pa pamatu un virspamatu kapilāriem sūcas uz augšu. Samirkušai sienai sasalstot un atkūstot, nokrīt apmetums un nereti sadrūp arī ķieģeļu mūris.

● Ievērojamus bojājumus celtnēm nodara uz jumta uzsnigušais sniegs, kad tas agrā pavasara atkusnī sāk kust saules apstarotajā pusē. Naktī, iestājoties aukstumam, sniega ūdens sasalst, turklāt aizsalst tekne un notekcaurule, un nākamajā dienā, sniegam atkal kūstot, ūdens plūst pāri aizsalušajai teknei tieši uz sienu. It sevišķi bīstami tas ir daudzstāvu ēkām.

2.3.3. Temperatūras svārstības

Bieži vien celtnes būvelementu bojāšanos rada strauja temperatūras maiņa. Tā, piemēram, ja karstā saulē sakarsušas celtnes konstrukcijas strauji atdzesē lietus ūdens vai sniegs, betona sienās, kā arī apmetumā rodas plaisiņas, kuras kļūst par iemeslu tālākiem un parasti nopietnākiem bojājumiem.

2.3.4. Vēji

Celtnei ilgstoši kalpojot, vējš kopā ar putekļiem un smiltīm erozīvi iedarbojas uz visu veidu būvmateriālu konstruktīvajiem elementiem, pakāpeniski izraisot to sadēdēšanu.

2.4. BIOLOĢISKĀ IEDARBE

Būvelementu bojāšanās cēlonis var būt bioloģiski procesi, ko izraisa augi, dzīvnieki un baktērijas.

2.4.1. Augi

● Celtņu sienu un citu konstruktīvo elementu plaisās augošie kociņi, mežvīni un citi vīteņaugi, kas vijas gar ēku sienām, dažreiz rada nopietnus bojājumus. Augu saknītēm nostiprinoties un augot, būvelementa plaisās rodas spriegumi, kas saārda betona vai ķieģeļu sienas un apmetumus.

● Zemākie augi — koksni ārdošās sēnes (piepes) mitros apstākļos pārņem celtnes koka konstruktīvos elementus un 1—3 gados to bioķīmiski noārda, pārvēršot par ūdeni un ogļskābo gāzi.

Aļģes, pelējumu sēnītes un daži citi zemākie augi sevišķi mitros apstākļos uzmetas uz minerālo būvmateriālu virsmām, kur turpina savu veģetāciju. Šo augu saknītes izdala skābas dabas fermentus, kas spējīgi šķīdināt cementa betona, kā arī dažu dabisko akmeņu komponentus.

Zemākajiem augiem atmirstot un bioloģiski noārdoties, izdalās sērūdeņradis (H_2S), kas korozīvi iedarbojas kā uz minerālajiem, tā uz metāla būvmateriāliem.

2.4.2. Dzīvnieki

Kukaiņi koksngrauži iemetas koksnē, koka konstruktīvajos elementos un, izmantojot koksni par barību, dažos gados to sagrauž miltos.

3. DABISKIE BŪVAKMEŅI

Dabiskos būvakmeņus iegūst no dabā sastopamajiem iežiem, tos skaldot, zāģējot, drupinot vai citādi mehāniski apstrādājot, lai tiem piešķirtu vēlamo formu un izskatu. No dabiskajiem būvakmeņiem veido ēku pamatus, sienas, kolonnas u. c. Plātnēs sazāģētos dabiskos akmeņus izmanto ēku dekoratīvajai apdarei, kā arī būvkonstrukciju aizsargāšanai pret atmosfēras elementu iedarbi. Dabiskos akmeņus drupinot, iegūst šķembas betonam. Oļus, smiltis, granti un mālus celtniecībā lieto neapstrādātā veidā.

● Iežu minerālo sastāvu, uzbūvi un īpašības nosaka to izcelsme. Atkarībā no tās iežus iedala 3 lielās grupās un vairākās apakšgrupās.

1. Izvirdumu ieži.
   Dziļuma ieži: granīts, diorīts, sienīts, gabro.
   Blīvie izplūdumu ieži: andezīts, porfīrs, diabazs, bazalts.
   Porainie izplūdumu ieži: tufs, lava, vulkāniskie pelni.
2. Nogulumu ieži.
   Irdenie drupu ieži: smiltis, oļi, māli.
   Sacementējušies drupu ieži: smilšakmens, konglomerāti.
   Ķīmiskas izcelsmes ieži: dolomīts, magnezīts, ģipsis, anhidrīts, daži kaļķakmeņi.
   Organogēnie ieži: krīts, trepels, diatomīts, vairums kaļķakmeņu.
3. Metamorfie ieži: marmors, kvarcīti, gneisi, mālainie slānekļi.

3.1. IEŽU ĪPAŠĪBU RAKSTUROJUMS

Izvirdumu ieži visumā ir izturīgi jebkuros klimatiskajos apstākļos, un praktiski tie ir pietiekami izturīgi arī pret skābu gāzu un vāju koncentrāciju skābju iedarbi.

Metamorfie ieži — gneisi, kvarcīti un marmori — ilgstošā gaisa ogļskābes un citu gāzu, kā arī mitruma un tiešā ūdens iedarbē korodējas un sadēdē.

Kaļķakmeņi un dolomīti, ja tie nesatur daudz mālaiņa, normālos klimatiskajos apstākļos ir izturīgi. Skābā vidē visu veidu kaļķakmeņi ķīmiski noārdās.

Smilšakmeņi, kas sacementējušies ar kramaini, ir izturīgi visos klimatiskajos apstākļos, kā arī skābo gāzu un skābju vidē.

Smilšakmeņiem, kuros smilšu graudiņi sacementējušies ar kalcītu vai dolomītu, ir vāja mehāniskā stiprība un izturība atmosfēras apstākļos. Skābā vidē šie akmeņi viegli sairst.

Kaut gan vairums dabisko būvakmeņu atmosfēras apstākļos ir ļoti izturīgi, tomēr, ievērojot mūsdienu lielpilsētu un rūpniecības centru lokālo agresīvo klimatu, arī šo materiālu aizsardzībai pret bojāšanos jāpievērš uzmanība.

3.2. DABISKO BŪVAKMEŅU ATBILSTĪBAS VĒRTĒŠANA

Dabisko būvakmeņu tehniskās īpašības un piemērotība dotajam objektam jāvērtē atkarībā no šādiem apsvērumiem.

— Jau normālos apstākļos saules staru iedarbe var izraisīt dabisko būvakmeņu sadēdēšanu, jo akmens masā ieslēgtajiem minerālu kristāliem ir dažāds termiskās izplešanās koeficients un, akmenim atkārtoti sakarstot un atdziestot, tā struktūra kļūst vaļīga un sākas sairšanas process.

— Dabisko būvakmeņu piemērotību celtnei nosaka ne tik daudz to ģeoloģiskā formācija vai ķīmiskais sastāvs, bet gan blīvums un minerālo sastāvdaļu sacementēšanās pakāpe. Ja būvakmens ir porains, tas adsorbē agresīvas gāzes un uzsūc ūdeni. Tāds būvakmens nav izturīgs pret agresīvām gāzēm un nav arī salizturīgs.

Arī akmens mikroplaisiņas, kuras dažkārt ar aci nav saskatāmas, atmosfēras apstākļos var sekmēt akmens plaisāšanu un sadēdēšanu.

— Dabiskā būvakmens cietība raksturo tā nolietošanās pretestību, bet ne stiprību. Spiedes un triecienu robežstiprība ir noteicošie rādītāji, kas raksturo akmens atbilstību. Šiem rādītājiem jāatbilst izvirzītajām tehniskajām prasībām.

— Jāievēro, ka arī bioloģiskie procesi var izraisīt dabisko būvakmeņu bojāšanos. Visbiežāk bojājumus nodara pirmatnējie augi: aļģes, ķērpji un sūnas, kas mitros apstākļos veģetē uz būvakmens virsmām. Šie augi savos dzīvības procesos izdala ogļskābo gāzi, dažādas organiskās skābes, kā arī dažus fermentus, kas spējīgi šķīdināt ne tikai kalcija karbonātu saturošos būvakmeņus. Minēto augu iedarbē pat granīta slīpētā, pulētā virsma kļūst negluda, raupja.

3.3. PASĀKUMI PRET SAIRŠANU

Rūpīgi jāizvēlas dotajam nolūkam atbilstošs akmens materiāls, tas rūpīgi jāsagatavo, jāapstrādā, piesardzīgi jātransportē un lietpratīgi jāiestrādā savā vietā.

● Akmens materiāla salaidvietas, lai tajās neiekļūtu ūdens, rūpīgi jānoblīvē ar atbilstošu javu. Dzega, kā arī citas līdzīgas būvelementu salaidvietas nedrīkst atrasties vienā līmenī ar mūri.

● Dekoratīvie dabiskā akmens būvelementi laiku pa laikam jāatbrīvo no putekļiem, kvēpiem, eļļainām vielām, pelniem un augu daļām. Tie jāmazgā ar kādu sintētisko mazgāšanas līdzekli, lietojot mīkstu saru vai kaprona suku. Smilšu strūklu, cietas tērauda sukas, skābes un citus tīrīšanas līdzekļus, kas var sabojāt dekoratīvā būvelementa virsmu, šim nolūkam lietot nedrīkst.

● Ja dekoratīvajam dabiskā akmens būvmateriālam draud bojāšanās, to apmiglo ar 3—5% silikona «ГКЖ-94» emulsiju.

— Ja akmens ir ļoti porains un sāk bojāties, to apstrādā ar karstu, līdz apmēram 160 °C sasildītu lineļļu.

— Dažreiz dekoratīvos akmens būvelementus apstrādā ar benzīnā izšķīdinātu parafīnu.

— Lai saglabātu dolomītu un citus kaļķakmeņus, kā arī smilšakmeņus, kuru sastāvā ietilpst kalcija savienojumi, ieteicama fluatēšana. Fluatēšanai lieto magnija, alumīnija vai cinka silikofluorīdus.

4. MĀKSLĪGIE BŪVAKMENS MATERIĀLI

Celtniecībā mākslīgos būvakmens materiālus daudz ērtāk izmantot nekā dabiskos, jo tiem ir noteikta, precīza forma un standartos paredzētas visas pārējās tehniskās īpašības. Pie mākslīgajiem būvakmens materiāliem pieskaitāmi apdedzinātie ķieģeļi, kārniņi, drenu caurules, sienu plāksnītes un daudzi citi keramikas izstrādājumi. Agrāk, lai apdedzināto ķieģeļu mūra fasādēm piešķirtu glītu arhitektonisku un estētisku izskatu, uzstrādāja apmetumu. Mūsdienās fasādes sienas arvien vairāk veido no silikātķieģeļiem. Tās ir glītas arī bez apmetuma. Strauji attīstoties betona izstrādājumu ražošanas tehnoloģijai un celtniecības tehnikai, vecā monolītā betona vietā arvien biežāk lieto gatavus betona izstrādājumus — blokus, flīzes, paneļus un daudzus citus būvelementus. Starp citu, minētos izstrādājumus izmanto ne tikai ēku sienām, pārsegumiem, jumtiem, bet arī kā materiālu ceļu un ietvju bruģēšanai.

4.1 .APDEDZINĀTIE BŪVAKMENS MATERIĀLI

Ķieģeļus, kā arī citus keramiskos būvmateriālus veido no māliem un apdedzina pie temperatūras 900—1200 °C. Apdedzināšanas procesā mālos noris ķīmiskas un fizikālas pārvērtības, māli zaudē savu ķīmiski saistīto ūdeni, tā rezultātā izveidojas mehāniski stiprs un izturīgs mākslīga akmens materiāls.

4.1.1. Ķieģeļi

Ķieģeļu ārējais izskats, forma, stiprība, salizturība un krāsa ir atkarīga no mālu masas minerālā sastāva, kā arī no tā, cik rūpīgi masa sagatavota, kā ķieģelis veidots, žāvēts, apdedzināts un transportēts. Labam ķieģelim ir

pareiza forma, vienmērīga krāsa un gluda lūzuma vieta. Nevienmērīga ķieģeļu krāsa, drupena lūzuma vieta rāda, ka māli ar smiltīm nav pietiekami rūpīgi samaisīti, ķieģeļi pirms apdedzināšanas nepilnīgi izžāvēti vai arī nepilnīgi, nevienmērīgi apdedzināti.

● **Ķieģeļu krāsa** ir atkarīga no dzelzs (III) oksīda — Fe_2O_3 daudzuma, kā arī no kaļķu daudzuma mālos. Jo vairāk dzelzs oksīda ir mālu sastāvā, jo sarkanāks ķieģelis. Apdedzinot ķieģeļus pie ļoti augstas temperatūras vai arī reducējošā liesmā, Fe_2O_3 pāriet dzelzs (II) oksīdā — Fe_2O, pie tam ķieģeļi iegūst zilganpelēcīgu vai zilganmelnu nokrāsu. Ja apdedzina mālu masu, kurā ir maz dzelzs oksīda, bet daudz kalcija karbonāta (kaļķu), iegūst dzeltenīgus ķieģeļus.

● **Kaļķu piejaukumi** bieži vien ir cēlonis zemai ķieģeļu kvalitātei, jo parasto mūra ķieģeļu ražošanai izmanto mālus, kādi atrodami tuvākajā apkārtnē. Tie var saturēt vairāk vai mazāk smilšu un lielos daudzumos kaļķakmens piemaisījumus. Ja mālos kaļķakmens atrodas smalku daļiņu veidā, tad tā daudzums drīkst sasniegt 25%. Šāds smalki dispersa veida kaļķakmens ķieģeļu apdedzināšanas procesā ķīmiski piesaistās kramaiņa daļiņām, izveidojot stipru, izturīgu ķieģeļa komponentu — kalcija silikātu.

Ķieģeļu un keramisko būvmateriālu izgatavošanai nedrīkst lietot mālus, kuru masā atrodas kaļķakmens gabaliņi kaut vai zirņu lielumā, jo apdedzināšanas procesā ķieģeļa masā ieslēgtie kaļķakmens gabaliņi pārvēršas kalcija oksīdā — CaO, kurš, ķieģelim vēlāk samitrinoties ar ūdeni, sāk veldzēties, palielinās tilpumā, rada ievērojamus iekšējos spriegumus, no kā ķieģelis sasprāgst vai arī tajā izveidojas krāterveida iedobumi. Šādos gadījumos ķieģelis un nereti viss mūrējums zaudē stiprību un, ja tas apmests, apmetums nokrīt.

Sulfāti — sēra savienojumi ķieģeļos rada neglītus izsvīdumus un plīsumus. Jāievēro, ka ģipsis — $CaSO_4$ un dzelzs sulfīds — FeS_2 var būt mālu sastāvā. Sēra savienojumi ķieģeļos var nokļūt arī tad, ja tos apdedzina ar sēru saturošām degvielām.

Mūru ķieģeļus izgatavo no vietējiem, ne vienmēr augstvērtīgiem māliem, apdedzinot tos pie zemākās temperatūras (900—1100 °C). Šādi ķieģeļi ir poraināki, mīkstāki, ar drupenu lūzuma vietu un vājāku siltumvadāmību, bet tie kāri uzsūc kā lietus, tā zemes mitrumu. Kaut gan, iestā-

joties sausākiem apstākļiem, ķieģeļi izžūst un ūdens iztvaiko atmosfērā, tomēr tās vielas, kuras ūdens saturēja izšķīdušā veidā, paliek ķieģeļa mūrī. Tā, piemēram, ja atmosfēras sēra dioksīds — SO_2, sēra paskābe — H_2SO_3 vai sērskābe — H_2SO_4 kopā ar lietus vai augsnes ūdeņiem nokļūst ķieģeļu mūrī, tās, ķīmiski reaģējot ar mūrējuma javas kalcija savienojumiem, rada ģipsi, kas iesūcas ķieģeļa porās, kur, uzņemot kristalizācijas ūdeni, palielina savu tilpumu, rada iekšējos spriegumus un tādējādi izraisa ķieģeļu sairšanu. No šādiem mūriem apmetums parasti nokrīt, bet, ja mūra sienas nav apmestas, uz ķieģeļu virsmām parādās neglīti, balti izsvīdumi.

Porainie mūra ķieģeļi parasti nav salizturīgi, tie viegli samirkst un sasalstot sadrūp. Ķieģeļu salizturībai jāiztur ne mazāk kā 15 sasalšanas-atkušanas cikli. Tāpēc, ceļot ēku, jālieto labi apdedzināti ķieģeļi ar 1700—1900 kg/m³ tilpummasu un mērenu ūdens uzsūkšanas spēju. Mūra ķieģeļu ūdens uzsūkšanas spēja nedrīkst būt zemāka par 8%, jo, palielinoties tā blīvumam, pieaug siltumvadāmība.

Fasādes ķieģeļu izgatavošanai lieto augstvērtīgākus, grūtāk kūstošus mālus. Tiem ir precīzāka forma un izmēri, kā arī vienmērīgāka krāsa. Šie ķieģeļi ir stiprāki uz spiedi, ar blīvāku uzbūvi un augstāku siltumvadāmību.

Ķieģeļu ķīmiskā izturība ir atkarīga no to porainības pakāpes. Laba minerālā sastāva, pareizi apdedzināti ķieģeļi ir izturīgs būvmateriāls, uz tiem neiedarbojas daudzas ķīmiskās vielas, arī vājāku koncentrāciju skābes.

Ķieģeļiem bīstamas ir tādas ķīmiskas vielas, kas, ar ūdeni nokļūstot ķieģeļa masā, sāk kristalizēties. Tā, piemēram, magnija, kā arī nātrija sulfātam nokļūstot ķieģelī un kristalizējoties, palielinās tā tilpums, no kā ķieģelī rodas iekšējie spriegumi, kas saārda ne tikai ķieģeli, bet bieži vien arī visu mūri.

● Izsvīdumus uz ķieģeļu mūru virsmām izraisa daudzi ūdenī šķīstošie sāļi — nātrija hlorīds, kalcija hlorīds, kalcija sulfāts, nātrija sulfāts u. c. Šie sāļi ķieģeļu mūra sienās nokļūst caur ceļtnes pamatiem un sienu kapilāriem ar gruntsūdeņiem un augsnes ūdeņiem, kas sūcas uz augšu. Mūrī nokļuvušais kapilārais mitrums pakāpeniski iztvaiko uz sienas ārpusi atmosfērā, bet tajā izšķīdušie sāļi paliek uz sienas virsmas, kur kristalizējas neglītu izsvīdumu veidā. Ja ķieģeļu mūrim uzstrādāts apmetums, izsvīdumi veidojas uz tā virsmām. Tāds apmetums ātri sairst un nokrīt.

— Izsvīdumu novēršanai jārod konstruktīvi risinājumi celtnes efektīvai aizsargāšanai pret augsnes ūdeņu un gruntsūdeņu iesūkšanos sienās un citās konstrukcijās. Lietus ūdens iesūkšanos ķieģeļu mūra sienās var novērst, tās apmiglojot ar silikonu sveķu šķīdumu vai emulsiju. Silikonu apmiglojums neļauj lietus ūdenim iesūkties ķieģeļu mūrī, bet netraucē sienas mitrumam iztvaikot atmosfērā.

4.1.2. Jumtu kārniņi

Kārniņi ir viens no visvecākajiem minerālajiem jumtu seguma materiāliem, kuru pēdējos gados reti kad izmanto. Kārniņu ražošanai lieto treknākus, plastiskākus mālus nekā ķieģeļu izgatavošanai. Kārniņu formai jābūt pareizai, malām līdzenām, virsmai gludai. Piesitot ar veserīti, kārniņam jāizdod tīra skaņa. Kārniņu salizturībai jābūt ne mazākai par 25 sasalšanas-atkušanas cikliem.

4.1.3. Keramikas plātnītes

Keramikas plātnītes izgatavo dažādām celtniecības vajadzībām: fasāžu un iekšsienu apdarei, kā arī grīdām. Tās var būt baltas vai krāsainas, glazētas un neglazētas. To ūdens uzsūktspēja nedrīkst pārsniegt 14%, bet salizturībai jānodrošina ne mazāk kā 25 sasalšanas-atkušanas cikli.

4.2. STIKLS CELTNIECĪBĀ

Stikls ir kvarca smilšu, kaļķu un sodas vai potaša sakausējums. Ievērojot stikla izcilo gaismas caurlaidību, vājo siltumvadāmību un citas tehniskās īpašības, to pēdējos gados arvien plašāk izmanto celtniecībā.

Vides temperatūrai paaugstinoties, stikls izplešas visās trijās dimensijās. Tas jāievēro projektējot, kā arī izpildot celtniecības darbus. Jāņem vērā, ka koka rāmji uzbriest un dzelzs rāmji rūsē. Kā vienā, tā otrā gadījumā var rasties pārāk lieli spriegumi, no kuriem stikla rūtis saplīst.

Stiklam ir vāja siltumvadāmība. Parastā vienstikla rūts pēc savas siltumvadāmības atbilst apmēram 12 cm biezai ķieģeļu sienai. Dubultlogu siltumvadāmība ir daudzkārt vājāka.

Neviens stikls nav izturīgs pret mitruma un ķīmikāliju iedarbi. Ilgstošā ūdens iedarbē stikla virsmā noris ar aci

nepamanāma uzbriešana. Ūdens difundē stiklā, tā sastāvdaļu Na_2SiO_3 un $CaSiO_3$ molekulās, atšķeļot sārmzemju hidroksīdus NaOH, KOH un $Ca(OH)_2$, kas kopā ar atbrīvoto kramskābi hidratizējas. Karstā ūdenī šis process noris daudz ātrāk un intensīvāk.

Daži mazvērtīgākie stikli, parastā atmosfēras mitrumā atskaldot kramskābi, dažu gadu laikā zaudē savu gaismas caurlaidību. Tas sevišķi bieži novērojams pirtīs un rūpnīcās, kur logu stikli ilgstoši pakļauti mitruma iedarbei.

Ja stikli tā iesaiņoti, ka starp atsevišķām plātnēm var nokļūt mitrums, tur rodas koncentrēts sārmu šķīdums, kas stiklus dažu nedēļu laikā var padarīt nelietojamus. Tādos gadījumos stikla plātnes pārklājas ar bālganu, nenomazgājamu smalku kristālu kārtu un sacementējas kopā tā, ka tās vairs nav atdalāmas cita no citas.

Sārmaini šķīdumi, it sevišķi karsti, agresīvi iedarbojas uz stiklu. Tāpēc logu stiklu mazgāšanai nav ieteicams lietot ziepju šķīdumus. Logu mazgāšanai vispiemērotākie ir nejonogēnie tenzīdi — sintētiskie mazgāšanas līdzekļi.

Skābes neiedarbojas uz stikliem, tāpēc dažreiz logu stiklu mazgāšanai lieto 2% sālsskābes šķīdumu.

4.3. NEAPDEDZINĀTIE BŪVAKMENS MATERIĀLI

No dažādo minerālo saistvielu, kaļķu, ģipša vai cementa javām izgatavo dažādus būvakmens blokus, paneļus, flīzes u. tml., ko plaši izmanto celtniecībā. Īsumā apskatīsim šo materiālu tehniskās īpašības, stiprību un izturību no būvaizsardzības viedokļa.

4.3.1. Betona būvakmeņi

Celtniecībā visizplatītākie ir betona būvakmeņi, kurus izgatavo dažādu izmēru un formas bloku, plātņu, paneļu un citu izstrādājumu veidā. Tos izmanto gan nesošām, gan norobežojošām konstrukcijām, logu un durvju sleņģiem, kāpņu pakāpieniem, paneļiem, celtņu dekoratīvai apdarei utt. Bez tam betona plātnes izmanto ielu un ietvju iesegšanai.

Betons ir ciets, mehāniski stiprs un izturīgs mākslīga akmens materiāls, kas rodas, sacietējot attiecīgi dozētiem

cementa-smilts-pildvielu-ūdens maisījumiem. Betona pildvielas sasaista cements. Cementa daudzums betonā parasti ir no 8% līdz 15% un pildvielas no 80% līdz 85% no betona kopējā tilpuma.

Visu veidu cementa betoni ir lielākā vai mazākā mērā ūdenscaurlaidīgi. Gadījumos, kad caur betona akmeni iespējama ūdens filtrēšanās, no betona izskalojas vieglāk šķīstošie komponenti un betons sāk zaudēt savu stiprību. — Ievērojot, ka visu veidu cementi satur zināmu daudzumu kaļķu, skābā vidē tie nav izturīgi.

4.3.2. Gāzbetona būvakmeņi

Gāzbetons ir porains, viegls, mākslīgs minerāls būvmateriāls ar vāju siltumvadāmību. Tā izstrādājumi ir bloku, plātņu, paneļu un dažādu citu būvelementu veidā, kurus jau vairākus gadu desmitus celtniecībā plaši lieto gan kā konstruktīvo, gan kā siltumizolācijas vai dekoratīvo materiālu.

Gāzbetonu viegli apstrādāt zāģējot, cērtot, urbjot u. tml. Sausa gāzbetona siltumvadāmība ir līdz 4 reizes vājāka nekā ķieģeļu vai betona mūriem. Mūsu klimatiskajos apstākļos 25 cm bieza, sausa gāzbetona ārsiena pilnīgi nodrošina dzīvojamās ēkas siltuma režīmu.

Gāzbetona poru diametrs ir 0,5—1,0 mm, pie tam tikai daļa no tām ir noslēgtas, vairums to ir savstarpēji savienotas. Pa savstarpēji savienotajām porām mitrais gaiss, ūdens tvaiki un ūdens dziļi ieplūst gāzbetona blokos un paneļos, no kurienes tos grūti dabūt laukā. Ar ūdeni samirkušu gāzbetona būvelementu ekspluatācijas apstākļos ir grūti izžāvēt. Tāpēc gāzbetona izstrādājumi paredzēti sausām telpām, ar normālu siltuma un mitruma režīmu. Lietojot gāzbetona būvelementus mitrākos apstākļos, nepieciešami īpaši pasākumi to aizsardzībai pret ārējās vides, it sevišķi pret mitruma iedarbi.

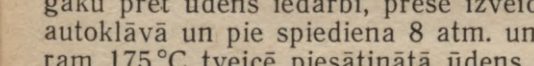
Gāzbetonu izgatavo no minerālo saistvielu, minerālo pildvielu un ūdens maisījuma — javas. Lai javā izveidotos poras, tajā ievada vielas, kas, ķīmiski reaģējot ar saistvielu sārmainajiem komponentiem, izdala gāzi, kura to saputo — uzpūš. Tādējādi sagatavotai javai sacietējot, rodas porains, viegls, ciets un pietiekami stiprs būvmateriāls — gāzbetons.

Kā saistvielas gāzbetona izgatavošanai lieto portlandcementu vai portlandcementu ar kaļķu piedevu, vai arī tikai kaļķus. Kā pildvielu gāzbetona izgatavošanai mūsu apstākļos lieto galvenokārt smalkas kvarca smiltis. Poru veidošanai javā ievada sasmalcinātu metālisko alumīniju smalka pulvera veidā.

Ja kā saistvielu lieto kaļķus, to sārmainība ir pietiekama, lai notiktu ķīmiskā reakcija ar alumīnija pulveri. Turpretim, ja par javas saistvielu izmanto portlandcementu, tā sārmainība nav pietiekama, un, lai to palielinātu, javai pieliek attiecīgu daudzumu nātrija hidroksīda.

Alumīnijam reaģējot ar kaļķiem, atbrīvojas gāze — ūdeņradis — un rodas jauns, ciets, mehāniski izturīgs gāzbetona komponents — kalcija alumināts.

Reakcija noris šādi:



$$2Al + 3Ca(OH)_2 + 6H_2O \longrightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O + 3H_2.$$

Izgatavojot gāzbetona izstrādājumus, ražošanas process jāiekārto tā, lai visa gāze (ūdeņradis) izdalītos līdz javas cietēšanas sākumam.

4.3.3. Silikātķieģeļi

Silikātķieģeļi ir mākslīgi būvakmeņi, kurus speciālās presēs veido no kaļķu-smilšu-ūdens maisījuma — javas. Lai paātrinātu javas cietēšanu un ķieģeli padarītu izturīgāku pret ūdens iedarbi, presē izveidotos ķieģeļus ievieto autoklāvā un pie spiediena 8 atm. un temperatūras apmēram 175 °C tveicē piesātinātā ūdens tvaikā 6—8 stundas. Piesātināts ūdens tvaiks autoklāvā nepieciešams, lai tvaicējamais izstrādājums (ķieģelis) nepārtraukti atrastos mitrumā.

Autoklāva apstrādes apstākļos starp kaļķu daļiņām un kvarca smilšu graudiņu virsmas slāņiem noris ķīmiska mijiedarbība, kuras rezultātā rodas stabils savienojums — kalcija hidrosilikāts, kas smilšu graudiņus sacementē kopā. Tādējādi izveidojas mākslīgs akmens materiāls — silikātbetons, kas ir ilgstoši stiprs un ūdensizturīgs. Jāatzīmē, ka ekspluatācijas apstākļos silikātķieģeļu stiprība un izturība sakarā ar brīvā kalcija hidroksīda karbonizēšanos pakāpeniski pieaug.

Silikātķieģeļus galvenokārt izmanto fasādēm, jo to precīzā forma nodrošina ēku sienām glītu ārējo izskatu. Tikai

retos gadījumos silikātķieģeļu fasādēm uzstrādā apmetumu.

— Silikātķieģeļu fasāžu krāsošanai vispiemērotākās ir minerālkrāsas.

— Silikātķieģeļu mūrēšanai lieto kaļķu vai kaļķu-cementa javu.

— Ja gludajam silikātķieģeļu mūrim paredzēts uzstrādāt apmetumu, labi jāiztīra šuves 1,5 cm dziļumā un sienas jāpadara raupjas, aptraipot tās ar stiprāku cementasmilšu javu. Īsi pirms apmetuma uzstrādāšanas mūris labi jāsaslapina ar ūdeni.

— Tā kā silikātķieģeļi satur daudz brīvo kaļķu, skābā vidē tie ir daudzkārt neizturīgāki nekā apdedzinātie ķieģeļi.

— Agresīvās skābās gāzes, kā arī daudzi sāļi, nokļūstot silikātķieģeļu mūra porās un kapilāros, izraisa to bojāšanos. Tāpēc tur, kur gruntsūdeņi var saturēt agresīvas vielas (piemēram, pamatiem), silikātķieģeļus nelieto.

4.3.4. Ģipša izstrādājumi

Celtniecībā jo plaši izmanto ģipša izstrādājumus — sienu flīzes, starpsienu paneļus, sauso apmetumu, akustisko materiālu, grīdu iesegumu un telpu apdares materiālu. Ģipša izstrādājumiem zema stiprība, tie piemēroti tikai nenoslogotām konstrukcijām un arī tikai sausās telpās.

5. JAVAS UN APMETUMI

Javas. Par būvjavām sauc smalkgraudainu (graudu izmēri — līdz 4 mm) minerālo pildvielu, saistvielu un ūdens maisījumus. Kā saistvielas būvjavām izmanto cementus, kaļķus un citas minerālās saistvielas.

Betoni ir rupjgraudaini (graudu izmēri lielāki par 4 mm) minerālo pildvielu, saistvielu un ūdens maisījumi. Betoniem kā saitvielas galvenokārt izmanto cementus.

Saistvielas ir minerālas vielas, kas mitrā vidē ķīmisku vai fizikālu procesu rezultātā sacietē.

5.1. MINERĀLĀS SAISTVIELAS

Visas minerālās saistvielas iedalāmas divās grupās: hidrauliskās, kas sacietē ūdenī arī bez gaisa klātbūtnes, un gaisā cietējošās.

5.1.1. Hidrauliskās saistvielas

Hidrauliskās saistvielas — cementi un hidrauliskie kaļķi, iejaukti ūdenī, sacietē un ilgstoši saglabā savu stiprību kā gaisā, tā ūdenī. Te jāievēro, ka hidraulisko saistvielu javas cietē un to stiprība pieaug tikai tad, ja tās ir pietiekami mitrā stāvoklī. Ja hidraulisko saistvielu būvjava cietēšanas laikā kaut kādu apstākļu dēļ zaudē cietēšanai nepieciešamo ūdeni, tās stiprība samazinās un būvjava neiegūst optimālas tehniskās īpašības.

5.1.2. Gaisā cietējošās saistvielas

Gaisā cietējošās saistvielas — kaļķi, ģipsis un magneziālās saistvielas, iejauktas ūdenī, sacietē, bet savu stiprību tās saglabā tikai gaisā. Ilgstošā saskarē ar ūdeni tās pakāpeniski sairst.

5.2. MINERĀLĀS PILDVIELAS

Mūsu apstākļos būvjavu sagatavošanai galvenokārt izmanto upju vai bedru kvarca smiltis.

5.2.1. Smiltis

Smiltīm jābūt tīrām, bez mālu un organisko vielu piejaukumiem. Mālu saturs smiltīs nedrīkst pārsniegt 2%. Jāievēro, ka mālu daļiņas sevī uzņem daudz ūdens, ilgstoši to saglabā, no kā apmetumā rodas sala bojājumi. Bez tam mālus saturošas būvjavas izžūstot sarūk un apmetumā rodas plaisas.

— Sēra savienojumu un kaļķakmens daļiņu smiltīs nedrīkst būt vairāk par 1%.

— Dūņu, humīnvielu un citu organisko vielu piejaukumus smiltīs nedrīkst saturēt.

— Vispiemērotākās būvjavām ir asšķautnainās upes smiltis ar dažāda lieluma graudiņiem — no 0,1 līdz 4,0 mm (6.2. att.). Jūras kāpu smiltis būvjavu pagatavošanai parasti nelieto, jo tās ir pārāk smalkas, ar noapaļotu formu un tās var saturēt dažādus jūras sāļus, kas mūra šuvēs vai uz apmetuma var radīt izsvīdumus.

Ja būvjavu pagatavošanai izmanto smalkās jūras kāpu smiltis, attiecīgi jāpalielina saistvielu, cementa vai kaļķu piedeva.

5.3. ŪDENS

Vispiemērotākais būvjavu pagatavošanai ir mīksts ūdens ar cietību 5—10°. Cietie ūdeņi var saturēt sāļus, kas rada izsvīdumus un būvkonstrukciju bojājumus.

Jūras, purva, kā arī dažāda veida notekūdeņi būvjavu pagatavošanai nav piemēroti, jo pazemina to stiprību un rada izsvīdumus.

5.4. BŪVJAVAS

Atkarībā no pielietošanas veida būvjavas iedala 3 grupās: mūrjavas, apdares javas un speciālās javas.

5.4.1. Būvjavu pamatīpašības

No ķieģeļiem vai cita veida būvakmens materiāliem celta mūra vai tā apmetuma stiprību, izturību ārējās vides iedarbē lielā mērā nosaka javas iestrādājamība, tās blīvums un kontakts, kāds izveidojas starp javu un būvakmeņu virsmām. Pat niecīgi tukšumi javā samazina tās stiprību un līdz ar to izturību.

Javas iestrādājamība ir atkarīga no tās plūstamības un no ūdens noturēšanas spējām. Šīs īpašības java iegūst tad, ja, to sagatavojot, lieto attiecīgam nolūkam atbilstošus materiālus un pie tam optimālās daudzuma attiecībās.

Te liela nozīme ir pildvielas — smilšu granulometriskajam sastāvam. Smilts graudiņu lielumam jābūt dažādam, sākot no 0,1 līdz 4,0 mm. Javā visiem tukšumiem starp atsevišķiem smilšu graudiņiem jābūt aizpildītiem ar saistvielas mīklu, katram smilšu graudiņam jābūt pārklātam ar saistvielas mīklas kārtiņu. Jāievēro, ka mūrjavu vai apdares javu uzstrādā bez vibrācijas, bez mehāniskas noblīvēšanas, tāpēc tai jābūt pietiekami plūstošai, lai starp būvakmeņu horizontālajām un vertikālajām virsmām pilnīgi aizpildītu visus tukšumus.

● Javas plūstamību nosaka ar standarta konusu, izmērot tā iegrimes dziļumu. Kaut gan šie rādītāji ir nosacīti, tomēr praksē tie sekmīgi izmantojami. Parasti ķieģeļu mūrjavām konusa iegrimšanas dziļumu pieņem 9—13 cm, bet vibrētām skaldītu akmeņu javām — 1—3 cm.

Ja java sastādīta no piemērotiem komponentiem un tie ņemti vajadzīgās daudzuma attiecībās, tad tā ir vienmērīgs maisījums, pie tam ūdens neatslāņojas no saistvielas-smilšu maisījuma. Turpretim, ja java nav pareizi sastādīta un tai nav ūdens noturēšanas spēju, — ūdens atslāņojas.

Ja javā ūdens ir par maz, tad, javai sacietējot, tā neiegūst vajadzīgo stiprību. Turpretim, ja būvjavā ūdens ir pārāk daudz, tās plūstamība palielinās, bet sacietēšanas procesā liekais ūdens javā izveido poras, kapilārus un cita veida tukšumus. Javai sacietējot, liekais ūdens iztvaiko, poras un tukšumi atbrīvojas no ūdens, bet, tai atkal nonākot lietū vai citādā veidā samirkstot, ūdens no jauna aizpilda visus tukšumus. Tāda java nav salizturīga.

● Jāievēro, ka parastie mūra ķieģeļi un citi porainie būvakmeņi no būvjavas kāri uzsūc ūdeni un javas plūstamība krasi pazeminās. Tādos gadījumos nereti java tā

atūdeņojas, ka tai trūkst sacietēšanai nepieciešamā ūdens un tā neiegūst savu optimālo stiprību.

No teiktā izriet, ka javas iestrādājamība ir svarīgs faktors, kas noteic javas tehniskās īpašības un tās salizturību. Sala ārdošā iedarbe izpaužas tieši tur, kur javā izveidojušās poras, kapilāri, kavernas vai cita veida tukšumi, kā arī tur, kur ieklāšanas laikā pazeminājusies javas iestrādājamība — tā zaudējusi savas plastiskās īpašības — kļuvusi stingra. Tāpēc, veidojot mūri no porainiem akmeņiem, ķieģeļiem vai uzstrādājot apmetumu uz ūdeni uzsūcošas sieņas, tie jāsaslapina ar ūdeni.

5.4.2. Mūrjavas

Mūrjavas lieto ķieģeļu, plēsto akmeņu, kā arī lielu izmēru būvelementu samūrēšanai. Mūrjavai sacietējot jābūt tik stiprai, lai tā izturētu projektā paredzēto mehānisko slodzi. Tajā pašā laikā sacietējušai javai jābūt pietiekami elastīgai, lai, mūrim sēžoties vai vibrējot, tā neplaisātu.

Ja mūrēšanai lieto pārāk treknu, cietu javu, tad pēc sacietēšanas tajā rodas plaisiņas, pa kurām lietus kopā ar agresīvajām gāzēm var dziļi iesūkties mūrī un izraisīt tālākus bojājumus.

5.1. tabula

Orientējošas mūrjavas sastāva tilpuma attiecības

Javas grupa	Cements	Kalķi, veldzēti	Smilts	Javas piemērotība
Vidējais litra svars, kg/*l*	1,2	0,6	1,3	
I	—	1	3	Mūrjavas, kurām neizvirza sevišķas stiprības prasības
II	1	2	8	Vidējas stiprības mūrjavas (25 kg/cm²)
III	1	—	4	Augstas stiprības mūrjavas (100 kg/cm²)

Šo 3 grupu mūrjavu sastāvi, praktiskais pielietojums redzams 5.2. tabulā.

5.2. tabula

Mūrjavu grupu piemērotība dažādiem mūrējumiem

Noslogotām sienām		Javas grupas piemērotība atkarībā no ēkas stāviem		
Sienu biezums, cm	Stāvu skaits	I	II	III
<24	⩾1	nepiejaujams	piejaujams	piejaujams
⩾24<36,5	⩽2	piejaujams	piejaujams	piejaujams
	>2	nepiejaujams	piejaujams	piejaujams
⩾36,5	⩾1	piejaujams	piejaujams	piejaujams
Pagrabu sienām		nepiejaujams	piejaujams	piejaujams
Velvēm	dzīvojamās ēkās	nepiejaujams	nepiejaujams	piejaujams
	ēku pagrabos	nepiejaujams	nepiejaujams	piejaujams

5.4.3. Apdares javas

Ir divu veidu apdares javas — ārējiem un iekšējiem apmetumiem. Sīkāk apdares javas iedala 4 grupās, kuru orientējošs sastāvs dots 5.3. tabulā.

Ārējiem apmetumiem piemērotas tikai javas, kas izturīgas dotajos atmosfēras apstākļos. Javai jābūt pietiekami elastīgai, salizturīgai, un tā nedrīkst ievērojami traucēt sienu žūšanu un telpu gaisa izplūdi ārējā atmosfērā. Tāpēc ārējos apmetumus nedrīkst krāsot ar eļļas vai emaljas krāsām, kā arī pārklāt ar citiem tvaiku izolējošiem materiāliem.

Lai novērstu lietus ūdens iesūkšanos sienās, ārējo apmetumu apmiglo ar silikonsveķu šķīdumu vai ar silikona ГКЖ-94 ūdens emulsiju. Jau niecīgs silikonsveķu daudzums apmetuma virsmu padara hidrofobu — ūdeni atgrūdošu un netraucē sienu žūšanu un telpu gaisa apmaiņu ar atmosfēru.

5.3. tabula

Apdares javu orientējošie sastāvi tilpuma vienībās

Javas grupa		Javas sastāvs	Kaļķi, veldzēti	Cements	Ģipsis	Smilts
Vidējais litra svars kg/*l*			0,6	1,2	0,9	1,3
I		Kaļķu-smilts java	1,0	—	—	3,5—4,5
II		Kaļķu-cementa-smilts java	1,5—2	1,0	—	9,0—11,0
III		Cementa-smilts java	—	1,0	—	3,0—7,0
IV	A	Ģipša java	—	—	1,0	—
	B	Ģipša-smilts java	—	—	1,0	1,0—3,0
	C	Ģipša-kaļķu-smilts java	1,0	—	1,0—2,0	3,0—4,0

● Lai ārējais apmetums labāk saistītos ar mūra sienu virsmu, tas jāuzstrādā divās kārtās: pirmā kārta — apakšapmetums, otrā — virsapmetums.

Apakšapmetums jāuzstrādā ar stiprāku kaļķu-cementa javu, bet dažos gadījumos pat ar tīru cementa-smilts javu. Ja apakšapmetums uzstrādāts ar vājāku javu nekā virsapmetums, tad stiprākais virsapmetums to atrauj no mūra un tie abi nokrīt.

Virsapmetumam jābūt liesākam, elastīgākam, «padevīgākam», lai temperatūras maiņas iedarbē tajā neizveidotos pārāk lieli iekšējie spriegumi, kas izraisa tā plaisāšanu. Tāpēc virsapmetumam lieto kaļķu javu vai kaļķu-cementa javu, bet tikai ar nelielu cementa piedevu.

Tīru cementa-smilts javu ārsienu virsapmetumiem nelieto, jo tās pēc sacietēšanas temperatūras svārstību iedarbē saplaisā.

Apdares javu orientējošs sastāvs dots 5.3. tabulā, bet to piemērotība dažādām pamatnēm raksturota 5.4. tabulā.

Iekšējiem apmetumiem var lietot jebkura veida būvjavas saistvielu, jo te tikai izņēmuma gadījumos jānodrošina

5.4. tabula

Ārējo apmetumu javu sastāvu atbilstība
(pēc 5.1. tabulas)

Nr.	Java piemērota	Apmetuma pamatne	Javas grupa pēc 5.3. tabulas	
			Apakšapmetums	Virsapmetums
1		Ūdeni uzsūcošs mūris, akmens, gāzbetons, betons ar raupju virsmu	I	I
2			II	I, II
3	Ārsienu virszemes daļai	Ūdeni maz uzsūcošs blīvs, gluds mūris	I	I
4			II	I, II
5		Normāls betons	III	III
6	Ārējam apmetumam, virspamatam un sienām, kas atrodas zem zemes līmeņa	Visu veidu sienām	III	III

5.5. tabula

Iekšējo apdares apmetumu javu sastāvu atbilstība

Nr.	Java piemērota	Apmetuma pamatne	Javas grupa pēc 3.3. tabulas	
			Apakšapmetums	Virsapmetums
1	Iekšējais apmetums telpās ar normālu gaisa mitrumu, ieskaitot virtuvi un vannas telpas	Ūdens uzsūcošs mūris vai betons ar raupju virsmu	I	I
2			II IV	I, II, IV IV
3		Vāji ūdeni uzsūcošs gluds, blīvs mūris	I	I
4			II IV	I, II, IV IV
5		Smagais betons	III	III
6		Ģipša būvmateriāls	IV	IV
7	Iekšējais apmetums mitrās telpās	Katra veida sienai	Kā visās pārējās telpās, izņemot IV grupas apmetumu	

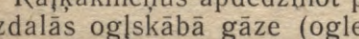
ūdensizturība. Dzīvojamo telpu iekšējam apmetumam jābūt tvaiku caurlaidīgam, jo līdztekus estētiskajām prasībām tā uzdevums ir regulēt telpu mikroklimatu. Tam jāuzņem telpu mitrais gaiss, kas caur sienu porām regulāri jāizvada atmosfērā. Gadījumos, kad telpās iestājas sevišķi mitrs mikroklimats, apmetumam jāuzņem liekais mitrums un, iestājoties sausākiem apstākļiem, tas jāatdod atpakaļ telpām.

Katrā dzīvojamā mājā, katrā dzīvoklī ir virtuve, vannas istaba un sanitārais mezgls, kur parasti ir paaugstināts gaisa relatīvais mitrums. Te apmetumam izvirzītas nopietnākas prasības nekā citās telpās.

Izpildot iekšējo apmetumu darbus, jāorientējas pēc 5.5. tabulas saskaņā ar 5.3. tabulu.

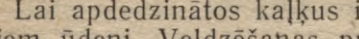
5.4.4. Kaļķu javas

Kaļķakmeņus apdedzinot pie temperatūras 800—1000 °C, izdalās ogļskābā gāze (oglekļa dioksīds), kas izplūst atmosfērā, bet ceplī gabalu veidā paliek kalcija oksīds CaO — apdedzinātie kaļķi. Apdedzināšanas ķīmiskais process noris pēc šāda vienādojuma:



$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2.$$

Lai apdedzinātos kaļķus izmantotu, tos veldzē, pielejot tiem ūdeni. Veldzēšanas procesā apdedzinātie kaļķi izdala daudz siltuma, ķīmiski piesaista sev noteiktu daudzumu ūdens un pārvēršas par kalcija hidroksīdu $Ca(OH)_2$. Veldzēšanas procesā ķīmiskās pārvērtības noris pēc šāda vienādojuma:



$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2.$$

Veldzējot apdedzināto kaļķu gabali sakrīt smalka pulvera veidā, pie tam gandrīz divkārt palielinās to tilpums.

● Senatnē, arī vēl pagājušā gadsimta sākumā, kaļķu javu sagatavošanai veltīja lielāku rūpību un daudz vairāk laika nekā tagad. Tad apdedzinātos kaļķus veldzēja lielākā ūdens daudzumā un pēc tam uzduļķotas mīklas veidā zem ūdens slāniša slēgtās kaļķu bedrēs uzglabāja 3 un vairāk gadus. Šādi ieguva augstvērtīgus, smalki dispersus veldzētos kaļķus un līdz ar to augstvērtīgu kaļķu javu. No veldzēto kaļķu dispersijas pakāpes lielā mērā atkarīga to kvalitāte, kā arī mūrējuma stiprība un izturība. Senās pi-

lis mūrētas ar šādām ilgstoši veldzētu kaļķu javām, un daudzas no tām godam nokalpojušas 1000 un vairāk gadu.

● No fizikāli ķīmiskā viedokļa veldzēto kaļķu mīkla ir divu fāzu sistēma, kurā šķidrā fāze ir ar kalcija hidroksīdu piesātināts ūdens šķīdums un cietā fāze — smalki dispersā kalcija hidroksīda suspensija. Suspendētā kalcija hidroksīda daļiņu lielums atkarībā no apdedzināšanas un veldzēšanas režīma svārstās no 2 līdz 5 μm. Jo vairāk ūdens lietots kaļķu veldzēšanai, jo ilgāk tie atradušies ūdenī suspendētā stāvoklī, jo smalkāka būs kaļķu dispersija un jo vērtīgāki būs kaļķi kā mūrēšanas, tā apdares javām.

● Labi apdedzināti kaļķi ar attiecīgu ūdens daudzumu veldzējas ātri un vienmērīgi, turpretim nevienmērīgi apdedzinātu kaļķu veldzēšana var ilgt dienām un pat nedēļām. Nepilnīgi apdedzinātos, kā arī pārdedzinātos kaļķos atrodas atsevišķi gabaliņi, kuri veldzējas sevišķi lēni, nedēļām un dažreiz pat mēnešiem ilgi. Šādus veldzētos kaļķus bez rūpīgas gabaliņu atsijāšanas caur smalku sietu būvdarbos izmantot nedrīkst, jo tie veldzējas iestrādātā veidā, mūrī vai apmetumā un parasti tad, kad java jau sacietējusi. Tādējādi rodas visnopietnākie mūra vai apmetuma bojājumi.

Šī parādība jo spilgti vērojama dažu ēku sienu apmetumos, kur pilnīgi sacietējušā apmetumā pēc nedēļām vai mēnešiem izsprāgst apmetuma gabaliņi, atstājot neglītas krāterveida bedrītes.

— Vēl bīstamāk šādus lēni veldzējošos kaļķus bez rūpīgas izsijāšanas lietot mūrjavās. Ir gadījumi, kad ķieģeļu mūra sienas, kas mūrētas ar šādiem kaļķiem, pēc gada nonāk avārijas stāvoklī.

● Kaļķu java sakarā ar tās plastiskajām īpašībām ir vērtīgs materiāls kā mūrēšanai, tā arī apmetuma darbiem. Celtnei nedaudz sēžoties, kaļķu javas mūrējumā un arī apmetumā plaisas parasti nerodas.

Svarīgi ir arī tas, ka sacietējušai kaļķu javai un mūra ķieģelim ir ļoti līdzīgs termoizplešanās koeficients. Tāpēc temperatūras svārstības kaļķu javas mūrējumos un apmetumos neizraisa plaisāšanu.

● Ievērojot kaļķu javas apmetuma porainību, tā mazāk piemērota ārējiem apmetumiem, jo ātri un bagātīgi uzņem lietus ūdeni, no tā ārsienas kļūst mitras un dažkārt bojājas telpu iekšējais krāsojums un tapetes.

— Ziemas laikā pēc stipra lietus, kad gaisa temperatūra noslīd zem 0 °C, samircis kaļķu ārējais apmetums sasalstot sairst un nokrīt.

● Kaļķu javas apmetums ir vērtīgs iekšējiem apdares darbiem. Tas uzsūc sevī telpu mitrumu un, telpās iestājoties sausākiem apstākļiem, atdod to telpu atmosfērai. Tāpēc telpās, kur ir kaļķu iekšējais apmetums, sienas nesvīst.

● Viena no vissvarīgākajām kaļķu javas īpašībām, kas nosaka tās piemērotību, ir tās tilpuma stabilitāte. Mūrī vai apmetumā iestrādātā java nedrīkst mainīt savu tilpumu. Ja iestrādātā java cietējot ievērojami maina savu tilpumu, sarūk, mūrējums ir neizturīgs un apmetums saplaisā.

● Javas sagatavošanai vispiemērotākais ir dzeramais ūdens ar cietību līdz 15°. Pārāk ciets ūdens var saturēt sāļus, kas rada izsvīdumus.

● Sagatavojot kaļķu javu, to liesina, piejaucot smiltis. Javas liesināšana ir nepieciešama, jo neliesinātu kaļķu java cietējot stipri sarūk, mūrējumā rodas tukšumi un apmetums plaisā.

Jāievēro arī tas, ka neliesināta kaļķu java ir pārāk blīva, tāpēc gaisa ogļskābā gāze nevar piekļūt javas dziļākajiem slāņiem un nevar norisēt dabiskais kaļķu karbonizēšanās process.

— Parasti kaļķu mūrjavai uz 1 tilpuma daļu veldzētu kaļķu piejauc 3—4 daļas smilšu. Apmetumiem uz 1 tilpuma daļu kaļķu ņem 2—3 daļas smilšu.

● Kaļķu javu nedrīkst lietot pamatu mūrēšanai, jo apakšzemes konstrukcijās kaļķu java nevar žūt, nevar sacietēt un nevar karbonizēties.

● Kaļķu javas cietēšana noris šādi:

Sākumā kaļķu-smilšu javas cietēšanas pamatā ir kalcija hidroksīda pārkristalizēšanās, kristālu saaugšana un kaļķu-smilšu sistēmas nostiprināšanās.

— Turpmāk, gaisa ogļskābai gāzei CO_2 reaģējot ar kalcija hidroksīdu $Ca(OH)_2$, java karbonizējas, pārvēršas par kalcija karbonātu $CaCO_3$, par to pašu vielu, kas bija izmantota kaļķu iegūšanai — par kaļķakmeni. Kaļķu javas karbonizēšanās noris ļoti lēni pēc šāda vienādojuma:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O \longrightarrow CaCO_3 + 2H_2O.$$

● Sausā vidē kaļķi praktiski nekarbonizējas. Tie nekarbonizējas arī tad, ja javā ļoti daudz ūdens, jo ūdens kārtiņa neļauj gaisa ogļskābai gāzei piekļūt kaļķiem. Lai javā norisētu kaļķu (kalcija hidroksīda) karbonizēšanās reakcija, nepieciešami optimāli mitruma līdzsvara apstākļi.

● Kaļķu javas iekšējo apmetumu karbonizēšanos var ievērojami paātrināt, uzstādot telpās koksa krāsni vai propāna gāzes degli. Tādējādi telpu gaisā mākslīgi rodas augsta ogļskābās gāzes koncentrācija un paaugstināta temperatūra un karbonizēšanās process noris daudz ātrāk. Mākslīgās karbonizēšanās laikā telpām jānodrošina mērena vēdināšana, lai novadītu ūdens tvaikus, kas atbrīvojas, kalcija hidroksīdam pārejot kalcija karbonātā. Lai apmetums pārāk ātri nezaudētu savu mitrumu, nedrīkst pārāk paaugstināt telpu temperatūru un radīt caurvēju. Priekšlaicīga apmetuma javas izžūšana pazemina tā stiprību.

5.4.5. Cementa un kaļķu-cementa javas

Tīru cementa-smilts mūrjavu virszemes celtniecības darbos lieto reti, jo ķieģeļu mūrējumiem parasti neizvirza tik augstas stiprības prasības. Uzskata, ka ķieģeļu mūrējuma stiprību nosaka nevis javas, bet pašu ķieģeļu stiprība.

Turpretim mūrējumiem mitrās gruntīs, kā arī konstrukcijās, kas atrodas zemāk par gruntsūdens līmeni vai tieši ūdenī, nepieciešama tīra cementa java ar attiecīgu aktīvu minerālvielu piedevu. Arī dažādo šķidro vielu uzglabāšanas tvertņu mūrējumiem nepieciešama tīra cementa-smilts java.

Ēku sienu apmetumiem cementa javas parasti nelieto, jo sakarā ar apmetuma un mūra nevienādo termiskās izplešanās koeficientu apmetumā rodas plaisiņas, caur kurām agresīvās gāzes un dažāda veida ūdeņi dziļi iesūcas mūrī un rada nopietnus bojājumus.

● Cementa-smilts javu (1 : 3) lieto klinkerķieģeļu mūra šuvju aizpildīšanai, lai caur tām lietus ūdens neiekļūtu starp ķieģeļiem. Treknāka java šim nolūkam nav piemērota, jo tajā var rasties plaisiņas.

● Turpretim parasto, poraino, ūdeni uzsūcošo ķieģeļu mūra šuvju aizpildīšanai tīra cementa-smilts java nav piemērota, jo poraino ķieģeļu mūris lietus laikā uzņem ievērojamu daudzumu ūdens, bet, iestājoties sausākam laikam, to caur kapilāriem izvada uz virsmu, kur tas iztvaiko

atmosfērā. Te blīvais cementa javas aizpildījums traucē ūdens iztvaikošanu — sienas žūšanu.

Ievērojot, ka kaļķu-smilšu java lēni cietē, tai piejauc nedaudz portlandcementa. Portlandcementa piedeva uzlabo javas plūstamību un ievērojami paātrina tās cietēšanu, kā arī padara javu stiprāku un izturīgāku.

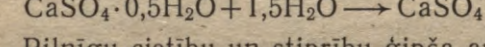
Parasti uz 1 tilpuma daļu cementa ņem 2 daļas kaļķu un 8—10 daļas smilšu.

5.4.6. Ģipša javas

Ģipsi iegūst no ģipšakmens, kura galvenā sastāvdaļa ir kalcija sulfāts ar 2 molekulām ūdens — $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Ģipšakmeni karsējot pie temperatūras 120—180 °C, tas zaudē daļu kristalizācijas ūdens un, ķīmiski neizmainījies, pāriet pushidrātā — $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$, kuru samaļot iegūst būvģipsi.

Ģipsis pieskaitāms gaisā cietējošām saistvielām. Tas piemērots tikai iekšējiem apdares darbiem, tur, kur apmetumi, apdare un cita veida izstrādājumi nav pakļauti tiešai ūdens un mitra gaisa iedarbei.

Pushidrāta ģipsi sajaucot ar attiecīgo daudzumu ūdens, tas ātri, 10—30 minūšu laikā, hidratizējas, t. i., no jauna uzņem kristalizācijas ūdeni un, neizmainot savu ķīmisko sastāvu, pāriet dihidrātā — sacietē. Process noris pēc šāda vienādojuma:



$$CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O + 1{,}5H_2O \longrightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O.$$

Pilnīgu cietību un stiprību ģipša apmetumi un izstrādājumi iegūst tikai pēc to pilnīgas izžūšanas.

Javas izgatavo no tīra ģipša, kā arī no ģipša-smilšu vai ģipša-kaļķu-smilšu maisījumiem. Iekšējiem apmetumiem parasti uz 1 tilpuma daļu ģipša ņem 1 daļu kaļķu un 3 daļas smilšu.

Smilšu piedeva krasi samazina ģipša javas stiprību, jo ģipša kristālu pieķeršanās smilšu graudiņiem ir daudz vājāka nekā ģipša kristālu savstarpējā sacementēšanās.

● Ģipsis visumā grūti šķīst ūdenī, bet ilgstošā mitruma iedarbē tas tomēr pakāpeniski pāriet šķīdumā, pie tam tas pa apmetuma porām un kapilāriem plūst uz leju un uzkrājas apmetuma zemākajos līmeņos. Iestājoties sausākiem laika apstākļiem, ūdens iztvaiko, bet mitrajās apmetuma porās un kapilāros noris ģipša kristalizēšanās, rodas iekšējie spriegumi, kas apmetumu saārda.

● No ģipša kā būvmateriāla trūkumiem jāmin tā pārāk ātrā cietēšana, zemā cietība, vājā mehāniskā stiprība, kā arī nepietiekamā ūdensizturība.

● Cietēšanas laika pagarināšanai ģipša javā kopā ar javas sagatavošanas ūdeni ievada organiskos augstmolekulāros aizsargkoloīdus — kazeīna, dzīvnieku līmes vai arī melases, sulfītatsārma u. tml. vielu šķīdumus.

● Lai ģipša izstrādājumus padarītu cietākus, javā kopā ar tās sagatavošanas ūdeni ievada nātrija silikātu, magnija sulfātu, cinka sulfātu, kālijalumīnija sulfātu (alaunu), vara sulfātu vai dažas citas vielas.

Pēdējos gados ģipša izstrādājumu cietināšanai lieto sintētiskos polimērus: fenola vai krezolformaldehīda, kā arī karbamīda un furāna sveķus. Sintētisko sveķu piedeva ģipša javu ievērojami cietina un zināmā mērā aizsargā pret mitruma iedarbi.

● Fluāti (fluorsilikāti) ģipša javu cietināšanai nav piemēroti, jo tie ar kalciju ķīmiski reaģē tikai karbonātu un hidroksīdu veidā. Ar ģipsi (kalcija sulfātu) fluātu ķīmiskā reakcija nenoris.

● Aizsardzībai pret ūdens un mitruma iedarbi ģipša apmetumus un cita veida izstrādājumus pārklāj ar eļļas vai emaljas krāsām, kā arī ar parafīna un bitumena šķīdumiem organiskajos šķīdinātājos.

— Ģipša būvelementu hidrofobizācijai piemēroti visu veidu silikoni kā šķīdumu, tā emulsiju veidā.

— Jāatzīmē, ka tomēr ģipša javas būvelementi piemēroti tikai iekšējiem darbiem un tikai tur, kur gaisa relatīvais mitrums nepārsniedz 65%.

● Ģipša javas iekrāsošanai piemērotas visas t. s. zemes krāsas: okeri, dzelzs oksīdi, kā arī hroma oksīdi un cita veida pigmenti sausā veidā. Pigmentu piedeva nedrīkst pārsniegt 5% no ģipša svara.

● Pildvielas — smiltis, minerālšķiedras, koka milti, niedras, spaļi u. tml. materiāli ģipša javām jāpieliek ierobežotā daudzumā.

5.4.7. Magneziālās javas

Sajaucot ekvivalentos daudzumos magnija oksīdu — MgO ar attiecīgas koncentrācijas magnija hlorīda — $MgCl_2$ ūdens šķīdumu, iegūst maisījumu, kurš jau pēc stundas sāk saistīties un pēc 12 stundām pilnīgi sacietē.

Tā ir gaisā cietējošā saistviela, kur divu komponentu ķīmiskās reakcijas rezultātā rodas jauna cieta viela — magnija oksiļhlorīds ar apmēram šādu ķīmisko sastāvu: $3MgO \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$.

● Magneziālo saistvielu lieto ēku starpsienu plātņu izgatavošanai, kā arī tā saukto ksilolīta grīdu iesegumiem. Kā pildvielas magneziālajām javām lieto galvenokārt organiskos materiālus — zāģu skaidas, koka miltus, spaļus, drupinātu korķi, kā arī neorganiskus materiālus — azbestu, smiltis utt.

● Priekšrakstos par magneziālo saistvielu sagatavošanu atzīmēts, ka uz 1 kg magnija hlorīda ūdens šķīduma ar īpatnējo masu 1,16 jāņem 2,5—3,5 kg magnija oksīda — MgO. Precīzus skaitļus par magneziālās saistvielas komponentu daudzuma attiecībām nav iespējams dot, jo tie atkarīgi no izejmateriālu tīrības, no to koncentrācijas utt. Tāpēc magnija hlorīda un magnija oksīda daudzuma attiecības jānosaka analītiski vai eksperimentāli.

● Ksilolīta grīdas ieklāj divās kārtās: pamatkārtu apmēram 12—15 mm un virskārtu ap 8 mm biezumā. Ksilolīta grīdas ir elastīgas, izturīgas un ilgi kalpo. Tās piemērotas rūpnīcām, sabiedriskām un dzīvojamām ēkām, visur tur, kur gaisa relatīvais mitrums nepārsniedz 75%. Ievērojot, ka ksilolīta grīdu ūdensizturība ir ierobežota, visos gadījumos jauniesegtā grīda, kad tā pilnīgi sacietējusi un izžūvusi, 3 kārtās jānokrāso ar labu eļļas krāsu, bet labāk ar grīdu emaljas krāsu (ФЛ-254 vai ПФ-260).

● Nereti iesedzot ksilolīta grīdas, novērojam neveiksmes, kas izpaužas šādi: grīda uzbriest vai tajā rodas plaisas, vai arī tā nolobās, atdalās no pamatnes.

Tam var būt dažādi iemesli.

— Javā nepareizas MgO un $MgCl_2$ daudzuma attiecības. Ja javā par maz $MgCl_2$, tā nesacietē. Ja javā $MgCl_2$ pārāk daudz, java ir higroskopiska, tā uzņem no gaisa mitrumu un sāk uzbriest.

— Javas sagatavošanai lietots nepareizas koncentrācijas $MgCl_2$ šķīdums.

— Nepareizas daudzuma attiecības starp saistvielām un pildvielām.

— Nepareizi sagatavota pamatne. Ksilolīta grīdas pamatnei jābūt stiprai, stabilai, tīrai un pilnīgi sausai.

● Magnija hlorīds var būt bīstams betonam. Tas saārda ne tikai pašu betonu, bet izraisa arī tērauda arma-

tūras koroziju. Tikai augstvērtīgs, blīvs betons piemērots magneziālo javu uzstrādāšanai, bet arī tad jārīkojas tā, lai magnija hlorīda šķīdums neiesūktos betonā.

— Pirms magneziālās javas uzstrādāšanas betonu nedrīkst gruntēt (slapināt) ar magnija hlorīda šķīdumu. Tas bīstams betonam.

Lai nesabojātu betona pamatni, pirms magneziālās javas uzstrādāšanas to ieteicams 2—3 kārtās nootēt ar bitumena šķīdumu benzīnā un ļaut tam pilnīgi nožūt.

● Jāievēro, ka magnija hlorīda šķīdums intensīvi korodē visus tehnikā lietojamos metālus. Tāpēc dzelzsbetona stiegrojumi un cita veida tērauda vai citu metālu konstruktīvie elementi, kas varētu saskarties ar magnija hlorīda šķīdumiem, jāpārklāj ar kādu izturīgu krāsu vai bitumena šķīdumu benzīnā.

5.5. APMETUMU BOJĀJUMI

Apmetuma bojājumu cēloņi ir galvenokārt nepareizi konstruktīvie risinājumi, nepiemērota būvmateriālu izvēle, kā arī slikts būvdarbu izpildījums. Apmetuma bojājumi var būt dažādi: vienā gadījumā uz apmetuma virsmas veidojas dažādi izsvīdumi, rodas pelējumi, citā gadījumā apmetums saplaisā, vietām atdalās no sienas vai griestiem, atslāņojas un nokrīt.

5.5.1. Konstrukcijas kļūdas

— Daudzos gadījumos sienu un griestu apmetumi bojājas, jaunuzceltai ēkai nevienmērīgi sēžoties, kā arī satricinājumu un vibrācijas dēļ. Tāpēc, celtni projektējot, ar konstruktīvajiem risinājumiem jānovērš topošās ēkas nevienmērīgā nosēšanās un vibrācijas, ko izraisa mūsdienu transports.

— Bieži ārsienu apmetums bojājas tāpēc, ka ir nepareizi izveidotas fasādes konstrukcijas un nokrišņi sakrājas atsevišķos mezglos, kur apmetums samirkst, rada plankumus, izsvīdumus un sala vai citu faktoru iedarbē nokrīt.

— Apmetumam sevišķi bīstamas ir nepareizi izveidotas vai bojātas teknes un notekcaurules. Tādos gadījumos

nokrišņu ūdens koncentrējas kādā laukumā, plūst tieši uz sienu, kur apmetums samirkst un, iestājoties salam, nokrīt.

— Apmetums var bojāties arī tad, ja ēkai ir pārāk zems virspamats, jo sniegs tad nereti skar sienas un apmetums samirkst.

— Ja ēkas sienas izveidotas ar virspamata atkāpi, nokrišņi sakrājas uz tā un apmetums samirkst.

Ēkas konstruktīvajam risinājumam jānodrošina tādi apstākļi, lai visu ekspluatācijas laiku sienas un apmetums būtu pasargāti no saslapšanas.

5.5.2. Kļūdas būvmateriālu izvēlē

Projekta autoram jāapsver un projektā jāatspoguļo mūrēšanai un apmetumiem lietojamie materiāli un to daudzuma attiecības. Tāpat projektā jāparāda, kādi hidroizolācijas materiāli un kā lietojami, lai gruntsūdeņi un augsnes ūdeņi neiesūktos ēkas sienās un apmetumā.

— Jāievēro, ka apakšapmetumam jāņem stiprāka java nekā virsapmetumam, jo pretējā gadījumā abi apmetumi nokritīs.

● Lietpratīgi uzstrādāts ģipša apmetums ir pietiekami izturīgs un neplaisā, bet to nedrīkst lietot vietās, kur ekspluatācijas apstākļos var rasties mitrums; mitrumā tas ātri uzsūc ūdeni, atmiekšķējas un sairst.

— Ģipša apmetumam nedrīkst uzstrādāt kaļķu javas apmetumu, jo ģipša apmetums strauji uzsūc kaļķu javas ūdeni, atmiekšķējas un abi nokrīt.

— Kaļķu javas apmetumam nedrīkst uzstrādāt ģipša javas apmetumu, jo blīvais ģipša apmetums noslēdz gaisa ogļskābās gāzes pieplūdi, kas nepieciešama kaļķu apmetuma cietēšanai un tā karbonizēšanai.

— Uzstrādājot ģipša apmetumu, jāievēro, ka tā java ātri, 20—30 minūšu laikā, sacietē un zaudē savas saistvielas īpašības. Tāds ar pussacietējušu javu uzstrādāts apmetums ir neizturīgs un ātri nokrīt. Ja pussacietējušu javu mēģina «pagarināt», atšķaidot ar ūdeni, apmetums būs neizturīgs, ātri nokritīs.

● Kaļķu-smilšu apmetuma izturība ārdarbiem ir ierobežota un piemērota tikai vietās, kur nepiekļūst lietus un sniegs.

— Kaļķu apmetuma javā nedrīkst atrasties nepietiekami apdedzinātu vai pārdedzinātu kaļķu gabaliņi. Tie jāatdala, atsijājot caur 2 mm sietu.

— Apmetums, kas pagatavots, lietojot netīras, mālus saturošas smiltis, ekspluatācijas laikā uzņem daudz ūdens un, salam iestājoties, sadrūp.

— Lietojot javai pārāk smalkas jūras smiltis, to graudiņu kopējā virsma ir daudz lielāka nekā normālām smiltīm, tāpēc jāņem vairāk saistvielas. Pretējā gadījumā apmetums plaisās. Arī pārāk treknas javas apmetums plaisā.

— Sagatavojot javu, jāievēro saistvielas-ūdens attiecības. Ja java sagatavota ar lielu ūdens piedevu, tai sacietējot un liekajam ūdenim iztvaikojot, apmetumā paliek poras, kurās lietus laikā no jauna iesūcas daudz ūdens, kas, salā sasalstot, apmetumu saārda.

— Pirms apmetuma uzstrādāšanas pamatnei jābūt tīrai, tā jāatbrīvo no putekļiem un visu veidu netīrumiem un jāapskalo ar ūdeni. Ja uz pamatnes redzami izsvīdumi, jākonstatē to iemesli un jānovērš.

— Katra apmetuma stiprība un izturība ir atkarīga no javas pieķeršanās pamatnei. Javas pieķeršanos nosaka pamatnes kapilaritāte, tas, kā pamatne uzsūc javu, kā tā saplūst ar pamatni. Pamatne, kas neuzsūc javu, stipru saiti ar apmetumu nerada. Pieredze rāda, ka gludam ķieģeļu mūrim apmetums piesaistās vāji. Turpretim uz nelīdzenas, raupjas pamatnes java ieplūst un aizpilda visas bedrītes, visus dobumiņus un tādējādi stingri piesaistās pamatnei. Tāpēc gludas sienu virsmas jāpadara raupjākas.

— Jo lēnāk java saistās, jo ilgāks laiks nepieciešams, lai tā stingri pieķertos pamatnei. Tāpēc kaļķu apmetums jāuzstrādā uz raupjas, labi saslapinātas pamatnes. Kaļķucementa java cietē ātrāk, bet arī tā jāuzstrādā uz saslapinātas pamatnes. Arī ģipša java jāuzstrādā uz nedaudz samitrinātas pamatnes.

— Apmetums ir stiprāks un izturīgāks, ja javu uzstrādā ar piesviešanu. Vislabāk to izdarīt ar torkretēšanas ierīci, kuru darbina ar saspiestu gaisu. Tādā veidā java iekļūst visos dobumos, bedrītēs un stingri pieķeras pamatnei.

— Ēku mūrējot un apmetot, konstrukcijās ievada daudz ūdens, no kura tikai neliela daļa tiek izmantota javas saistīšanās norisēs. Liekais ūdens jāizvada dabiskā vai mākslīgā veidā. Te jāievēro, ka apmetuma žūšanas process

saistīts ar lielāku vai mazāku sarukšanu, kas apmetumā var radīt plaisiņas.

— Arī koka sienu, griestu u. c. koka konstruktīvo elementu uzbriešana un sarukšana var izraisīt pat augstvērtīga apmetuma plaisāšanu.

— Bieži vien koka ēku sienās, kā arī koka pārsegumu apmetumā redzamas plaisas. Tā ir zīme, ka koka konstrukcijās attīstās koksni ārdošās piepes.

● Apmetumu uzstrādājot, jāievēro sekojošie «zelta likumi».

— Apmetums jāuzstrādā tikai siltā gada laikā.

— Karstā vasaras laikā, saules tveicē ārējos apmetumus nav ieteicams uzstrādāt.

— Katra veida svaigais ārējais apmetums pēc iespējas jāsargā no saules staru un vēja iedarbes. Ja apmetums izžūst pirms sacietēšanas, tas būs neizturīgs.

— Jāseko, lai uzstrādātais apmetums cietēšanas laikā būtu pastāvīgi mitrs. Ja tam draud izžūšana, tas regulāri jāsamitrina ar tīru ūdeni.

6. BETONI

Betons ir mākslīgs būvakmens, ko iegūst, noteiktās daudzuma attiecībās sastādītam javu saistvielu, pildvielu un ūdens maisījumam sacietējot. Parasti betona saistviela ir cements, bet pildvielas — smilts, grants, oļi vai akmens šķembas. Betona pildvielām ir ne tikai tehniska, bet arī ekonomiska nozīme. Ievadot betonā pildvielas, izveidojas ciets skelets, kas samazina betona sarukumu un līdz ar to novērš plaisāšanu. Par pildvielām parasti izvēlas lētus vietējos materiālus, kas ievērojami pazemina betona izmaksu.

Atkarībā no tilpummasas betonus iedala šādās grupās.

1. **Sevišķi smagais betons** — kā pildvielas tajā ievada čuguna skrotis, tērauda atgriezumus, magnezītu, bārija sulfātu u. c. Tā tilpumsvars pārsniedz 2500 kg/m³. Sevišķi smagos betonus lieto speciālās būvēs, kur vajadzīga liela stiprība.

2. **Smagais betons** — izgatavo no kvarca smiltīm, oļiem vai akmens šķembām. Tā tilpummasa ir 1800—2500 kg/m³. Šī veida betonus lieto pamatiem, ēku sienām, kolonnām, pārsegumiem, velvēm, tiltiem u. tml.

3. **Vieglais betons** — izgatavo, ievadot javā keramzītu, pumiķi vai citas vieglas, porainas pildvielas. Vieglo betonu tilpummasa ir 500—1800 kg/m³. Tos lieto ēku sienām, starpsienām, pārsegumiem un citām konstrukcijām.

4. **Sevišķi vieglais betons** — izgatavo ar īpašām porainām pildvielām vai arī betonā izveido gaisa poras (šūnbetons, gāzbetons). To tilpummasa — 300—1200 kg/m³. Sevišķi vieglos betonus lieto mazu ēku nesošajām sienām, starpsienām, pārsegumiem, kā arī siltuma un skaņu izolācijai.

Betonus ļoti plaši lieto celtniecībā, jo to tehniskās īpašības — tilpummasu, stiprību, cietību un izturību var regulēt plašās robežās.

6.1. CEMENTI

Cements ir hidrauliska saistviela, kas sacietē gaisā un ūdenī un pēc sacietēšanas iegūst uń saglabā ūdensizturību. Ar nosaukumu cements apzīmē veselu grupu hidraulisko saistvielu, kuru galvenā sastāvdaļa ir kalcija alumināti un silikāti, kas veidojušies, attiecīga minerālā un ķīmiskā sastāva iežus apdedzinot pie augstas temperatūras. No šīs hidraulisko saistvielu grupas celtniecībā visplašāk lieto portlandcementu, tāpēc to aplūkosim mazliet plašāk.

6.1.1. Portlandcements

To ražo pie augstas temperatūras, vienmērīgi apdedzinot attiecīgi dozētu kaļķakmens-mālu maisījumu vai atbilstoša sastāva kaļķu merģeli, līdz tie saķep. Apdedzināšanas rezultātā rodas cieta viela — klinkers, kuru smalki samaļot iegūst portlandcementu.

Portlandcementa aktivitātes un stiprības rādītājus izsaka tā marka, kuru nosaka, pārbaudot cementa akmens paraugus virsmas spiedē. Paraugus pagatavo no cementasmilšu javas attiecībā 1 : 3 un pārbauda pēc 28 dienu cietēšanas.

Padomju Savienībā ražo 6 marku portlandcementus — 200, 250, 300, 400, 500 un 600. Šie skaitļi izsaka cementa akmens robežstiprību virsmas spiedē kg/cm^2.

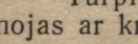
Izšķir cementa saistīšanās sākumu un beigas. Par saistīšanās laika sākumu pieņem periodu, kad cementa java sāk zaudēt savu plastiskumu, bet saistīšanās beigām raksturīga zināma sacietēšanas pakape.

Portlandcementa saistīšanās sākums nedrīkst iestāties agrāk kā 45 minūtēs pēc iejaušanas brīža un ne vēlāk kā pēc 12 stundām.

● Portlandcementa ķīmiskais sastāvs atkarīgs no izejvielu mineraloģiskā sastāva, kā arī no apdedzināšanas režīma.

— Pie apmēram 750 °C temperatūras izejvielu mālu daļa atbrīvojas no ķīmiski saistītā ūdens.

— Pie 800—900 °C temperatūras sadalās kalcija karbonāts. Reakcija noris pēc šāda vienādojuma:



$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2.$$

— Turpinoties karsēšanai, brīvais kalcija oksīds savienojas ar kramaini, dzelzs oksīdu (III) un mālaini, rezul-

tātā rodas tetrakalcija alumoferīts $4CaO \cdot Al_2O_3Fe_2O_3$; trikalcija silikāts $3CaO \cdot SiO_2$; trikalcija alumināts $3CaO \cdot Al_2O_3$ un dikalcija silikāts $2CaO \cdot SiO_2$.

Šo četru savienojumu kopa veido portlandcementa pamatsastāvu (98%).

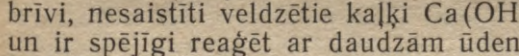
Svarīga nozīme cementā ir trikalcija silikātam, jo šai vielai piemīt visefektīvākās hidrauliskās saistvielas īpašības. Cementa sastāvā ir apmēram 50% trikalcija silikāta.

Portlandcements nedrīkst saturēt daudz brīva kalcija oksīda, jo, pārdedzinātiem kaļķiem lēni veldzējoties, palielinās to tilpums, betonā rodas iekšējie spriegumi un tas plaisā.

Portlandcementa saistīšanās un cietēšnas procesā cementa javā noris daudzas sarežģītas fizikālas un ķīmiskas pārvērtības, to rezultātā cementa akmens sastāvā veidojas jauni savienojumi, kādu nebija cementa izejvielās un pašā cementā.

Cementa javā vispirms notiek saistīšanās process, kurā java sāk zaudēt plastiskumu, bet stiprību vēl neiegūst.

Saistīšanās pirmajā periodā cementa klinkera galvenais savienojums — trikalcija silikāts ar ūdeni hidrolizējas un rada jaunus savienojumus: dikalcija silikāta hidrātu $2CaO \cdot SiO \cdot 4H_2O$ un kalcija hidroksīdu. Reakcija noris pēc šāda vienādojuma:

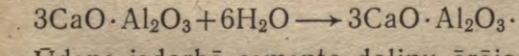


$$3CaO \cdot SiO_2 + 5H_2O \longrightarrow 2CaO \cdot SiO_2 \cdot 4H_2O + Ca(OH)_2.$$

Minētā reakcija rāda, ka, cementam cietējot, izdalās brīvi, nesaistīti veldzētie kaļķi $Ca(OH)_2$, kuri šķīst ūdenī un ir spējīgi reaģēt ar daudzām ūdenī izšķīdušajām vielām. Tas ir portlandcementa galvenais trūkums, kura dēļ cementa akmens zināmos apstākļos var sairt.

— Dikalcija silikāts $2CaO \cdot SiO_2$ hidrolizējas lēni un rada šādu savienojumu — $2CaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$.

Trikalcija alumināts strauji hidratizējas; reakcija noris pēc šāda vienādojuma:



$$3CaO \cdot Al_2O_3 + 6H_2O \longrightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O.$$

Ūdens iedarbē cementa daļiņu ārējos slāņos rodas kalcija hidroksīds un trikalcija alumīnija hidrāts. Kalcija hidrosilikāts ūdenī praktiski nešķīst un izdalās koloīda veidā.

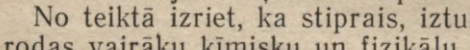
Kalcija hidroksīds un trikalcija alumināts ūdenī šķīst vāji, tāpēc šķīdums ātri piesātinās un, ķīmiskajai reakcijai turpinoties, sāk izdalīties jauni kalcija hidroksīda un trikalcija alumināta daudzumi, pie tam arī koloidālā veidā.

Tādējādi koloidālās vielas ap cementa daļiņām izveido gela apvalku, kas cementa-smilšu javā tās cieši sasaista kopā.

Tālāk kalcija hidroksīds un trikalcija alumināts no koloidālā stāvokļa pakāpeniski pāriet stabilā stāvoklī. Ūdens turpina difundēt cementa daļiņu dziļākajos slāņos, un ķīmiskās reakcijas turpinās.

Ja cements cietē gaisā, galīgā sablīvēšanās noris lēni un kalcija hidrosilikāts ilgstoši paliek gela veidā un tikai daļēji pārkristalizējas.

Cementam cietējot gaisā vai ogļskābo gāzi saturošā ūdenī, notiek kalcija hidroksīda karbonizēšanās, kas noris pēc šāda vienādojuma:



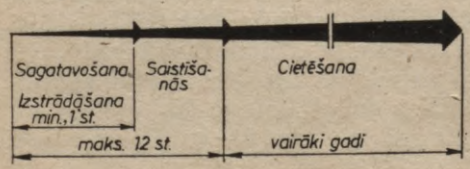
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O.$$

Karbonizēšanās noris galvenokārt cementa akmens virsmas tuvākajos slāņos un turpinās gadiem.

No teiktā izriet, ka stiprais, izturīgais cementa akmens rodas vairāku ķīmisku un fizikālu procesu rezultātā. Galvenie no tiem ir gela rašanās, kristalizācija, sablīvēšanās un karbonizēšanās. Pirmajās 7—8 dienās cementa akmens stiprība pieaug strauji, pēc tam lēnāk un pēc viena mēneša tā turpinās pavisam lēni (6.1. att.). Cementa akmens stiprība pieaug tikai tad, ja tas atrodas mitrā vidē. Sausā vidē, cementa akmenim izžūstot, tā cietēšana apstājas. Ūdenī sacietējušam cementa akmenim stiprība ir lielāka nekā gaisā sacietējušam.

Baltais portlandcements gandrīz baltā krāsā ir parastā, pelēcīgā portlandcementa prototips. To izgatavo no minerālajām izejvielām, kuru sastāvā ir tikai niecīgs daudzums dzelzs savienojumu. Jāatzīmē, ka parastais portlandcements pelēko krāsu iegūst no dzelzs piemaisījumiem.

Ievērojot, ka baltā portlandcementa ražošanai vajadzīgas bezdzelzs minerālās izejvielas, kuru atradņu vietas ir retas, tas pagaidām ir deficīts. Balto cementu lieto tikai tur, kur paredzēta dekoratīvā apdare baltā krāsā vai kādā spilgtā, tīrā tonī.



6.1. att. Cementa javas saistīšanās un cietēšanas shēma

6.1.2. Sārņu portlandcements

Portlandcementu samaļot kopā ar čuguna cepļu sārņiem, iegūst sārņu portlandcementu. Tā stiprība ir tikai nedaudz mazāka nekā portlandcementam (markas 200, 300, 400, 500). Tas saistās un cietē lēnāk nekā portlandcements. Saistoties un cietējot sārņu portlandcements izdala mazāk siltuma nekā portlandcements. Tā ir priekšrocība, jo, betonējot masīvas celtnes, sevišķi karstā laikā nerodas betona termiskās deformācijas. Ziemā tas ir trūkums.

6.1.3. Mālaiņa cements

Mālaiņa cementa ražošanai izmanto boksītu un kaļķakmeni. Šo izejvielu maisījumu karsē pie temperatūras 1500 °C un šādi iegūto klinkeri samaļ smalkā pulverī.

Atšķirībā no portlandcementa, kura sastāvā pārsvarā ir trikalcija silikāts, mālaiņa cements satur kalcija aluminātus, tas nodrošina tā strauju cietēšanu (12—24 st.) un lielu stiprību. No cementa aluminātiem vislielākā nozīme ir monokalcija aluminātam — $CaO \cdot Al_2O_3$, kura reakcija ar ūdeni noris strauji pēc šāda vienādojuma:

$$2(CaO \cdot Al_2O_3) + 11H_2O \longrightarrow 2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8H_2O + \\ + 2Al(OH)_3.$$

Jau otrā dienā mālaiņa cementa akmens uzrāda augstu spiedes un stiepes pretestību, kas tuvojas atbilstošās cementa markas stiprībai. Pēc 3 dienām mālaiņa cements sacietē pilnīgi un iegūst tādu pašu stiprību kā portlandcementam.

Mālaiņa cements atšķirībā no portlandcementa ir daudz blīvāks un tā sastāvā nav brīva kalcija hidroksīda. Tas nodrošina mālaiņa cementam lielāku izturību saldūdens vidē nekā portlandcementam.

Mālaiņa cements ir izturīgs arī ūdenī, kas satur kalcija un magnija sulfātus, kā arī vājus organisko un minerālo skābju šķīdumus.

Turpretim sārmainu vielu ūdens šķīdumi pat vājās koncentrācijās mālaiņa cementam ir bīstami, jo to ietekmē veidojas šķīstoši aluminātі. Mālaiņa cementu nedrīkst sajaukt ar portlandcementu, kaļķiem un citām sārmainām vielām. To nedrīkst lietot objektos, kur iespējama sārmainu šķīdumu iedarbe.

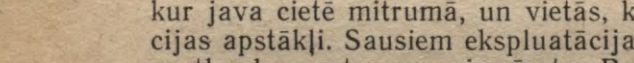
Mālaiņa cements piemērots betonēšanai ziemas apstākļos, kā arī plaisu aizdarīšanai avārijas darbos. Ja mālaiņa cementā ir termoizturīgas pildvielas — šamots, magnezīts, tas piemērots arī karstumizturīgu betonu izgatavošanai.

6.1.4. Pucolānportlandcements

Pucolānportlandcements ir hidrauliska javu saistviela, ko iegūst, portlandcementa klinkeri samaļot kopā ar skābas dabas hidrauliskām vielām — pucolānu, diatomītu, trepelu u. c. Sākumā, pie iejaušanas, ūdenī pucolānportlandcements cietē lēnāk nekā portlandcements, bet pēc dažiem mēnešiem tā stiprība pat pārsniedz portlandcementa stiprību.

Pucolānportlandcements cietējot izdala mazāk siltuma nekā portlandcements, tāpēc to lieto masīvās celtnēs, jo nav bīstamas betona termiskās deformācijas.

Pucolānportlandcementa pozitīva īpašība ir tā, ka brīvais kalcija hidroksīds, kas izdalās, tam cietējot, savienojas ar hidrauliskās piedevas kramaini. Reakcija noris šādi:



$$Ca(OH)_2 + SiO_2 + mH_2O \longrightarrow CaO \cdot SiO_2 \cdot nH_2O.$$

Reakcijā veidojas kalcija hidrosilikāts, kas praktiski nešķīst pat saldūdenī.

Pucolānportlandcements piemērots betonēšanai vietās, kur java cietē mitrumā, un vietās, kur ir mitri ekspluatācijas apstākļi. Sausiem ekspluatācijas apstākļiem pucolānportlandcements nav piemērots. Pucolānportlandcementu lieto celtņu pamatu, pagrabu, kanalizācijas un ūdensvada šahtu būvēs, arī tad, ja gruntsūdeņu sastāvā ir portlandcementam kaitīgi sāļi.

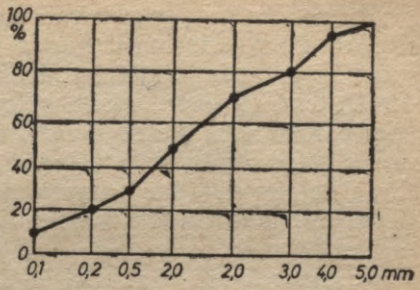
6.2. PILDVIELAS

6.2.1 Smiltis

Mūsu apstākļos parastajam betonam lieto upju vai bedru kvarca smiltis, kuru graudu lielums ir 0,1—4 mm. Tās izmantojamas jebkura veida betonam. Vispiemērotākās betonam ir asšķautnaināS upes vai bedru smiltis, jo tās labāk saistās ar cementa mīklu un veido blīvāku, stiprāku un izturīgāku betonu.

Smiltīm jābūt tīrām, tās nedrīkst saturēt mālus, organiskās vielas, vizlu un sēra piemaisījumus. Sēra savienojumi smiltīs, pārrēķinot uz SO_4 grupu, nedrīkst pārsniegt 1%.

Mālu, dūņu un citu sīko piemaisījumu daudzums smiltīs nedrīkst pārsniegt 5%. Šo piemaisījumu daļiņas aptver smilšu un citu pildvielu graudiņus un neļauj cementa mīklai saistīties tieši ar pildvielu virsmu.



6.2. att. Smilšu optimālais granulometriskais sastāvs

Ne mazāk bīstami smiltīm ir organiskie piemaisījumi, jo tie var saturēt organiskās skābes, kas betonu korodē.

Smilšu granulometrisko sastāvu nosaka, tās sijājot caur attiecīgu sietu komplektu. Valsts standarts smilšu graudu sastāva noteikšanai paredz 5 sietus ar 5,0; 2,5; 1,2; 0,3 un 0,1 mm lielām acīm. Caur sietu ar 5,0 mm acīm smiltij jāizsijājas pilnīgi. 6.2. attēlā grafiski parādīts optimālais smilts granulometriskais sastāvs.

6.2.2. Rupjās pildvielas

Rupjajām pildvielām pieskaitāmi oļi, kā arī dabisko un mākslīgo akmeņu šķembas. Betona pildvielām ir ne tikai tehniska, bet arī ekonomiska nozīme. Pildvielas betonā izveido cietu, stipru skeletu, kas novērš betona sarukumu. Pildvielu ekonomiskā nozīme ir tā, ka lētais vietējais materiāls samazina betona izmaksu. Parastajā betonā ir apmēram 88% lēto vietējo pildvielu un tikai 12% cementa.

Oļi

Oļi ir berams vairāk vai mazāk noapaļotu akmeņu materiāls. Oļu vidējais lielums ir 5—80 mm. Atkarībā no izcelsmes izšķir upju, jūras vai bedru oļus. Upju un jūras oļiem, kas gadu tūkstošiem slīpējušies ūdenī, ir noapaļota, ļoti gluda virsma, tāpēc tie grūtāk saistās ar cementa javu un līdz ar to samazina betona stiprību. Turpretim bedru oļiem ir asākas šķautnes, rupjāka virsma, tie daudz labāk saistās ar cementu un betons ir stiprāks.

Parasti betona pagatavošanai izmanto rupjākus oļus, jo to graudu kopvirsma ir daudz mazāka nekā sīkajiem oļiem un līdz ar to ir jāpatērē mazāk cementa. Tomēr, betonējot ar lieliem, rupjiem oļiem, betonā var izveidoties tukšumi, tāpēc ieteicams lietot lielāku un mazāku oļu maisījumu. Tāds betons ir blīvāks, stiprāks un bez tukšumiem.

Ja betons paredzēts konstrukcijām, kas pakļautas ūdens iedarbei, atkārtotai sasalšanai un atkušanai, jāpārbauda oļu salizturība.

Ja oļos daudz piemaisījumu, mālu, organisko vielu, putekļu, tie jāmazgā ūdenī, jo pretējā gadījumā cementa mīkla saistīsies nevis tieši ar oļu virsmu, bet gan ar netīrumu kārtu.

Dabisko akmeņu šķembas

Dabisko akmeņu šķembas iegūst, granīta, diabaza, kaļķakmens, dolomīta, smilšakmens iežus mehāniski sadrupinot 5—80 mm lielos, asšķautnainos gabalos (graudos).

Celtniecībai vispiemērotākas ir cieto izvirdumu iežu šķembas, kurām augsta stiprība un salizturība. Betonam var izmantot arī cieta, blīva kaļķakmens un dolomīta šķembas, ja gruntsūdens reakcija nav zemāka par pH 6.

Pēdējo gadu pētījumi rāda, ka kaļķakmens šķembas var būt sevišķi vērtīga betona pildviela, jo tā, ķīmiski reaģējot ar cementu, dod stiprāku savienojumu nekā inertās pildvielas.

Šķembām jābūt tīrām, bez mālu un putekļu pārklājumiem un cita veida netīrumiem.

Mākslīgo akmeņu šķembas

Betona ražošanai var sekmīgi izmantot mākslīgo akmeņu — ķieģeļu un klinkera šķembas. Tās iegūst no ķieģeļu rūpnīcu atkritumiem, kā arī no ķieģeļu lūžņiem, kas rodas, nojaucot vecas ēkas.

Vispiemērotākā betona pildviela ir klinkera, pārdedzinātu ķieģeļu, kā arī blīvu, stipru mūra ķieģeļu lūžņu šķembas.

— Iegūstot šķembas no nojaucamo ēku sienu ķieģeļu lūžņiem, tie jāatbrīvo no ģipša apmetuma atliekām, jo ģipsis negatīvi ietekmē portlandcementu un pazemina betona stiprību.

— Silikātķieģeļu šķembas var izmantot tikai betonam, kas paredzēts nelielām celtnēm, jo sadrupinātā veidā tām zema stiprība un vāja salizturība.

— Ķieģeļu šķembas pirms iestrādāšanas betonā labi jāsalaista ar ūdeni, jo sausas ķieģeļu šķembas ātri uzsūc cementa javas ūdeni, kas nepieciešams tās cietēšanai.

— Stikla lauskas nedrīkst izmantot kā betona pildvielu, jo stikls sārmainā cementa vidē uzbriest, pāriet šķīdumā un tādējādi pazemina betona stiprību. Stiklam šķīstot, atbrīvojas nātrija sāļi, kas uz betona virsmas izdalās neglītu izsvīdumu veidā.

Izdedži

Betonam par rupjām pildvielām izmantojami tikai labi izdegušie izdedži, kas nesatur daudz sēra savienojumu un kaļķu.

Izdedžos kaļķi atrodas pārdedzinātā veidā un veldzējas lēni. Ja betonā iestrādāti pārdedzinātus kaļķus saturoši izdedži, tie var veldzēties tad, kad betons jau sacietējis. Tādos gadījumos betonā rodas iekšējie spriegumi, kas to saārda. Tāpēc betonā drīkst iestrādāt tikai izdedžus, kas vismaz gadu stāvējuši klajā laukā. Pa šo laiku izdedžos esošie pārdegušie kaļķi nokrišņu un citu atmosfēras elementu iedarbē izveldzējas un izskalojas ūdenī šķīstošie sēra savienojumi un akmeņogļu organiskās vielas.

6.3. ŪDENS BETONA JAVAI

Betona iejaušanai parasti lieto jebkuru dabā sastopamo akas, dīķa, upes, ezera vai lietus ūdeni, ja tā kopējais sāļu saturs nepārsniedz 3,5% un ūdeņraža jonu koncentrācija nav zemāka par pH 4. Sulfātu daudzums ūdenī, pārrēķinot uz SO_4, nedrīkst pārsniegt 1500 mg/*l*. Arī jūras ūdeni, ja tas atbilst šiem noteikumiem, var izmantot betona iejaušanai un cietējošā betona aplaistīšanai.

— Jūras ūdeni nedrīkst lietot mālaiņa cementa javā, jo tas izraisa pārāk strauju javas sacietēšanu.

— Rūpnīcu notekūdeņus lietot betona iejaušanai vispār nedrīkst. Sevišķi bīstami betonam ir ādu rūpnīcu, krāsotavu, galvanisko cehu, krāsu rūpnīcu, cukurfabriku, visu

veidu ķīmisko un naftas produktu pārstrādes rūpnīcu notekūdeņi. Purvu ūdeņus, kas satur humīnskābes, betona iejaušanai lietot nedrīkst.

— Ezeru, dīķu un upju ūdeņi, kuros aug aļģes, betonam ir bīstami. Tie uz betona javas smilšu un rupjo pildvielu graudu virsmām veido virsmas aktīvu, koloidālu aizsargpārklājumu, kas pazemina cementa mīklas adhezīvo saistīšanos ar pildvielām.

Vispiemērotāks betonam ir vidēji ciets dzeramais ūdensvada ūdens, kā arī atbilstošs avota vai upes ūdens.

Lietojot pārāk cietu ūdeni, pēc betona sacietēšanas uz tā virsmas rodas izsvīdumi.

6.4. BETONS KĀ BŪVMATERIĀLS

Kā jau teikts, betons ir mākslīgs akmens materiāls, kas rodas, triju komponentu — cementa, pildvielu un ūdens maisījumam sacietējot. Pēc savas struktūras betons ir ciets konglomerāts, kur pildvielu graudi ar cementu cieši sasaistīti.

Javas saistvielas (cements) un ūdens ir aktīvas betona javas sastāvdaļas, kurām savstarpēji ķīmiski reaģējot noris saistīšaņās ar pildvielām un veidojas cementa akmens — betons.

Atkarībā no atsevišķo komponentu īpašībām un no to daudzuma attiecībām var iegūt betonus ar dažādām tehniskajām īpašībām. Kā jau minēts, svaigai betona javai jābūt ērti iestrādājamai un sacietējot jāizveido dotajām tehniskajām prasībām atbilstošs betona akmens.

● Lai atvieglotu betona sastāva izvēli, pieņemsim, ka tas sastāv nevis no trim, bet tikai no divām vielām — cementa-ūdens mīklas un pildvielas.

Tātad cements un ūdens izveido līmveidā cementa mīklu. Svaiga betona javā cementa mīkla apņem katru pildvielas graudu. Cementa mīklas daudzums javā noteic tās iestrādājamību. Atkarībā no cementa mīklas koncentrācijas pēc sacietēšanas izveidojas vairāk vai mazāk izturīgs cementa akmens, kurā ieslēgtas un sasaistītas pildvielas.

Cementam ķīmiski reaģējot ar ūdeni, java pakāpeniski zaudē savas plastiskās īpašības, savu plūstamību. Noris hidratācijas process. Sākas nepārtraukta, pakāpeniska ce-

menta saistīšanās un betona akmens veidošanās. Ūdens turpina iesūkties cementa graudiņu dziļākajos slāņos, veidojot cementa gelu. Jo pilnīgāk cementa graudiņi, reaģējot ar noteiktu daudzumu ūdens, pāriet cementa gelā, jo stiprāks, blīvāks un izturīgāks būs betons (6.1.1.).

6.4.1. Cementa-ūdens attiecība

Cementa-ūdens attiecību izsaka svara, retāk tilpuma vienībās. Cementa-ūdens attiecība nosaka cementa mīklas kvalitāti un līdz ar to arī cementa akmens stiprību, blīvumu un izturību. Tam ir noteicoša nozīme, tas ir pirmais betona tehnoloģijas pamatlikums.

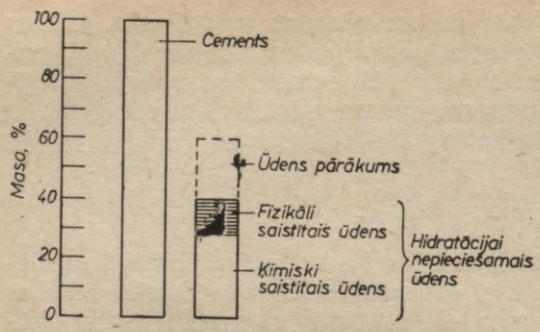
Hidratācijas procesā cements ķīmiskā un fizikālā ceļā piesaista sev 40% ūdens. Šis skaitlis raksturo «ideālās» cementa-ūdens attiecības. Celtniecības praksē sagatavojot betona javu, lai uzlabotu tās iestrādājamību, cementa-ūdens attiecību izvēlas robežās no 42% līdz 75%. Tātad praksē atkarībā no betona pielietojuma ņem vairāk ūdens nekā cements var sev piesaistīt.

Visos gadījumos ūdens pārākums lielākā vai mazākā mērā nelabvēlīgi iedarbojas uz cementa akmeni, izveidojot veselu mikroporu sistēmu. Mikroporu caurmērs ir no 0,001 mm līdz 0,01 mm, un vairums to ir savstarpēji savienotas. Betonam sacietējot un pēc tm izžūstot, poras aizpilda gaiss, bet, kad betons no jauna nonāk saskarē ar ūdeni, poras atkal piepildās ar ūdeni. Poraini betoni nav salizturīgi.

● Jo betonā vairāk poru un jo lielāks to diametrs, jo zemāka ir tā stiprība, kā arī zemākas visas pārējās tehniskās īpašības. Jo betonā mazāk poru, jo tas stiprāks, blīvāks un izturīgāks agresīvā vidē. Tāpēc betona maisījums jāsagatavo ar ierobežotu ūdens daudzumu.

Liels ūdens pārākums sekmē betona komponentu sedimentēšanos (noslāņošanos), pie tam arī rupjākās, smagākās cementa daļiņas svaigā betona masā nogrimst, smalkākās uzpeld un atrodas suspendētā — duļķa stāvoklī. Cementa daļiņu pārmērīga noslāņošanās ir sevišķi bīstama, ja betonē augstus būvelementus, piemēram, stabus.

Ja betona javā ievada pārmērīgi daudz ūdens, betona masā izveidojas ūdens «ligzdas», kas, betonam sacietējot un ūdenim iztvaikojot, rada tukšumus, kavernas.



6.3. att. Javas cementa-ūdens attiecības

Tāpēc, lai iegūtu labu betonu, jāietur noteiktas maksimāli pieļaujamās cementa-ūdens attiecības. Tā, piemēram, lai pazeminātu betona ūdenscaurlaidību un palielinātu tā salizturību, cementa-ūdens attiecība nedrīkst pārsniegt 60%, bet, lai betons būtu izturīgāks agresīvā vidē, — 50%. Cementa-ūdens daudzuma attiecības grafiski ilustrē 6.3. attēls.

6.4.2. Betona konsistence — iestrādājamība

Svaigs betons sastāv no cementa-ūdens mīklas, kas apņem visus pildvielas graudus. Svaigs betons ir bieza, viskoza masa, kas ieņem vidēju stāvokli starp citiem ķermeņiem un šķidrumiem. Tam piemīt zināma strukturāla stiprība un tiksotropas īpašības.

● Ja svaigā betona maisījumā ir daudz cementa-ūdens mīklas, tad katrs pildvielu grauds pārklājas ar biezāku mīklas kārtu; tāds betons ir mīksts, plastisks, ar labu iestrādājamību. Turpretim, ja mīklas ir tikai tik daudz, ka tā plānā kārtiņā apklāj pildvielu graudus, betons ir stingrs, grūti iestrādājams.

— Jāievēro, ka betonam jāaizpilda visi tukšumi un turklāt starp pildvielu graudiem jāizveido cementa ūdens mīklas starpslānītis. Jo vairāk cementa-ūdens mīklas betonā, jo tas plastiskāks.

● Betonā ar rupju pildvielu sastāvu vajadzīgs mazāk cementa mīklas nekā sīkgraudainam betonam, jo pildvielas kopējā virsma, kurai nepieciešams mīklas apvalks, ir mazāka.

— Betona konsistence ir atkarīga no cementa mīklas un pildvielu daudzuma attiecībām, kā arī no pildvielu graudu granulometriskā sastāva.

● Pārmērīgs ūdens daudzums palielina betona iestrādājamību, bet samazina tā stiprību. Ūdens piedevu nedrīkst neierobežoti palielināt, jo katram betona sastāvam ir noteiktas ūdens noturēšanās spējas, kuras nedrīkst pārsniegt.

Paaugstinot cementa mīklas daudzumu, betona iestrādājamība (plastiskums) palielinās, bet tā stiprība pieaug niecīgi.

6.4.3. Betona saistīšanās un cietēšana

Betonam saistoties un cietējot, noris daudzas ķīmiskas un fizikālas pārvērtības, kuru rezultātā izveidojas ciets, stiprs un izturīgs akmens — konglomerāts.

Tiklīdz cements un pildvielas saskaras ar ūdeni, cementa daļiņas to uzsūc, pie tam ūdens šķīdina cementa komponentus, izveidojot piesātinātu šķīdumu.

Tā rezultātā sākas cementa daļiņu skaldīšanās — hidrolizēšanās un ūdens ķīmiskā piesaistīšanās cementa daļiņām jeb hidratācija. No kalcija silikāta atskaldās kalcija hidroksīds. Rodas īsti molekulārdispersi šķīdumi, kuri ātri pieņem koloidālu raksturu un pāriet gela veidā. Šie procesi noris divos posmos: saistīšanās un cietēšanā.

Saistīšanās notiek, cementa-ūdens mīklai zaudējot savas plastiskās īpašības. To izraisa cementa samirkšana un uzbriešana un hidratācijas process, kurā cements piesaista ūdeni.

Tālāk veidojas intermediāri nekristāliski cementa geli, kuri fizikālā ceļā adsorbē ūdeni, tā rezultātā pieaug masas stingrība.

Svaigā cementa mīkla tagad satur gelu veida hidratācijas produktus, vēl nehidratizētas cementa daļiņas un kaļķiem piesātinātu ūdens šķīdumu. Cementa-ūdens mīkla sāk saistīties. Tā jāiestrādā, līdz saistīšanās vēl nav sākusies. Portlandcementa mīklas saistīšanās procesam jāiestājas ne ātrāk kā 1 stundas laikā un atkarībā no cementa kvalitātes jāizbeidzas ne vēlāk kā 12 stundas pēc iejaušanas (6.1. att.).

Cietēšana. Kad beidzas saistīšanās, betons sāk cietēt. Šis process var ilgt mēnešiem un pat gadiem. Cietēšanas

pamatā ir hidratācijas procesā vēl neskarto cementa daļiņu tālākā hidrolizēšanās. Pirmajā — saistīšanās stadijā izveidotie geli sāk zaudēt savu ūdeni. Tie sāk žūt un cietēt. Tālāk sākas hidratācijas procesā izveidoto hidrātu kristalizēšanās un kalcija hidroksīda karbonizēšanās ar gaisa ogļskābi.

Sacietējis cementa akmens sākumā uzskatāms par heterogēnu sistēmu, kas sastāv no smalkiem silikāthidrātu, alumīnhidrātu, ferohidrātu, kalcija hidroksīda un kalcija karbonātu kristāliem, kā arī no hidratācijas procesā vēl neskartajām cementa daļiņām. Šis minerālais konglomerāts sastāv no pildvielām, ko cements sacementējis kopā un izveidojis betona akmeni.

— Turpmāk sārmainais cementa ūdens ķīmiski reaģē ar pildvielām: izdedžiem, kaļķakmeni vai ar smalkajām kvarca smiltīm. Šie ķīmiskie un fizikālie procesi noris lēni un ilgst mēnešiem, līdz betons pilnīgi pārakmeņojas.

● Paaugstināta temperatūra paātrina, bet pazemināta temperatūra palēnina betona cietēšanu. Sagatavojot betonu ar siltu ūdeni vai cietinot to piesātinātā tvaikā vai mitrā, karstā gaisā, cietēšanas laiku var saīsināt.

● Ja ir normāls atmosfēras spiediens, pie temperatūras 100 °C betona saistīšanos un cietēšanas sākumu var paātrināt, bet šādi cietināta betona stiprība ir mazāka. Turpretim piesātinātā tvaikā, kur ir 6—8 atmosfēru spiediens, betons ne tikai daudzkārt ātrāk cietē, bet arī iegūst labākas tehniskās īpašības.

● Kā svaigā, tā sacietējušā cementā ir poras, pie tam tās aizņem 1 līdz 3% tilpuma. Poras veidojas, ja betons nav pietiekami noblīvēts vai arī tad, ja betona sagatavošanas procesā tajā iemaisīti gaisa pūslīši. Šāda veida poras ir lielākas, lodveida un galvenokārt nav savstarpēji savienotas, caur tām ūdens neiesūcas betonā un nevar izraisīt tā koroziju.

Betonam bīstamas ir kapitālās poras, kas rodas ķīmiskajās reakcijās, cementa ūdenim pārejot no šķidrās fāzes cietajā fāzē, kā arī tad, ja betons sagatavots ar augstu cementa-ūdens attiecību. Tad betonā izveidojas mikroporu un mikrokapilāru sistēma, pa kuru ūdens var dziļi iesūkties betonā. Jo mazāk betonā poru, jo mazāks to diametrs, jo stiprāks un izturīgāks tas agresīvā vidē, jo augstāka tā salizturība.

6.4.4. Betona žāvēšana un kopšana

Betona žūšana. Sacietējuša betona žūšana sākas no ārējām virsmām un atkarībā no tā porainības, mitruma daudzuma, apkārtējā gaisa kustības un vides temperatūras noris ātrāk vai lēnāk.

— Betona ārējiem slāņiem izžūstot, tie nedaudz sarūk, turpretim betona dziļākos slāņos — kodolā, kur vēl noris dažas fizikālas pārvērtības, tas nedaudz uzbriest. Tādējādi betonā izveidojas iekšējie spriegumi, kas var izraisīt tā plaisāšanu.

— Pilnīgi izžuvušam betonam samirkstot, notiek pretēja parādība: ārējos slāņos noris uzbriešana, bet kodolā ne. Arī šie spriegumi var izraisīt betona ārējo slāņu plaisāšanu.

Jāatzīmē, ka plaisiņas, kas rodas, betonam žūstot, ir smalkas un betona izturību tās samazina niecīgi.

— Betona sarukšanu un uzbriešanu pildvielu mineraloģiskais sastāvs ietekmē maz. Tikai daži kaļķakmeņi izraisa betona uzbriešanu, bet cietie akmeņi — granīts, porfīrs un bazalts šādu efektu nedod.

— Betona sarukumu un uzbriešanu galvenokārt izraisa pats cementa akmens. Vismazākā ieraušanās ir portlandcementam un vislielākā mālaiņa cementam, pie tam smalka maluma cementam tā ir lielāka nekā rupjāka maluma cementam.

— Betoni ar lielu cementa saturu ieraujas vairāk nekā betoni ar mazāku cementa saturu. Tomēr cementa daudzumu samazināt nedrīkst, jo tas samazina betona stiprību, izturību un pārējās tehniskās īpašības.

Kopšana. Lai novērstu betona deformēšanos un plaisāšanu, jārūpējas, lai tas žūtu lēnām. Tam nav mazāka nozīme kā pareizai betona sastāva dozēšanai, sagatavošanai un iestrādāšanai. Cik svarīgi ir betona javai pievienot iespējami maz ūdens, tikpat svarīgi ir pirmo 4 nedēļu laikā nodrošināt tam mitrus cietēšanas apstākļus. Betons, kas cietēšanas laikā siltuma, vēja, caurvēja vai citos apstākļos zaudējis cietēšanai nepieciešamo ūdeni, neiegūst savu optimālo stiprību, un tā ārējos slāņos var rasties plaisas.

— Ja svaigs betons atrodas augstākas temperatūras apstākļos, piemēram, karstajās vasaras dienās, tas regulāri jāaplaista ar ūdeni. Betona aplaistīšanai jālieto tikai tīrs

5—15° ciets ūdens. Pārmērīgi ciets ūdens var radīt izsvīdumus. Arī lietus un citi mīksti ūdeņi betona aplaistīšanai nav piemēroti, jo tie šķīdina un izskalo cementa kalcija hidroksīdu.

6.5. VIEGLBETONI

Vieglbetoni ir sevišķs betonu veids, kam raksturīga poraina struktūra, maza tilpummasa un vāja siltumvadāmība. Tos izmanto nelielu ēku nesošajām konstrukcijām, sienām, starpsienām, pārsegumiem un arī kā siltuma un skaņu izolācijas materiālu.

Izšķir divu veidu vieglbetonus: ar vieglo, poraino minerālvielu pildvielām un betonus, kurus iegūst, cementaūdens mīklu saputojot vai ievadot tajā gāzi.

6.5.1. Vieglbetons ar porainām pildvielām

Šī veida betoniem kā saistvielu galvenokārt lieto portlandcementu un kā pildvielas — vulkāniskos tufus, keramzītu, agloporītu, pumeku, porizēto perlītu, izdedžus un dažus citus porainos minerālos materiālus.

Pildvielu svarīgākās īpašības ir to porainība un mazā tilpummasa, kas nosaka vieglbetona tehniskās īpašības. Pildvielas nedrīkst saturēt piemaisījumus, kas var izraisīt betona koroziju. Sēra savienojumi pildvielās, pārrēķinot uz SO_4 grupu, nedrīkst pārsniegt 1,5%. Tajās nedrīkst būt vairāk par 3% smalkumu un vairāk par 10% nepilnīgi izdegušu akmeņogļu piemaisījumu. Izdedži, kas satur kaļķus, betonam nav piemēroti, jo tie veldzējas lēni un parasti tad, kad betons jau sacietējis.

Lai porainās pildvielas neizsūktu no cementa mīklas ūdeni, tās vismaz 24 stundas pirms lietošanas labi jāsalaista ar ūdeni. Pretējā gadījumā betons, kam pietrūkst cietēšanai nepieciešamā ūdens, nebūs pietiekami stiprs.

Vieglbetonu iejaušanai piemērots tīrs, līdz 15° ciets ūdens.

6.5.2. Gāzbetons

Gāzbetons ir sevišķi viegls, porains, ar gaisu pildīts būvakmens, kura porās ieslēgts gaiss, un uzskatāms par īpatnēju pildvielu, kas daudzkārt pazemina tā tilpum-

masu un līdz ar to — siltumvadāmību. Poru izmēri atkarīgi no materiāla, kas izmantots betona izgatavošanai, kā arī no izgatavošanas tehnoloģijas. Parasti poras ir no 0,5 līdz 2,0 mm lielas. Gāzbetona tilpummasa atkarīga no tā porainības pakāpes, kura var būt 60—85% no betona kopējā tilpuma.

Gāzbetona tilpummasa atkarībā no tā izgatavošanas veida var būt no 300 līdz 1200 kg/m³.

Gāzbetonam ar tilpummasu 700 kg/m³ siltumvadāmības koeficients ir 0,25 kcal/m·h. Šāda gāzbetona 25 cm bieza siena mūsu klimatiskajos apstākļos ziemā pilnīgi nodrošina telpās normālus temperatūras apstākļus.

Par saistvielu gāzbetona izgatavošanā lieto galvenokārt portlandcementu vai augstvērtīgus neveldzētus kaļķus, piejaucot noteiktu daudzumu smalkā pulverī samaltu smilšu un ūdens.

Lai gāzbetona javā izveidotos poras, tai piejauc smalkā pulverī sasmalcinātu metālisko alumīniju.

Ja gāzbetona izgatavošanā par saistvielu izmanto portlandcementu, tad ķīmiskās reakcijas ierosināšanai java jāpasārmina, iestrādājot tajā attiecīgu daudzumu kaļķu vai nātrija hidroksīda (kodīgā nātrija). Pēc citas tehnoloģijas kā reakcijas ierosinātāju javā ievada perhidrolu (ūdeņraža pārskābi) — H_2O_2.

Alumīnijam ķīmiski reaģējot ar kaļķiem, nātrija hidroksīdu, izdalās gāze — ūdeņradis, kas uzpūš, uzputo cementa ūdens mīklu un tādējādi izveido tajā poras. Cementa mīklai sacietējot, poras saglabājas.

Rūpnīcā gāzbetonu pagatavo šādā secībā.

Mehāniskā maisītājā cementu samaisa ar smilšu pulveri un ūdeni, tad pielej attiecīgu daudzumu nātrija hidroksīda šķīduma un atkal samaisa. Pēc tam pielej alumīnija pūdera suspensiju ūdenī, samaisa un masu iepilda dzelzs veidnēs līdz noteiktam līmenim, kur tā ūdeņraža gāzes iedarbē uzputojas, un veidni piepilda līdz augšai.

Kad gāzbetons sasaistījies, to ievieto autoklāvā, kur tas tvaika vidē pie temperatūras 170—190 °C un spiediena 8—12 atmosfēras sacietē.

Gāzbetona īpašības.

— Gāzbetona stiprība atkarīga no izejmateriālu veida, kā arī no hidrotermiskās apstrādes autoklāvā.

— Visu veidu gāzbetoni ātri uzsūc ūdeni un samirkst, pie tam ūdens ieplūst ne tikai porās, bet arī poru sieniņās.

— Samitrinājies vai samircis gāzbetons lēni žūst, lēni atdod ūdeni.

— Gāzbetonam samitrinoties, tā stiprība pazeminās par 15—30%.

— Tikai daļa gāzbetona poru ir slēgtas, vairums to ir savstarpēji savienotas, tāpēc ne tikai ūdens, bet arī tvaiki betonā viegli pārvietojas. Apkurināmās ēkās ziemas apstākļos no siltajām telpām caur ārsienām izplūstošais siltais un mitrais gaiss kondensējas vēsākajos betona slāņos, sasalst un saārda sienas. Šādos apstākļos gāzbetona sienas ir mitras, telpas aukstas un nemājīgas.

— Jāievēro, ka no gāzbetona celtās, apkurināmās ēkās ārsienas samitrinās galvenokārt no iekšpuses, siltajam, mitrajam gaisam plūstot no telpām uz āru, atmosfērā.

— Dzīvnieku mītnēs norobežojošām sienām gāzbetons bez speciālas apdares nav piemērots.

— Dažreiz ārējais apmetums no gāzbetona sienām nokrīt tāpēc, ka apmetuma sastāvs nav bijis piemērots, t. i., nav ievērots gāzbetona un apmetuma termiskās izplešanās koeficients.

— Pret ķīmiskām iedarbēm gāzbetons ir mazāk izturīgs nekā smagie betoni.

6.6. SPECIĀLIE BETONI

Mūsdienu tehniskās revolūcijas laikmetā celtniecībai izvirzītas daudz augstākas prasības nekā pirms dažiem gadu desmitiem. Liela vērība jāpievērš būvmateriālu izvēlei, lai to tehniskās īpašības atbilstu dotā objekta specifiskajiem ekspluatācijas apstākļiem. Speciālie betoni vajadzīgi ķīmiskajā rūpniecībā, metalurģijā, hidrotehnikā, ceļu būvē utt. Īsumā apskatīsim dažus speciālo betonu veidus, kuriem celtniecībā ir lielāka nozīme.

6.6.1. Karstumizturīgs betons

Karstumizturīgos betonus izmanto ķīmiskajā un keramiskajā rūpniecībā, metalurģijā un daudzās citās ražošanas nozarēs kurtuvju, cepļu un dūmeņu oderēšanai, aparātu apdarei, t. i., visur, kur ekspluatācijas gaitā objekts pakļauts augstas temperatūras iedarbei.

Šāda veida betonu sagatavošanai izmanto portlandcementu vai — labāk — mālaiņa cementu, par pildvielu iestrādājot šamotu vai magnezītu. Mālaiņa cements ar ugunsizturīga šamota pildījumu dod betonu, kas iztur temperatūru līdz 1200 °C.

Sajaucot nātrija silikātu (šķidro stiklu) ar šamotu, arī iegūst karstumizturīgu betonu.

6.6.2. Skābju izturīgs betons

Skābju izturīgu betonu iegūst, attiecīgos daudzumos sajaucot nātrija silikāta (šķidrais stikls Na_2SiO_3) koncentrētu šķīdumu (īp. masa 1,4) ar sasmalcinātām kvarca smiltīm un skābju izturīgām pildvielām. Lai masa sacietētu, tai pieliek nātrija silikofluorīdu — Na_2SiF_6.

Ir zināms šāda sastāva skābju izturīgs betons:

nātrija silikāta šķīdums (īp. masa 1,4)	— 14%
nātrija silikofluorīds	— 2%
kvarca smilšu pulveris	— 15%
kvarca smiltis, dabiskās, izsijātas caur 2 mm sietu	— 26%
granīta vai andezīta šķembas	— 43%

— Nātrija silikāta betonam jācietē gaisā pie temperatūras 15—25 °C. To nedrīkst slapināt ar ūdeni.

— Kad betons sacietējis, to ieteicams saslapināt ar apmēram 10% sērskābes šķīdumu.

— Šāda sastāva betons ir izturīgs pret koncentrētu skābju iedarbi. Vāju koncentrāciju skābēs, kā arī tīrā ūdenī betons sairst.

6.7. VIDES IEDARBE UZ BETONIEM

6.7.1. Ķīmiskā iedarbe

Daudzi ārējās vides faktori — ūdens, augsne un atmosfēra lielākā vai mazākā mērā var ķīmiski iedarboties uz betonu un to korodēt. Šī iedarbe atkarīga no betona ķīmiskā sastāva, blīvuma, no tā iestrādāšanas veida un kvalitātes.

Sevišķa nozīme ir betona porainībai, jo tieši caur porām tajā nokļūst un dažreiz arī izfiltrējas šķidrumi un gāzes,

kas var būt agresīvi, izraisīt koroziju un iedarboties uz tā stiprību un izturību.

● Tīrs sauss gaiss un cietas sausas vielas betonam ir pilnīgi nekaitīgas.

— Vides ķīmiskā iedarbe uz betonu iespējama tikai ūdens klātbūtnē. Augsnes un grunts ūdeņi šķīdina visdažādākās augsnes organiskās sastāvdaļas, kas var izraisīt betona koroziju.

— Atmosfēras nokrišņi — lietus un sniegs — krītot uzņem sevī no gaisa dažādas agresīvas gāzes, kas, nonākot betonā, to korodē.

● Betona koroziju var izraisīt dažādi ķīmiski, fizikāli ķīmiski un bioloģiski procesi: betona komponentu šķīšana, jonu apmaiņas reakcijas, elektroķīmiski procesi, bioķīmiskas norises un ķīmiskas reakcijas, kuras saistītas ar jaunu savienojumu rašanos, kas palielina vai samazina sākottējo cementa akmens komponentu tilpumu.

— Ūdens, nokļūstot betonā, vispirms šķīdina saistvielas brīvo kalcija hidroksīdu un caur porām to izskalo no betona.

— Pēc tam (gan daudz lēnāk) šķīst un izskalojas no betona cementa gels.

● Pie paaugstinātas temperatūras ķīmiskās reakcijas starp cementa komponentiem un ūdenī izšķīdušajām agresīvajām vielām noris ātrāk un radušās jaunās vielas ātrāk izskalojas no betona.

● Ļoti mīksts ūdens, piemēram, lietus, sniega un arī kondensūdens, kas nesatur nekādus sāļus, betonam ir bīstams. Arī upju un ezeru ļoti mīkstie ūdeņi (cietība mazāka par 5°) korodē betonu. Mīkstie ūdeņi ne tikai šķīdina betona brīvo kalcija hidroksīdu, bet tie spējīgi darboties arī līdzīgi skābēm, kas, reaģējot ar citām cementa sārmainajām sastāvdaļām, tās pārveido ūdenī šķīstošos, izskalojamos savienojumos.

— Mīkstie ūdeņi, iesūcoties betonā, vispirms šķīdina un izskalo cementa komponentu kalcija hidroksīdu. Tā daudzumam samazinoties, ķīmiski sadalās citas cementa sastāvdaļas, betons pakāpeniski zaudē savu stiprību un sabrūk. Neskartas paliek tikai ķīmiski izturīgākās pildvielas.

— Visi mīkstie ūdeņi (cietība mazāka par 5°) betonam ir kaitīgi. Turpretim 15° cietie un cietākie ūdeņi, ja to sastāvā nav citu agresīvu vielu, betonus nekorodē.

● Dabā sastopamie ūdeņi nekad nav ķīmiski tīri, jo tie satur putekļus, dažādus sāļus, gāzes, arī ogļskābo gāzi.

— Lietus un sniega ūdeņos ir arī zināms daudzums ogļskābes, ko tie adsorbē no gaisa. Mirušo dzīvnieku un augu organisko vielu bioķīmiskajos noārdīšanās procesos arī izdalās ogļskābe, ko ievērojamos daudzumos uzņem gruntsūdeņi.

— Daļa no ūdenī izšķīdušās brīvās, ķīmiski nesaistītās ogļskābes agresīvi iedarbojas uz betonu. To sauc par agresīvo ogļskābi. Agresīvajai ogļskābei ķīmiski reaģējot ar betona saistvielas kalcija karbonātu — $CaCO_3$ un kalcija hidroksīdu — $Ca(OH)_2$, tie pāriet ūdenī vieglāk šķīstošā kalcija bikarbonātā, kas izskalojas no betona.

Agresīvās ogļskābes ķīmiskā reakcija ar kalcija karbonātu noris šādi:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2.$$

Kaļķiem izskalojoties, cementa akmens poru tilpums palielinās, betons zaudē savu blīvumu un līdz ar to izturību. Ar laiku betona virsma kļūst raupja, pazeminās tā stiprība, rodas īpatnējas plaisiņas.

● Ūdenī izšķīdušās agresīvās ogļskābes iedarbē kalcija silikāts un kalcija alumināts pāriet kramskābes vai alumināta gelā. Reakcija noris pēc šāda vienādojuma:

$$CaSiO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + H_2SiO_3,$$

$$2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot H_2O + 2H_2CO_3 \longrightarrow 2CaCO_3 + 2Al(OH)_3.$$

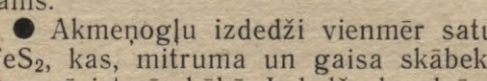
Tā ir jonu apmaiņas reakcija, kurā rodas ūdenī nešķīstoši gelu veida savienojumi, kas betonam ir nekaitīgi.

● Betonam bīstami ir rūpnīcu notekūdeņi, kā arī daži dabiskie ūdeņi, it sevišķi tie, kas satur sulfāta jonus. Ūdenī izšķīdušie sulfātu joni, nokļūstot betonā, veido dažādus sāļus. Betonam visbīstamākie ir kalcija, magnija, alumīnija un amonija sulfāti.

— Sulfāti augsnē var rasties sēru saturošu organisko vielu mikrobioloģiskajos noārdīšanās procesos. To ūdens šķīdumi betonam ir bīstami.

— Sulfātiem reaģējot ar cementa akmens kalcija hidroksīdu, rodas ģipsis — $CaSO_4$, kas, betona porās kristalizējoties ar 2 molekulām ūdens, ievērojami palielina savu tilpumu. No tā betona porās rodas iekšējie spriegumi, kuri betonu saārda.

● Ģipsis var reaģēt arī ar kalcija alumīnhidrātu pēc šāda vienādojuma:



$$3CaSO_4 + 3CaO \cdot Al_2O_3 + 31H_2O \longrightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot$$
$$\cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O.$$

Reakcijā rodas trikalcija sulfoalumināta hidrāts — tā saucamais «cementa bacilis». Kā redzams no vienādojuma, tas kristalizējas ar 31 molekulu ūdens, tāpēc stipri pieņemas tilpumā un rada iekšējos spriegumus, no kuriem betons sabrūk. «Cementa bacilis» betonam ir sevišķi bīstams.

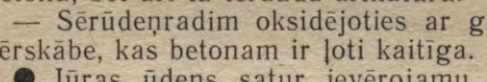
● Akmeņogļu izdedži vienmēr satur dzelzs sulfīdu — FeS_2, kas, mitruma un gaisa skābekļa iedarbē oksidējoties, pāriet sērskābē. Izdedžu kaudzēm izskalojoties ar lietus ūdeni, sērskābe nonāk augsnes un grunts ūdeņos, kuri saskarē ar betonu izraisa tā nopietnus bojājumus.

● Purvos, seklos ezeros un dīķos, mirušiem augiem un dzīvniekiem mikrobioloģiski sadaloties, rodas gāzveida sērūdeņradis — H_2S. Gāzveida sērūdeņradis betonam ir bīstams, jo, dziļi tajā ieplūzdams, tas korodē ne tikai pašu betonu, bet arī tā tērauda armatūru.

— Sērūdeņradim oksidējoties ar gaisa skābekli, rodas sērskābe, kas betonam ir ļoti kaitīga.

● Jūras ūdens satur ievērojamu daudzumu magnija sulfāta un nātrija hlorīda. Magnija sulfātam reaģējot ar cementa akmens kalcija hidroksīdu, noris jonu apmaiņas reakcija un rodas kalcija sulfāts (ģipsis) un magnija hidroksīds.

Reakcija noris šādi:



$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4 + Mg(OH)_2.$$

Reakcijas sākumā ūdenī grūti šķīstošais magnija hidroksīds nogulsnējas betona porās un it kā kavē reakcijas norisi. Reakcijai turpinoties un ģipsim kristalizējoties, porās rodas spriegumi, kas betonu saārda.

● Ūdens plūsma atkarībā no tās ātruma, ūdens daudzuma un hidrauliskā spiediena veicina kaļķu izskalošanos, t. i., betona koroziju.

— Gar betona objektu lēni plūstošs ūdens betonu aptverošajā slānītī izveido augstu kaļķu koncentrāciju, tāpēc kaļķu izskalošanās no betona palēninās.

Stāvošā gruntsūdenī kaļķu izskalošanās var pilnīgi izbeigties.

6.1. tabula

Betona ķīmiskā izturība dažādu vielu vidē

(5 — izturīgs; 4 — mazāk izturīgs; 3 — bojā virskārtu; 2 — lēni saārda; 1 —ātri saārda)

Skābes	
Slāpekļskābe	1
Sālsskābe	1
Sērskābe	1
Sēra paskābe	1
Fosforskābe	4
Skābs ūdens	2
Skābeņskābe	5
Pienskābe	2
Ģērskābe	2
Fluorskābe	2
Etiķskābe	2
Fenols	2
Sārmu šķīdumi	
Kālija karbonāts	5
Nātrija karbonāts	5
Amonija karbonāts	5
Kālija hidroksīds	5
Nātrija hidroksīds	5
Amonija hidroksīds	5
Sāļu šķīdumi	
Alumīnija sulfāts	4
Kalcija sulfāts	4
Dzelzs sulfāts	4
Kālija sulfāts	4
Vara sulfāts	4
Mangāna sulfāts	4
Nātrija sulfāts	4
Cinka sulfāts	4
Amonija nitrāts	1
Kālija nitrāts	5
Nātrija nitrāts	5
Kalcija nitrāts	5
Amonija sulfāts	1
Kalcija hlorīds	4
Nātrija hlorīds	4
Kālija hlorīds	4
Amonija hlorīds	4
Dzelzs hlorīds	4
Magnija hlorīds	4
Cinka hlorīds	4
Fluorīdi	5
Amonija fluorīds	1
Dzīvnieku tauki	
Liellopu tauki	4
Cūku tauki	4
Zivju eļļas	4
Augu eļļas	
Terpentīns	4
Kokoseļļa	4
Lineļļa	4
Olīveļļa	3
Rīcineļļa	4
Sojas eļļa	4
Tungeļļa	4
Naftas produkti	
Viskozās, smagās eļļas	5
Vieglās eļļas	4
Benzīns	4
Parafīneļļa	4
Smagais benzīns	4
Bitumeni	5
Akmeņogļu produkti	
Benzols	5
Parafīns	5
Toluols	5
Ksilols	5
Piķi	5
Dažādi	
Alkoholi	5
Alus	3
Formalīns	4
Augļu sulas	3
Glicerīns	4
Medus	4
Melase	4
Piens, svaigs	5
Piens, skābs	4
Skābēti kāposti	4
Silosu pildījums	4
Trinātrija fosfāts	5
Vīns	4
Cukurs	4

— Gruntsūdens negatīvā iedarbe uz betonu pastiprinās, ja tas atrodas ūdens plūsmā, kur, ūdenim pastāvīgi atjaunojoties, nepārtraukti izskalojas cementa akmens sastāvdaļas.

● Arī augsne pati par sevi var būt par nopietnu betona bojājumu cēloni. Tas atkarīgs no augsnes struktūras un ūdenscaurlaidības, jo blīva augsne ilgāk aiztur ūdeni un līdz ar to ļauj ūdenim ilgstoši iedarboties uz betona saistvielas komponentiem.

● Nepārziepojamie ogļūdeņraži — nafta un tās destilācijas produkti —, ja tie nesatur skābes vai citas ķīmiski reaģējošas vielas, betonu nekorodē.

— Minerāleļļu viskozākās šķirnes var uzglabāt pietiekami blīvās betona tvertnēs. Tās neiesūcas betonā un to nekorodē.

— Turpretim šķidrās minerāleļļas, vieglās degeļļas, benzīns u. tml., kaut arī betonu nekorodē, tomēr dziļi iesūcas sausā betonā. Šo vielu uzglabāšanai betona tvertnes sienas un dibens no iekšpuses jāapstrādā ar kādu eļļizturīgu pārklājumu.

● Betonam ļoti bīstami ir alus darītavu, pienotavu, ādu rūpnīcu, konditoreju, lopkautuvju, vīna rūpnīcu, cukurfabriku u. tml. notekūdeņi. Tie satur vielas, kuru rūgšanas vai pūšanas procesos izdalās organiskas skābes vai sērūdeņradis, kas betonu stipri korodē.

● Visu veidu ūdeņi, ja tie ir karsti vai silti, daudz vairāk bojā betonu nekā tie paši ūdeņi auksti.

● Ziemā apledojušas ielas parasti apkaisa ar vārāmo sāli (nātrija hlorīdu) vai apļaista ar magnija hlorīda šķīdumu. No šādas apstrādes ielu betons sairst, tā atsevišķas kārtas nolobās.

● Betonam ir kaitīgi visi notekūdeņi, kuru pH ir zemāks par 6,0. Tāpēc, lai noteiktu dotās ārējās vides ūdeņu agresivitāti, jāizdara to pilnīga ķīmiskā analīze.

6.1. tabulā dots orientējošs pārskats par dažu tehnikā visvairāk lietojamo vielu ķīmisko iedarbi uz betonu.

6.7.2. Fizikālā iedarbe

Betons visā savā ekspluatācijas laikā — sākot no iestrādāšanas brīža līdz novecošanai — pakļauts dažādu fizikālu faktoru iedarbei. Sevišķi jutīgs pret fizikālajām iedarbēm ir svaigs betons, tāpēc tam vajadzīga attiecīga kopšana.

● Svaigs betons jāsargā no lietusgāzēm un tanī pašā laikā regulāri jāmitrina ar ūdeni, lai tas cietēšanas laikā neizžūtu. Betonu nedrīkst mitrināt ar spēcīgu ūdens strūklu, jo tad no betona ārējiem slāņiem izskalojas cementa mīkla, tie kļūst irdeni un var atslāņoties. Mitrināšana jāizdara ar miglotāju vai piemērotu otu.

— Svaigs betons, lai tas saules staru vai vēja iedarbē ātri neizžūtu, jāapsedz ar slapjiem salmiem, meijām, slapju audumu u. tml.

● Sacietējušam betonam tīrā gaisā ir liela izturība, tas var kalpot desmitiem gadu.

— Pilnīgi sacietējis betons, ja tas atrodas upē, kura nes līdzi smiltis, ar laiku mehāniski noberžas.

— Ledus iešanas laikā betons, kas atrodas upē, dažreiz tiek nopietni sabojāts.

— Ūdens viļņu sitieni ar laiku mehāniski korodē betonu.

— Betons ir nedegams materiāls, izturīgs pie temperatūras līdz 300 °C. Pilnīgi sacietējis betons līdz 100 °C nemaina savas īpašības. Kad temperatūra sniedzas pāri par 100 °C, iztvaiko betonā adsorbētais un porās esošais ūdens. Betona stiprība sāk mazināties, kad paaugstinātas temperatūras iedarbē cementa akmens sāk zaudēt savu hidrātūdeni.

● Ugunsgrēka gadījumā betonam ir bīstams ūdens, ko lieto uguns dzēšanai. Sakarsušajam betonam strauji atdziestot, rodas iekšējie spriegumi, betona konglomerāts kļūst vaļīgāks un zaudē savu mehānisko izturību.

● Sasilstot betons izplešas, bet, temperatūrai pazeminoties, saraujas. Betona termiskā izplešanās ir atkarīga no daudziem faktoriem, galvenokārt no pildvielu sastāva, bet mazāk no saistvielas. Tāpēc lielās celtnēs, ostu un dambju, kā arī autoceļu būvēs attiecīgās vietās jāparedz pietiekams daudzums izplešanās šuvju.

● Dzelzsbetona priekšrocība ir tā, ka cementa akmenim un tērauda stiegrojumam ir gandrīz vienāds termiskās izplešanās koeficients. Tas nodrošina betona un tērauda stiegrojuma kopīgu pretestību slodzēm.

● Svaiga betona cietēšanai nepieciešams miers, jo katra vibrācija vai satricinājums, ko izraisa rūpnīcu mašīnu darbība, kā arī ielu satiksme lielākā vai mazākā mērā traucē betona normālu cietēšanu. Vibrāciju iedarbē cementa mīklas saites ar pildvielām var kļūt vaļīgas.

— Arī sacietējušu betonu pastāvīga vibrācija un satricinājumi padara vaļīgāku, rodas plaisas.

● Betons ir labs skaņu vadītājs. Tāpēc mūsdienu ēku betona pārsegumus pārklāj ar skaņu izolācijas materiāliem.

● Pilnīgi sacietējušam, sausam betonam siltumvadāmība ir lielāka nekā ķieģeļu mūrim. Tā atkarīga no pildvielu siltumvadāmības. Vislielākā siltumvadāmība ir betonam ar oļu vai akmens šķembu pildvielām, vismazākā — vieglbetoniem un gāzbetonam.

— Betonā nokļuvis mitrums palielina tā siltumvadāmību.

— Betona ārsienu un bēniņu pārsegumu siltumvadāmību pazemina, uzstrādājot tām kādu siltumizolācijas materiālu.

● Betona objekti mehāniski nolietojas dažādu mehānisku iedarbju rezultātā: no gājēju soļiem nolietojas ietves un sabiedrisko ēku kāpnes un grīdas, no satiksmes līdzekļu riepām pakāpeniski sadilst ielu un šoseju betona pārklājumi.

Betona nolietošanās koeficientu var pazemināt, ievadot tajā sevišķi cietas pildvielas — granītu, bazaltu, diabazu, korundu, karborundu ar graudu izmēriem 3—5 mm. Šādā betonā cementa-ūdens attiecība nedrīkst pārsniegt 50%.

● Pilnīgi sacietējušam, sausam betonam ir ļoti vāja elektrovadāmība. Jo betonā mazāk cementa, jo vājāka tā elektrovadāmība.

— Svaigs, mitrs betons elektrisko strāvu vada kā jebkurš elektrolīts.

— Maiņstrāva nekādā veidā neiedarbojas uz parasto betonu.

— Klejojošās līdzstrāvas, kas pa augsni plūst ielu, dzelzceļu, trolejbusu un elektrodzelzceļu tuvumā, betonus nebojā.

— Turpretim dzelzsbetona tērauda stiegrojums līdzstrāvas iedarbē intensīvi korodē. Tas pārklājas ar biezu, irdenu dzelzs oksīda (rūsas) kārtu, un pilnīgi izzūd stiprās saites starp betona masu un stiegrojumu. Tādam dzelzsbetonam vairs nav sākotnējo augsto tehnisko īpašību.

— Dzelzsbetona tērauda stiegrojuma elektrolītiskā korozija var norisēt tikai mitruma klātbūtnē; sausā betonā tā ir niecīga.

— Ja dzelzsbetona pamati atrodas mitrā zemē, tad klejojošo strāvu iedarbē arī relatīvi sausā betonā iespējama stiegrojuma elektrolītiskā sairšana.

● Zibens spērieni betonam maz bīstami. Parasti zibens no objekta atšķeļ tikai kādu betona gabalu vai šķembu.

● No fizikālajām iedarbēm betonu visvairāk bojā aukstums — sals.

— Pilnīgi sacietējušam, blīvam, sausam betonam sals ir nekaitīgs, jo ar cementu ķīmiski saistītais ūdens nesasalst. Turpretim svaiga betona saistīšanās un cietēšanas laikā var rasties nopietni sala bojājumi.

— Ja apkārtējā temperatūra ir zemāka par +10 °C, betons saistās un cietē daudz lēnāk.

— Betona normālai cietēšanai javas temperatūra nedrīkst būt zemāka par +15 °C.

— Ja temperatūra ir zemāka par 0 °C, betons nesaistās un necietē. Ūdenim sasalstot, tas izplešas, tajā rodas ledus kristāli, no tā betona struktūra kļūst vaļīga, irdena un kārtām nolobās.

— Betonējot sala apstākļos, jāņem augstvērtīgs, ātri cietējošs cements, java jāsagatavo ar lielāku cementa daudzumu un pēc iespējas zemāku cementa-ūdens attiecību. Pildvielas un ūdens jāuzsilda un iestrādātais betons attiecīgi jāapsedz, lai tas cietējot nesasaltu.

— Betona salizturība ir atkarīga no cementa akmens blīvuma. Pat pilnīgi sacietējis porains betons uzsūc daudz ūdens, un, tam sasalstot, porās rodas ūdens kristalizācijas spiediens, kas betonu saārda.

— Betona sala bojājumi var rasties arī tad, ja cementa akmenim un pildvielām nav vienāds termiskās izplešanās koeficients. Ja šī starpība ir liela, tad pie straujām temperatūru maiņām betonā var rasties smalkas, ar aci nesaredzamas plaisiņas, caur kurām betonā iesūcas ūdens, kas sasalstot to bojā.

6.7.3. Bioloģiskā iedarbe

Atkarībā no betona ekspluatācijas mitruma apstākļiem tā lielākus vai mazākus bojājumus var izraisīt koki, augi, dažādas baktērijas un arī daži dzīvnieki.

— Nereti betona plaisiņās vai iedobumos nokļūst bērzu, alkšņu, kārklu sēklas vai paparžu sporas un sāk savu attīstību. Nostiprinoties to sakņu sistēmai, rodas plaisiņas,

kuru iekšējie spriegumi spējīgi radīt nopietnas, ēkas konstrukcijām bīstamas plaisas un cita veida bojājumus.

— Mitros apstākļos betona porās un plaisiņās ieviešas ķērpji vai sūnas, kuras savas attīstības fizioloģiskajās norisēs izdala organiskās skābes, kas betona ārējos slāņos izveido dobumiņus un padara tos irdenus. Ja sairušajā betona slānī iekļūst ūdens, zemas temperatūras apstākļos rodas sala bojājumi.

— Zemākie vienšūnu augi — aļģes un dažu veidu baktērijas, iekļuvušas betona porās, izdala organiskās skābes, kas reaģē ar cementa akmens kaļķiem un bojā betonu.

Dažu baktēriju sugas, piemēram, *Sporovibrio desulfuricans*, izdalot organiskas skābes un specifiskus fermentus, spējīgas ģipsi — kalcija sulfātu — reducēt līdz sērūdeņradim. Gāzveida sērūdeņradis, ieplūstot dzelzsbetona porās, korodē ne tikai cementa akmeni, bet arī tērauda stiegrojumu.

— Dzīvokļos, kur augsts gaisa relatīvais mitrums, uz ārsienām un vēsajām pārsegumu virsmām kondensējas ūdens tvaiki un samitrina tās. Rodas labvēlīgi apstākļi dažādu sugu pelējumu sēnīšu attīstībai. Uz sienas izveidojas pelēcīgas, dzeltenīgas, brūnas vai melnas pelējuma kolonijas. Tās izdala organiskās skābes, kuras savukārt korodē kaļķus saturošos būvmateriālus.

— Koksni ārdošās piepes, bioķīmiski noārdot koksni, rada ap sevi skābu vidi, kura var sasniegt pH 2. Skābā vide korodē betonu. Īstā mājas piepe *Merulius lacrymans* savā attīstības gaitā spējīga savus hīfus izlaist caur betona sienu un tur turpināt savu koksni ārdošo attīstības gaitu.

Jūras ūdenī betonu apdraud dažādu sugu moluski — gliemji. Tie cieši piekeras betona objekta virsmai un, izdalot organiskās skābes, korodē to.

7. MŪRU IZSVĪDUMI

Nereti uz ķieģeļu mūra, betona vai apmetuma virsmas rodas neglīti, balti vai pelēcīgi izsvīdumi, kas ne tikai bojā celtnes izskatu, bet arī var kļūt par cēloni mūra ārējo slāņu bojājumiem. Tautā visus šādus izsvīdumus sauc par «mūra salpetri», kaut gan tikai retos gadījumos tie satur salpetri — kālija nitrātu.

● Izsvīdumu sastāvā ietilpst dažādi sāļi — galvenokārt kalcija, magnija, kālija un nātrija sulfāti, karbonāti, hlorīdi un arī nitrāti visdažādākajās variācijās.

● Šie sāļi lielākā vai mazākā daudzumā var atrasties būvmateriālos — ķieģeļos, betonā, kaļķu javā utt. Atrazdamies ilgstošā saskarē ar ūdeni, tie pāriet šķīdumā, kas, ceļojot pa ķieģeļu mūra, betona vai apmetuma porām un kapilāriem, plūst uz āru. Ūdenim iztvaikojot atmosfērā, sāļi nogulsnējas uz mūra virsmām izsvīdumu veidā.

● Uz mūra vai apmetuma, kas izdala izsvīdumus, neturas neviena krāsa, jo zem krāsas plēvītes sakrājas mitrie sāļi, kas to saārda vai atgrūž no pamatnes. Līmes un emulsiju krāsu pārklājumi jau pēc dažām nedēļām zaudē savu izskatu un zvīņu veidā nolobās no sienas. Arī tapetes drīz vien kļūst neglītas un nolobās.

Izvīdumus radošie sāļi mūrī nokļūst dažādi.

Kā jau minēts (4.1.1.), kalcija sulfāts ķieģeļos var nokļūt, ja izmanto mālus, kas satur ģipsi, vai ķieģeļus apdedzina ar sēru saturošām degvielām. Kaut gan ģipsis grūti šķīst ūdenī, tomēr, atrodoties ilgstošā kontaktā ar ūdeni, tas pakāpeniski pāriet šķīdumā, izplūst uz mūra virsmas un, ūdenim iztvaikojot, rada izsvīdumus.

Modernajās ķieģeļrūpnīcās, izmantojot mālus ar augstu ģipša saturu, tiem piejauc ekvivalentu daudzumu bārija karbonāta. Apdedzināšanas procesā bārija karbonāts, ķīmiski reaģējot ar kalcija sulfātu, pāriet ūdenī nešķīstošā bārija sulfātā, kas izsvīdumus nerada.

● Labi apdedzinātos ķieģeļos ūdenī viegli šķīstošie nātrija un kālija sulfāti ir daļēji pārgājuši grūti šķīstošos savienojumos. Vājāk apdedzinātos ķieģeļos šī veida sulfāti rada izsvīdumus.

● Saistvielas, kas satur ūdenī šķīstošo kalcija hidroksīdu, piemēram, portlandcements un kaļķi, rada izsvīdumus, kas gaisa ogļskābes iedarbē pāriet grūti šķīstošā kalcija karbonātā, kurš mūri pārklāj ar it kā baltu plīvuru, kurš grūti nomazgājams.

● Magnija hidroksīds izsvīdumus rada retāk, jo tas saistvielās atrodas mazākos daudzumos un tam ir mazāka šķīdība nekā kalcija hidroksīdam. Magnija hidroksīda izsvīdumi parādās tikai vietās, kur mūrim pastāvīgi pieplūst ūdens.

● Ja javai lietoti kaļķi, kas apdedzināti ar sēru saturošām degvielām, to sastāvā ir sulfāti, kas rada izsvīdumus.

● Izpildot būvdarbus ziemas apstākļos, javām pieliek kalcija hlorīdu vai citas piedevas; arī tas var radīt sulfātu vai hlorīdu izsvīdumus.

● Iejavas ūdens, ja tas satur daudz sāļu, var radīt dažāda veida izsvīdumus.

● Augsnes ūdeņi un gruntsūdeņi, kas sūcas caur pamatiem, satur sulfātus un hlorīdus, kuri rada izsvīdumus.

● Ievērojamus izsvīdumus rada ogļskābi saturoši gruntsūdeņi, kas kalcija hidroksīdu pārvērš ūdenī vieglāk šķīstošā kalcija bikarbonātā.

● Skābas dabas gruntsūdeņi, reaģējot ar saistvielu — kalcija hidroksīdu, rada ūdenī šķīstošus sāļus, kas izraisa izsvīdumus.

— Lielpilsētu un rūpniecības centru rajonos ar sēra dioksīdu un sērskābi piesātinātie lietus ūdeņi spējīgi radīt izsvīdumus.

● Mūrējot ar ķieģeļu samitrināšanu un ar mūrjavu, mūrī ievada ievērojamu daudzumu ūdens. Bez tam arī ar sāļiem piesātinātie gruntsūdeņi un bezsāļu nokrišņu ūdeņi nokļūst mūrī un, sūcoties pa porām un kapilāriem, šķīdina vieglāk šķīstošās ķieģeļu un mūrjavas sastāvdaļas. Šiem ūdeņiem iztvaikojot, uz mūra rodas izsvīdumi.

● Vēja un saules siltuma iedarbē mūra virsmas slāņos iesūcies ūdens iztvaiko ātrāk, sakarā ar to strauji samazi-

nās mitrums un sāļu šķīdums intensīvāk sūcas uz āru, uz mūra ārējo virsmu, radot izsvīdumus.

Atkarībā no mūra porainības un pieplūstošā ūdens daudzuma mitrums var iztvaikot ne tikai no mūra virskārtas, bet arī no tā dziļākajiem slāņiem. Ja mitrums iztvaiko tikai no mūra virskārtas, rodas tikai izsvīdums, bet, ja iztvaikošana noris arī no dziļākajiem slāņiem, tad sāļu nogulšņu kristalizēšanās var izraisīt ķieģeļu vai apmetuma sasprēgāšanu. Visvairāk sasprēgāšanu izraisa nātrija un magnija sulfāti, jo tie atkarībā no temperatūras un gaisa mitruma kristalizējas ar dažādu kristalizācijas ūdens daudzumu.

● Viegli šķīstošos kālija un nātrija sulfātu izsvīdumus no mūra ārējām virsmām noskalo lietus.

— Sāļi, kuri praktiski nekristalizējas, jo tie lielākā daudzumā uzkrājas būvmateriālu porās, izžūstot un pēc tam higroskopiski no jauna uzņemot ūdeni, ievērojami uzbriest un bojā būvkonstrukciju.

● Visstiprāk mūrim un apmetumam piesaistās grūti šķīstošais kalcija un magnija karbonāts. Sākumā rodas tikko manāmas blāvas izsvīduma pazīmes, bet mitruma ilgstošā iedarbē ar laiku izveidojas bieza, lāsaina izsvīduma kārta.

— Ja mūrī vai apmetumā nokļūst ogļskābi saturošs lietus vai augsnes ūdens, tad arī sacietējušā kaļķu vai cementa javā ogļskābes iedarbē kalcija hidroksīds un kalcija karbonāts pāriet vieglāk šķīstošā kalcija bikarbonātā, kas rada izsvīdumus.

● Retāk sastopami īstie «salpetra izsvīdumi» — nitrāti. Tos rada kālija, nātrija, kalcija vai amonija slāpekļskābes savienojumi vai nu katrs atsevišķi, vai arī vairāki no tiem kopā. Slāpekli saturošu organisko vielu (vircas, kūtsmēslu u. tml.) mikrobioloģiskās noārdīšanās procesos rodas slāpekļskābe, kas, ķīmiski savienojoties ar būvmateriālu kaļķiem un citām sastāvdaļām, rada attiecīgus nitrātus. Parasti nitrātu izsvīdumi rodas uz dzīvnieku mītņu sienām, kā arī uz ēkām, kas atrodas to tuvumā. Nitrātu izsvīdumi viegli šķīst ūdenī un ir viegli nomazgājami ar ūdeni.

— Ievērojamus mūra un apmetuma bojājumus izraisa visbiežāk sastopamais kalcija nitrāts, jo tas kristalizējas ar 4 molekulām ūdens. Mitrā gaisa iedarbē kalcija nitrāts pāriet šķīdumā, bet, iestājoties sausākiem gaisa apstākļiem, tas kristalizējoties palielinās tilpumā un ar laiku

saārda jebkuru apmetumu. Nitrātu bojātās mūra daļas un apmetumi rūpīgi jānodauza un jāatjauno.

● Bieži uz betona virsmām rodas balti izsvīdumi. Tas parasti ir kalcija hidroksīds, kas kopā ar betona iejavas ūdeni vai nokrišņu ūdeni izskalojies no betona, gaisa ogļskābes iedarbē karbonizējies un pārgājis kalcija karbonātā.

7.1. IZSVĪDUMU NOVĒRŠANA

— Jāizvēlas tādi būvmateriāli, kas nesatur daudz izsvīdumus radošu vielu.

● Tā kā visi izsvīdumu veidi saistīti ar ūdens klātbūtni, konstruktīvajiem risinājumiem jānovērš visa mūra samitrināšanās iespēja.

— Virspamatam jābūt pietiekami augstam, lai kūstošā sniega ūdens neiesūktos sienās.

— Pamatam un virspamatam jāierīko droša horizontālā hidroizolācija, lai gruntsūdens caur pamatiem neiesūktos mūrī.

— Mūris jāizvirza nedaudz uz āru pāri virspamatam vai arī tas jāizveido vienā vertikālā plāksnē ar virspamatu.

— Jānodrošina pilnīga mūra izžūšana.

— Lai aizsargātu sienas no samirkšanas ar lietus ūdeni, jumts jāizveido ar piemērotu nojumi un jāierīko racionāla lietus ūdens novadīšana.

Sienu izsvīdumus likvidē šādi.

— Ar asu suku s a u s ā v e i d ā sienas atbrīvo no izsvīdumiem.

— Ja uz sienas izsvīdumu atlikums ir ūdenī šķīstošs, to nomazgā ar lielu daudzumu auksta ūdens.

— Ūdenī nešķīstošo izsvīdumu atlikumu kopā ar mūri saslapina ar tīru ūdeni. Pēc tam mitro mūri ar smidzinātāju vai otu saslapina ar 5% sālsskābes šķīdumu. Kad izsvīdumi pilnīgi izšķīduši, sienu rūpīgi noskalo ar lielu daudzumu ūdens.

8. PASĀKUMI BETONA UN JAVU UZLABOŠANAI

Kā jau iepriekšējās nodaļās minēts, betona un javu blīvums, stiprība ārējā vidē ir atkarīga no saistvielas, ūdens un pildvielu tehniskajām īpašībām, no to daudzuma attiecības, kā arī no tā, cik rūpīgi tas sagatavots un iestrādāts.

Ir izstrādāti un praksē pārbaudīti dažādi pasākumi un piedevu sastāvi, kuri uzlabo betona, javu un apmetumu stiprību un izturību atmosfēras apstākļos, kā arī agresīvā vidē. Ar attiecīgām piedevām iespējams uzlabot betona iestrādājamību, ievadot tajā noslēgtas gaisa poras, padarīt betonu ūdensnecaurlaidīgu, paātrināt vai palēnināt tā cietēšanu, paaugstināt tā ķīmisko izturību, salizturību utt.

8.1. PLASTIFIKATORI

Iepriekš, runājot par betonu un javu sagatavošanu, tika uzsvērts, ka tie sagatavojami ar iespējami mazāku cementa-ūdens attiecību, un atzīmēts, ka, pazeminot ūdens piedevu, pazeminās to iestrādājamība.

Ievadot javā smalki dispersas neorganisko vielu piedevas vai organiskās virsmasaktīvas vielas, cementa-ūdens attiecību var ievērojami samazināt un iegūt plastisku, ērti iestrādājamu, ūdensizturīgu javu.

8.1.1. Neorganiskie plastifikatori

No neorganiskajiem materiāliem par javu plastifikatoriem lieto smalki dispersus veldzētos kaļķus, treknus mālus, sasmalcinātu kaļķakmeni, dolomītu, pelnus vai sasmalcinātus izdedžus. Javas ar šādām piedevām kļūst plastiskākas, ērtāk iestrādājamas un pie vienāda cementa satura nodrošina pietiekamu betona stiprību.

Neorganisko piedevu trūkums ir tas, ka tās vispirms rūpīgi jāsasmalcina un to īpatnējais patēriņš ir augsts. Tās reti lieto kā javu plastifikatorus.

8.1.2. Sulfītatsārms — plastifikators

Vēl mūsdienās par betona plastifikatoru plaši lieto lēto, nedeficīto celulozes rūpnīcu atkritumu — sulfītatsārmu. Tā sastāvā ietilpst galvenokārt kalcija lignosulfāts un lignosulfāta sāļi, kā arī cukuri.

Kā jau minēts, cukuri nelabvēlīgi iedarbojas uz betonu un javām, tāpēc atsārmus ieteicams attiecīgi apstrādāt, lai tos atbrīvotu no cukuriem. Ir pazīstami šādi divi paņēmieni.

— Sulfītatsārmu vairākas stundas karsē pie temperatūras 180—190 °C. Karsēšanas procesā cukuri ķīmiski noārdās un lignosulfonāti daļēji polimerizējas.

— Vēl labāk, ja sulfītatsārmam pieliek sodu (nātrija karbonātu) un vairākas stundas karsē pie temperatūras 180—190 °C. Karsējot cukuri ķīmiski noārdās un kalcija lignosulfonāts pāriet nātrija lignosulfomātā.

Tādējādi apstrādāts sulfītatsārms ir vērtīgāks plastifikators, tas nesatur betonam kaitīgo cukuru; 0,5% liela piedeva praktiski nepazemina betona stiprību, bet tikai nedaudz paildzina tā cietēšanas laiku.

8.1.3. Sintētiskie plastifikatori

Betoniem un javām vispiemērotākie plastifikatori ir sintētiskie organiskie virsmasaktīvie savienojumi — t. i. tenzīdi. Jāpiebilst, ka visi sintētiskie mazgāšanas līdzekļi, kā arī ziepes ir virsmasaktīvas vielas — tenzīdi. Niecīgas tenzīdu piedevas (0,01—0,2% uz cementa svaru) betona maisījumu vai javu uzlabo, padara plastiskāku, iestrādājamāku, novērš ūdens atslāņošanos, kā arī novērš ūdens ligzdu veidošanos.

Tenzīdi betona maisījumā vai javā izraisa disperģēšanās procesu, cementa, pildvielu saslapšanu un betona masas plastificēšanos, tā rezultātā cementa-ūdens attiecību var pazemināt pat līdz 42%. Vispiemērotākie plastifikatori ir tenzīdi, kas betona vai javas sārmainajā vidē nerada daudz putu.

Sintētiskās virsmasaktīvās vielas var iedalīt divās grupās: jonogēnie un nejonogēnie savienojumi.

Jonogēnie savienojumi ūdens šķīdumā elektrolītiski disociējas un rada kā pozitīvus, tā negatīvus jonus.

Nejonogēnās virsmasaktīvās vielas ūdens šķīdumā elektrolītiski nedisociējas un jonus nerada.

Betonu un javu plastifikācijai piemērotāki ir nejonogēnie tenzīdi, jo tie mazāk puto un pat niecīgās devās dod vēlamo efektu. Nejonogēno tenzīdu priekšrocība vēl ir tā, ka tie ir neitrāli savienojumi, kas neizraisa dzelzsbetona stiegrojuma koroziju. Uz nejonogēno tenzīdu bāzes Rietumeiropā un ASV plaši ražo speciālus betona plastifikatorus gatavā veidā.

Tenzīdus betonā ievada, šķīdinot tos iejavas ūdenī.

Celtniecības praksē par betona plastifikatoriem lieto alkilsulfātus ar 10—12 oglekļa molekulām. Padomju Savienībā šim nolūkam piemēroti preparāti ir НП-1, ОП-10 u. c.

8.2. PORAS VEIDOJOŠĀS VIELAS

Poras veidojošo vielu uzdevums ir betona javā ievadīt sīkus gaisa pūslīšus, kuri, betonam sacietējot, izveido slēgtas poras. Poru skaits, lielums un to kopējais tilpums atkarīgs no poru veidojošās vielas efektivitātes un no javas plastiskuma. Jo plastiskāka java, jo vairāk poru izveidojas un jo sīkākas tās ir. Ja poras ir sīkas — 0,2—0,5 mm, tās praktiski nemaina betona stiprību un izturību, pat otrādi — tās uzlabo betona struktūru, pazemina ūdens uzsūkšanas iespējamību un tādējādi paaugstina tā izturību pret vides ķīmiskām iedarbēm.

Šādam betonam ir augstāka salizturība; ledus, kas rodas, kapilāru ūdenim sasalstot, praktiski nerada iekšējos spriegumus, jo, gaisa porām nedaudz izplešoties, spriegumi līdzsvarojas.

● Pētījumi un praktiskā pieredze rāda, ka ar poras veidojošām putojošām vielām radītās gaisa poras ir efektīvas tikai tad, ja tās ir sīkas, vienmērīgi izvietotas un ja to kopējais tilpums nepārsniedz 3, augstākais 5% no cementa mīklas tilpuma. Tāpēc poras veidojošās vielas rūpīgi jādozē un betona maisīšanas laiks jānoregulē tā, lai betonā ievadītu optimālo daudzumu gaisa poru. Ja maisīšanas laiks ir par īsu, gaiss betona javā tiek ievadīts nepietiekamā daudzumā, turpretim, ja maisīšana ieilgst, gaiss var sākt no tās izplūst.

— Smiltīm bagāts betons uzņem vairāk gaisa nekā betons, kurā maz smilšu. Dzelzsbetonam javas porainība nav vēlama, jo, javai ieraujoties, vājinās saites starp betona masu un tērauda stiegrojumu.

8.2.1. Rūpnīcu atkritumi — poru veidotāji

Parasti poru veidošanai izmanto dažus pārstrādātus dabas produktus — nātrija lignosulfātu, ko iegūst no celulozes rūpnīcu atkrituma — sulfītatsārma, no līmes fabrikas atkritumiem — hidrolizētām olbaltumvielām, kā arī no kolofonija ziepēm. Šīm vielām, it sevišķi kopā ar sintētiskajiem tenzīdiem, ir apmierinošas disperģēšanas un putošanas spējas. To iedarbībā betona javā veidojas nelieli gaisa pūslīši, kas betonā izveido sīkas poriņas.

8.2.2. Sintētiskie poru veidotāji

No sintētiskajām virsmasaktīvajām vielām (tenzīdiem) betona poru veidošanai vispiemērotākie ir jonogēnie savienojumi, jo tiem ir ilgstoši noturīgas un izcilas putošanas spējas arī sārmainā betona javā. Parasti šim nolūkam lieto alkilsulfātus un alkilsulfonātus.

Sintētiskās poras veidojošās vielas betona maisījumā ievada, šķīdinot tās iejavas ūdenī. To daudzums ir 0,1—0,5% no cementa svara.

Jāatzīmē, ka praksē dažreiz betonā ievadītā gaisa daudzums pat pārsniedz 10%. Tādos gadījumos betona stiprība uz spiedi pazeminās vairāk nekā par 10%. Tāpēc poras radošā viela betona javā jāievada tikai tik daudz, lai ievadītā gaisa tilpuma daudzums nepārsniegtu optimālos 3—5%.

8.3. BLĪVVIELAS

Galvenais priekšnosacījums, kas nodrošina betona ūdensnecaurlaidību, ir tā izgatavošanas kvalitāte. Ķīmiskajām piedevām, kas uzlabo betona ūdensnecaurlaidību, ir tikai papildu nozīme. Tās nekādā gadījumā nevar aizstāt betona sastāva, tā sagatavošanas vai cietēšanas laikā radušos trūkumus.

Mūsdienu celtniecībā ir liels pieprasījums pēc ūdensnecaurlaidīgā betona, kas piemērots dažādu tvertņu, baseinu, rezervuāru, dambju, tiltu, tuneļu būvei, kā arī pamatu būvei, ja tie atrodas zem ūdens līmeņa. Ievērojot, ka betons ekspluatācijas laikā var atrasties tik daudzos dažādos apstākļos, šo jautājumu risināšana ir ļoti sarežģīta.

Vienā gadījumā uz betonu iedarbojas stāvošs, otrā —

tekošs ūdens. Dažreiz ūdens iedarbojas ar niecīgu, citreiz — ar ievērojamu statisko spiedienu. Ūdens var iedarboties īslaicīgi ar pārtraukumiem vai ilgstoši. Dažkārt rodas apstākļi, kad ūdens filtrējas caur betona objektu. Lietus ūdens uz betona objektu nonāk ar zināmu dinamiku un brīvi no tā noplūst. Bet visos gadījumos ūdens uz betonu iedarbojas kā mehāniski, tā ķīmiski, mainot tā īpašības un nereti radot ievērojamus bojājumus.

● Tāpēc, projektējot celtni, jāapsver, vai parastais smagais betons atbilst dotajām prasībām, vai tam nav nepieciešama ķīmiska vai cita veida aizsardzība. Sastādot celtniekiem priekšrakstus, jāievēro ūdensnecaurlaidīgā betona pagatavošanas pamatnosacījumi.

— Betonam jālieto tikai augstvērtīgs, svaigs, smalki malts cements.

— Pildvielām jābūt tīrām, ar piemērotu graudu formu un ar optimālu granulometrisko sastāvu.

— Betona maisījumā jābūt optimālam cementa, kā arī dotajam nolūkam atbilstošam ūdens daudzumam.

— Betonam jābūt viendabīgam, blīvam visā savā masā, jo pat viena neblīva vieta var izraisīt visas konstrukcijas bojāšanos.

— Betonam ilgstoši atrodoties mitruma iedarbē, atsevišķas tā sastāvdaļiņas uzbriest un betona ūdensnecaurlaidība var pieaugt.

— Betona ūdensnecaurlaidība atkarīga no tā biezuma. Jo biezāka betona konstrukcija, jo augstāka tā ūdensnecaurlaidība.

— Ievadot betonā ķīmiskas blīvvielas, tā ūdensnecaurlaidība pieaug, bet var pazemināties tā stiprība un citas tehniskās īpašības. Tāpēc bieži ir izdevīgāk blīvvielas pielikt nevis pašam betonam, bet tā apdares javai un uzstrādāt tam ūdensnecaurlaidīgu apmetumu.

— Dažreiz izdevīgāk ir sacietējušam betonam uzstrādāt ūdensizturīgu, ūdensnecaurlaidīgu krāsu vai bitumena mastikas pārklājumu.

8.3.1. Blīvvielu iedarbes būtība

Betona un citu minerālo būvmateriālu blīvvielu iedarbei ir galvenokārt fizikāls raksturs. Tās vai nu aizpilda betona poras un kapilārus, vai padara to hidrofobu — ūdeni «atgrūdošu».

Arī pareiza sastāva, mehāniski labi noblīvēta betona struktūrā atrodas zināms daudzums poru un kapilāru, pa kuriem ūdens var iesūkties vai dažos ekspluatācijas apstākļos izfiltrēties tam cauri. Šos betona trūkumus pilnīgi novērst nav iespējams ne ar pildvielu ideālu granulometrisko sastāvu, ne ar pazeminātu cementa ūdens attiecību ieturēšanu, ne ar tā mehānisku noblīvēšanu.

Pētījumi un pieredze rāda, ka arī ķīmiskajām blīvvielām ne vienmēr ir noteicoša nozīme betona un javu ūdensizturības nodrošināšanā. Betona ūdensizturība ir atkarīga no poru un kapilāru izmēriem, formas, no to savstarpējām saitēm, kā arī no to kopējā tilpuma. Jāievēro arī tas, ka betona ilgstošas cietēšanas un žūšanas laikā, kā arī tam atkārtoti samirkstot un izžūstot, tā porainība var ievērojami mainīties. Ievadot betonā ķīmiskās blīvvielas, savstarpēji savienotās poras atdalās cita no citas, mainās to forma un uz poru sieniņām izveidojas hidrofoba — ūdensatgrūdoša plēvīte.

Ķīmiskajām blīvvielām izvirzītas noteiktas prasības.

— Blīvvielām jābūt pietiekami efektīvām jau nelielās devās un ilgstoši jānodrošina betona ūdensnecaurlaidība.

— Blīvvielu optimālā deva nedrīkst pazemināt betona tehniskās īpašības.

— Blīvvielām jābūt gatavā veidā, viegli un ērti iestrādājamām, tām jāuzlabo javas plastiskās īpašības, kas dod iespēju samazināt ūdens piedevu, kura savukārt pazemina betona porainību.

Atkarībā no īpašībām un iedarbes principa blīvvielas iedalāmas vairākās grupās.

8.3.2. Minerālās blīvvielas

Betonā ievadītas smalki dispersas minerālās vielas optimālās devās papildina betona maisījumu ar smalkām daļiņām, kas uzlabo tā granulometrisko sastāvu un līdz ar to palielina ūdensizturību.

No cietajām minerālajām vielām betona blīvēšanai lieto sasmalcinātu trasu, aktīvu reakcijas spējīgu kramaini (silīcija dioksīdu), betonītu, domnu izdedžus u. tml. Uzskaitīto vielu piedeva 2—3% apmērā no cementa svara uzlabo ne tikai cementa ūdensizturību, bet arī citas tehniskās īpašības.

8.3.3. Neorganisko sāļu blīvvielas

— Viena no visvecākajām betona blīvvielām ir kālijalumīnija alauns $KAl(SO_3)_2 \cdot 12H_2O$. To šķīdina ūdenī un šķīdumu izlieto betona vai apmetuma javas iejaušanai. Kālijalumīnija sulfātam reaģējot ar cementā esošo kalcija hidroksīdu, rodas ūdenī nešķīstošs alumīnija hidroksīda gels, kas nogulsnējas betona porās un uzlabo tā ūdensizturību.

— Izplatīta ir blīvviela, kuras sastāvā ietilpst dinātrija fosfāts Na_2HPO_4, kalcija hlorīds, kālija silikāts u. c. No šo vielu mīklveida maisījuma sagatavo 1% ūdens šķīdumu, kuru izlieto betona vai apdares javas pagatavošanai.

8.3.4. Pārziepotu taukskābju blīvvielas

Vēl mūsdienās par betona blīvvielām izmanto ziepes — pārziepotas taukskābes, pārziepotu kolofoniju, augu eļļas, vaskus, sveķus u. tml. Šo materiālu pārziepošanai lieto kālija hidroksīdu, jo kālija ziepes ir šķidras, tās ērti iestrādāt javā.

Apmēram 1% kālija ziepju šķīdina ūdenī un šķīdumu izmanto javas sagatavošanai. Kālija ziepēm reaģējot ar betona kalcija hidroksīdu, rodas plastilīnam līdzīgas, ūdenī nešķīstošas kalcija ziepes, kas aizblīvē betona poras un kapilārus un to sieniņas pārklāj ar hidrofobu plēvīti. Tādējādi betons kļūst ūdensnecaurlaidīgs.

Ziepju piedeva nedaudz paildzina betona vai javas cietēšanas laiku un pazemina to stiprību par 5—10%.

Latvijas PSR jau vairāk nekā 50 gadus pazīstama un pārbaudīta betona un javu blīvviela ir pirolīts, kura pamatviela ir pārziepota oleīnskābe un dažas papildvielas, kas uzlabo tā hidrofobizējošās īpašības. Pirolītu viegli pagatavot uz vietas — būvlaukumā. Pēdējos gadu desmitos Latvijas PSR ar pirolīta apmetumu apstrādāti daudzi betona ūdenstorņi, ūdens baseini, pagrabtelpas u. c.

Pirolīta sastāvā ietilpst:

Oleīns vai stearīns	10	kg
Kālija hidroksīds	2,5	kg
Nātrija silikāts, 50% ūdens šķīdumā	10	kg
Krīts, smalki malts	18	kg
Ūdens	60	*l*

Pagatavošanas secība ir šāda.

— Apsildāmā katlā ielej apmēram $^1/_3$ daļu no dotā ūdens daudzuma, pieliek kālija hidroksīdu un maisot silda gandrīz līdz viršanai.

— Karstajam šķīdumam, to pastāvīgi maisot, pielej oleīnskābi un sildīšanu turpina, līdz oleīns vai stearīns pārziepojas un rodas viendabīgs ziepju šķīdums.

— Turpinot sildīšanu un nepārtraukti maisot, pielej nātrija silikāta šķīdumu.

— Atsevišķā traukā ieber krītu un, nelielām porcijām pielejot aukstu ūdeni, uzduļķo. Šai operācijai izlieto gandrīz visu atlikušo ūdeni, atstājot apmēram $^1/_{10}$ daļu ūdens krīta trauka izskalošanai.

— Uzduļķoto mīklveida krītu liek katlā. Ar atlikušo ūdeni izskalo krīta trauku un arī to ielej katlā. Sildīšanu un maisīšanu turpina, līdz masa kļūst viendabīga.

— Atdzisis pirolīts ir balta vai pelēcīga mīklveida masa.

Pirolīta lietošana.

Pirms lietošanas pirolīts ar aukstu ūdeni jāatšķaida tilpuma attiecībā 1 : 10. Tīrā traukā ieliek vajadzīgo daudzumu pirolīta un, rūpīgi maisot, mazām porcijām pielej attiecīgo daudzumu auksta ūdens. Rezultātā iegūst pienveida šķidrumu, ko celtnieki iesaukuši par «pirolīta pieniņu».

«Pirolīta pieniņu» lieto ūdens vietā ūdensnecaurlaidīgas apmetuma javas sagatavošanai.

Jāievēro, ka «pirolīta pieniņš» traukā ātri nogulsnējas, tāpēc ikreiz pirms ņemšanas no trauka tas labi jāizmaisa.

Ūdensnecaurlaidīgā apmetuma javas optimālā cementasmilšu tilpuma attiecība ir 1 : 3. Vispirms cementu ar smiltīm sausā veidā rūpīgi samaisa un pēc tam maisījumam pielej tik daudz pirolīta pieniņa, lai iegūtu stingru, bet vēl pietiekami plastisku apmetuma javu.

8.3.5. Dispersās, ūdenī nešķīstošās ziepes

Pēdējos gadu desmitos rietumvalstīs un ASV arvien vairāk izmanto dispersās, ūdenī nešķīstošās kalcija, cinka un alumīnija ziepes. Tās iegūst, pārziepojot ar minēto metālu sāļiem galvenokārt oleīnu vai stearīnu.

Nešķīstošās metālu ziepes dod efektīvākus rezultātus nekā šķīstošās kālija ziepes, jo tās ar cementa brīvo kal-

cija hidroksīdu ķīmiski nereaģē, neatdala sārmainos sāļus, nepalēnina betona saistīšanos un nepazemina tā stiprību. Disperso blīvvielu piedeva uzlabo betona ūdens un sala izturību. Dispersās blīvvielas ražo smalka pulvera vai mīklas veidā. Tās ievada betona vai apmetuma javā ar iejavas ūdeni. Tā, piemēram, Čehoslovakijā rūpnīcās ražo vairāk nekā 10 dažādu marku blīvvielas, no kurām visvairāk lieto «cerezītu N». Cerezīts ir balta mīklveida viela, kuras sastāvā ir smalki disperss kalcija stearāts, nātrija silikāts, krīts un ūdens.

Pirms lietošanas «cerezītu N» atšķaida ar ūdeni tilpuma attiecībās 1 : 8, rūpīgi samaisa un attiecīgā daudzumā pielej iejavas ūdenim.

VDR ražo un celtniecībā plaši lieto blīvvielu ar nosaukumu «Trikosals». Šī produkta sastāvā ietilpst oleīnskābes ziepes ar olbaltumvielas (kazeīna) piedevu. «Trikosalu» atšķaida ar ūdeni tilpuma attiecībās 1 : 3 un pielej javas sagatavošanas ūdenim. Trikosala patēriņš uz 100 kg cementa ir 1—2 kg.

8.4. PĀRĒJĀS PIEDEVAS

8.4.1. Betona un javu iekrāsošana

Fasādēm un citām redzamām konstrukcijām, lai iegūtu vēlamo nokrāsu, uzstrādā apmetumu, kura javā iestrādāts attiecīgs pigments. Šim nolūkam piemēroti tikai intensīvi krāsojoši, smalki samalti, gaismā, atmosfērā un sārmainā vidē izturīgi pigmenti. Pigmenti nedrīkst saturēt skābes, sāļus, krītu un ģipsi.

Javas iekrāsošanai piemēroti šādi pigmenti: titāna dioksīds (balts), okers, sintētiskais dzelzs hidroksīds (dzeltenīgs), dzelzs mīnijs, sintētiskais dzelzs oksīds (sarkanīgs), hromoksīds (zaļš), ultramarīns (zils) un melnais dzelzs oksīds.

Ievērojot pigmentu dažādās fizikālās īpašības, to piedevas daudzums javai katrā atsevišķā gadījumā jāpārbauda.

Sagatavojot iekrāsoto javu, tās komponenti kopā ar pigmentu sausā veidā rūpīgi jāsamaisa. Tad maisījums jāizsijā caur sietu, vēlreiz jāsamaisa; pēc tam maisījumam pielej attiecīgu daudzumu iejavas ūdens. Ar iekrāsoto javu fasādēm uzstrādā dekoratīvo apmetumu.

Vairums organisko pigmentu betona iekrāsošanai nav piemēroti, jo tiem zema gaismasizturība un tie nav noturīgi sārmainā javas vidē.

Spilgtus cementa javas iekrāsojumus iegūst tikai tad, ja lieto balto cementu. Iekrāsojot parastā pelēkā portlandcementa javu, var iegūt tikai tumšas nokrāsas apmetumus.

Spilgti iekrāsotus cementus iegūst cementa rūpnīcās, baltā cementa klinkera malšanas procesā piejaucot tam attiecīgas krāsas, gaismas un sārmu izturīgu pigmentu. Iekrāsotiem betoniem un apmetuma javām ir liela nozīme ēku arhitektoniski dekoratīvajā noformējumā. Betona paneļiem un fasāžu sienām uzstrādātais iekrāsotais apmetums vairs nav jākrāso.

8.4.2. Cietēšanas palēninātāji

Betonējot karstā laikā lielāka gabarīta ķermeņus, lai betona masas temperatūra pārmērīgi nepaaugstinātos, dažreiz nepieciešams palēināt tā cietēšanas laiku. Kā cietēšanas palēninātājus lieto vielas, kas kavē ūdens pieplūdumu cementa graudiņiem. Parasti par cietēšanas palēninātājiem izmanto lielmolekulāros organiskos savienojumus (piemēram, dekstrīnu, želatīnu, dažus celulozes derivātus u. c.), kas cementa graudiņus aptver ar koloidālo apvalku.

Arī iepriekš minētie betona javas plastifikatori, gaisa poras veidojošās vielas — lignosulfonāti un sulfītatsārms, ja tos ievada betona javā (0,3—0,5% no cementa daudzuma), palēnina cietēšanu līdz 12 stundām.

No neorganiskajām vielām betona cietēšanu palēnina nātrija pirofosfāts $Na_4P_2O_7$. Tā piedeva 0,10—0,15% apmērā no cementa daudzuma palēnina cietēšanas laiku par 10 stundām.

8.4.3. Cietēšanas paātrinātāji

Cietēšanas paātrinātāju uzdevums ir saīsināt javas vai betona saistīšanās un cietēšanas laiku. Tas dažreiz ir izdevīgi no tīri ekonomiskiem apsvērumiem, jo, paātrinot saistīšanos un cietēšanu, saīsinās viss ar betonēšanu saistītais laiks. Betonu un javu cietēšanas paātrinātāji ir pilnīgi neaizstājami, strādājot sala apstākļos, kā arī veicot avārijas darbus, kad jāstrādā zem ūdens.

Kā piedevas betonu un javu cietēšanas paātrināšanai lieto nātrija un kālija silikātus (šķidro stiklu), sodu, potašu, nātrija hidroksīdu, alumīnija sulfātu, dzelzs (III) sulfātu, nātrija sulfātu, kalcija hlorīdu u. c.

● Nātrija silikātu (Na_2SiO_3) vai kālija silikātu (K_2SiO_3) parasti lieto cietēšanas paātrināšanai. Šīs vielas ne tikai paātrina betona un javas cietēšanu, bet arī padara to blīvāku. Starp nātrija vai kālija silikātu piedevu un cementa kalcija savienojumiem noris ķīmiskas reakcijas, kuru rezultātā rodas kalcija silikāti ($CaSiO_3$) ūdenī nešķīstoša gela veidā, kas nogulsnējas betona vai apmetuma porās un kapilāros un tādējādi padara to blīvāku.

— Sajaucot cementu ar smiltīm tilpuma attiecībā 1 : 1 un pielejot tiem neatšķaidītu nātrija vai kālija silikātu, masa sacietē 2 minūšu laikā. Tāda paša sastāva cementasmilšu maisījums, kam pievienots līdzīgās daļās (1 : 1) sajaukts ūdens un nātrija silikāta šķīdums, izraisa javas sacietēšanu 5—8 minūtēs.

Šāda sastāva javas piemērotas ūdens plūsmas noblīvēšanai.

● Nātrija hidroksīda NaOH šķīdums ūdenī, ņemts koncentrācijā 1,3 g/*l*, izraisa strauju cementa hidratāciju un sacietēšanu.

● Alumīnija sulfāts $Al_2(SO_4)_3$, reaģējot ar kalcija hidroksīdu $Ca(OH)_2$, rada kalcija sulfātu ($CaSO_4$), alumīnija hidroksīdu $Al(OH)_3$ un kalcija aluminātu $Ca \cdot Al(OH)_5$, kas paātrina betona saistīšanos.

● Kalcija hlorīdu plaši lieto cietēšanas paātrināšanai. Tā piedeva 2—3% apmērā no cementa daudzuma ievērojami paātrina betona un javu saistīšanos un cietēšanu. Dzelzsbetonam kalcija hlorīds nav piemērots, jo tas izraisa metāla stiegrojuma koroziju.

● Visi cietēšanas paātrinātāji zināmā mērā negatīvi iedarbojas uz betona vai javas stiprību, kā arī izraisa lielāku sarukumu.

8.4.4. Piedevas, betonējot salā

Pieredze rāda, ka svaiga betona sasalšanai seko ievērojama tā stiprības pazeminināšanās. Ūdens, ko satur svaigais betons, sasalstot izplešas apmēram par 10% un pārrauj saites starp cementa mīklu un pildvielu graudiem.

Piedevu uzdevums ir pazemināt iejavas ūdens sasalšanas punktu un ierosināt cementa javas saistīšanos un cietēšanu arī pie zemas, negatīvas temperatūras.

No neorganiskām vielām šim uzdevumam atbilst vārāmais sāls — nātrija hlorīds (NaCl).

Nātrija hlorīds tikai pasargā iejavas ūdeni no sasalšanas, bet cementa javas saistīšanos neierosina. Nātrija hlorīda piedevai piemīt trūkums: tas ilgstoši migrē uz konstrukciju virsmām un rada izsvīdumus.

● Daudz efektīvāk darbojas kalcija hlorīds — $CaCl_2$. Tas ne tikai novērš iejavas ūdens sasalšanu, bet arī izraisa cementā komponentu ātrāku hidratāciju. Līdz ar to strauji atbrīvojas reakcijas siltums, kas savukārt nodrošina ātrāku betona saistīšanos un cietēšanu.

Atkarībā no gaisa temperatūras iejavas ūdenī jāšķīdina šāds kalcija hlorīda daudzums: pie temperatūras $-1°$ līdz $-5\,°C$ — 2%; no $-5°$ līdz $-10\,°C$ — 3% un no $-10°$ līdz $-15\,°C$ — 9%.

Kalcija hlorīda piedeva samazina sulfātu izsvīdumu rašanos, jo sāls šķīdumā ģipsis šķīst mazāk. Kalcija hlorīds no betona migrē tikai tad, ja tas javā ievadīts pārāk lielā daudzumā.

Jāievēro, ka, betonējot ziemas salā, iejavai jāņem pēc iespējas mazāk ūdens. Pazeminot iejavas ūdens daudzumu, paaugstinās betona temperatūra, tas veicina tā saistīšanos un cietēšanu.

Betonējot salā, piedevām lieto arī sodu (Na_2CO_3), šķidro stiklu (Na_2SiO_3 vai K_2SiO_3), aluminātus ($KAl(OH)_4$ vai $Ca_3Al(OH)_6$) u. c.

Ievērojot dažādo pretsala piedevu īpatnības, ņemot jaunu, nepārbaudītu piedevu, ieteicams to pārbaudīt. Lietojot pretsala piedevas, betona stiprība virsmas spiedē nedrīkst pazemināties vairāk par 20%.

Jāatzīmē, ka dzelzsbetona konstrukcijās hloru saturošās pretsala piedevas izraisa intensīvu metāla stiegrojuma koroziju.

9. MINERĀLO BŪVELEMENTU AIZSARGPĀRKLĀJUMI

9.1. MINERĀLO BŪVELEMENTU VIRSMAS SAGATAVOŠANA

Minerālo būvelementu virsmas stāvoklim ir noteicoša nozīme kā aizsargpārklājumu izturībā, tā arī visa objekta saglabāšanā. Aizsargpārklājumiem piemērotas tikai veselas, nebojātas, sausas būvkonstrukcijas. Tāpēc pirms pārklāšanas jānovērš visi bojājumi, defekti, kā arī jālikvidē smalkās, grūti saredzamās plaisiņas.

● Betonā vai apmetumā var būt vaļīgas daļas vai plaisas, kas vispirms jāizlabo. Apmetuma vaļīgās vietas jānokaļ un jāatjauno. Plaisas ar cirtni jāpaplašina un pēc iespējas dziļāk jāizkaļ. Tas jāizdara tā, lai paplašināto plaisu ārējā daļa būtu šaurāka par iekšējo. Tad paplašinātā plaisa sausā veidā ar suku vai izpūšot ar saspiestu gaisu jāatbrīvo no gružiem un putekļiem un pēc tam labi jāsaslapina ar ūdeni.

— Pirms izlabošanas javas iestrādāšanas paplašinātajās plaisās nedrīkst būt brīvs ūdens, tomēr tām jābūt ļoti mitrām. Izlabošanai jāņem stipra cementa-smilšu java, kuras tilpuma attiecība ir 1 : 4 vai 1 : 3. Javai jābūt ar iespējami mazu ūdens saturu.

● Minerāleļļu un taukvielu plankumi ar sukas palīdzību jānomazgā ar kāda labi emulģējoša mazgāšanas līdzekļa un karsta ūdens šķīdumu. Pēc tam, lietojot suku, virsma rūpīgi jānoskalo ar ūdeni.

— Eļļaino plankumu likvidēšanai nedrīkst lietot organiskos šķīdinātājus (benzīnu u. c.), jo tie eļļas un taukvielas dziļāk ievada betonā vai apmetumā un vēlāk tās var izmigrēt zem krāsas plēvītes.

— Ja apmetumā iesūcies daudz eļļas, dažreiz izdevīgāk to nokalt un uzstrādāt jaunu.

● Izlaboto betonu vai apmetumu drīkst krāsot vai pārklāt tikai tad, kad jaunais «ielāpa» materiāls pilnīgi sacietējis.

— Pēc sacietēšanas izlabotā vieta, ar cirtni nokaļot

šķautnes, jānolīdzina. Sevišķi gludās virsmas, lai tām labāk piesaistītos krāsojums, jāpadara nedaudz raupjākas.

— Pirms krāsošanas visas virsmas jāapstrādā ar tērauda suku un jāatbrīvo no putekļiem.

● Vecās līmes un kaļķu krāsas jānomazgā ar ūdeni, kam pievienota neliela amonjaka (ožamā spirta) vai kāda efektīva mazgāšanas līdzekļa piedeva.

● Vecu minerālkrāsu (silikātkrāsu) pārklājumus var notīrīt tikai mehāniski, ar tērauda sukām.

● Vecus eļļas un emaljas krāsu pārklājumus no minerālo būvmateriālu virsmām noņem, kodinot vai apdedzinot tās, kā arī apstrādājot ar mehāniskām tērauda sukām.

— Kodinot veco krāsojumu vienmērīgi saslapina ar 5% kālija hidroksīdu («kodīgo kāliju»), ļauj tam dažas stundas iedarboties un, kad krāsojums pilnīgi izšķīdis, ar lielāku ūdens daudzumu (ūdens strūklu) un suku mazgā un skalo, līdz skalošanas ūdenim vairs nav sārma pazīmju.

— Vecas eļļas un emaljas krāsas apdedzina ar lodlampu vai acetilēna degli.

● Ķieģeļu mūrus krāso reti. Lai tos pasargātu no lietus ūdens iesūkšanās, tie apmiglojami ar silikona šķīdumu.

— Ķieģeļu mūrus no izsvīdumiem atbrīvo sausā veidā ar sukām un pēc tam skalo ar ūdeni vai šķīdina ar 5% sālsskābi (7.1.).

— Ja ķieģeļu mūra fasādē ir agresīvu vielu izsvīdumi un ķieģeļi bojāti, tie jāizkaļ un jāaizstāj ar jauniem.

● Visiem tvaiku izolējošiem pārklājumiem piemēroti tikai sausi minerālie būvelementi, kuru mitrums kā ārējos slāņos, tā visā to masā nepārsniedz 5%. Sevišķi svarīgi tas ir krāsām, kas satur organiskos šķīdinātājus, jo krāsa nevar iesūkties ar ūdeni pildītās būvmateriāla porās. Bez tam saules staru vai cita siltumavota iedarbē būvelementa mitrums iztvaiko, krāsas plēvītē izveidojas pūslīši un tā nolobās no pamatnes.

— Ja betons vai apmetums pirms pilnīgas izžūšanas pārklāts ar tvaiku izolējošu materiālu, mūris nevar «elpot», nevar izžūt, mitrums nevar izplūst atmosfērā. Tādos apstākļos apkurināmās ēkas telpas būs mitras un pie ārējā krāsojuma plēvītes radīsies kondensāts, tas izraisīs ne tikai krāsojuma, bet arī pašas konstrukcijas sala bojājumus.

● Kaļķu, cementa, minerālkrāsu un silikonu pārklājumiem nedaudz mitrs betons vai apmetums ir mazāk bīs-

tams, jo tie tikai nedaudz kavē mitruma izplūdi atmosfērā.

● Svaigi ģipša apmetumi krāsošanai nav piemēroti, jo tiem ir augsts mitruma saturs. Turpretim sauss ģipša apmetums ir teicama krāsošanas pamatne.

— Pirms krāsošanas ģipša apmetumi sausā veidā ar suku jāatbrīvo no netīrumiem, pelējumiem un putekļiem.

● Ja betona virsma ir sārmaina, to var neitralizēt, saslapinot ar 5% sālsskābes šķīdumu. Kad burbuļošana beigusies, fasādi ar lielāku ūdens daudzumu (strūklu) rūpīgi noskalo, lai atbrīvotu no kalcija hlorīda, kas vēlāk var radīt izsvīdumus.

— Ieteicamāk sālsskābes vietā lietot 10% amonija hidrogēnkarbonāta NH_4HCO_3 šķīdumu. Amonija hidrogēnkarbonātam ķīmiski reaģējot ar kalcija hidroksīdu $Ca(OH)_2$. rodas ūdenī nešķīstošs kalcija karbonāts $CaCO_3$. Pēc tam apstrādātās virsmas rūpīgi noskalo ar ūdeni.

● Visefektīvākais paņēmiens betona vai apmetuma virsmas sagatavošanā un nostiprināšanā ir fluatēšana — apstrāde ar 10% cinka, magnija vai alumīnija fluorsilikāta šķīdumu. Fluorsilikātiem ļauj iedarboties 20—60 minūtes, pēc tam ar lielāku ūdens daudzumu virsmu rūpīgi noskalo.

— Pārmērīga fluatēšana nav vēlama, jo tad betona virsma «pārstiklojas» un zaudē gaisa un tvaika caurlaidību.

— Ja fasādes izsvīdumu avots ir betona vai ķieģeļu mūris, tad apmetums jānokaļ un jāfluatē pats mūris, jāuzstrādā jauns apmetums, kurš pēc pilnīgas sacietēšanas arī jāfluatē.

9.2. BITUMENU PĀRKLĀJUMI

Bitumenozās vielas jo plaši lieto kā hidroizolācijas materiālus betona vai citu veidu minerālo būvkonstrukciju aizsardzībai pret mitrumu un dažāda veida ķīmiskajām iedarbēm. Bitumens ir melns piķveida plastisks produkts ar dažādu cietības pakāpi. Visiem bitumeniem ir termoplastisks raksturs: pie paaugstinātas temperatūras tie kļūst mīksti vai šķidri, bet atdziestot sacietē.

Izšķir divu veidu bitumenozās vielas — vienas iegūst naftas pārstrādes procesos, otras — termiski pārstrādājot akmeņogles. Bitumenozos materiālus, ko iegūst no akmeņoglēm, parasti sauc par akmeņogļu piķiem vai akmeņogļu darvu.

No ķīmiskā viedokļa naftas bitumeniem ir galvenokārt alifātisko, bet akmeņogļu piķiem — aromātisko savienojumu raksturs. Tas arī nosaka šo materiālu dažādās pozitīvās un negatīvās īpašības. Celtniecībā galvenokārt lieto naftas bitumenus, kurus īsumā apskatīsim.

9.2.1. Bitumenu pamatīpašības

— Bitumenu īpatnējais svars ir no 0,8 līdz 1,3.

— Mīksttapšanas temperatūra — 25—130 °C. Pie augstākas temperatūras bitumeni kļūst šķidri.

— Pie temperatūras, zemākas par 0 °C, atkarībā no markas bitumeni kļūst cieti un vairāk vai mazāk trausli. Cietāko marku bitumeni pie zemas temperatūras var plaisāt.

— Bitumeni ir hidrofobi materiāli, praktiski ūdens un gāzu necaurlaidīgi, izturīgi pret vāju skābju un sārmu, kā arī pret dažādu sāļu šķīdumu iedarbi.

— Bitumeni nav izturīgi pret organisko šķīdinātāju, benzīna, petrolejas, minerālo un organisko eļļu un taukvielu iedarbi.

— Saules gaismā bitumeni «noveco» un pēc dažiem gadiem zaudē savas pirmatnējās tehniskās īpašības, kļūst trausli, neizturīgi. Saules neapgaismotās vietās tie savas īpašības saglabā gadu desmitiem.

— Bitumeniem ir laba spēja saistīties ar visiem parastajiem būvmateriāliem — betonu, dabiskajiem akmeņiem, ķieģeļiem, metāliem, koksni utt.

— Naftas bitumenus nedrīkst lietot sajauktus ar akmeņogļu piķi vai darvu, jo bitumeni ar šīm vielām tikai sajaucas, bet viens otrā nešķīst. Tāpēc bitumena veltņu materiālus nedrīkst līmēt un pārklāt ar akmeņogļu piķa mastikām — un otrādi.

9.2.2. Bitumena markas

Atkarībā no mīksttapšanas temperatūras ražo šādu marku naftas bitumenus.

	Mīksttapšanas temperatūra
НБ-I	25 °C
НБ-II	40 °C
НБ-III	45 °C
НБ-IV	70 °C
НБ-V	90 °C
НБ-VI	90 °C

— Istabas temperatūrā bitumens НБ-1 ir viskozs melns šķidrums, bet bitumens НБ-II ir mīksta pastveida viela.

— Bitumena НБ-III konsistence pie istabas temperatūras ir tāda, ka tajā ar pirkstu tikko var iespiest dobumu. Bitumena gabals pie istabas temperatūras pamazām izplūst, kaut gan pēc taustes tas ir ciets. Sitot ar āmuru, tas plastiski deformējas, nesaskaldoties gabalos.

— Bitumens НБ-IV pie istabas temperatūras ir tik ciets, ka tajā tikai ar nagu var iespiest rievu. Bitumena gabals, ja to dauza ar āmuru pie istabas temperatūras, saskaldās gabalos, bet šķembas nerodas.

— Bitumeni НБ-V un НБ-VI pie istabas temperatūras ir tik cieti, ka tajos ar nagu grūti iespiest rieviņu. Bitumena gabalu dauzot ar āmuru, tas saskaldās šķembās.

9.2.3. Naftas bitumenu identificēšana

— Aizdedzināts naftas bitumena gabaliņš izplata vāju degoša naftas produkta smaku, turpretim, dedzinot akmeņogļu piķi, izplatās stipra, raksturīga degošu akmeņogļu produktu smaka.

— Naftas bitumena paraudziņš benzīnā pilnīgi izšķīst, turpretim akmeņogļu piķis benzīnā nešķīst, bet tikai iekrāso benzīnu brūnganā krāsā.

9.2.4. Bitumena uzstrādāšana

Pirms bitumena uzstrādāšanas būvkonstrukciju virsmas rūpīgi jānotīra no netīrumiem un putekļiem un jāiegruntē ar šķidrāku bitumena gruntēšanas mastiku. Rupjas būvkonstrukciju virsmas 2—3 reizes jāiegruntē un pēc tam divās vai trīs kārtās jāuzstrādā sedzošās mastikas pārklājums. Katrai gruntējuma kārtai pilnīgi jānožūst.

Gruntēšanai lieto šķidru mastiku — bitumena šķīdumu benzīnā vai petrolejā. Šāds šķīdums labi iesūcas betona, ķieģeļu, dabisko akmeņu, kā arī koka būvelementu porās un izveido labu pamatu turpmākajiem pārklājumiem.

Orientējošs gruntēšanas mastiku sastāvs

Svaigam betonam

Bitumens НБ-IV vai НБ-V	30—40%
Benzīns	70—60%

Vecākam betonam

Bitumens НБ-III	30—40%
Benzīns	70—60%

Sedzošajam pārklājumam jāņem biezāka, viskozāka, apmēram šāda sastāva mastika:

Bitumens НБ-V	60—80%
Benzīns	40—20%

Ja pārklājums jāuzstrādā saules apstarotu konstrukciju virsmām, tad, lai, vasaras tveicē bitumenam kūstot, tas nenotecētu, mastikai jāpieliek kāda minerāla pildviela — azbests, veldzēti kaļķi vai cements. Pildvielas bitumena plēvītē izveido «skeletu», kas novērš izkusušā bitumena notecēšanu.

Mastika ar pildvielu

Bitumens НБ-III	50%
Pildvielas	20%
Benzīns	30%

Bitumena pārklājumi neiztur gruntsūdens hidrostatisko spiedienu. Pret gruntsūdens spiedienu pamatam vai citam objektam ar bitumena mastiku vairākām kārtām jāpielīmē hidroizols, folgozols, brizols vai ruberoīds. Uzstrādājot hidroizolējošo veltņu materiālu, jāievēro, ka te galvenā nozīme ir mastikai, bet veltņu materiālam ir tikai mastiku nesoša nozīme.

● Mitrās telpās kā sienām, tā grīdām veltņu materiāls ar 10 cm pārlaidumu jāuzlīmē divās vai vairākās kārtās. Pie tam visai pamatnei, kā arī veltņu materiāla atsevišķo kārtu virsmām jāuzstrādā mastika, patērējot to ne mazāk kā 1,5 kg/m².

● Balkoniem un atklātām terasēm veltņu materiāls jāuzlīmē 2—3 kārtās.

● Uzstrādājot sienām un grīdām keramikas vai cita veida plāksnes, jāapsver, vai nav nepieciešami kādi papildu pasākumi, lai nodrošinātu tās pret ūdens iesūkšanos.

● Betona skābbarības tvertnes visu ekspluatācijas laiku atrodas saskarē ar lopbarības produktiem, kuru rūgšanas procesos izdalās etiķskābe un pienskābe. Tāpēc tvertnes vairākkārt jāgruntē un jāpārklāj ar bitumena mastiku.

● Dzīvnieku mītnes būvē no betona, kā arī no betonafibrolīta paneļiem. Mazgājot šo telpu klonu un iekārtu, kopā ar mazgāšanas ūdeni sienu apakšējās daļās iesūcas

urīns, kā arī dažas citas agresīvas vielas, kas izraisa nopietnus sienu bojājumus. Pārklājot bīstamās vietas ar bitumena mastiku, sienu bojāšanos gandrīz var novērst.

● Betona dzeramā ūdens tvertnēm, vairākkārt apstrādājot to iekšējās virsmas ar bitumena mastiku, iespējams novērst ūdens caursūkšanos. Protams, bitumena mastika nedrīkst saturēt indīgas vielas.

● Bitumena pārklājumus uzstrādā ar miglotāju vai ar otu. Gruntēšanu ieteicams izdarīt ar otu, jo tad pārklājums labāk piesaistās pamatnei.

9.2.5. Bitumenu veltņu materiāli

Uz bitumenu bāzes ražotie veltņu materiāli iedalāmi divās grupās: jumta segmateriāli (ruberoīds, pergamīns) un hidroizolācijas materiāli, kuru pārstāvji ir hidroizols, folgozols, bitumenu saturošs stikla audums utt.

● Ruberoīds ir bitumena veltņu materiāls ar segkārtu. To ražo, jumta kartonu piesūcinot ar mīkstu (45 °C) bitumenu un tam no abām pusēm uzstrādājot cietāku bitumenu, kurš kļūst mīksts tikai pie temperatūras apmēram 90 °C. Republikas rūpnīcas pašlaik ražo šādu marku ruberoīdus: РК-420 ar rupjgraudainu smilšu apkaisījumu, РЧ-350 ar vizlas apkaisījumu un РП ar smalku minerālvielu apkaisījumu.

Ruberoīds, pakļauts saules staru un citu atmosfēras elementu iedarbei, pēc apmēram 5 gadiem sāk novecot: saplaisā un sadēdē. Lai palēninātu ruberoīda novecošanos, jau rūpnīcā tā ārējai virsmai uzstrādā zvīņveida vizlas pārklājumu, kas atstaro saules starus.

Kad ruberoīda jumta segums sāk novecoties, to 2 kārtās pārklāj ar bitumena (НБ-V) šķīdumu benzīnā, ligroīnā vai petrolejā. Pirmajam pārklājumam uz 20 daļām bitumena ņem 80 daļas šķīdinātāja, bet otrajam — uz 60 daļām bitumena — 40 daļas šķīdinātāja.

● Hidroizolācijai lieto speciālus bitumena veltņu materiālus — hidroizolu, izolu, folgozolu un brizolu, ko pielīmē ar bitumena mastikām.

— Hidroizolu izgatavo no azbesta kartona, piesūcinot to ar bitumenu. Rūpnīcas ražo divu marku hidroizolus — ГИ-1 un ГИ-2. Hidroizola priekšrocība ir tā, ka tas netrup un tāpēc var ilgāk kalpot. Hidroizola pielīmēšanai ieteicams lietot karstās bitumena mastikas.

— Folgozolu lieto apakšzemes un hidrotehnisko celtņu hidroizolēšanas darbos. To ražo, 0,2—0,5 mm biezu alumīnija lenti (foliju) pārklājot ar karsta bitumena un saplucināta azbesta maisījumu.

Stikla auduma veltņu materiālus izgatavo, stikla voiloku vai audumu piesūcinot ar bitumena vai bitumena un kaučuka maisījuma masu.

Izols un brizols ir veltņu materiāli bez pamatnes. Tie sastāv no tīra bitumena vai bitumena un devulkanizētas gumijas un azbesta šķiedru maisījuma. Kā izols, tā brizols piemērots pamatu, pagrabu, baseinu u. tml. hidroizolēšanai.

9.2.6. Mastikas veltņu materiālu iesegumiem

Veidojot daudzkārtainos jumta segumus un hidroizolējošos veltņu paklājus, tie jāpielīmē pamatnei un savstarpēji jāsalīmē ar mastikām, kas atbilst dotajiem ārējās vides apstākļiem.

Mastikas, kuras izgatavo un lieto tikai karstā, izkausētā veidā, sauc par karstajām, bet bitumena šķīdumus organiskajos šķīdinātājos, kurus lieto bez uzsildīšanas, — par aukstajām.

Bitumena mastikas gatavo galvenokārt no naftas bitumeniem, ievadot tajos pildvielas, kā arī dažas citas piedevas. Kā pildvielas lieto azbesta putekļus, minerālvati, koksnes šķiedras, sasmalcinātus pulverveida ķieģeļus, kaļķakmeni, kvarca smiltis, talku u. c. Pildvielas mastikas plēvītē izveido īpatnēju struktūru, piešķir tai «skeletu» un samazina bitumena patēriņu.

Bitumena mastikas mīksttapšanas temperatūrai jāatbilst siltuma apstākļiem, kādos paredzēta jumta seguma vai hidroizolējošā paklāja ekspluatācija. Ja mastikas mīksttapšanas temperatūra ir zemāka par ēkas jumta temperatūru, tad karstajā vasaras laikā jumta seguma mastika kļūst mīksta un notek no jumta. Karstā laikā iespējama arī jumta seguma noslīdēšana. Turpretim, ja mastikas mīksttapšanas temperatūra pārmērīgi augsta, tad aukstajos periodos mastika kļūst trausla un saplaisā.

Atkarībā no mīksttapšanas temperatūras rūpniecība ražo šādu marku karstās bitumena mastikas: МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85 un МВК-Г-90. Minētie skaitļi rāda mastikas mīksttapšanas temperatūru °C.

Aukstās mastikas ir bitumena koloīds šķīdums organiskajos šķīdinātājos — benzīnā, petrolejā, ligroīnā. Arī aukstajās mastikās ievada pildvielas — azbesta putekļus, minerālvates smalkumus u. c. Aukstās mastikas segumā tās atrodas tiešā kontaktā ar veltņu segmateriālu; iztvaikojot to šķīdinātājiem, mastika sacietē, turklāt daļa mastikas iesūcas segmateriālā un tādējādi uzlabo hidroizolējošās spējas.

9.3. EĻĻAS UN ĒMALJAS KRĀSU PĀRKLĀJUMI

Ar katru gadu aizvien retāk minerālo būvmateriālu fasāžu krāsošanā lieto eļļas un emaljas krāsas. Šim krāsojumam nepieciešama pilnīgi sacietējusi, pilnīgi karbonizējusies, brīvus kaļķus un brīvus sārmus nesaturoša pamatne. Ja pamatne ir sārmaina, ja tajā vēl ir brīvi kaļķi, tad krāsu saistviela — lineļļa, kā arī alkīdsveķu vai pentaftālsveķu emalju komponenti pārziepojas un krāsojuma plēvīte kļūst neizturīga, ilgstoši lipīga.

Krāsošanai ar šīm krāsām piemērots tikai betons vai apmetums, kas ne mazāk kā gadu cietējis un savos ārējos slāņos pilnīgi karbonizējies.

● Eļļas, emaljas un tamlīdzīgas krāsas uz fasādes virsmām izveido blīvu, tvaiku un gaisu necaurlaidīgu plēvi, kas neļauj sienu mitrumam iztvaikot atmosfērā. Apsekojot ar šādām krāsām krāsotas fasādes, redzams, ka daudzās vietās krāsas plēve nolobījusies. Dažās vietās apmetums sadrupis un nokritis, jo mitrums pie krāsas plēves kondensējas un, ūdenim sasalstot, apmetums sadrūp.

● Blīvā krāsas plēve traucē telpu gaisa apmaiņu. Tāpēc ēkās, kuru fasādes krāsotas ar šādām krāsām, telpas ir mitras, vēsas, nemājīgas, nehigiēniskas.

9.4. POLIMĒRU PĀRKLĀJUMI

Sintētiskie polimēru materiāli pagaidām ir deficīti un dārgi, tos grūtāk uzstrādāt mitrai pamatnei, daži no tiem ir ugunsnedroši darbā, tāpēc tos lieto tikai tad, ja tie pilnīgi neaizstājami.

Tikai daži sintētiskie sārmizturīgie kaučuki, izšķīdināti organiskajos šķīdinātājos, lietojami mēreni mitra betona virsmu pārklāšanai. Šādu pārklājumu stiprība un

izturība ir ierobežota. Polimēru materiālus lieto tādu tvertņu virsmu pārklāšanai, kurās pastāvīgi vai ar pārtraukumiem atrodas ūdens vai citi šķidrumi, to skaitā naftas produkti u. tml. Šādām tvertnēm piemēroti epoksīdsveķi vai to maisījums ar bitumeniem. Kā cietinātāju lieto polietilēnpoliamīnu.

Pēdējā laikā betona tverņu virsmu aizsargāšanai lieto poliuretāna šķīdumus. Lai poliuretāna pārklājums būtu stiprāks un izturīgāks, to kombinē ar stikla šķiedru audumu.

9.5. SILIKONU AIZSARGPĀRKLĀJUMI

Dabisko būvakmeņu, ķieģeļu mūru, betona un apmetumu aizsargāšanai pret atmosfēras iedarbi efektīvi ir silikonu pārklājumi. Tie piemēroti galvenokārt ēku vertikālajām virsmām — fasādēm. Silikonsveķi uz fasāžu virsmām izveido ļoti plānu, bezkrāsainu plēvīti, kurai ir izcilas hidrofobas īpašības. Silikonsveķu pārklājums «atgrūž» ūdeni no minerālo būvkonstrukciju virsmām, neļauj atmosfēras ūdeņiem iesūkties tajās un tajā pašā laikā netraucē konstrukciju mitrumam iztvaikot atmosfērā.

Celtniecībā izmantojamos silikonus var iedalīt trīs pamatgrupās.

● **Silikonāti** ir SiO grupas sāļu veida ūdenī šķīstoši savienojumi — silikonu «pusfabrikāti». Izšķīdināti ūdenī un uzstrādāti ķieģeļu, betona vai apmestai fasādei, tie ķīmiski reaģē ar gaisa ogļskābi un 1—2 dienu laikā pāriet silikonsveķu veidā, izveidojot ļoti plānu hidrofobu plēvīti.

Silikonāta šķīdums rūpīgi un vienmērīgi jāuzstrādā pilnīgi sacietējušām konstrukcijām vienā plānā kārtā. Pārāk biezs silikonātu pārklājums pēc sacietēšanas var nolobīties. Pārklājums jāuzstrādā vēsā, mākoņainā laikā uz nedaudz mitras pamatnes. Ja pirmās diennakts laikā pēc uzstrādāšanas uznāk lietus, tas pārklājumu var noskalot.

Jāievēro, ka silikonāta šķīdums ir kodīgs, ļoti sārmains, tāpēc, strādājot ar to, jāievēro drošības tehnikas noteikumi. Logu rāmji, stikli un citi nepārklājami būvkonstrukcijas elementi, lai tos neaptraipītu un nesabojātu ar kodīgo šķīdumu, rūpīgi jānosedz.

● **Silikonsveķi** ūdenī nešķīst. Tos šķīdina organiskajos šķīdinātājos. Silikonsveķu šķīdumus var uzstrādāt vairā-

kās kārtās. To pārklājumu fidrofobās īpašības parādās pēc šķīdinātāja iztvaikošanas. Kaut gan silikonsveķu šķīdumi ir dārgāki, praksē tos lieto biežāk.

Silikonsveķu šķīdumus uzstrādā ar miglotāju vai ar krāsotāju suku vienmērīgā kārtā. Nevienmērīgi apstrādātas fasādes var kļūt plankumainas.

● **Silikonsveķu emulsijas** vai pulverveida silikonus iestrādā apmetumu javā, lai tai ilgstoši piešķirtu hidrofobās īpašības. Arī kaļķu krāsām un minerālkrāsām, lai tām būtu hidrofobas īpašības, pieliek silikonsveķu emulsiju.

Ar visiem šāda veida silikoniem apstrādātās fasādes neuzņem putekļus un kvēpus. Ja putekļi nokļūst uz fasādes, tie neiekļūst būvelementa porās un ar lietu noskalojas.

Silikonu pamatīpašības

— Pilnīgi sacietējis silikonsveķu pārklājums ir ūdensnecaurlaidīgs, izturīgs pret lietu, samazina izsvīdumu rašanos un ievērojami novērš putekļu un kvēpu uzkrāšanos fasāžu materiāla porās. Visu veidu netīrumi, kas nokļūst uz fasādēm, ar lietu noskalojas.

— Silikonu pārklājumi nosedz tikai fasādes smalkās poras, kuru diametrs nepārsniedz 0,5 mm.

— Silikonu pārklājumi, ja uz tiem iedarbojas ūdens ar kādu hidrostatisko spiedienu, ir neizturīgi.

— Silikonu pārklājumi ir neizturīgi arī pret zemes mitrumu, kas pa pamatiem iesūcas fasādes sienās.

Visu minerālo būvmateriālu fasādes silikoni aizsargā pret lietus ūdens iesūkšanos.

— Silikonu pārklājumi piemēroti arī betona ielu, šoseju un ietvju apstrādei, jo to hidrofobās īpašības aizkavē sniega un ledus pieķeršanos betonam.

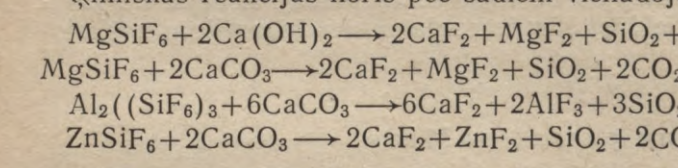
9.6. FLUATĒŠANA

Viens no visvecākajiem un tomēr visefektīvākajiem paņēmieniem, kā nostiprināt un cietināt kaļķus saturošus dabiskos būvmateriālus, kā arī betonu un apmetumu, ir fluatēšana, t. i., apstrāde ar fluātiem. Fluatēšanu veic, rūpīgi notīrītu minerālo būvelementu virsmas ar miglotāju

vai ar krāsotāju suku vairākkārt apstrādājot ar fluorsilīcijskābi H_2SiF_6 vai ar dažiem tās sāļu šķīdumiem.

● No fluorsilīcijskābes sāļiem šim nolūkam vispiemērotākie ir magnija silikofluorīds — $MgSiF_6$, alumīnija silikofluorīds — $Al_2(SiF_6)_3$ un cinka silikofluorīds — $ZnSiF_6$. Fluorsilīcijskābes sāļu šķīdums iesūcas minerālo būvelementu porās un kapilāros, kur ķīmiski reaģē ar kalcija hidroksīdu vai karbonātu, rada cietu, mehāniski izturīgu, ķīmiski stabilu, ūdenī praktiski nešķīstošu magnija, alumīnija vai cinka savienojumu. Fluatēšanas procesā nostiprina un cietina betona būvelementa ārējos slāņus un tādējādi tos aizsargā pret ūdens un agresīvo gāzu iedarbi.

Ķīmiskās reakcijas noris pēc šādiem vienādojumiem:



$$MgSiF_6 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaF_2 + MgF_2 + SiO_2 + 2H_2O,$$

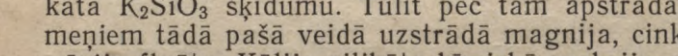
$$MgSiF_6 + 2CaCO_3 \longrightarrow 2CaF_2 + MgF_2 + SiO_2 + 2CO_2,$$

$$Al_2((SiF_6)_3 + 6CaCO_3 \longrightarrow 6CaF_2 + 2AlF_3 + 3SiO_2 + 6CO_2,$$

$$ZnSiF_6 + 2CaCO_3 \longrightarrow 2CaF_2 + ZnF_2 + SiO_2 + 2CO_2.$$

Lai norisētu šie ķīmiskie procesi, būvmateriālā pietiekamā daudzumā jābūt kalcija savienojumiem — kalcija hidroksīda vai kalcija karbonāta veidā.

● Dabiskos būvakmeņus, kuri vispār kaļķus nesatur vai satur tos nepietiekamos daudzumos, nostiprina šādi. Akmens virsmas poras, plaisas un dobumus ar otu vai citā veidā piesūcina ar atšķaidītu (apmēram 10%) kālija silikāta K_2SiO_3 šķīdumu. Tūlīt pēc tam apstrādātajiem akmeņiem tādā pašā veidā uzstrādā magnija, cinka vai alumīnija fluātu. Kālija silikāta ķīmiskā reakcija ar magnija silikofluorīdu noris šādi:



$$K_2SiO_3 + MgSiF_6 \longrightarrow MgSiO_3 + K_2SiF_6.$$

Reakcijas rezultātā rodas jaunas vielas — magnija silikāts — $MgSiO_3$ un kālija fluorsilikāts — K_2SiF_6. Tās abas ir cietas, mehāniski stipras, ūdenī praktiski nešķīstošas un ķīmiski stabilas vielas, kas nostiprina un noblīvē akmens būvelementu pret ārējās vides iedarbi.

Atkarībā no apstākļiem fluātus lieto 3—20% ūdens šķīdumu veidā. Pirmo pārklājumu izdara ar vājākas koncentrācijas (3—5%) šķīdumiem, otro ar 10% un pēdējo ar 20% šķīdumu. Pēc otrā pārklājuma ieteicams fluatēto laukumu ar lielāku ūdens daudzumu rūpīgi apmazgāt, lai poras atbrīvotos no fluāta kristāliem.

— Jāievēro, ka fluāti korodē metālus, tāpēc, strādājot ar fluātiem, nedrīkst lietot metāla traukus un ierīces. Strādājošiem jāievēro drošības tehnika. Jāstrādā gumijas cimdos, jāuzliek aizsargacenes utt.

— Betonus un apmetumus drīkst fluatēt ne ātrāk kā pēc 28 dienu cietēšanas. Ģipša apmetumiem fluāti nav piemēroti.

9.7. APSTRĀDE AR ŠĶIDRO STIKLU

Visvienkāršākais, kaut gan ne labākais paņēmiens būvakmeņu, betona un apmetumu pasargāšanai no atmosfēras faktoru iedarbes ir to apstrāde ar kādu no šķidrajiem stikliem — ar kālija silikātu — K_2SiO_3 vai nātrija silikātu — Na_2SiO_3. Priekšroka dodama kālija silikātam, jo tas uz fasādēm rada mazāk manāmus izsvīdumus.

Šķidrā stikla pārklājumi ir pietiekami izturīgi pret vājām organiskajām skābēm, kas rodas cukura rūpnīcās, alus un vīna darītavās, pienotavās u. tml. Tie izturīgi pret pārziepojamo tauku un eļļu iedarbi, kā arī pret vāji sārmainiem šķīdumiem.

Šķidro stiklu pārklājumiem ķīmiski reaģējot ar būvmateriāla kaļķiem, rodas ciets, mehāniski stiprs, ūdenī nešķīstošs savienojums — kramskābe un ūdenī šķīstošs kālija vai nātrija hidroksīds vai karbonāts. Ūdenī šķīstošie savienojumi kristalizējas uz pārklājumu virsmas izsvīdumu veidā.

Reakcijas noris pēc šādiem vienādojumiem:

$$Na_2SiO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSiO_3 + 2NaOH \text{ vai}$$
$$Na_2SiO_3 + CaCO_3 \longrightarrow CaSiO_3 + Na_2CO_3,$$
$$K_2SiO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSiO_3 + 2KOH,$$
$$K_2SiO_3 + CaCO_3 \longrightarrow CaSiO_3 + K_2CO_3.$$

Ūdenī nešķīstošais $CaSiO_3$ nogulsnējas būvakmens, betona vai apmetuma porās un tādējādi tos zināmā mērā aizsargā pret ūdens un agresīvo gāzu iesūkšanos.

Šķidrais stikls jāuzstrādā pilnīgi sacietējuša betona vai apmetuma virsmai 3—4 kārtās. Pirmajam un otrajam pārklājumam tas jāatšķaida ar ūdeni līdz īpatnējai masai 1,1, pārējām kārtām — līdz īpatnējai masai 1,2. Kad pirmā kārta pilnīgi nožuvusi, uzstrādā otru utt. Nav

ieteicams strādāt saulainā laikā, jo tad pārklājums iznāk lāsumains. Pārklāšana ar šķidro stiklu jāveic mitrā, vēsā laikā.

Lai šķidrā stikla šķīdums nesabojātu logu stiklus un citas neapstrādājamās konstrukcijas, tie attiecīgi jāapsedz. Šķidrais stikls ir kodīgs, ar to strādājot, jāievēro drošības tehnikas noteikumi.

10. METĀLI

Metālus retāk izmanto kā patstāvīgus konstruktīvos elementus, turpretim kā palīgmateriālus tos plaši lieto visās celtniecības nozarēs. Tāpēc no būvaizsardzības viedokļa konstruktoram un celtniekam jāzina metālu īpašības, to korozijas mehānisms un paņēmieni, kādi jāveic to aizsardzībai.

Metālu koroziju izraisa ārējās vides ķīmiskā un elektroķīmiskā iedarbe. Tā noris uz metālu virsmas, pie tam, procesam nepārtraukti turpinoties, korodē arī dziļākie slāņi, līdz metāls pilnīgi sairst.

● Visi metāli, izņemot platīnu un zeltu, vairāk vai mazāk korodē, tomēr visvairāk korozija bojā melnos metālus, t. i., tieši tos, kurus galvenokārt lieto celtniecībā. Melno metālu korozija valsts saimniecībai nodara milzīgus zaudējumus. Statistika rāda, ka korozijas procesos aiziet bojā gandrīz trešā daļa no gada laikā izkausētā melno metālu daudzuma.

Korodēšanas procesā metāla virsma maina savu ārējo izskatu. Vispirms uz tās parādās nenoteiktas formas sairuša metāla laukumi, kuri pārklājas ar korozijas produktiem, kas radušies, metālam ķīmiski reaģējot ar ārējās vides vielām. Korozija ir metāla un ārējās vides vielu savstarpējā ķīmiskā vai elektroķīmiskā mijiedarbība.

10.1 ĶĪMISKĀ KOROZIJA

Pie ķīmiskās korozijas pieskaitāmi procesi, kas noris tieši metāla un agresīvās vides savstarpējā ķīmiskā mijiedarbībā, neradot elektrisko strāvu. Ķīmiskā korozija noris, ja uz metālu iedarbojas sausas gāzes.

Gāzu korozija ir gadījumos, kad gāzes pie augstas temperatūras ķīmiski iedarbojas uz metālu. Šajos procesos aktīvi piedalās gaisa skābeklis. Skābeklim ķīmiski reaģējot

ar metālu, rodas metāla oksīdi. Gaisa ogļskābe, reaģējot ar metāliem, rada metāla karbonātus utt.

Visintensīvāk metālu korozijas procesi noris gaisa skābekļa iedarbībā, tāpēc tas jāuzskata par visbīstamāko ķīmiskās korozijas izraisītāju.

● Reaģējot ar skābekli, metāli oksidējas, pie tam novērojamas šādas parādības.

— Ja dzelzi karsē, tā atkarībā no temperatūras pārklājas ar plānu, vienmērīgu brūnganu, zilganu vai melnu oksīda kārtiņu — plāvu, bet šī kārtiņa nav blīva, tā vāji aizsargā dzelzi pret tālāko agresīvās vides iedarbi.

— Varš sausā gaisā pie istabas temperatūras lēni pārklājas ar blīvu, izturīgu oksīda Cu_2O kārtiņu, kas to aizsargā pret tālāku koroziju.

— Varš, mitrā gaisā reaģējot ar gaisa skābekli un ogļskābi, pārklājas ar vara karbonāta — $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ kārtiņu, tā saukto patīnu, kas varu aizsargā pret tālāku koroziju.

— Varu karsējot, tas pārklājas ar brūni melnu vara oksīdu — $2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO$ kārtiņu, kas to aizsargā pret tālāku koroziju.

— Alumīnijs gaisa skābekļa iedarbē ātri pārklājas ar plānu, blīvu, bezkrāsainu, dzidri caurspīdīgu alumīnija oksīda — Al_2O_3 kārtiņu, kas metālu labi aizsargā pret tālāku koroziju.

Metālu korozija lielā mērā atkarīga no vietējā klimata un atmosfēras. Lauku apstākļos tā galvenokārt atkarīga no gaisa relatīvā mitruma, no lietus, sniega, miglas, rasas, kā arī ūdens kondensēšanās pakāpes.

● Piejūras apvidos vējš atnes no jūras sāļās ūdens daļiņas, kas, nokļūstot uz metālu virsmām, ierosina intensīvu koroziju.

● Lielpilsētu un rūpniecības centru atmosfērā ir sēra dioksīds, brīva sērskābe, sērūdeņradis, kvēpi, brīvs hlors, pelni, ielu putekļi, dažādu metālu korozijas produkti un svins, ko automobiļu motori kopā ar izplūdes gāzēm izmet atmosfērā. Visi šie produkti, nokļūstot uz metāla, to korodē.

● Skābes un skābie sāļi iedarbojas uz metāliem vairāk vai mazāk korozīvi. Vairums metālu ir izturīgi pret sārmu un vājas koncentrācijas sāļu šķīdumiem. Sārmainā vidē korodē tikai cinks, alumīnijs un svins.

● Tīras, neitrālas eļļas, tauki, alkoholi, ēteri, ketoni,

kā arī skābes atskaldošie esteri, ogļūdeņraži un aldehīdi pret metāliem ir indiferenti.

● Apakšzemes metālu konstrukciju korozija ir atkarīga no zemes struktūras, no tās ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām. Zeme, kas satur smiltis, mālus un kaļķus, metāliem ir mazāk bīstama nekā purvu un dūņu zeme.

— Uzbērumu zeme, kas satur pelnus, izdedžus, saslaukas un atkritumus, metāliem var būt bīstama.

— Noteicoša nozīme ir zemes skābuma rādītājam pH, no kura atkarīga tās agresivitāte pret metāliem. Ja zemes pH uzrāda neitrālu reakciju, bet augsnē atrodas lielākā daudzumā kalcija un magnija karbonāti, tad metāli parasti nekorodē. Turpretim, ja zemes pH ir mazāks par 7 un ja tā satur hlorīdus, sulfātus, sulfīdus un amonjaku, jārēķinās ar koroziju.

— Zemē esošie mikroorganismi savā dzīvības procesa norisē izdala sērskābi un sērūdeņradi. Daži no tiem spējīgi sulfātus reducēt līdz sulfīdiem.

— Poraina zeme, sevišķi tāda, kas satur agresīvas vielas, sakarā ar gaisa skābekļa pieplūdi ir bīstama visiem metāliem.

● Metālu izturība ūdenī ir atkarīga no skābekļa, hlora jonu un sāļu daudzuma, kā arī no ūdens temperatūras. Pie augstākas temperatūras ūdens intensīvāk korodē metālus.

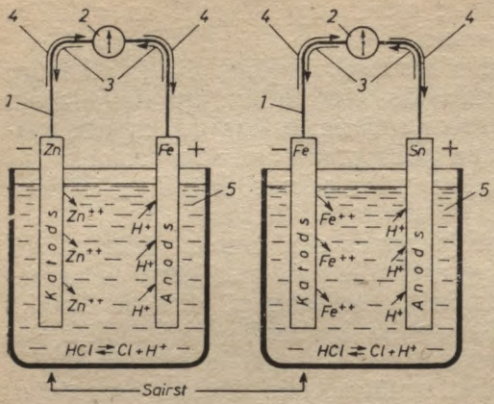
— Jūras ūdens sakarā ar ievērojamo skābekļa, hlorīdu un sulfātu daudzumu visos apstākļos korodē visus metālus.

— Mīksts ūdens (cietība zemāka par 5°) ir ļoti agresīvs visiem metāliem. Ūdeņi ar cietību 5—12°, ja tie satur sārmzemju hidrokarbonātus, visumā metāla koroziju nerada, jo tie uz metāla virsmām veido ūdenī nešķīstošu karbonātu kārtiņu, kas zināmā mērā metālus pasargā no korozijas.

● Metāliem ir bīstami ūdens mikroorganismi — sēnītes, aļģes un baktērijas, kas izdala sērskābi, sērūdeņradi un dažas citas metāliem agresīvas vielas.

10.2. ELEKTROĶĪMISKĀ METĀLU KOROZIJA

Elektroķīmiskā korozija saistīta ne tikai ar ķīmiskiem procesiem, bet izpaužas arī elektriskajās parādībās. Tā noris elektrisko strāvas vadītāju šķidrumos, skābju,



10.1. att. Metāli elektrolītā:

1 — ārējais strāvas vadītājs; *2* — mērinstruments; *3* — elektriskās strāvas virziens; *4* — elektronu plūsmas virziens; *5* — elektrolīts (HCl)

sārmu, sāļu šķīdumos, mitrās gāzēs un mitrā atmosfērā — elektrolītos. Elektrolītos metālam korodējot, noris tieši tādi paši procesi, kādi noris galvaniskā elementā.

Pieņemsim, ka ir divi galvaniskie elementi, no kuriem katrs sastāv no diviem dažādiem metāliem (elektrodiem) (10.1. att.). Pirmajā galvaniskajā — dzelzs (Fe) ir pārī ar cinku (Zn), bet otrajā — dzelzs ir pārī ar alvu (Sn). Ja elektrodus iegremdē sālsskābes (HCl) šķīdumā (elektrolītā), rodas elektriskais lauks, ķīmiskā enerģija pārvēršas elektriskajā enerģijā. Ja elektrodus savstarpēji savieno ar ārēju vadītāju, pa to plūst elektriskā strāva virzienā no anoda uz katodu.

● Pirmajā galvaniskajā elementā elektrolīta mijiedarbē ar elektrodiem aktīvākais metāls — cinks (katods) sairst un pozitīvi uzlādētu jonu veidā pāriet šķīdumā. Atbrīvojušies elektroni pa ārējo vadītāju plūst uz pasīvāko metālu (anodu) — dzelzi.

Elektriskā strāva pa ārējo vadītāju plūst no anoda (dzelzs) uz katodu (cinku). Pasīvākais metāls (dzelzs) pievelk pozitīvi lādētos ūdeņraža jonus, kur tie neitralizējas.

● Otrajā galvaniskajā elementā aktīvākais metāls — dzelzs (katods) savienots pārī ar pasīvāku metālu — alvu (anods). Te elektrolīta iedarbē dzelzs kā aktīvākais metāls sairst un pozitīvi uzlādētu jonu veidā pāriet šķīdumā. Elektriskā strāva pa ārējo vadītāju plūst no alvas (anoda) uz dzelzi (katodu), bet atbrīvojušies elektroni plūst pretējā virzienā.

Galvaniskā elementa aktīvākais metāls — dzelzs (katods) sairst, bet pasīvākais (anods), pie kura elektrolīta pozitīvi lādētie joni neitralizējas, paliek neskarts.

No teiktā secinām, ka dažādu metālu aktivitāte, citiem vārdiem, spēja piedalīties elektroķīmiskajās reakcijās nav vienāda. No metāliem visenerģiskāk reaģē sārmzemju metāli — kālijs, nātrijs, kalcijs un visvājāk cēlmetāli — platīns, zelts un sudrabs.

10.1. tabulā metāli sakārtoti elektroķīmiskajā spriegumu rindā atkarībā no to elektroķīmiskās aktivitātes. Otrajā ailē dotie skaitļi (E_0) apzīmē metāla normālpotenciālu salīdzinājumā ar ūdeņradi — H_2.

10.1. tabula

Metālu elektroķīmiskā sprieguma rinda

Metāls		Metāla normālpotenciāls E_0, V	Metāls		Metāla normālpotenciāls E_0, V
Kālijs	K	−2,92	Kobalts	Co	−0,28
Kalcijs	Ca	−2,76	Niķelis	Ni	−0,25
Nātrijs	Na	−2,71	Alva	Sn	−0,14
Magnijs	Mg	−2,34	Svins	Pb	−0,13
Alumīnijs	Al	−1,67	Ūdeņradis	H_2	+0,00
Mangāns	Mn	−1,05	Varš	Cu	+0,35
Cinks	Zn	−0,76	Sudrabs	Ag	+0,81
Hroms	Cr	−0,51	Dzīvsudrabs	Hg	+0,85
Dzelzs	Fe	−0,44	Zelts	Au	+1,38
Kadmijs	Cd	−0,40	Platīns	Pt	+1,60

Metālu elektroķīmiskās spriegumu rindas sākumā atrodas visaktīvākie metāli — kālijs un nātrijs, kuru aktivitāte ir augstāka nekā ūdeņradim. Šo metālu normālpotenciāli apzīmēti ar mīnusa zīmi. Aiz ūdeņraža aktivitātes rindā atrodas cēlmetāli, kuru normālpotenciāli apzīmēti ar plusa zīmi.

No jebkuriem diviem metāliem, kas savienoti galvaniskajā pārī, elektrolīta iedarbē sairst tas, kurš ir elektroķīmiski aktīvāks, citiem vārdiem, sairst metāls, kuram elektroķīmiskajā spriegumu rindā negatīvāks normālpotenciāls.

Tā, piemēram, ja dzelzs ($E_0 = -0,44$) ir galvaniskajā pārī ar cinku ($E_0 = -0,76$), elektrolīta klātbūtnē sairst cinks un dzelzs paliek neskarta (10.1. att.).

Ja dzelzs ($E_0 = -0{,}44$) ir galvaniskajā pārī ar mazāk aktīvu metālu, piemēram, alvu ($E_0 = -0{,}14$), tad elektrolīta klātbūtnē sairst dzelzs, bet alva paliek neskarta.

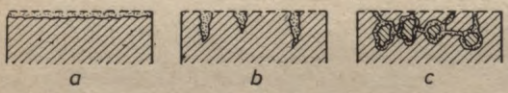
Tāpēc cinkota dzelzs ir izturīga pret koroziju, kaut gan tikai līdz tam brīdim, kad cinka pārklājums ir izšķīdis un pārgājis elektrolītā. Tātad cinkotā dzelzs saglabājas uz cinka rēķina.

Ja dzelzs pārklāts ar mazāk aktīvu metālu, piemēram, alvu ($E_0 = -0{,}14$) vai niķeli ($E_0 = -0{,}25$), dzelzs būs aizsargāta tikai tad, ja alvas vai niķeļa kārtiņa būs pilnīgi blīva un novērsīs elektrolīta piekļūšanu dzelzij. Ja pārklājuma kārtiņā ir poras vai mehāniski bojājumi, caur kuriem elektrolīts piekļūs dzelzij, tad dzelzs kā aktīvākais metāls izšķīdīs un jonu veidā pāries elektrolītā.

● Atkarībā no metāla ķīmiskajām īpašībām, kā arī no vides agresivitātes un korozijas apstākļiem metālu sairšanai var būt dažāds raksturs (10.2. att.).

— Vienmērīgā korozija izplatās pa visu metāla virsmu. Tā ir bīstama būvelementiem, kas darbojas uz lieci, jo tieši visnoslogotākajās vietās metāls korodējas visintensīvāk.

— Punktveida korozija (pitingi) parasti izveidojas tur, kur agresīvajā vidē vienlaikus iedarbojas hlora joni un kādas oksidējošas vielas.

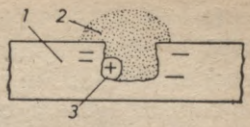


10.2. att. Metālu korozijas veidi:
a — vienmērīga korozija;
b — punktveida korozija;
c — starpkristālu korozija

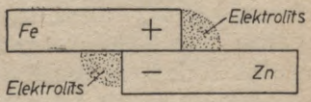
— Visbīstamākā ir starpkristālu korozija. Šī korozija izplatās uz metāla kristālu robežām, sarauj starpkristālu saites, un līdz ar to samazinās metāla mehāniskā stiprība. Starpkristālu koroziju ārēji grūti ievērot un metālu sairšanu parasti konstatē tad, kad ir jau par vēlu.

● Metālu korozija ūdenī un elektrolītos ir daudz lokālu mikrogalvanisko elementu darbības rezultāts (10.3. att.). To izraisa metālu neviendabība. Visi celtniecībā izmantojamie metāli ir neviendabīgi, tie satur dažādus — kā metāliskus, tā nemetāliskus — piekausējumus un, nonākot agresīvā vidē, korodē.

Ja celtnē divi dažādi metāli sajūgti viens ar otru (10.4. att.), elektrolīta klātbūtnē izveidojas galvaniskais



10.3. att. Lokālo mikrogalvanisko elementu shēma:
1 — metāls (katods); *2* — elektrolīts; *3* — nemetālisks ieslēgums (anods)



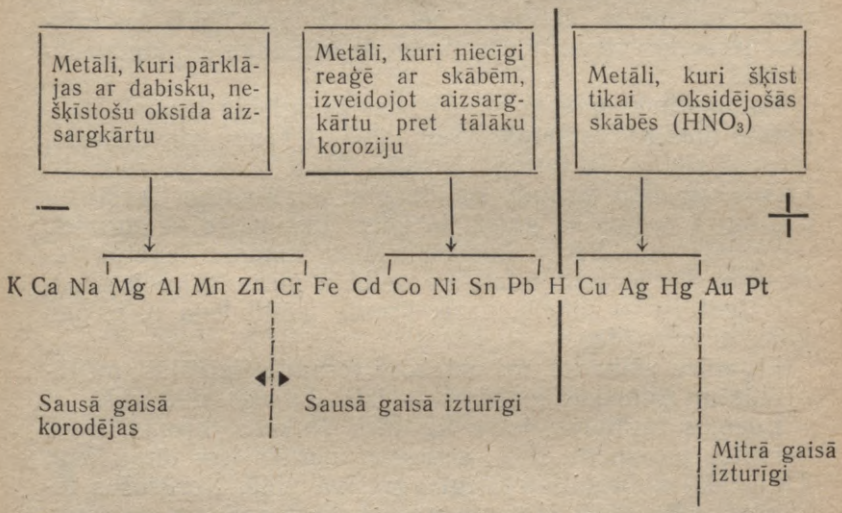
10.4. att. Divu metālu galvaniskais pāris

pāris. Tā rezultātā rodas elektriskās strāvas plūsma un aktīvākais metāls šķīstot pakāpeniski pāriet elektrolītā.

10.2. tabulā visi tehnikā izmantojamie metāli sagrupēti pēc savām korozīvajām pamatīpašībām.

10.2. tabula

Metālu korodēšanās pamatīpašības



Visi metāli, kas tabulā atrodas pa kreisi no H, šķīst skābēs.

10.3. DZELZS

Tīra dzelzs ir sudrabbalts, mīksts, viegli kaļams, tīrā gaisā pret koroziju izturīgs metāls. Ievērojot, ka tīras dzelzs iegūšana ir saistīta ar grūtībām, to tehnikā nelieto.

Dzelzi dažādu šķirņu tēraudu un čugunu veidā celtniecībā plaši izmanto visatbildīgākajām konstrukcijām. Parastie tēraudi un čuguni — «melnie metāli» sastāv no dzelzs ar nelielu oglekļa un dažu citu ķīmisko elementu piekausējumu.

Pat niecīgi daudzumi oglekļa, vara, alumīnija, hroma, mangāna, volframa, molibdēna, niķeļa, fosfora, sēra, kramaiņa u. c. ķīmisko elementu piekausējumi krasi izmaina dzelzs fizikālās īpašības: plastiskumu, kaļamību, cietību, spiedes un lieces izturību, kušanas temperatūru, kā arī ķīmiskās īpašības.

Tērauds

Tēraudi ir dzelzs sakausējumi, kuru sastāvā ietilpst 0,07—2% oglekļa. Tēraudos ogleklis atrodas ķīmiskā savienojumā ar dzelzi Fe_3C veidā. Mīkstie tēraudi ir plastiski, viegli apstrādājami kā karstā, tā aukstā veidā. Tie viegli kaļami un metināmi, bet nav rūdāmi. Tieši šos mīkstos tēraudus visplašāk izmanto visdažādākajām konstrukcijām.

Paaugstinot oglekļa saturu, dzelzs-oglekļa tēraudu tehniskās īpašības izmainās. Samazinās tērauda plastiskums, pieaug cietība, stiprība, tērauds kļūst trausls, rūdāms. Līdztekus cieto tēraudu daudzajām pozitīvajām īpašībām pieaug tā spējas kā gaisā, tā ūdenī oksidēties — korodēt.

Sevišķi atbildīgām konstrukcijām izmanto leģētos tēraudus. Šie tēraudi līdztekus oglekļa piekausējumiem satur ligatūru — niķeļa, vara, hroma, molibdēna u. c. piekausējumu veidā.

Ligatūru piekausē, lai uzlabotu tērauda fizikālās, mehāniskās un ķīmiskās īpašības — izturību agresīvā vidē.

Leģētos tēraudus, kuru ligatūra (niķelis, hroms, varš, kobalts) pārsniedz 10%, sauc par nerūsošiem tēraudiem. Tie praktiski ir ļoti izturīgi agresīvā vidē. Nerūsošos tēraudus celtniecībā izmanto galvenokārt apdares darbiem.

Čuguns

Čuguni ir dzelzs sakausējumi ar augstāku — 2—5% oglekļa piedevu. Čugunos tikai daļa oglekļa atrodas ķīmiskā savienojumā ar dzelzi (Fe_3C), pārējais to ogleklis ir brīva grafīta veidā.

Pēc uzbūves, struktūras un tehniskajām īpašībām čuguni krasi atšķiras no tēraudiem. Čuguni ir cieti, trausli, tiem samērā zema stiepes un lieces izturība. Čuguni nav kaļami, to izstrādājumus iegūst lejot.

Dažu čugunu šķirnes līdztekus ogleklim piekausējumu veidā satur sēru, fosforu, kramaini, magniju, niķeli, hromu, tā rezultātā palielinās to karstumizturība un arī izturība pret koroziju.

10.3.1. Melno metālu korozija

Melnie metāli — tēraudi un čuguni korodē (rūsē) atmosfērā, ūdenī un dažādu sāļu un skābju ūdens šķīdumos. Melnajiem metāliem korodējot, rodas dzelzs (III) oksīds — $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ un dzelzs (II, III) oksīds — $Fe_3O_4 \cdot H_2O$, galvenokārt divvērtīgo un trīsvērtīgo dzelzs oksīdu un hidroksīdu maisījums.

— Ja atmosfēra satur SO_2, rodas dzelzs (II) sulfāts — $FeSO_4$. Ja dzelzs korodē ūdenī, tās rūsā var konstatēt arī CaO, MgO, SiO_2 un citus minerālos savienojumus.

● Korodējot melnie metāli sākumā pārklājas ar plānu gaiši brūnu, nevienmērīgu rūsas kārtu, kura ar laiku kļūst biezāka, kļūst tumši brūna, dažreiz gandrīz melna. Rūsas struktūra var būt smalku daļiņu veidā, graudaina vai zvīņaina. Rūsas korozijas produktu kārta nekādā gadījumā neaizsargā melno metālu pret tālāku koroziju. Tā kā rūsai ir poraina sūkļveida struktūra, tā nepārtraukti uzņem atmosfēras mitrumu un agresīvas gāzes, tas sekmē tālāku koroziju.

— Ja gaisa relatīvais mitrums ir mazāks par 70%, melnie metāli nekorodē, bet, ja korozija jau sākusies, tad tā var turpināties arī pie mazāka gaisa mitruma. Lielpilsētās un rūpniecības centros melnie metāli korodē daudz intensīvāk nekā lauku apstākļos.

● Visas neorganiskās un organiskās skābes korozīvi iedarbojas uz melnajiem metāliem, pie tam to iedarbe atkarīga no skābes agresivitātes, no tās koncentrācijas un temperatūras. Tikai koncentrēta hromskābe un fosforskābe niecīgi korodē melnos metālus, jo tās, radot uz metāla virsmām dzelzs hromāta vai fosfāta kārtiņu, tos zināmā mērā pasivizē pret tālāku koroziju. Dzelzs fosfāta un hromāta kārtiņa ir laba pamatne laku un krāsu pārklājumiem.

— Vairums neorganisko un organisko sāļu korodē parastos tēraudus.

● Sausu gāzu vidē nenoris tēraudu korozija, bet mitras gāzes izraisa to koroziju.

● Tērauda apakšzemes konstrukciju korozija atkarīga no zemes mitruma, no mikrobioloģiskajām norisēm, kā arī no zemes struktūras. Jo zeme poraināka un jo vairāk metālam pieplūst gaisa skābeklis, jo intensīvāk noris korozija.

● Ūdens tēraudiem ir nekaitīgs tikai tad, ja tā pH ir ne mazāks par 7 un cietība virs 8°.

● Dzelzsbetona stiegrojumiem bīstami ir hlorīdi, kurus, betonējot sala apstākļos, kalcija hlorīda veidā ar iejava ūdeni ievada betona javā.

● Sarūsējušus tērauda armatūras materiālus pirms iestrādāšanas betonā pilnīgi atbrīvot no korozijas produktiem nav nepieciešams. Armatūras materiāls ar tērauda sukām jāatbrīvo tikai no vaļīgajām rūsas daļām. Rūsas kārtiņa, kas piesaistījusies metālam, nepazemina dzelzsbetona stiprību. Pēdējo gadu pētījumos noskaidrots, ka uz tērauda virsmām esošais dzelzs oksīds Fe_2O_3, reaģējot ar cementa $Ca(OH)_2$, pāriet kalcija ferīthidrātā — metālam indiferentā vielā.

— Visi atklātie tērauda būvelementi, kurus paredzēts krāsot pirms pārklāšanas ar lakām vai krāsām, pilnīgi jāatbrīvo no korozijas produktiem. Pretējā gadījumā zem krāsas plēvītes turpināsies korozijas process.

10.4. Krāsainie metāli un to karozija

Krāsainos metālus celtniecībā izmanto praktiski tikai papildu un apdares darbiem. Lieto galvenokārt varu, alumīniju, cinku un svinu.

10.4.1. Varš

Varš ir mīksts, sīksts metāls raksturīgā sarkanīgā krāsā.

— Telpās pie normālas temperatūras varš pārklājas ar blīvu, brūnu oksīda kārtiņu, kas to aizsargā pret tālāku koroziju.

— Atmosfēras apstākļos, sevišķi mitrā gaisā, varš pār-

klājas ar blīvu zaļganu vara karbonāta $Cu_2(OH)_2 \cdot CO_3$ kārtiņu (patīnu), kas to aizsargā pret tālāku koroziju.

— Rūpnīcu tuvumā, kur atmosfērā atrodas SO_2, vara virsmas pārklājas ar vara sulfāta — $CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$ kārtiņu, kas sekmē tā koroziju. Piejūras klimatā uz vara virsmām izveidojas koroziju veicinošs savienojums vara hlorīds — $CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2$. Elektrisko dzelzceļu tuvumā elektriskās strāvas dzirksteļu iedarbē rodas slāpekļa oksīds vai dioksīds, kuri uz vara virsmām rada vara nitrātu — $Cu(NO_3)_2 \cdot 3Cu(OH)_2$. Visi šie savienojumi traucē patīnas veidošanos un var ierosināt nopietnu vara koroziju.

— Slāpekļskābe visās koncentrācijās intensīvi šķīdina varu. Gaisa skābekļa klātbūtnē visas skābes un skābie sāļi pat vājās koncentrācijās korodē varu.

— Sārmzemju hidroksīdi un karbonāti, kā arī amonjaka šķīdumi varu intensīvi korodē.

— Betonā ieslēgtie vara būvelementi korodē ļoti niecīgi.

— Fekāliju un purvu ūdeņi varam ir bīstami.

10.4.2. Alumīnijs

Alumīnijs ir sudrabbalts, sīksts, viegls metāls, kas gaisa skābekļa iedarbē ātri pārklājas ar blīvu, bezkrāsainu, caurspīdīgu alumīnija oksīda Al_2O_3 kārtiņu, kas to droši aizsargā pret tālāko atmosfēras koroziju.

Alumīniju skārda vai citā veidā izmanto kā konstruktīvo materiālu celtņu logiem, durvīm, noteknēm, jumtu segumiem, fasāžu apdarei utt.

Alumīnijam piekausējot 5—8% vara, iegūst cietu, stipru metāla būvmateriālu — dūralumīniju, kura mehāniskā stiprība tuva mīkstāko tēraudu stiprībai.

● Kaut gan alumīnijs metālu elektroķīmiskajā spriegumu rindā novietots ļoti aktīvu metālu vidē, tomēr tā atmosfēriskā izturība ir liela, jo dabiski izveidojusies oksīda kārtiņa ir ļoti blīva un izturīga. Uz to neiedarbojas pat koncentrēta slāpekļskābe.

Pārējās minerālskābes augstākās koncentrācijās šķīdina alumīnija oksīda kārtiņu un ierosina metāla tālāku koroziju.

● Alumīnija izturība sāļu šķīdumos atkarīga no to sārmainības un jonu rakstura. Neitrālie sāļi uz alumīniju iedarbojas mazāk nekā sārmainie. Ārdoši uz alumīniju

iedarbojas sārmainie nātrija un kālija hidroksīdi, sodas, potaša, kalcija hidroksīda un amonjaka šķīdumi.

— Zinātniskie pētījumi un pieredze rāda, ka alumīnijs nedrīkst saskarties ar sārmaini reaģējošām kaļķu un cementa būvjavām.

Tīrā, vidēji cietā ūdenī, arī pie viršanas temperatūras, alumīnijs ir izturīgs. Turpretim jūras ūdens stipri korodē alumīniju. Ūdensvada ūdens korozīvā iedarbe ir atkarīga no tajā izšķīdušo sāļu daudzuma.

10.4.3. Cinks

Cinku būvkonstrukcijās izmanto vienīgi tērauda izstrādājumu pārklāšanai, lai tos aizsargātu pret atmosfēras koroziju. Ar cinku pārklāj dažādus būvelementus, ūdensvadu caurules, būvpaneļu savienojumus, kā arī skārdu, ko izmanto jumtu segumiem, tekņu un līdzīgu būvelementu izgatavošanai.

— Cinks ir zilganbalts, spožs, trausls metāls. Normālos atmosfēras apstākļos uz cinka virsmas izveidojas plāna, relatīvi blīva, ūdenī nešķīstoša bāziska cinka karbonāta $ZnCO_3$ kārtiņa, kas to zināmā mērā aizsargā pret koroziju. Cinkam korodējot, uz tā virsmas rodas nevienmērīgi izkaisītas rētas un iedobumi, kuru dziļums atkarīgs no iedarbīgās vielas agresivitātes pakāpes.

Rūpniecības centros, kur gaisā atrodas sēra dioksīds, cinka karbonāts pāriet ūdenī šķīstošā neitrālā cinka sulfātā, kas veicina cinka koroziju.

— Ūdens, kas nesatur ogļskābi, bet kurā izšķīdis skābeklis, rada koloidālu cinka hidroksīda šķīdumu, kas cinku korodē. Turpretim, ja ūdenī izšķīdusi ogļskābe, rodas bāziskais cinka karbonāts, kas cinkam nav bīstams.

— Ļoti mīksts ūdens uz cinka virsmām nerada aizsargkārtu, bet arī cinku nekorodē. Turpretim jūras ūdens, radot uz cinka virsmām hlorīdus, sulfātus un oksīdus, metālu bojā.

● Visas minerālskābes, kā arī organiskās skābes pat vājās koncentrācijās cinku korodē. Tāpēc cinks, tā sakausējumi un pārklājumi nedrīkst būt saskarē ar augļiem, pārtikas produktiem un lopbarību, jo kontaktā ar tiem var rasties indīgs savienojums.

— Sārmaini šķīdumi ar pH līdz 12 cinku nekorodē, turpretim šķīdumos, kuru sārmainība pārsniedz pH 12, cinks nav izturīgs.

● Ja cinks pilnīgi ieslēgts cementa javā, tas nekorodē. Korozija var rasties tikai uz javas-gaisa robežas.

— Hlora jonus saturoša java cinkam ir bīstama.

— Ģipša javā ieslēgts cinks pakļauts korozijai.

— Cinka konstruktīvos elementus nedrīkst pārklāt ar bitumeniem, jo tie savos noārdīšanās procesos dažreiz izdala vielas, kas korodē cinku.

10.4.4. Svins

Svins ir zilganpelēks, svaigā griezumā sudrabspožs, mīksts, viegli apstrādājams metāls. Tas ir smagākais no tehnikā lietojamiem metāliem. Gaisa skābekļa un ogļskābes iedarbē svins pārklājas ar plānu bāziskā svina oksīda un karbonāta kārtiņu, kas to aizsargā pret tālāku atmosfērisko koroziju.

Agrāk svinu plaši lietoja unikālu celtņu jumtu segumiem, ūdensvadu caurulēm, fitingiem utt. Ievērojot to, ka svins ir indīgs, ūdensvadu caurulēm to nelieto. Mūsdienās svinu lieto tikai tur, kur tas ir neaizstājams, galvenokārt tur, kur ilgstoši un droši jāaizkavē ūdens pieplūde.

— Pret sērskābes iedarbi, arī pie paaugstinātas temperatūras, svins praktiski ir izturīgs.

— Sālsskābe, fluorskābe, slāpekļskābe, kā arī fosforskābe augstākās koncentrācijās gaisa skābekļa klātbūtnē svinu korodē.

— Gāzveida hlors, sēra dioksīds un sērūdeņradis ne sausā, ne arī mitrā vidē svinu nekorodē.

— Sārmainās vielas — nātrija un kālija hidroksīdi, hlorīdi, sulfāti un arī amonjaks — svinu korodē.

— Betons, kas satur kalcija hlorīdu, kā arī ģipsis izraisa svina koroziju.

— Ļoti mīkstā ūdenī ar zemu ogļskābes saturu svins šķīst. Turpretim, ja ūdens satur ogļskābi, uz svina virsmām izveidojas bāziskā svina karbonāta kārtiņa, kas svinu aizsargā pret atmosfērisko koroziju.

10.5. Metālu aizsardzība pret koroziju

Kā jau minēts, metālu korozija ir atkarīga no tā korozīvajām īpašībām un no ārējās vides agresivitātes. Tātad, lai metāla būvelementi saglabātos, jāizvēlas pēc iespējas tādi metāli, kas dotajos apstākļos ir izturīgāki pret koroziju,

vai jāsamazina ārējās vides agresivitāte, vai arī metāla būvelementi ar kādu pārklājumu jāatsavina no agresīvās vides.

● Protams, ne konstruktors, ne celtnieks vietējo klimatu mainīt nevar, bet viņu uzdevums ir izvēlēties celtnei tādus metālus un veikt tādus konstruktīvos risinājumus, kuri dotajos apstākļos novērš korozijas iespēju. Ar konstruktīvajiem risinājumiem jānovērš visu veidu netīrumu — kvēpu, pelnu, putekļu u. tml. uzkrāšanās ligzdas; projektā paredz, lai visi netīrumi ar lietus ūdeni noskalotos kā no vertikālajām, tā arī no horizontālajām virsmām. Jāievēro, ka uzkrājušies netīrumi uzņem un ilgstoši saglabā mitrumu, tas sekmē metālu koroziju. Metālu korozija visbīstamāka ir tur, kur ūdens nevar brīvi notecēt un ātri iztvaikot.

— Nekādā gadījumā nedrīkst sajūgt kopā divus vai vairākus dažādus metālus, jo tad jārēķinās ar galvaniskā kontakta reakciju, jo pat niecīgs atmosfēras mitrums var būt elektrolīts.

— Kontaktējot metāla būvelementus ar betonu, ar cementa, kaļķu vai ģipša javām, jāizvēlas tāds metāls, kas dotajā vidē ir izturīgs pret koroziju.

Visus metālu pretkorozijas pasākumus var iedalīt divās pamatgrupās: aktīvajos un pasīvajos (10.3. tab.).

No minētajiem piemēriem redzam, ka celtniecības praksē metālu aizsardzībai pret koroziju piemēroti galvenokārt pasīvie pasākumi.

10.3. tabula

Pretkorozijas pasākumu grupas

Aktīvie pasākumi (veicami projektējot)	Pasākumi pret koroziju	
	aktīvie (korozīvo apstākļu novēršana)	pasīvie (agresīvās vides atsevināšana no metālu virsmām)
Mērķtiecīgi konstruktīvie risinājumi un mērķtiecīga metālu izvēle	agresīvās vides likvidēšana un elektroķīmisko norišu novēršana	mākslīgie aizsargpārklājumi. Metāliskie un nemetāliskie pārklājumi

Pārskatu par atsevišķiem pasīvajiem metālu pretkorozijas pasākumiem sniedz 10.4. tabula.

Pirms metāla virsmu oksidēšanas, fosfatizēšanas, pārklāšanas ar citiem metāliem vai ar krāsām tās pilnīgi jā-

10.4. tabula

Pasīvie pretkorozijas pasākumi

Pārklājumu veids	Izveidotā aizsargkārtiņa	Aizsargkārtiņas iegūšanas tehniskie paņēmieni
Neorganiskie pārklājumi	Oksīdu kārtiņa, fosfātu kārtiņa	Kvēlināšana, karsēšana sāļu šķīdumos, fosfatizēšana
Metāliskie pārklājumi	Metāla kausējumu kārtiņa, galvaniskie pārklājumi, uzsmidzināta metāla kārtiņa	Karstā cinkošana, alvošana, hromēšana, niķelēšana. Platēšana ar nerūsošo tēraudu, alumīniju u. tml.
Nemetāliski neorganiski pārklājumi	Silikātu kārtiņa Cementa kārtiņa	Emaljēšana, torkrotēšana
Organiskie pārklājumi	Bitumeni Gumija Sintētiskie polimēri Krāsojumi	Būvelementu izolēšana ar bitumeniem. Tvertņu pārklāšana ar gumiju. Apmiglošana ar kausētiem polimēriem. Krāsošana ar sintētisko sveķu, hlorkaučuku, eļļas un emaljas krāsām

attīra. Ja uz metāla virsmas ir kaut niecīga eļļu vai korozijas produktu kārtiņa, visi minētie pasākumi var būt nesekmīgi. Tāpēc metāla būvelementu virsmas vispirms jāattauko — jāatbrīvo no visu veidu eļļu un tauku daļiņām un pēc tam pilnīgi jānoņem korozijas produkti.

10.5.1. Attaukošana

Celtniecībā metāla detaļas parasti attauko, to virsmas apslaukot ar smagajā benzīnā saslapinātu drānu vai suku. Šis paņēmiens, it sevišķi melno metālu attaukošanā, ir dārgs, darbietilpīgs un reti kad sekmīgs.

Celtniecības apstākļos daudz efektīvāks attaukošanas paņēmiens ir detaļu mazgāšana ar tā saukto trifosīla tipa ūdens šķīdumu. Sārmainajā trifosīla šķīdumā visu veidu eļļas un tauki pāriet ūdens emulsijā un ar ūdeni viegli aizskalojas. Trifosīla šķīdumu var viegli sagatavot būvlaukumā, karstā ūdenī šķīdinot šādas vielas:

soda, kalcinētā	17 g/*l*
trinātrija fosfāts	26 g/*l*
nātrija silikāts (šķidrais stikls) (50% ūdens šķīdums)	7 g/*l*

Ja šāda sastāva trifosīls dotajos apstākļos ir par vāju, attiecīgi dubultojot ķimikāliju daudzumus, sagatavo efektīvāku attaukošanas šķīdumu.

Attaukošanu izdara, metāla detaļas mazgājot ar apmēram 90 °C karstu šķīdumu. Kad eļļainās vielas pietiekami saemulģējušās, metāla detaļas mazgā ar karstu ūdeni un pēc tam skalo ar lielāku daudzumu auksta ūdens.

— Attaukošana ar trifosīla šķīdumu ir piemērota kā melnajiem, tā krāsainajiem metāliem.

Dažreiz metālu virsmu attaukošanu vai arī veco krāsojumu noņemšanu izdara, to virsmas apdedzinot ar lodlampu vai acetilēna degli.

10.5.2. Atbrīvošana no korozijas produktiem

Celtniecībā melnos metālus no korozijas produkta — rūsas parasti atbrīvo, apstrādājot ar rokas vai mehāniskām tērauda sukām. Ar šādiem paņēmieniem metāls atbrīvojas tikai no vaļīgākās rūsas kārtas, bet cietā plāva un tās rūsas daļiņas, kas iespiedušās metāla porās, iedobumiņos un plaisiņās, var palikt neskartas. Šādi apstrādāts metāls visu veidu pretkorozīvajiem pārklājumiem vēl nav pietiekami tīrs, jo katrā ligzdiņā, kur palikusi plāva vai rūsa, korozija turpināsies zem pārklājuma plēvītes.

● Visefektīgākais paņēmiens melno metālu būvelementu atbrīvošanai no rūsas ir apstrāde ar smilšu vai cita cieta graudaina materiāla pneimatisko strūklu. Tādējādi apstrādāts metāla būvelements pilnīgi atbrīvojas ne tikai no rūsas, bet arī no plāvas, kļūst tīrs un iegūst savu metālisko spīdumu. Šī paņēmiena trūkums ir putekļi, ko lielā daudzumā izraisa abrazīvā materiāla, kā arī korozijas produktu sadrupšana. Ievērojot šo putekļu kaitīgumu cilvēka organismam, sauso smilšu strūklas aparātu lietošana Padomju Savienībā ir aizliegta.

● Pēdējā laikā rietumu valstīs izstrādāti un apgūti jauna veida pneimatiskie strūklas aparāti, kuros izmanto nevis sausas smiltis, bet ūdens-smilšu suspensiju ar nelielu nātrija bihromāta, nātrija nitrīta, trinātrija fosfāta vai cita pretkorozīva inhibitora piedevu. Jaunā veida strūklas aparāts virsmu apstrādā ar noteikta spiediena smilšu un ūdens suspensiju. Lai ūdens-smilšu suspensiju izmantotu atkārtoti, to savāc atsevišķā tvertnē un izmanto no jauna. Jaunā veida strūklas aparāti putekļus nerada.

● Mazākas metāla detaļas no rūsas un plāvas atbrīvo, kodinot 5—15% sālsskābes vai sērskābes šķīdumā. Pēc kodināšanas detaļas rūpīgi skalo ar aukstu ūdeni un neitralizē, iegremdējot 1% nātrija hidroksīda vai 2% sodas šķīdumā.

● Ja metāls jāpārklāj ar kādu eļļas vai emaljas krāsu, kodināšana ar skābēm nav ieteicama, jo skābes, kā arī to iedarbē radušies skābie sāļi, kas iesūkušies metāla virsmas porās, praktiski nav pilnīgi izskalojami. Tādējādi zem krāsojuma plēvītes var sākties korozijas process.

— Kodinot melnos metālus ar fosforskābi, uz metāla virsmām izveidojas dzelzs fosfāta kārtiņa, kas zināmā mērā tos pasivizē pret koroziju un izveido labu pamatni visu veidu krāsu pārklājumiem.

10.5.3. Rūsas pārveidošana

Rūsas pārveidotāji ir īpaši preparāti, kas melno metālu korozijas produktus ķīmiski pārveido un padara tos nekaitīgus metālam un krāsu pārklājumam. Rūsas pārveidotāju galvenās sastāvdaļas ir fosforskābe un ģērskābe (tanīns), kā arī dažas papildvielas.

Preparātu uzdevums ir uz metāla virsmām esošo, metālam kaitīgo rūsu ķīmiski pārveidot nekaitīgā, ūdenī nešķīstošā, pretkorozīvā fosfāta savienojumu kārtiņā. Rūsas pārveidošanas procesā uz metāla virsmām jāizveidojas trešējiem ūdenī nešķīstošajiem fosfātiem, bet parasti šai kārtiņā konstatējam arī ūdenī šķīstošos pirmējos fosfātus. Ja pārveidotajā rūsas kārtiņā palikušas šķīstošas pirmējo fosfātu daļiņas un metālam uzstrādātas emaljas vai eļļas krāsas, tad mitruma klātbūtnē zem krāsu pārklājuma izveidojas elektrolīts, kas veicina metāla koroziju. Tāpēc pēc metāla apstrādes ar rūsas pārveidotāju tas jāskalo ar lielāku daudzumu auksta ūdens un pēc izžūšanas tūdaļ jāpārklāj ar kādu eļļas vai emaljas krāsu.

Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Neorganiskās ķīmijas institūtā izstrādāts jauns rūsas pārveidotājs ar nosaukumu «Buvanols», kas dabūjams veikalos.

Ar rūsas pārveidotāju rīkojas šādi.

— Aprūsējušo tērauda konstruktīvo būvelementu vispirms mehāniski atbrīvo no noslāņojušās un irdenās rūsas

kārtas. Rūsas daļiņas, kas stipri pieķērušās tēraudam, var palikt.

— Tad ar otu vai smidzinātāju būvelementam bagātīgi uzstrādā rūsas pārveidotāja šķīdumu un tādā veidā atstāj, līdz tas nožūst.

— Pēc tam skalo ar ūdeni un ļauj nožūt.

— Pilnīgi sausu metālu gruntē un pēc tam pārklāj ar sedzošo krāsu.

10.5.4. Fosfatizēšana

Fosfatizēšanas mērķis ir izveidot uz metāla virsmām dzelzs-mangāna-fosfora vai citu savienojumu kārtiņu, kas metālus pasivizē un zināmā mērā aizsargā pret koroziju. Tajā pašā laikā šī kārtiņa ir labs pamats krāsu un laku pārklājumiem. Šī kārtiņa galvenokārt sastāv no ūdenī nešķīstošiem dzelzs, fosfora un mangāna savienojumiem. Tās biezums atkarībā no fosfatizēšanas tehnoloģijas svārstās no 2 līdz 15 μm.

Fosfatizēts tērauds pēc izskata ir pelēks vai pelēcīgi melns. Fosfatizētā metāla aizsargkārtiņa ir izturīga pret ūdens un naftas produktu iedarbi, bet skābos, kā arī sārmainos šķīdumos tā šķīst. Tā iztur īslaicīgu karsēšanu līdz 500 °C un aukstumu līdz −75 °C.

Fosfatizētie tērauda izstrādājumi obligāti jāpārklāj ar eļļas vai emaljas krāsām vai jāieeļļo ar kādu neitrālu minerāleļļu.

Celtniecībā, kur nepieciešams aizsargāt liela gabarīta tērauda konstruktīvos elementus, piemērota tikai aukstā fosfatizēšana. Mazākas tērauda detaļas fosfatizē, iegremdējot karstā vannā pie temperatūras apmēram 95 °C, kur ūdenī izšķīdinātas attiecīgas ķīmiskās vielas. Mūsu ķīmiskā rūpniecība fosfatizēšanai ražo speciālus preparātus ar nosaukumiem «ВИМ», «МАЖЕФ», kuru sastāvā ietilpst dzelzs, mangāns un fosfora sāļi. Fosfatizēšanas procesā uz tērauda būvelementu virsmām izveidojas aizsargkārtiņa, kura galvenokārt sastāv no otrējiem mangāna un dzelzs fosfātiem.

$MnHPO_4 \cdot 3H_2O$ un $FeHPO_4 \cdot 3H_2O$.

No daudzajiem aukstās fosfatizēšanas sastāviem minēsim tikai dažus, kurus var sagatavot būvlaukumā.

I

Preparāts «МАЖЕФ»	30 g
Cinka nitrāts	60 g
Nātrija nitrāts	5 g
Ūdens	1000 ml
Fosfatizēšanas šķīduma temperatūra	10—30 °C
Fosfatizēšanas laiks	30—60 min.

II

Ortofosforskābe, koncentrēta	85—90 g
Cinka oksīds	17—18 g
Nātrija nitrāts	1,5— 2 g
Nātrija hidroksīds (kodīgais nātrijs)	8—10 g
Ūdens	1000 ml
Šķīduma pH	2—3
Fosfatizēšanas šķīduma temperatūra	10—30 °C
Fosfatizēšanas laiks	30—60 min.

III

Ortofosforskābe, koncentrēta	160—170 g
Oksalskābe (skābeņskābe)	60—70 g
Petrolejas kontakts	10 g
Ūdens	1000 ml
Fosfatizēšanas šķīduma temperatūra	10—30 °C
Fosfatizēšanas laiks	30—60 min.

Fosfatizēšanas darbu secība.

— Apstrādājamo tērauda būvelementu pilnīga attaukošana un atbrīvošana no korozijas produktiem.

— Fosfatizēšana, iegremdējot vai bagātīgi apstrādājot ar fosfatizēšanas šķīdumu.

— Apmazgāšana ar ūdeni.

— Aizsargkārtiņas blīvināšana hromatējot, t. i., uz 5—20 minūtēm iegremdējot vai apsmidzinot ar 1—3% kālija vai nātrija bihromāta šķīdumu.

— Žāvēšana.

— Gruntēšana ar piemērotu grunti. Tā jāizpilda ne vēlāk kā 24 stundas pēc fosfatizēto objektu izžūšanas.

— Pārklāšana ar sedzošajām eļļas vai emaljas krāsām.

10.5.5. Metālu hromatēšana-pasivizēšana

Pilnīgi attaukotu un notīrītu metālu virsmas, ja tās apstrādā ar hroma sāļiem, kļūst pasīvākas, izturīgākas pret koroziju. Visvienkāršākais hromatēšanas veids ir metāla iegremdēšana uz 5—30 minūtēm silta vai auksta 1—3% kālija vai nātrija bihromāta ūdens šķīdumā. Lielāku ga-

barītu metāla būvdetaļas hromatē, tās bagātīgi apmiglojot ar bihromāta šķīdumu.

Hromatēšanas procesā metāla virsmas pārklājas ar 1—2μm biezu, dzeltenīgu hromāta kārtiņu, kas metālu īslaicīgi aizsargā pret koroziju.

Hromatēšana piemērota visiem celtniecībā lietojamiem metāliem. Kā melnie, tā krāsainie metāli pārklājas ar hromāta kārtiņu un kļūst ne tikai izturīgāki pret koroziju, bet arī to virsma izveido labāku pamatni krāsu, laku un emalju pārklājumiem.

Kā jau minēts, fosfatizēto melno metālu aizsargkārtiņa ir kristāliska, poraina, tā nenodrošina metālu pret koroziju, bet, ja šo kārtiņu papildus apstrādā ar hroma sāļiem, tās poras aizpildās, tā kļūst blīvāka un izturīgāka.

Pēc hromatēšanas apstrādātie būvelementi rūpīgi jāskalo ar ūdeni, jāžāvē, jāgruntē un jāpārklāj ar sedzošām krāsām.

10.5.6. Reaktīvie gruntējumi — «Wash primer»

Pēdējā laikā jo plaši lieto reaktīvo gruntējumu preparātus, tā sauktos «Wash primer» metāla un krāsu pārklājuma adhezīvo saišu uzlabošanai. Reaktīvo gruntējumu darbība balstās nevis uz fizikāliem pamatiem, kur krāsojuma adhēzija un stiprība atkarīga no metāla virsmas porainības, bet uz tīri ķīmiskiem pamatiem, jo preparāts pats ķīmiskā ceļā izveido krāsojumam optimālu metāla virsmu.

Reaktīvo gruntējumu sastāvā ietilpst ortofosforskābe alkohola šķīdumā (reaģents), polivinilbutirāls (saistviela) un cinka hromāts (pretkorozīvā piedeva). Ortofosforskābes uzdevums ir ne tikai cietināt gruntējuma kārtiņu, bet arī kodināt metāla virsmu un tajā nostiprināties. Tādējādi ķīmisko reakciju rezultātā uz metāla virsmas izveidojas plāna, dzeltenīga, mehāniski stipra, blīva, 10—20μm bieza plēvīte, kas cieši piesaistījusies, it kā saplūdusi ar metāla virsmu. Reaktīvos gruntējumus galvenokārt lieto tur, kur ļoti gludām metāla detaļu virsmām jānodrošina sevišķi stiprs, izturīgs krāsu pārklājums.

Reaktīvie gruntējumi piemēroti visiem — kā melnajiem, tā krāsainajiem metāliem. Tie sevišķi piemēroti cinka un alumīnija izstrādājumiem. Uzstrādā tos ar otu, smidzinātāju vai iemērcot gruntējuma šķīdumā. Reaktīvā gruntējuma šķīdums jāuzstrādā tūlīt, kad metāls attaukots un

pilnīgi atbrīvots no korozijas produktiem. Apstrādātās detaļas ne vēlāk kā pēc 24 stundām jāpārklāj ar augstvērtīgām eļļas vai emaljas krāsām. Ar reaktīvajiem gruntējumiem apstrādātās detaļas var krāsot ar visu veidu eļļas un emaljas krāsām, izņemot epoksīdu sveķus saturošām krāsām.

10.5.7. Krāsu pārklājumi

Tā kā celtniecībā pret koroziju jāaizsargā galvenokārt lielu izmēru metāla būvelementi, aiz tīri ekonomiskiem apsvērumiem šim nolūkam izmanto galvenokārt dažādu aizsargkrāsu pārklājumus.

● Melnos metālus krāso pēc attaukošanas un pilnīgas atbrīvošanas no korozijas produktiem. Pilnīgi tīrus melno metālu būvelementus pirms krāsošanas ieteicams fosfatizēt. Ja melno metālu pilnīga atbrīvošana no korozijas produktiem rada grūtības, tad nepieciešams tos apstrādāt ar rūsas pārveidotāju «Buvanols».

● Krāsainos metālus, ja tie ekspluatējami normālos atmosfēras apstākļos, vispār nekrāso, jo tie paši dabiskā ceļā pārklājas ar pretkorozīvu aizsargkārtiņu. Sevišķi agresīvos apstākļos arī alumīnija, magnija un to sakausējumu, kā arī cinkoti būvelementi jāpārklāj ar aizsargkrāsu.

● Jāievēro, ka svaigi cinkotiem būvelementiem neviena aizsargkrāsa pietiekami labi nepiesaistās un drīz vien nolobās. Tos var krāsot tikai tad, kad cinka kārtiņa kļuvusi raupjāka, kad tā ekspluatācijas apstākļos pārklājusies ar dabisko aizsargkārtiņu. Šis process var ilgt mēnešiem.

— Ja nepieciešams krāsot svaigi cinkotus būvelementus, to virsma jāapstrādā ar reaktīvo gruntēšanas preparātu «Wash primer» vai ar 10% cinka hromāta ūdens šķīdumu. Tas pats attiecināms arī uz alumīnija un magnija būvelementiem.

● Melno metālu gruntēšanai ieteicams lietot šādus gruntsmateriālus: ВЛ-02, ВЛ-0,23, ФЛ-03, ФЛ-046, ГФ-20. Sevišķi agresīvā vidē gruntēšanai piemēroti furilsveķi Ф-10, ФЛ-1, sveķi ФАЕД-8 un ФАЕД-10.

Seguma krāsu pārklājumiem atkarībā no ekspluatācijas apstākļiem jāņem tiem atbilstošas eļļas vai emaljas krāsas.

Ja nav iebildumu pret melno krāsu, tad tēraudu, ču-

gunu, kā arī alumīnija būvelementu pārklāšanai var lietot bitumena lakas, kuras labi piesaistās metālu virsmām un kuru pārklājumi ūdenī neuzbriest un ir ķīmiski izturīgi. Tikai vienlaicīgā saules staru, mitruma un gaisa skābekļa iedarbē bitumena pārklājumi noveco un sadēdē.

● Pēdējos gados Rietumeiropā un ASV melno metālu aizsardzībai pret koroziju lieto dažādu sintētisko sveķu lakas un emaljas, kuru sastāvā ietilpst līdz 90% metāliskā cinka putekļu. To pretkorozīvo iedarbi izskaidro ar cinka nelielu pāreju šķīdumā un blīvas, nešķīstošas cinka savienojumus saturošas plēvītes veidošanos. Bez tam plēvīte, kas satur metālisko cinku, elektrolītiski aizsargā melno metālu pret koroziju.

— Jūras ūdens iedarbē metālisko cinku saturošā gruntējuma plēvītē rodas bāziskais cinka hlorīds un cinka karbonāts. Atmosfēras apstākļos gruntējuma plēvītē vispirms rodas cinka hidroksīds, kas, reaģējot ar gaisa ogļskābi, pāriet cinka karbonātā. Turpretim, ja gaisā ir daudz sēra dioksīda — SO_2, cinka putekļi pāriet ūdenī šķīstošā, metālus korodējošā cinka sulfātā.

● Latvenergo (Kleščinskis) pēdējos gados elektrovadu balstu tērauda konstrukcijām lieto pernicā «Oksol» vai bitumena lakā ievadītu metāliskā alumīnija pulveri. Ar šādu sastāvu pārklāj pat no rūsas pilnīgi neatbrīvotas tērauda konstrukcijas. Rezultāti pagaidām apmierinoši.

● Cinkota tērauda būvelementu, to skaitā arī vecu cinkota skārda jumtu segumu pārklāšanai var lietot pentaftāllakas vai emaljas ar cinka vai alumīnija putekļu piedevu.

● Alumīnija un magnija būvelementu pārklāšanai pigmentētas krāsas parasti nelieto. Tās izmanto tikai tad, ja būvelementi atrodas agresīvā vidē. Pirms pārklāšanas metāla virsmas rūpīgi jāattauko un ar smilšpapīru vai tērauda sukām jāpadara raupjākas. Gruntēšanas sastāvam ieteicams pielikt cinka hromātu. Arī sedzošajām krāsām ieteicams pielikt cinka hromātu.

10.5.8. Krāsošanas gaita

Celtniecībā parasti krāsojumus uzstrādā ar mehāniski darbināmu krāsu smidzinātāju vai arī ar otu. Te jāatzīmē, ka krāsojums ir izturīgāks, ja to uzstrādā ar otu, jo tad krāsa labāk ieplūst metāla porās, iedobumiņos un plai-

siņās, labāk pieķeras pamatnei un pats krāsojums ir blīvāks un vienmērīgāks. Tāpēc gruntēt mērķtiecīgāk ir ar otu, bet krāsot var ar smidzinātāju. Krāsojot ar smidzinātāju, jāraugās, lai krāsojums būtu glīts un vienmērīgi biezs.

— Sākot krāsošanu, jāņem vērā ārējās vides apstākļi: gaisa temperatūra, gaisa relatīvais mitrums, atmosfēras stāvoklis, rasa uz apstrādājamiem būvelementiem, būvelementu temperatūra, gāzes, tvaiks, putekļi, saules staru intensitāte utt.

— Krāsas uzstrādājamība ir atkarīga no ārējās vides temperatūras, jo pie zemas temperatūras krāsu viskozitāte palielinās, tādēļ krāsojuma plēvīte kļūst biezāka.

— Pie paaugstinātas temperatūras krāsu pārklājums ātrāk žūst, ātrāk sacietē. Turpretim pie zemākas temperatūras krāsu pārklājums, lēni žūstot, var uzbriest, jo nepilnīgi sacietējusī krāsa vai emalja kāri uzsūc gaisa mitrumu.

— Krāsu šķīdinātāja strauja iztvaikošana nav vēlama, jo tad krāsojuma plēvītē izveidojas bedrītes vai arī rodas plaisiņas.

— Krāsošanai vispiemērotākā temperatūra ir 15—25 °C un gaisa relatīvais mitrums nedrīkst pārsniegt 75%.

— Nav ieteicams krāsai pielikt pārāk daudz sikatīva, jo krāsa, kas žuvusi un sacietējusi pārāk ātri, arī straujāk noveco.

— Ja uznāk lietus vai bieza migla, krāsošana jāpārtrauc un pēc tam, kad laika apstākļi uzlabojušies, krāsojamie būvelementi rūpīgi jāapslauka un jānosusina. Kaut gan krāsu saistvielas ūdenī nešķīst, tomēr mitrums un atmosfēras nokrišņi tās var emulģēt un noskalot.

— Agresīvas gāzes un tvaiki negatīvi iedarbojas uz svaigu krāsojumu, tāpēc rūpnīcās, kur izdalās gāzes, tvaiki vai putekļi, krāsošanas laikā darbs jāpārtrauc.

— Putekļi, pelni, kvēpi, kā arī jūras piekrastes sāļā ūdens putekļi stipri bojā krāsojumu, iespiezdamies tā plēvītē, kura atsevišķos punktos kļūst ūdenscaurlaidīga, tā rezultātā zem plēvītes sākas metāla korozija.

— Krāsojuma galvenais pretkorozijas rādītājs ir plēvītes biezums un blīvums, ko nosaka pēc tās pilnīgas izžūšanas. Jo blīvāka un biezāka krāsojuma plēvīte, jo augstāka tās pretkorozijas noturība. Tomēr pārmērīgi bieza krāsojuma plēvīte arī nav vēlama, tā var nolobīties.

10.5. tabula

Metālu pretkorozīvo pasākumu atbilstība un darbu secība

Pretkorozijas pasākums	Tērauds, profilēts	Tērauda skārds	Tērauds, cinkots	Alumīnijs	Viegls metālu sakausējums	Krāsainie metāli
Sagatavošana						
Attaukošana ar organiskajiem šķīdinātājiem	+	+	+	+	+	+
Attaukošana ar «trifosīla» šķīdumu	+	+	+	+	+	+
Atbrīvošana no rūsas ar metāla suku	+	+				
Atbrīvošana no rūsas ar smilšu strūklu	+	+				
Reaktīvā apstrāde						
Fosfatizēšana	+	+	+			
Apstrāde ar rūsas pārveidotāju	+	+	+			
Apstrāde ar «Wash primer»			+	+	+	+
Pretkorozīvie gruntējumi						
Svina mīnijs eļļā	+	+				
Svina mīnijs alkīdsveķu saistvielā	+	+				
Svina mīnijs PVC sveķu saistvielā	+	+				
Cinka putekļi pretkorozīvā saistvielā	+	+	+			
Cinka hromāts pretkorozīvā saistvielā	+	+	+	+	+	+
Epoksīdsveķu laka un krāsa	+	+				
Pretkorozīvās sedzošās krāsas						
Eļļas krāsas	+	+	+			
PVC sveķu krāsas	+	+	+	+	+	+
Alkīdsveķu krāsas	+	+	+	+	+	+
Hlorkaučuka krāsas	+	+	+	+	+	+
Epoksīdsveķu krāsas	+	+	+	+	+	+
Bitumenu-epoksīdsveķu krāsas	+	+	+			

— No metāla aizsardzības viedokļa krāsu pārklājumu plēvīte nedrīkst būt plānāka par 150 μm un sevišķi agresīvos apstākļos — biezāka par 300 μm. Bitumenu pārklājumu plēvīte nedrīkst būt plānāka par 200 μm.

— Lauku apstākļos plēvītes biezumam jābūt ap 150 μm, pilsētās un rūpniecības centros 180—250 μm, bet sevišķi agresīvos apstākļos — ap 300 μm.

— Jāievēro, ka atkarībā no krāsojuma plēvītes biezuma palielinās tās cietēšanas laiks, jo vietās, kur uznests pārāk daudz krāsas, plēvītes virsējā kārta izžūst, bet apakšējā kārta paliek mīksta. Jāievēro krāsošanas zelta likums: «Labāk krāsot trīs reizes plānā kārtā nekā vienreiz biezā».

— Sevišķi agresīvos apstākļos nepieciešami gruntējumi 2 kārtās un ne mazāk kā trīs pārklājumi ar sedzošo krāsu.

Pasākumi, kas veicami metāla konstrukciju un būvelementu aizsardzībai pret koroziju, sakopoti 10.5 tabulā.

10.5.9. Krāsojumu defekti

— Metāls zem krāsojuma plēvītes korodē tad, ja tas nav bijis pilnīgi tīrs vai tas krāsots nepiemērotos laika apstākļos, vai ja krāsojuma plēvītē bijušas poras, caur kurām mitrums un gaisa skābeklis piekļuvis metāla virsmām.

— Krāsas izplūdumiem un notecējumiem par iemeslu var būt krāsas zemā viskozitāte, krāsošana izdarīta karstā laikā vai krāsots uz sakarsušas pamatnes.

— Krunkas un grumbas krāsojuma plēvītē rodas tad, ja krāsa uzklāta biezā kārtā un krāsojuma viskārta, ātrāk izžūstot, noslēgusi vēl šķidro, plastisko apakšējo slāņu žūšanu.

— Ja jaunajam krāsojumam cauri spiežas vecais krāsojums, tā ir zīme, ka vecajā krāsojumā ir bijis bitumens. Šādas pamatnes nedrīkst krāsot ar gaišām eļļas vai emaljas krāsām.

— Krāsojums ar laiku var dzeltēt vai kļūt brūngans — tā ir krāsojuma novecošanās pazīme. Turpretim, ja krāsojums īsā laikā kļūst brūngans, tas rāda, ka krāsotais metāls atrodas pie paaugstinātas temperatūras.

— Ja jauns krāsojums «smērē», tad lietota nepareiza sastāva krāsa. Ja krāsojums pēc gadiem sāk smērēt, tā ir dabiskās novecošanās pazīme.

11. KOKA BŪVMATERIĀLI

Koksne ir viens no visvecākajiem būvmateriāliem, ko cilvēks daudzus tūkstošus gadu izmantojis savas mītnes celšanai. Kaut gan celtniecībā koksni ar katru gadu vairāk un vairāk aizstāj ar betonu, ķieģeļiem un jaunajiem sintētiskajiem materiāliem, tomēr tā savu nozīmi nav zaudējusi un arī tuvākajos gados vēl nezaudēs.

Koksne ir vērtīgs būvmateriāls ar teicamām tehniskajām īpašībām. Labvēlīgos apstākļos tā kalpo neierobežoti ilgi. Ir zināmi unikāli objekti, kuros koksne saglabājusies vairākus tūkstošus gadu. Tomēr ik uz soļa redzam piemērus, kad ēku konstrukcijās iebūvētā koksne divos trijos gados, bet nereti pat pēc pusgada aiziet bojā.

Koksnei praktiski ir trīs ienaidnieki — uguns, koksni ārdošas piepes un kukaiņi koksngrauži. Statistika rāda, ka no katrām simts bojā gājušajām koka ēkām tikai 5 nodeg, bet 95 iznīcina piepes un koksngrauži. Tātad no ēku aizsardzības viedokļa piepju un koksngraužu apkarošanai jāpievērš ne mazāka uzmanība kā cīņai pret ugunsgrēkiem.

Ugunsaizsardzību pārzina un vada labi noorganizētas iestādes, kuras nepieļauj nekādu atkāpšanos no pastāvošajiem noteikumiem. Ugunsgrēkus novērš jau profilaktiski, tāpēc ugunsgrēki gadās samērā reti un tiem ir epizodisks raksturs.

Turpretim ēku koka konstrukciju aizsargāšanai pret piepju un koksngraužu ārdošo darbību nepievērš vajadzīgo uzmanību.

Tādējādi informācijas un stingras, atbildīgas kontroles trūkuma dēļ daudzi miljoni kubikmetru koksnes ik gadus aiziet bojā. Mūsu tautas saimniecībai tas nodara milzīgus zaudējumus.

Lai sekmīgi cīnītos par ēku koka konstrukciju saglabāšanu, jāiepazīstas ar koksnes pamatīpašībām, tās bojāšanās mehānismu un pasākumiem, kas jāveic bojājumu novēršanai.

11.1. KOKA UZBŪVE

Koksne nav vienveidīgs, homogēns materiāls, tā sastāv no sīkiem dažādas formas un lieluma organiskiem veidojumiem — šūnām. Šūnas izstieptas koka garenvirzienā un ir tik mazas, ka saskatāmas tikai mikroskopā.

Stumbra šķērsgriezumā novērojam vairākus koka uzbūves elementus: serdi, kodolkoksni, aplievas koksni, mizu, serdes starus, sulu traukus, sveķu ejas un gadskārtas (11.1. att.).

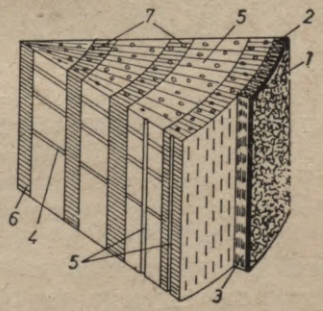
Serde ir koka visvecākā, visirdenākā daļa, tā atrodas stumbra centrā un novietojas visā tā garumā.

Kodolkoksne atrodas ap serdi. Tā ir nobriedusi — vērtīgākā stumbra koksne. Kodolkoksnē sulu plūsma ir niecīga, šūniņas — cietas un tajās ir vairāk sveķu un miecvielu. Tāpēc kodolkoksne ir blīvāka, mehāniski stiprāka, kā arī izturīgāka pret trupēšanu.

Aplievas koksne aptver kodolkoksni. Tā ir jaunāka, vēl nenobriedusi, neblīvāka koksne, parasti gaišākā nokrāsā. Augošā kokā aplievas daļā noris intensīva sulu cirkulācija, tāpēc tā ir mitrāka. Koka sula satur cukurus un citas koka fizioloģiskajam procesam nepieciešamās organiskās vielas. Nocirstā kokā koksni ārdošās piepes šīs vielas izmanto kā barības vielas, tāpēc aplievas koksnē piepes attīstās ātrāk un ātrāk to saārda. Aplievas koksnē vieglāk iesūcas arī antiseptiskās vielas, kuras izmanto piepju apkarošanai.

Mizai ir divi slāņi. Ārējais sastāv no korķa, iekšējais no lūksnas audiem.

Serdes stari stiepjas no lūksnas kārtas caur gremzdiem koka stumbra serdes virzienā. Tie veido sīku kanāliņu sistēmu, pa kuriem sula no lūksnas kārtas pieplūst



11.1. att. Koka stumbra uzbūve:
1 — miza; *2* — lūksna; *3* — kambijs; *4* — serdes stari; *5* — sulu trauki; *6* — serde; *7* — gadskārtas

stumbra iekšējiem audiem. Tieši pa serdes stariem kokmateriālā iesūcas antiseptiskās vielas.

Sulu trauki augošā kokā nodrošina sulu cirkulāciju augšup un lejup. Koka stumbra garengriezumā sulu trauki izskatās kā svītriņas. Piepju infekcija pa sulu traukiem daudz vieglāk nokļūst koksnē nekā pa serdes stariem. Sulu traukiem ir nozīme koksnes aizsargāšanā pret piepju un koksngraužu ārdošo iedarbību, jo pa tiem kokmateriāla garenvirzienā labāk un dziļāk iesūcas antiseptiskie šķīdumi.

Sveķu ejas. Skujkokiem kā garenvirzienā, tā serdes staru virzienā atrodas kanāliņi, kuros uzkrājas sveķi. Sveķi koku zināmā mērā konservē un ievainojuma gadījumos augoša koka brūci aizsargā pret piepju un citu kaitēkļu kaitīgo iedarbi. Sveķaini kokmateriāli ir arī izturīgāki pret piepju infekciju.

11.2. KOKU SUGAS

Latvijas PSR apstākļos celtniecībā galvenokārt izmanto skujkokus — priedi un egli.

Priede ir visizplatītākais kokmateriāls. Tā koksne ir bagāta sveķiem un tāpēc pret bioloģisko kaitēkļu iedarbi izturīgāka nekā egles koksne. Svarīgi ir arī tas, ka priedes koksni vieglāk piesūcināt ar antiseptiskajām vielām.

Egles koksnē sveķu ir mazāk, tā arī mazāk izturīga pret bioloģiskajiem kaitēkļiem, un to grūtāk piesūcināt ar antiseptiskajām vielām.

Lapkokus kā konstruktīvo materiālu celtniecībā lieto reti. Tos galvenokārt izmanto apdares darbiem un mēbeļu ražošanā. Pret piepju iedarbi visizturīgākā ir ozola un oša koksne, bet pārējie mūsu republikā sastopamie lapkoki — bērzs, apse, kļava mitros apstākļos piepju iedarbē ātri aiziet bojā.

11.3. KOKSNES PAMATĪPAŠĪBAS

Tilpummasa. Katrai koku sugai ir sava raksturīga tilpummasa, kas gaissausai koksnei ($W_a = 18\%$) svārstās no 450 līdz 760 kg/m³. Aprēķinot koksnes aizsardzībai nepieciešamo fungicīdo vai antipirēno vielu daudzumu, tās tilpummasu pieņem par 500 kg/m³.

Koksne pie paaugstinātas temperatūras. Pie 105 °C koksnes mitrums iztvaiko. Pie temperatūras līdz 170 °C koksne atdod savu ķīmiski saistīto ūdeni. Pie temperatūras no 170 līdz 270 °C sākas koksnes termiska noārdīšanās, bet pie temperatūras virs 300 °C koksne sāk degt.

Koksnes mitrums. Ūdens koksnē atrodas dažādos veidos. Kapilārais ūdens svaigi cirstā vai pludinātā koksnē piepilda tukšumus starp šķiedrām, šūnas un sulu traukus. Higroskopiskais ūdens atrodas koksnes šūnu sieniņās un audos. Ķīmiski saistītais ūdens ir koksnes organisko vielu sastāvdaļa.

Koksnes mitrumu nosaka absolūtā mitruma procentos pēc vienādojuma

$$W_a = \frac{G_1 - G_2}{G_2} 100\%,$$

kur

W_a — koksnes absolūtais mitrums;
G_1 — koksnes masa G pirms žāvēšanas;
G_2 — koksnes masa G pēc pilnīgas izžūšanas pie 105 °C līdz pastāvīgais masai;
$G_1 - G_2$ — iztvaicētā kapilārā un higroskopiskā ūdens masa, G.

Tātad koksnes absolūtais mitrums ir iztvaicētā ūdens masa attiecībā pret absolūti sausas koksnes masu.

Nosakot mitruma procentu, koksnes paraugu sasmalcina skaidiņās, nosver un pie temperatūras 105 °C žāvē līdz pastāvīgai masai.

— Svaigi cirstā koksnē ir 60—80% absolūtā mitruma, pie tam aplievas daļā mitrums var sasniegt 100% un kodolda|ā 30—45%. Koksne, kas ilgāku laiku atradusies ūdenī, uzņem līdz 300% ūdens.

— Siltā, sausā telpā ilgstoši žuvusi istabsausa koksne satur 8—12% mitruma. Gaissausa koksne, kas ilgstoši žuvusi ārā zem nojumes, satur ap 18% mitruma.

— Latvijas PSR klimatiskajos apstākļos 2,5—5 cm biezi dēļi pareizās krautnēs zem nojumes līdz gaissausam stāvoklim izžūst apmēram gada laikā. Lielāku izmēru kokmateriāli mūsu klimatiskajos apstākļos līdz gaissausam stāvoklim izžūst 2—3 gados.

Koksnes higroskopiskās īpašības. Ja istabsausa vai gaissausa koksne nonāk mitrākos apstākļos, tā no jauna uzņem mitrumu, maina izmērus (uzbriest), masu, kā arī mehāniskās īpašības.

Koksnes sarukums un uzbriešana. Svaigi cirsta vai ūdenī mirkusi koksne žūstot maina tikai masu, bet nemaina savus izmērus līdz brīdim, kad žūšanas procesā mitrums pazeminājies līdz apmēram 30%. Koksnei turpinot žūt, sākas rukšana un tās izmēri sāk samazināties. Ja sausa koksne no jauna nonāk mitros apstākļos, tā atkal uzbriest un tās izmēri sāk palielināties. Koksnes briešana turpinās, līdz tās mitruma saturs sasniedz piesātināšanas punktu — 30%. Uzņemot mitrumu vēl vairāk, koksne vairs neuzbriest.

11.4. KOKSNES ĶĪMISKĀ IZTURĪBA

Skujkoku koksne satur sveķus, tāpēc pret ķīmisko vielu iedarbi tā ir izturīgāka nekā lapkoku koksne.

— Sārmaino vielu — pelnu, nātrija hidroksīda, kālija hidroksīda, sodas, potaša u. c. šķīdumi (pat vājās koncentrācijās) koksni saārda.

— Cinka, dzelzs, alumīnija un daži citi sāļi jebkurās koncentrācijās ierosina koksnes bojāšanos.

— Visas oksidējošās skābes — slāpekļskābe, sērskābe, hromskābe arī vājās koncentrācijās saārda koksni.

— Koksne ir izturīga pret vāju koncentrāciju fosforskābi, etiķskābi, pienskābi, sālsskābi, bet šīs pašas skābes koncentrētā veidā koksni bojā.

— Koksne praktiski ir izturīga pret jebkuras koncentrācijas neitrālu sāļu iedarbību.

— Cementa un kaļķu java koka būvelementiem ir nekaitīga.

— Amonjaka ūdens šķīdumā koksne kļūst mīkstāka, plastiskāka, bet, tam iztvaikojot, tā praktiski nezaudē savas pirmatnējās īpašības.

11.5. KOKSNES BIOLOĢISKĀ KOROZIJA

11.5.1. Koksni ārdošās piepes

Koksni ārdošās piepes ir pirmatnējie augi, kam trūkst fotosintēzei nepieciešamās zaļās vielas — hlorofila. Tāpēc atšķirībā no zaļajiem augiem piepes nevar sintezēt savai attīstībai vajadzīgās barības vielas. Piepes var attīstīties un eksistēt vienīgi uz gatavas organisko vielu barības bā-

zes. Kā barības bāze piepēm var kalpot koksne, salmi, zāle, papīrs, vilnas un kokvilnas audumi un daudzas citas organiskās vielas.

Piepes, izmantojot koksni kā barību, to bioķīmiski pilnīgi noārda, pārvēršot par ūdeni un ogļskābes gāzi.

Koksni ārdošo piepju sugu un pasugu ir daudzi tūkstoši, un katrai no tām ir sava raksturīga uzbūve, īpatns attīstības veids un fizioloģiskās īpašības.

Daži piepju pārstāvji ir tipiski parazīti, kas veģetē uz augošiem kokiem un parasti nobeidz tos. Ja piepju pārņemtu augošu koku nocērt, piepes turpina savu attīstību nedzīvā koksnē, līdz to bioķīmiski pilnīgi noārda.

Turpretī tā saucamās «mājas sēnes», «mājas piepes», «koksnes brants» ir saprofīti, kas iemetas un attīstās nedzīvā koksnē. Šai grupai pieskaitāmas piepes, kas saārda noliktavās sakrautos kokmateriālus, kā arī ēkā iebūvētos koka būvelementus.

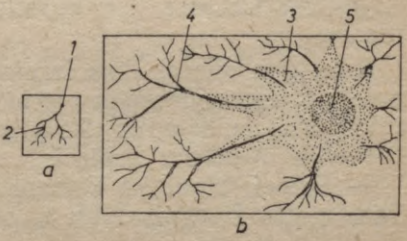
11.5.2. Piepju uzbūve un attīstība

Koksni ārdošās piepes sastāv no smalkiem, ar neapbruņotu aci nesaredzamiem pavedieniem — hifiem (11.2. att.). Piepju hifi, izdalot specifiskus fermentus, iedziļinās koksnē, kur, šķīdinot koksnes šūnas, iegūst savam organismam nepieciešamās barības vielas.

Piepju attīstības sākumā uz koksnes virsmas nav novērojamas nekādas pazīmes, jo mikroskopiskie hifi atrodas koksnes iekšienē, kur veic savu ārdošo darbību.

Pēc kāda laika — dažiem mēnešiem, koksne sāk zaudēt savu dabisko nokrāsu, kļūst tumšāka, dzeltenīgi brūngana.

Piepju organismam turpinot attīstību, uz koksnes virsmas veidojas jau ar neapbruņotu aci saredzami piepju hifu sablīvējumi — sēņotne (micēlijs). Atkarībā no piepju sugas sēņotnei ir dažāda anatomiskā uzbūve un ārējā



11.2. att. Koksni ārdošo piepju attīstības shēma:

a — hifu veidošanās no sporas; *b* — pilnīgi attīstījusies piepe; *1* — spora; *2* — hifi; *3* — pūkas un plēves; *4* — piepes auklas; *5* — augļa ķermenis

forma. Dažu piepju micēlijs atgādina sniegbaltas pūkas vai dūnas, citu — baltas pūkas ar dzeltenīgiem, sarkanīgiem vai brūnganiem iekrāsojumiem.

Ķad piepju organisms kļūst vecāks, pūciņas saplok, izveidojot pelēcīgas vai baltas plēves. Dažām piepju sugām attīstās sazaroti auklām līdzīgi hifu sablīvējumi, kas var būt balti, pelēki, tumši brūni vai melni. Dažu piepju sugām auklu resnums ir 0,5—2,0 mm, bet citām — 8—12 mm.

Atkarībā no piepju attīstības pakāpes koksne vispirms kļūst tumšāka, tad sāk plaisāt, vispirms garenvirzienā, tad šķērsvirzienā, izveidojot brūnganas nokrāsas koksnes gabaliņus — prizmas. Visbeidzot arī prizmas noārdās, koksne «izzūd», pārvēršoties par ūdeni un ogļskābo gāzi.

Ķad piepes organisms pilnīgi attīstījies, uz koksnes virsmas sāk veidoties augļķermenis, kurā attīstās sporas. Augļķermenim var būt dažāda forma — tas var būt plēves, pankūkas, spilventiņa vai cepurītes veidā. Arī augļķermeņa konsistence var būt dažāda — gaļaina, cieta, ādaina vai korķa veidā. Atkarībā no piepju sugas augļķermeņa nokrāsa ir dzeltenīga, bāli sārta, nevienmērīgi balta, brūngana, pelēcīga utt.

Augļķermeņa krokās, dobumos, stobriņos un rievās veidojas sporas. Sporas ir mikroskopiski dažādas nokrāsas ovāli vai elipsveida ķermenīši — piepju «dīglīši», ar kuriem tās vairojas. Ķatrs kvadrātmilimetrs augļķermeņa gada laikā izplata milzīgu daudzumu sporu, kas pie mazākās gaisa kustības paceļas gaisā un izplatās desmitiem kilometru lielā apvidū. Tādējādi piepju sporas nokļūst gaisā, ūdenī, augsnē, uz kokmateriāliem utt.

Tātad koksni ārdošo piepju sporas — piepju infekcija ir visur un neantiseptizētu mitru koksni nav iespējams no tās pasargāt.

Piepes vairojas ne tikai ar sporām, bet arī veģetatīvā ceļā. Ikkatra, pat visniecīgākā sēņotnes daļiņa, nokļūstot uz mitras koksnes, var attīstīties par jaunu piepes organismu.

Ķaut gan sporas, kas izraisa piepju infekciju, ir visur, arī uz koksnes virsmām vai to sulu traukos, tomēr ne katrai sporai lemts attīstīties par piepju organismu.

Piepju attīstībai nepieciešami šādi apstākļi.

— Piepei, tāpat kā katram augam, elpošanai nepieciešams gaiss. Bezgaisa vidē piepes attīstīties nevar.

— Piepju, tāpat kā citu augu attīstībai nepieciešama optimāla vides temperatūra 20—25 °C. Ja temperatūra ir zemāka par +4 °C vai arī piepes sasalst, to attīstība apstājas, bet, tiklīdz temperatūra no jauna paceļas, piepju attīstība turpinās. Turpretī, ja vides temperatūra augstāka par +40 °C, piepju organismi atmirst. Īstā mājas piepe atmirst pie temperatūras 40 °C, bet pagrabu un dažu citu sugu piepes — tikai pie temperatūras 50—75 °C.

Sevišķi izturīgas ir piepju sporas, tās aiziet bojā tikai verdošā ūdenī.

— Koksni ārdošās piepes dzīvotspēju raksturo šāds eksperiments. Krietni ietrupējušas koksnes paraugs pēc pilnīgas izžāvēšanas līdz gaissausam stāvoklim sausos uzglabāšanas apstākļos tika turēts 2 gadus. Tad to samitrināja, līdz tas uzsūca 30% ūdens. Jau pēc 2 nedēļām piepe pilnīgi «atdzīvojās» un sāka savu ārdošo darbību.

— Gaismai piepju attīstībā ir mazāk svarīga nozīme, jo tās var attīstīties arī krēslā un pat pilnīgā tumsā. Tikai tiešu saules staru iedarbē mājas piepes iet bojā.

— Gaissausā koksnē ar absolūto mitrumu 18% piepes nevar attīstīties, jo šāda koksne nav piemērota piepju attīstības fizioloģiskajām prasībām.

Arī pilnīgi slapjā koksnē, kuras mitrums pārsniedz 70%, piepes nevar attīstīties, jo lielais ūdens daudzums tām noslēdz gaisa pieplūdi. Tāpēc ūdenī nogrimusi koksne saglabājas simtiem gadu.

— Pilnīgi sausa koka būvelementi, kas iebūvēti telpās, kuru relatīvais gaisa mitrums pārsniedz 80%, ar laiku kļūst mitri un tos pārņem piepes.

No teiktā secinām, ka koka būvelementus pasargāt no piepēm var tikai tad, ka ēkā iebūvē gaissausu koksni un visā ekspluatācijas laikā nepārtraukti nodrošina sausus apstākļus.

11.5.3. Piepju sugas

Koksni ārdošo piepju sugu ir ļoti daudz, cita no citas tās atšķiras ar micēlija formu, anatomisko uzbūvi, nokrāsu, sporu formu un ar savām raksturīgām fizioloģiskajām īpašībām. Pēc šīm pazīmēm speciālisti nosaka piepju sugu.

● Visbīstamākā ir īstā mājas piepe (*Merulius lacrymans*) — «koka brants», «mājas trupe». Tā pārņem kā

skujkoku, tā lapkoku koksni un to saārda 1—3 gadu laikā. Īstās mājas piepes attīstībai optimālais koksnes mitrums ir 20—35%. Ja ekspluatācijas apstākļos koksnes mitrums lielāks par 35%, īstā mājas piepe atmirst, bet to tūdaļ pārņem kādas citas sugas piepe, kuras attīstībai piemēroti mitrāki apstākļi.

Turpretim, ja ar īsto mājas piepi pārņemtā koksne nokļūst sausākā vidē un tās mitrums pazeminās zem 18%, piepe netraucēti turpina savu attīstību, jo piepe, bioķīmiski noārdot koksni, pati sintezē savai eksistencei nepieciešamo ūdeni.

● Pagrabu piepe (*Poria vaporaria*) jeb «baltā piepe» pārņem skujkoku un lapkoku koksni, kuras mitrums ir 35—50%. Tā attīstās mitrās telpās, sevišķi pagrabos, un saārda koksni 1—3 gados.

● Brūnā mājas piepe (*Coniophora cerebella*) attīstās sevišķi mitrā vidē, ja koksnes mitrums ir 45—60%. Tās sēņotne ir tumši brūnu pūku un plēvju veidā. Saārdītās koksnes plaisās izveidojas zarainas, 1—2 mm resnas olīvzaļas, brūnas vai melnas aukliņas. Brūnā piepe koksni saārda 1—3 gadu laikā.

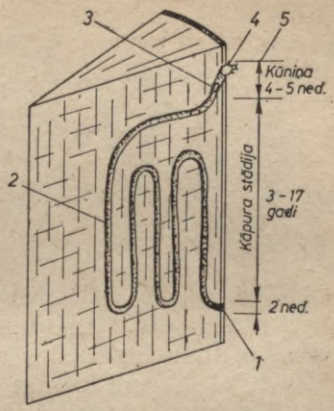
● No pārējām — arī bīstamām piepēm jāmin gulšņu piepe (*Lentinus squamosus*), stabu piepe (*Lensites sepiaria*), sarkanā priedes piepe (*Trametes pini*) u. c. Šīs grupas piepes attīstās lēnāk un koksni saārda 3—6 gados, un ir tikpat bīstamas kā iepriekšminētās.

11.6. KUKAIŅI KOKSNGRAUŽI

Dažu sugu kukaiņus, kuru kāpuri, barojoties ar koksni, pāris gadu laikā sagrauž miltos koka konstrukcijas un nereti pat veselas celtnes, sauc par koksngraužiem.

● Ir koksngraužu sugas, kas iemetas augoša koka stumbrā, kur to kāpuri (ķirmji), izgraužot garas ejas, tā novājina koku, ka tas nonīkst. Ja šādu koku nocērt, koksngraužu kāpuri turpina savu attīstību nedzīvā koksnē; pieaugušās vabolītes izlido no koksnes, pārojas un mātītes meklē piemērotu augošu koksni, kur izdēt oliņas.

● Ir kukaiņu sugas, kas iemetas svaigi cirstā kokā zem mizas. Tos sauc par mizgraužiem. Mizgrauži parasti ieviešas koksnē, ja siltā, kukaiņu izlidojumiem piemērotā laikā nocirstos kokus ilgstoši atstāj mežā. Mizgraužu kāpuri ne-



11.3. att. Koksngraužu vaboļu attīstības shēma:

1 — oliņa; *2* — kāpura ejas; *3* — kūniņa; *4* — pilnīgi attīstījusies vabole; *5* — attīstības ilgums

iegraužas koka stumbrā, bet zem mizas izgrauž komplicētu nedziļu kanāliņu sistēmu, kas bojā kokmateriāla ārējo izskatu.

● Dažu sugu kukaiņi, t. s. mizgrauži-koksngrauži caur mizu iegraužas koka stumbrā, kur, izgraužot dziļas ejas, bojā kokmateriālu. Pilnīgi attīstījušās vabolītes izlido no koksnes, pārojas un meklē svaigi cirstu koku, kur izdēt oliņas.

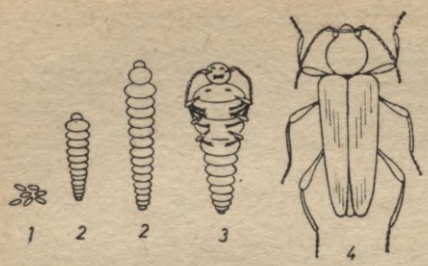
● Visbīstamākās ir tās koksngraužu sugas, kas uzbrūk nomizotai, apstrādātai un iebūvētai koksnei. Šo sugu koksngraužu kāpuri iegraužas koksnē un, barojoties ar koksni, to sagrauž koka miltos. Tie visvairāk ir izplatīti lielu ūdens baseinu — jūru, ezeru, upju un lielāku purvu tuvumā.

Koksnes milti koksngraužu kāpuru ejās ir sagrauztā koksne, kas to barošanās procesā izgājusi caur kāpuru barības traktu.

● Koksngraužu attīstības cikls ir apmēram šāds. (11.3. att.). Vabolītes mātīte koksnes dobumiņos vai plaisiņās iedēj oliņas. Pēc pāris nedēļām no oliņas izšķiļas sīks kāpuriņš, kurš tūdaļ iegraužas koksnē. Caurumiņš, pa kuru kāpuriņš iegraužas koksnē, ir tik niecīgs, ka to ar neapbruņotu aci grūti saskatīt.

Kāpuriņš grauž koksni, barojas ar to un aug, atstājot ejā aiz sevis koka miltus. Kad kāpurs attīstījies līdz zināmai stadijai, tas novietojas koka būvelementa virsmas tuvumā, kur iekūņojas. Pēc dažām nedēļām kūniņā izveidojas pilnīgi attīstīta vabolīte, kura, izgraužot uz ārpusi eju, izlido. Izlidojušās jaunās vabolītes pārojas, mātītes uz koksnes virsmas izdēj oliņas, un tā sākas jaunas koksngraužu paaudzes attīstības cikls (11.4. att.).

Koksngraužu attīstības cikls ilgst vismaz trīs gadus. Tātad labākā gadījumā tikai pēc trim gadiem, kad



11.4. att. Koksngraužu vaboles attīstības cikls:

1 — oliņas; *2* — dažāda vecuma kāpuri; *3* — kūniņa; *4* — pieaugusi vabole

vabolītes pilnīgi attīstījušās, tās sāk izlidot no koka būvelementiem, pēc izlidojuma caurumiņiem konstatējam, ka būvelementos iemetušies koksngrauži.

Pavadot koksnē trīs un vairāk gadu un barojoties ar to, vabolīšu kāpuri izgrauž garas ejas, kuru kopējais garums dažreiz sasniedz 3 m. Bet koka ēkā var ieviesties simtiem tūkstošu kāpuru un dažos gados to sagrauzt miltos.

Neapkurināmās telpās jaunās vabolītes izlido tikai siltā laikā — no maija līdz septembrim. Apkurināmās telpās vabolītes izlido neregulāri visu gadu.

Raksturīgi, ka koksngrauži parasti ieviešas nedaudz mitrā un ietrupējušā koksnē.

11.6.1. Koksngraužu sugas

Mūsu klimatiskajos apstākļos sastopam ap desmit koksngraužu sugu, no kurām tikai dažas apskatīsim sīkāk.

Ēku ķirmis (*Anobium pertinax*) ir maza 4—5 mm gara vabolīte tumši brūnā krāsā. Tās kāpurs ir 4—5 mm garš, balts, ar trijiem pāriem kājiņu. Vabolītes izlidojumu caurumiņa diametrs ir 3—3,5 mm. Vabolītes izdēj līdz 40 oliņu un pēc tam drīz nobeidzas. Vabolītes attīstības cikls no oliņas līdz pilnīgi attīstītai vabolītei ir 3—15 gadi.

Mēbeļu ķirmis (*Anobium punctatum*) ir maza 3—3,5 mm gara tumšbrūna vabolīte ar tumšāk punktētiem spārniņiem. Kāpurs 3 mm garš, balts, ar trim pāriem kājiņu. Vabolīšu oliņas ovālas, 0,4 mm garas, iedzeltenas, puscaurspīdīgas. Kāpuru eju un izlidojumu caurumu diametrs 1,5—2 mm.

Ēku ūsainis (*Hylotrupes bajulus*) ir 10—20 mm gara brūna vabole. Tās kāpurs 10—20 cm garš, balts, ar brūnganu galvu. Mātīte izdēj līdz 200 oliņu. Kāpuri galvenokārt attīstās skujkokos.

Koksnes lapsenes (*Sirex gigas*) ir 30—45 mm gari plēvspārnu kukaiņi. Mātītēm pakaļējā galā ir ragveida izaugums. Bojā galvenokārt skujkoku koksni. Mātīte izdēj līdz 150 oliņu.

11.7. KOKA BŪVELEMENTU AIZSARDZĪBA

Kā jau minēts, koksni ārdošo piepju infekcija (sporas) ir visur. Sporas ir gaisā, tās atrodas uz kokmateriālu virsmām un var būt arī koksnes sulu traukos. Tātad vienīgā iespēja pasargāt koksni pret trupēšanu ir neļaut sporām attīstīties par piepju organismu. Tāpēc ēkā jāiebūvē tikai vesela, gaissausa koksne un konstruktīvajam risinājumam jānodrošina tai sausi ekspluatācijas apstākļi.

Jāņem vērā, ka ēkas ilggadīgā ekspluatācijā nav izslēgti gadījumi, precīzāk — negadījumi, kad kādu neparedzētu apstākļu dēļ ūdens tomēr iekļūst koka konstrukcijā. Tad visi labie konstruktīvie risinājumi un celtnieku pūles ir veltas. Slēgtajās koka konstrukcijās nokļuvušais mitrums rada labvēlīgus apstākļus piepju attīstībai, un konstrukcija aiziet bojā. Tāpēc mūsdienu celtniecības tehnoloģija līdztekus konstruktīvajiem risinājumiem un augstvērtīgam darbu izpildījumam papildus paredz ķīmisko koksnes aizsardzību — antiseptizēšanu. Ja koka konstruktīvie būvelementi piesūcināti ar indīgajiem fungicīdiem (no latīņu fungi — sēne) un tajos nokļūst ūdens, tad pa koksni izplatās indīgo vielu šķīdums, kas nomāc vai iznīcina piepju attīstību.

No teiktā izriet, ka ēku koka konstrukciju aizsargāšana pret piepju ieviešanos ir vesels pasākumu komplekss, kas saistīts ar ēkas projektēšanu, kokmateriālu sagatavošanu, uzglabāšanu, būvdarbu izpildīšanu, antiseptizēšanu un tās tehnisko ekspluatāciju.

11.7.1. Konstruktīvie pasākumi

— Ēkas konstruktīvajam risinājumam jānodrošina koka būvelementiem pastāvīgi sausi ekspluatācijas apstākļi.

— Ēka jānovieto uz augstākiem pamatiem, tālāk no grunts. Virspamats nedrīkst būt zemāks par 0,4—0,5 m. Zemes virsma ap ēku jānoplanē ar kritumu virzienā no ēkas.

— Lai gruntsūdeņi neiesūktos ēkas sienās, virspamata horizontālajai virsmai ar bitumena mastiku jāuzstrādā ruberoīda hidroizolācija. Ieteicams horizontālo hidroizolāciju ierīkot divos līmeņos — pirmo 10 cm virs noplanētā zemes līmeņa, otro uz virspamata.

— Ārējie apmetumi koka ēku sienām nav ieteicami, jo apmetums akumulē lietus ūdeni, kas samitrina koksni un izraisa tās trupēšanu. Labāk koka ārsienas apšūt ar dēļiem.

— Koka ēku sienas no ārpuses nedrīkst apšūt ar jumta papi, ruberoīdu vai citiem tvaiku izolējošiem materiāliem. Tvaika izolāciju nedrīkst ievietot arī bēniņu pārseguma aukstajā zonā, jo no siltajām telpām plūstošais mitrais gaiss pie tvaika izolācijas rada ūdens kondensātu, kas samitrina koksni un tādējādi izraisa piepju attīstību — koksnes trupēšanu.

Ja kādu apsvērumu dēļ ārsienām tvaika izolācija ir nepieciešama, tad tā jāievieto sienu siltajā zonā — zem iekšējā apmetuma.

— Visu koka būvelementu un mūra sajūgumi jāizolē ar ruberoīda hidroizolāciju.

— Koka būvelementi, sevišķi apakšējā stāva grīdu konstrukcijas, nedrīkst saskarties ar zemi, kā arī ar pagrīdas uzbērumu.

— Sanitāro mezglu un ūdensvadu caurules jānovieto ne mazāk kā 2 cm attālumā no koka sienu apmetuma, jo siltā laikā uz vēsajām cauruļu virsmām kondensējas ūdens, kas var samitrināt sienas.

— Pareizi jāatrisina tekņu un novadcauruļu sistēma nokrišņu novadīšanai no jumta.

— Ēkās, kurās ir koka bēniņu pārsegumi, jāierīko pietiekami efektīva dabiskā vēdināšana.

11.7.2. Celtnieka uzdevumi

Koka būvelementu sekmīga aizsardzība pret trupēšanu atkarīga no tā, cik lietpratīgi un rūpīgi veikti projektā paredzētie un dažreiz arī neparedzētie pasākumi.

● Celtniekam no ēku aizsardzības viedokļa jāuzstāda šādas prasības.

— Būvlaukumā saņemtie kokmateriāli nekavējoties jāsašķiro, atlasot tos, uz kuriem redzamas piepju attīstības

pazīmes. Piepju bojātie kokmateriāli jāaizvāc no būvlaukuma.

— Derīgie kokmateriāli jāsakrauj kārtīgās krautnēs, lai tie varētu žūt.

— Visi projektā paredzētie noteikumi un pasākumi rūpīgi jāpilda.

— Ja ēkas projektā celtnieks konstatē kādus trūkumus, tie jālikvidē, saskaņojot savu rīcību ar projekta autoru.

— Ļoti rūpīgi jāizpilda visi koksnes ķīmiskās aizsardzības pasākumi.

11.7.3. Ēku tehniskā ekspluatācija

Jārīkojas pēc principa — tikai rūpīgi un lietpratīgi kopta ēka ilgi saglabājas un labi kalpo.

— Ēka regulāri pavasarī un rudenī rūpīgi jāapseko un nekavējoties jālikvidē visi konstatētie trūkumi.

— Laikus jāveic jumta seguma, notekcauruļu, sanitārā mezgla sistēmas un visu pārējo ēkas konstrukciju un atsevišķo elementu tekošais remonts.

— Ja kādā ēkas konstrukcijas mezglā iekļuvis ūdens, nekavējoties avārijas kārtībā jānovērš cēloņi un jālikvidē sekas.

— Visās ēkas telpās pēc iespējas jāuztur vienāda gaisa temperatūra, lai izslēgtu mitruma kondensēšanos vēsākajās telpās.

— Grīdas jāmazgā uzmanīgi ar mitru lupatu vai suku, lai ūdens neiekļūtu grīdā vai sienās.

11.8. KOKSNES ĶĪMISKĀ AIZSARDZĪBA

Koksnes ķīmiskā aizsardzība ir viena no svarīgākajām ēku aizsardzības kompleksa sastāvdaļām, kas nodrošina koka būvelementu ilgu saglabāšanos. To panāk, ievadot koksnē indīgas, antiseptiskas vielas, kas nomāc vai nonāvē kaitēkļus — piepju organismus un koksngraužus.

Indīgās vielas, kurām piemīt piepju iznīcināšanas spējas, sauc par fungicīdiem (fungi — lat. v. sēnes). Vielas, kuras nonāvē kukaiņus, sauc par insekticīdiem (insecta — lat. v. kukainis). Dažām indīgajām vielām ir universāls raksturs, tās vienlaikus ir insekticīdi un fungicīdi, kaut gan tām parasti viena no šīm īpašībām ir pārsvarā.

Fungicīdās vielas saārda piepes organisma enzimātisko sistēmu, kā rezultātā piepes vairs nespēj producēt enzīmus (fermentus) t. i., vielas, kuru iedarbē, koksnei ķīmiski noārdoties, rodas piepju organismam piemērotas barības vielas. Tādējādi ar fungicīdajām vielām saindētās piepes nav dzīvotspējīgas un atmirst.

Insekticīdās vielas iedarbojas uz kukaiņu nervu sistēmu, sakarā ar to rodas arī citu svarīgu orgānu traucējumi un kukaiņi visās savās attīstības stadijās aiziet bojā.

11.8.1. Fungicīdās vielas

Ķīmisko vielu ar fungicīdām, antiseptiskām īpašībām ir daudz, bet celtniecības praksē lieto tikai tās, kas nav ļoti indīgas, ir pietiekami efektīvas, lētas un nav deficītas.

Visas celtniecības praksē lietojamās antiseptiskās vielas iedala divās grupās: ūdenī nešķīstošās (eļļainās) un ūdenī šķīstošās.

● **Ūdenī nešķīstošās** antiseptiskās vielas plaši izmanto gulšņu, stabu, tiltu un citu zem klajas debess ekspluatējamo koka būvelementu piesūcināšanai. Piesūcināšanu izdara speciālos autoklāvos zem spiediena apmēram 6 atm. Tādējādi antiseptiskās vielas iesūcas koka elementa visā aplievas daļā vai arī visā koka elementā un ar ūdeni neizskalojas no tā. Praktiskā pieredze rāda, ka šādi piesūcināta koksne visnelabvēlīgākajos ekspluatācijas apstākļos saglabājas gadu desmitiem.

Celtniecības apstākļos šis piesūcināšanas veids nav piemērots, jo celtnieka rīcībā nav autoklāva. Tā rīcībā ir tikai ota vai smidzinātājs, ar kuru var apstrādāt koka būvelementu virsmu. Eļļainais šķīdums koksnē neiesūcas dziļāk par 1 mm. Tātad tikai plāna koka elementa ārējā kārtiņa ir nodrošināta pret piepju iedarbi, bet visa koka būvelementa masa paliek neaizsargāta. Tikai tad, ja koksne ir sausa, ja tās mitrums ir mazāks par 18%, koksnes virsmu drīkst aizsargāt, nootējot ar eļļainu antiseptisku vielu.

● Mitrai koksnei uzstrādājot eļļaino antiseptisko vielu, tās blīvā kārtiņa kavē koksnes žūšanu, tāpēc būvelementa iekšējo slāņu sulu traukos nokļuvušās sporas vai sēņotnes daļiņas izveidojas par piepju organismu. Praksē bieži nākas novērot, ka šādi apstrādāts koka būvelements iekšpusē pilnīgi satrupējis un neskarta palikusi tikai 1—2 mm

bieza virsmas kārtiņa, kas piesūkusies ar eļļaino antiseptisko vielu. Tātad mitras koksnes apstrāde ar eļļainām antiseptiskajām vielām var veicināt koksnes trupēšanu.

● No eļļainām antiseptiskajām vielām ārējos atmosfēras apstākļos ekspluatējamo koka elementu antiseptizēšanai lieto kreozoteļļu, akmeņogļu eļļu, antrāceneļļu un slānekļa eļļu. Visas šīs eļļas ir viskozas vielas melni brūnā krāsā ar nepatīkamu, smacējošu smaku. Pēdējās īpašības dēļ tās nedrīkst lietot dzīvojamās ēkās, kā arī lopu kūtīs un siltumnīcās. Ar šīm vielām apstrādātas koksnes virsma ilgstoši ir lipīga; to nevar krāsot ne ar kādu krāsu.

● Pie ūdenī nešķīstošajām vielām pieskaitāmas arī dažas organiskās vielas, kas šķīdināmas organiskajos šķīdinātājos.

— Pentahlorfenols — C_6Cl_5OH — ūdenī nešķīst, bet šķīst metanolā, etilalkoholā u. c. organiskajos šķīdinātājos.

— Vara naftenāts — ūdenī nešķīst, bet šķīst benzīnā un petrolejā.

Ūdenī šķīstošas antiseptiskās vielas ir indīgi ķīmiski savienojumi, kas, optimālā daudzumā ievadīti koksnē, to aizsargā pret piepju un koknsgraužu ieviešanos.

Nātrija fluorīds — NaF ir balta kristāliska viela, bez smakas, tās šķīdība ūdenī līdz 3%. Koksnes pilnīgai aizsardzībai pret piepju un koksngraužu ieviešanos tajā jāievada ne mazāk kā 5 kg/m³ nātrija fluorīda.

Nātrija fluorīds ir neitrāla sāls, metālus tā nekorodē.

Amonija silikoļluorīds $(NH_4)_2 \cdot SiF_6$ ir balta sīkkristāliska viela, bez smakas, šķīdība ūdenī līdz 18%. Lai nodrošinātu koka būvmateriālus pret piepēm un koksngraužiem, tajos jāievada ne mazāk kā 5 kg/m³ amonija silikofluorīda. Parasti koksnes apstrādei lieto 8% amonija silikofluorīda ūdens šķīdumu.

Abas šīs vielas — kā nātrija fluorīds, tā amonija silikofluorīds — viegli iesūcas koksnē, bet ar ūdeni arī viegli izskalojas. Tāpēc tās piemērotas tikai tādu koka būvelementu antiseptizēšanai, kuri ekspluatācijas laikā nav pakļauti ūdens iedarbei.

Nātrija fluorīds un amonija silikofluorīds cilvēkiem, dzīvniekiem un augiem ir indīgs. Uz koka būvelementu virsmām, kas pietiekamā daudzumā apstrādātas ar šīm vielām, koksngraužu vabolītes oliņas nedēj.

Nātrija fluorīds, kā arī amonija silikofluorīds saskarē

ar kalcija savienojumiem — cementu, kaļķiem, krītu, ģipsi ķīmiski reaģē un rada ūdenī nešķīstošu kalcija fluorīdu, vielu, kam nav nekādu antiseptisku īpašību.

Kombinētās antiseptiskās vielas sastādītas no vairākiem indīgo vielu komponentiem, parasti to sastāvā ir nātrija fluorīds, nātrija bihromāts, nātrija arsenāts, bors, dinitrofenols u. c. Katra no šīm vielām atsevišķi viegli šķīst ūdenī, bet, nonākot koksnes šūnu sieniņās, tās, savstarpēji ķīmiski reaģējot, rada kompleksus savienojumus, kuri vāji šķīst ūdenī un tādēļ grūti izskalojami no koksnes. Kombinētās antiseptiskās vielas izmanto gulšņu, stabu, pāļu, tiltu koka elementu u. tml. āra apstākļos ekspluatējamo koka objektu antiseptizēšanai.

Kombinētajām antiseptiskajām vielām fungicīdās un insekticīdās īpašības daudzkārt vairāk izteiktas nekā to atsevišķiem komponentiem. Apdzīvotu ēku koka būvelementu antiseptizēšanai arsēnu saturošo antiseptisko vielu pielietošana ir aizliegta.

Pēdējos gados Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Koksnes ķīmijas institūtā (akadēmiķis A. Kalniņš) izstrādātas vairākas jaunas, efektīvas boru saturošas antiseptiskās vielas, to skaitā «Mebors», «Ribors», «Kobórs» un MB-1.

Antiseptikas MB-1 sastāvā ietilpst vara sulfāts — 3,1%, boraks — 6,1%, amonija karbonāts — 4,5% un borskābe H_3BO_3 — 3,9%.

Antiseptika BM-1, iesūcoties koksnē, zaudē savu šķīstamību un no koksnes neizskalojas. Tai ir izcili labas antiseptiskas, kā arī insekticīdas īpašības.

● Jāatzīmē, ka daži celtnieki informācijas trūkuma dēļ koksnes antiseptizēšanai lieto vielas, kurām nav nekādu antiseptisku īpašību. Tās ne tikai neaizsargā koksni pret piepēm, bet nereti veicina to ieviešanos un attīstību. Pie šādām vielām pieder naftas bitumeni, akmeņogļu darva, piķi, minerāleļļas u. tml. Koksnes antiseptizēšanai nav derīgi arī hlorkaļķi, kaļķi, dzelzs sulfāts, vārāmais sāls u. c.

11.8.2. Insekticīdās vielas

Visas specifiskās insekticīdās vielas atkarībā no to fizioloģiskās iedarbes uz kukaiņu organismu var iedalīt divās grupās — kuņģa indēs un kontaktindēs.

Kuņģa indes, nokļūstot kukaiņa vai tā kāpura gremošanas orgānos, tos nobeidz. Kuņģa indēm pieskaitāmas arī

visas iepriekš apskatītās antiseptiskās vielas, kuras lieto koksnes aizsardzībai pret piepju iedarbi. Ja šīs vielas uzstrādātas koksnes virsmām ne mazāk kā 100 g/m² daudzumā, tad koka būvelements ir pilnīgi nodrošināts pret kukaiņu koksngraužu uzbrukumu.

Antiseptizēta koksne atbaida koksngraužu vabolītes, un tās tur savas oliņas nedēj, bet, ja oliņas tomēr izdētas, no tām izšķīlušies mazie kāpuriņi, iegraužoties koksnē, saindējas un aiziet bojā.

Koksnē esošie koksngraužu kāpuri turpina savu attīstību un aiziet bojā tad, kad tie pilnīgi attīstītu vabolīšu veidā izgrauž sev izlidojuma caurumiņu.

Kontaktindes ir sintētiskas organiskās vielas ar specifiskām insekticīdām īpašībām, kas pie mazākās saskares ar kādu kukaiņa ķermeņa daļu to nobeidz. Kontaktinsekticīdi sagrauj kukaiņa nervu sistēmu, sakarā ar to pārstāj darboties arī citi tā orgāni un kukainis aiziet bojā.

Kontaktinsekticīdi ir visefektīvākie līdzekļi koksngraužu apkarošanā un galvenokārt piemēroti ēkas konstrukcijās esošo koksngraužu iznīcināšanai.

Mūsdienās ķīmiskā rūpniecība ražo divu veidu kontaktinsekticīdus.

Hlordāns ir bezkrāsaina vai iedzeltena eļļai līdzīga viela ar ne pārāk izteiktu īpatnēju smaku. Tā ūdenī nešķīst, bet šķīst organiskajos šķīdinātājos — benzīnā, petrolejā, terpentīnā. Koksngraužu iznīcināšanai lieto 0,3—1% šķīdumu. Hlordāna insekticīdās spējas vairākkārt pārsniedz DDT spējas, pie tam tas ir mazāk bīstams cilvēkiem un dzīvniekiem.

Hlorofoss ir balta vai iepelēka viskoza, gelveida viela, ar nelielu savdabīgu smaku. Ilgstoši uzglabājot, hlorofoss kristalizējas. Tas labi šķīst ūdenī. Cilvēkam un dzīvniekiem hlorofoss ir mazāk bīstams nekā DDT. Lieto 0,5—1% hlorofosa ūdens šķīdumu.

DDT ir ūdenī nešķīstoša vaskveida viela ar savdabīgu smaku. Tas labi šķīst petrolejā, benzīnā, terpentīnā. Koksngraužu apkarošanai lieto 5% DDT šķīdumu petrolejā, benzīnā vai terpentīnā. Lauksaimniecībā DDT lieto «dustu» — pulvera veidā sagatavotus preparātus. To sastāvā ietilpst 5—10% DDT, pārējais ir talka pulveris.

DDT preparāti ir ļoti efektīvi insekticīdi, bet tie ir indīgi cilvēkam un dzīvniekiem, tāpēc dzīvojamās ēkās un dzīvnieku mītnēs to lietošana ir aizliegta.

11.8.3. Antiseptizēšanas paņēmieni

Koksnes ķīmiskā aizsardzība pret piepēm un koksngraužiem ir droša tikai tad, ja koka būvelementos ievadīts ne mazāk kā 1% antiseptiskās vielas, rēķinot uz gaissausas koksnes svaru. Pieņemot, ka katra kubikmetra gaissausas koksnes svars ir 500 kg, katra kubikmetra antiseptizēšanai jāizlieto ne mazāk kā 5 kg antiseptiskās vielas (rēķinot uz sausu antiseptisko vielu).

Ir svarīgi, kāda šķērsgriezuma būvelements jāantiseptizē. Plāna, 25—50 mm bieza dēļa virsma ir liela salīdzinājumā ar tā masu. Lai tādā dēlī ievadītu 1% antiseptiskās vielas, pietiek, ja uz tā virsmas uzstrādā 100 g/m² vielas.

Lielāka šķērsgriezuma, piemēram 10×10 cm, brusu virsma salīdzinājumā ar koksnes masu ir ievērojami mazāka. Lai sasniegtu to pašu efektu, būvelementam jāuzstrādā 200 g/m² antiseptiskās vielas. Vēl lielāka šķērsgriezuma četrskaldņiem antiseptiskās vielas daudzumam jābūt ne mazākam par 300 g/m².

Antiseptisko vielu sagatavošana

Ūdenī šķīstošās antiseptiskās vielas lieto ūdens šķīdumā vai arī pastas veidā, sajauktas ar nelielu daudzumu ūdens.

Antiseptisko vielu šķīdumi

Nātrija fluorīda un amonija silikofluorīda šķīdināšanai parasti lieto tērauda tvertni (mucu), kuru novieto uz ķieģeļu pavarda. Tvertnē ielej noteiktu daudzumu ūdens, pavardā iekur uguni un silda gandrīz līdz viršanai. Tad, ar menti apmaisot, ieber vajadzīgo daudzumu antiseptisko vielu. Kad antiseptiskās vielas izšķīdušas, šķīdums gatavs lietošanai.

Antiseptiku šķīdumi ir bezkrāsaini, tāpēc, lai varētu atšķirt apstrādāto koksni no neapstrādātās, šķīdumam pieliek kādu ūdenī šķīstošu organisku krāsvielu, piemēram, kādu kokvilnas drēbju krāsu. Ieteicami šādi antiseptiku šķīdumi.

I

Nātrija fluorīds	3 kg
Krāsviela (kokvilnas drēbju krāsa)	1 paciņa
Ūdens	97 *l*

II

Amonija siljkofluorīds	10 kg
Krāsviela (kokvilnas drēbju krāsa)	1 paciņa
Ūdens	90 *l*

Kā jau minēts, nātrija fluorīda un amonija silikofluorīda antiseptiskās īpašības praktiski ir līdzvērtīgas, bet amonija silikofluorīda priekšrocība ir tā augstā šķīdība ūdenī. Ar koncentrētāku šķīdumu koksnē var ievadīt lielāku antiseptikas daudzumu.

Antiseptiskās pastas

Antiseptiskās pastas pagatavo no ūdenī šķīstošajām antiseptiskajām vielām, tās iejaucot ūdenī, kurā izšķīdināta kāda līmviela. Parasti šim nolūkam izmanto sulfītatsārmu — nedeficītu celulozes rūpnīcu blakusproduktu.

Pastas sastāvs	
Nātrija fluorīds	100 kg
Sulfītatsārms (40%)	20 kg
Ūdens	30—75 *l*
Pastas patēriņš	400—1000 g/m²

Uz mitras koksnes virsmas uzziestā pasta pakāpeniski iesūcas koksnes dziļākajos slāņos.

Ir vairāki koksnes antiseptizēšanas paņēmieni, kurus īsumā apskatīsim.

Virsmu apstrādāšana ar antiseptiskiem šķīdumiem ir visvienkāršākais un celtniecībā visvairāk lietojamais koka konstrukciju antiseptizēšanas paņēmiens, pēc kura celtnieki strādā tieši būvlaukumā. Pilnīgi sagatavotus būvelementus pirms iebūvēšanas no visām pusēm (arī no galiem) nootē vai aplaista no hidropults ar antiseptisku šķīdumu.

Uz neēvelētu kokmateriālu vertikālas virsmas 1 m² vienas apstrādes gaitā var uzstrādāt ne vairāk kā 0,8 *l* antiseptiskā šķīduma. Ja uzstrādā vairāk šķīduma, tas notek zemē. Tātad, lietojot 3% nātrija fluorīda šķīdumu, vienā apstrādē uz koka virsmas var uzstrādāt tikai ap 25 g/m² antiseptiskās vielas. Lai uzstrādātu vajadzīgo daudzumu (100 g/m²), apstrāde ar apmēram 4 stundu pārtraukumu jāatkārto vēl 3 reizes.

Lielāka šķērsgriezuma koka būvelementi jāapstrādā vēl vairāk reižu.

Ar vairākkārtēju virsmas apstrādāšanas paņēmienu antiseptiskās vielas koksnē var ievadīt līdz dziļumam 2 mm.

Piesūcināšana aukstā vannā. Pēc šī paņēmiena koka būvelementus ievieto metāla vannā, nostiprina, lai tie neuzpeldētu, vannu piepilda ar antiseptisko šķīdumu un atstāj uz dažām stundām vai dažām dienām. Atkarībā no mērcēšanas ilguma antiseptiskā viela koksnē iesūcas 1—3 mm dziļi.

Piesūcināšana aukstā-karstā vannā. Pēc šī paņēmiena būvelementus rūpīgi sakrauj tukšā, apsildāmā metāla vannā. Lai būvelementi antiseptiskajā šķīdumā neuzpeldētu, tos no virspuses nostiprina.

Vannā iepilda tik daudz auksta antiseptiskā šķīduma, lai visi ievietotie koka būvelementi būtu pārklāti. Vannas saturu sasilda gandrīz līdz viršanai un pie šādas temperatūras iztur 4—6 stundas. Pēc tam sildīšanu pārtrauc un vannas saturam ļauj atdzist līdz ārējās vides temperatūrai. Tad antiseptisko šķīdumu nolaiž rezerves tvertnē, kokmateriālus no vannas izvāc un zem nojumes rūpīgi sakrauj žūšanai.

Šis koksnes piesūcināšanas veids ir ļoti efektīvs, tas dod iespēju antiseptiskās vielas ievadīt koksnē līdz 10 mm dziļi.

Difūzijas paņēmiens. Pēc šī paņēmiena koka būvelementiem uzziež antiseptisko vielu pastas veidā. Ja koksne ir ļoti mitra (ja tās mitrums pārsniedz 45%), antiseptiskā viela no uzziestās pastas difundē (iesūcas difūzijas ceļā) mitrajā koksnē. Apmēram pēc 3 mēnešiem antiseptiskā viela iesūcas koksnē līdz 30 mm dziļi. Šo paņēmienu izmanto gulšņu, stabu un dažreiz arī būvelementu piesūcināšanai. Pirms iebūvēšanas apstrādātie būvelementi jāžāvē, līdz to mitrums nepārsniedz 18%.

11.8.4. Koksngraužu apkarošana

Arī koksngraužu apkarošanā visefektīgākie ir profilaktiskie pasākumi, jo daudz vieglāk ir koka konstrukcijas aizsargāt pret to ieviešanos nekā tos iznīcināt, ja tie jau ir koksnē.

Profilaktiskie pasākumi aprobežojas ar koka būvelementu ārējo slāņu piesūcināšanu ar antiseptiskām vielām. Piesūcināta koksne vabolīšu mātītes atbaida no oliņu dēšanas un nonāvē no oliņām izšķīlušos jaunos kāpuriņus.

Koksngraužu kāpuru iznīcināšana ir jau daudz grūtāks uzdevums, jo tie atrodas dziļi koksnē, kur tiem praktiski nevar piekļūt.

Pētījumi un daudzu gadu pieredze rāda, ka koksngraužu kāpuru iznīcināšanā praktiski ir tikai divi paņēmieni.

Pirmais paņēmiens paredz koksngraužu kāpuru iznīcināšanu, izlidojumu caurumiņos vai caur speciāliem urbumiem dziļi koksnē vairākkārt ievadot insekticīdo vielu šķīdumus. Tādējādi tieši koksngraužu kāpuru ligzdās ievadītais insekticīdais šķīdums pa kāpuru ejām un koksnes sulu kanāliem izplatās pa koka būvelementu un nonāvē kāpurus.

Šis koksngraužu kāpuru iznīcināšanas paņēmiens piemērots tikai lielāka šķērsgriezuma būvelementu apstrādei, pie tam, protams, tikai tādu, kuri šādai apstrādei pieejami.

Pēc otrā paņēmiena koksngraužu pārņemto būvelementu virsmas bagātīgi apstrādā ar parasto antiseptisko vielu šķīdumu. Tādējādi uz būvelementa virsmām izveidojas saindēta ārējā kārtiņa, kas atbaida koksngraužu mātītes no oliņu dēšanas.

Pēc šādas apstrādes koksngraužu kāpuri, koka būvelementu dziļākajos slāņos graužot koksni, netraucēti turpina savu attīstību. Tas var ilgt divus, trīs, piecus un vairāk gadus. Tie aiziet bojā tad, kad jau pilnīgi attīstītas vabolītes, izgraužot sev izlidojuma caurumiņu, saindējas ar antiseptisko vielu. Šādā gadījumā uz koka būvelementu virsmām antiseptiskai kārtiņai jāsaglabājas ilgi, vairākus gadus, t. i., līdz pēdējais kāpurs attīstījies par vabolīti un izgrauzis sev izlidojuma caurumiņu.

● Tomēr, kaut arī, rīkojoties pēc otrā paņēmiena, koka būvelementā esošie kāpuri turpina grauzt koksni un pazemināt tās tehniskās īpašības, praksē otro paņēmienu nākas izmantot biežāk nekā pirmo.

Pētījumi un praktiskā pieredze rāda, ka koksne, kas apstrādāta ar pietiekamu daudzumu parasto celtniecībā lietojamo antiseptisko vielu (nātrija fluorīds, nātrija silikofluorīds, amonija silikofluorīds), izlidojušos koksngraužus nobeidz vai padara tos sterilus, nespējīgus dot pēcnācējus. Tikai nelielam daudzumam koksngraužu, izlidojot no koka būvelementiem, izdodas saglabāt dzīvību un vairošanās spējas, bet tam nav praktiskas nozīmes.

● Ja ēkā ir daudz koka elementu, kuriem ar antiseptiskajām vielām vai insekticīdo vielu šķīdumiem nevar piekļūt no visām pusēm, tad telpas apstrādā ar DDT tvaikiem. Pie paaugstinātas temperatūras DDT sublimējas — pāriet baltu tvaiku veidā, kuri izplatās pa visu telpu, ieplūst visās spraugās, dobumos un daļēji nokļūst pat slēgtās koka konstrukcijās, kur aptver koka elementus no visām pusēm un, nogulsnējoties uz to virsmām, izveido insekticīdu vidi, kurā aiziet bojā gan jaunās vabolītes, kas izlido no koksnes, gan vabolīšu mātītes, kas atlido no ārienes.

Rīkojas šādi.

Uz skārda pannas uzber apmēram 100 g DDT pulvera. Pannu novieto uz elektriskās plītiņas vai cita veida siltuma avota. Rūpīgi aizver telpas logus un durvis un karsē pannas saturu. Apmēram pie 200 °C DDT pāriet tvaikos. Jākarsē uzmanīgi, lai DDT neaizdegtos. Kad tvaiku izdalīšanās beigusies, elektrisko plītiņu izslēdz un telpu uz pāris stundām atstāj noslēgtu. Pēc tam atver logus un telpas labi izvēdina.

Jāievēro, ka DDT tvaiki cilvēkam ir kaitīgi. Ieejot neizvēdinātā telpā, deguns un mute jāaizsedz ar mitru audumu.

11.9. KOKSNES AIZSARDZĪBA PRET UGUNI

Koksnes trūkums ir tās relatīvi vieglā spēja uzliesmot un degt. Lai norisētu degšana, nepieciešams, lai koksnes virsma gaisa klātbūtnē sakarstu līdz noteiktai temperatūrai. Degšanas sākuma temperatūra ir no 275 līdz 300 °C, bet, koksnei intensīvi degot, tā var pārsniegt 1000 °C. Koksnes aizdegšanās process atkarīgs no siltuma avota temperatūras, no tā iedarbes ilguma, no koksnes rakstura un no dažiem citiem faktoriem.

Visizturīgākā pret aizdegšanos ir ozola un oša koksne, vidēji izturīga ir lapegles, bērza un priedes koksne, vismazāk izturīga ir egles, alkšņa un liepas koksne.

Konstruktīvajiem risinājumiem ir liela nozīme koksnes aizsardzībā pret uguni — tā ir daļa no ēku ugunsdrošības kompleksa. Sevišķa uzmanība jāpievērš apbūves teritorijas plānošanai, ugunsaizturošiem šķēršļiem, apkures

sistēmu izolācijai un visām pārējām ugunsdrošības normām.

Koksnes aizsardzībai pret uguni izstrādāti dažādi paņēmieni.

11.9.1. Apmetumi

Parastais slapjais apmetums ir efektīvs aizsargpārklājums pret koksnes aizdegšanos. Jau 2 cm biezs apmetums 880 °C temperatūras iedarbē iztur 30 minūtes. Rigipša plātņu pārklājumi ir mazāk efektīvi pret koksnes aizdegšanos, jo to sajūgumu vietās, šuvēs ir neblīvumi un tukšumi, caur kuriem uguns var saskarties ar koksni, un tas var pat sekmēt koka konstrukciju degšanu.

11.9.2. Antipirēnās vielas koksnes piesūcināšanai

Par antipirēniem sauc ķīmiskās vielas, kas, ievadītas koksnē vai uzstrādātas uz tās virsmām, samazina uzliesmošanas un aizdegšanās iespējas. Dažas antipirēnās vielas uz koksnes virsmām izveido aizsargkārtiņu, kas liesmai neļauj tieši saskarties ar koksni. Citas no tām, karstumā ķīmiski pārveidojoties, rada blīvu plēvīti vai putu kārtu un vienlaikus izdala nedegamas gāzes, kas gaisa pieplūsmi «atbīda» no koksnes virsmas un tādējādi kavē degšanu.

Diamonija fosfāts $(NH_4)_2HPO_4$ ir balta vai pelēcīga, smalkkristāliska, ūdenī viegli šķīstoša sāls. Lauksaimniecībā to lieto kā minerālmēslojumu. Kā antipirēnu to lieto koksnes piesūcināšanai, kā arī tās virsmas apstrādāšanai ar miglotāju vai otu. Šķīduma koncentrācija — 12—20%. Diamonija fosfāts piemērots tikai vietās, kur ūdens to nevar izskalot.

Apstrādātai koksnei nonākot pie paaugstinātas temperatūras, diamonija fosfāts, adsorbējot siltumu, sadalās, pie tam atbrīvojas amonjaks un fosforskābe. Fosforskābe koksni pārklāj ar stiklveida aizsargkārtiņu, kas veicina tās pārogļošanos, bet kavē ogļu degšanu. Atbrīvotais amonjaks ap koka būvelementu rada gāzes apvalku, kas daļēji noslēdz gaisa pieplūdi koksnei.

Amonija fosfāts $NH_4H_2PO_4$ pēc savām īpašībām un antipirēnās iedarbes mehānisma ir ļoti līdzīgs diamonija

fosfātam, tomēr tā efektivitāte ir mazāka, jo tas atskalda mazāk amonjaka.

Amonija sulfāts $(NH_4)_2SO_4$ ir balta vai pelēcīga, smalkkristāliska, ūdenī šķīstoša higroskopiska sāls. Tas korozīvi iedarbojas uz metāliem. Koksnes piesūcināšanai vai tās virsmu aptrādāšanai lieto 10—20% šķīdumu ūdenī.

Apstrādātai koksnei nonākot pie augstas temperatūras, sāls sadalās, rodas amonjaks, sēra dioksīds, ūdens un dažos gadījumos slāpeklis:

$$3(NH_4)_2SO_4 \longrightarrow N_2+4NH_3+3SO_2+6H_2O.$$

Tādējādi amonija sulfāts karstumā izdala lielāku daudzumu inertu gāzu, kuras atšķaida koksnes termiskās noārdīšanās procesā radušās degamās gāzes un tādējādi nomāc to patstāvīgu degšanu.

Amonija sulfāts efektīvi aizsargā koksni pret degšanu ar liesmu, bet nenodrošina to pret gruzdēšanu, jo, tam sadaloties, uz koksnes neizveidojas aizsargplēvīte. Tāpēc amonija sulfātu lieto tikai kā komponentu kopā ar fosfātu antipirēniem.

Boraks $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ir balta, kristāliska, ūdenī šķīstoša nehigroskopiska sāls. Ja ar boraku piesūcinātu koksni karsē, sākumā izdalās ūdens tvaiki un boraks uzputo. Temperatūrai paaugstinoties, boraks kūst un koksnes šķiedras pārklāj ar blīvu plēvīti, kas aizsargā tās no gaisa skābekļa pieplūdes. Boraku kā antipirēnu parasti lieto kopā ar borskābi attiecībā 1 : 1.

Celtniecības praksē specifiskajām antipirēnajām vielām pieliek antiseptikas (parasti nātrija fluorīdu), kas koksnei nodrošina arī bioloģisko izturību. Minēsim dažu antipirēno vielu sastāvus svara daļās:

I		III	
Diamonija fosfāts	6	Amonija fosfāts	8
Amonija sulfāts	14	Amonija sulfāts	8
Nātrija fluorīds	2	Nātrija fluorīds	2
Ūdens	78	Ūdens	82

II		IV	
Diamonija fosfāts	3	Diamonija fosfāts	2
Amonija sulfāts	18	Amonija sulfāts	12
Nātrija fluorīds	2	Boraks	2
Ūdens	77	Borskābe	4
		Ūdens	80

Ļoti efektīvs ir šāds antipirēns šķīdums, kurš ne tikai pazemina koksnes aizdegšanos, bet nodrošina to arī pret piepju un koksngraužu ieviešanos:

Diamonija fosfāts	15
Amonija silikofluorīds	5
Tenzīds	0,3
Ūdens	80

Koka būvelementu dziļo piesūcināšanu ar antipirēnām vielām veic speciālos autoklāvos zem 8 atm. spiediena. Bez tam antipirēnās vielas koksnē ievada aukstās-karstās vannās, kā arī uzstrādājot to virsmām antipirēnu šķīdumu.

Koksni piesūcinot autoklāvos, tajā ievada līdz 300 l/m^3 antipirēnā šķīduma. Piesūcinot koksni aukstā-karstā vannā, antipirēnā šķīduma patēriņš nedrīkst būt zemāks par 200 l/m^3.

Pārklājot koka būvelementu virsmas ar hidropultu vai otu, uz katru kvadrātmetru izvērstas koka būvelementu virsmas jāuzstrādā ne mazāk kā 3 litri šķīduma. Ievērojot, ka uz vertikālām neēvelēta koka elementa virsmām vienā reizē var uzstrādāt ne vairāk kā 1 litru šķīduma, šis darbs jāatkārto trīs reizes.

11.9.3. Antipirēnie pārklājumi

Atkarībā no ekspluatācijas apstākļiem antipirēnos — ugunsaizsargājošos pārklājumus var iedalīt divās grupās — ūdensneizturīgajos un atmosfēras izturīgajos.

Ūdensneizturīgie antipirēnie pārklājumi piemēroti tikai ēku būvelementiem, kuri ekspluatācijas apstākļos nav pakļauti lietus un cita veida ūdens iedarbei.

Raksturosim dažus ūdensneizturīgos antipirēnos pārklājumus.

S u p e r f o s f ā t a p ā r k l ā j u m s. Parasto superfosfātu — minerālmēslojumu sajaucot ar ūdeni, iegūst viskozu masu, ko uzstrādā koka būvelementiem. Pārklājumam izžūstot, uz koksnes virsmām izveidojas balta, izturīga antipirēna kārtiņa, kas koksni labi aizsargā pret aizdegšanos.

Sastāvs.

Superfosfāts	70%	(pēc svara)
Ūdens	30%	

Pārklājumu uzstrādā divās kārtās ar 12 stundu starplaiku. Uz katru m^2 izvērstas koksnes virsmas jāuzstrādā 2 kg masas. Sagatavotā masa jāizlieto 6 stundu laikā.

Hlorīdu krāsa. Magnija oksīdu un magnija hlorīdu sajaucot, noris ķīmiska mijiedarbe, kurā izveidojas ciets savienojums ar augstām antipirēnām īpašībām.

Tās sastāvā ir	
Magnija hlorīds (šķīdums ar īpatmasu 1,37)	42%
Kalcija hlorīds (šķīdums ar īpatmasu 1,37)	5%
Magnija oksīds	25%
Litopons	20%
Ūdens	8%

Vispirms magnija hlorīdu sajauc ar kalcija hlorīdu. Pēc tam rūpīgi samaisa sausos komponentus un ievada hlorīdu šķīdumā. Vēl visu labi izmaisa un pielej paredzēto ūdens daudzumu.

Krāsu uzstrādā ar otu 2 kārtās ar starplaiku žūšanai 12 stundas. Uz 1 m^2 virsmas jāuzstrādā 0,5 kg krāsas. Sagatavotā krāsa jāizlieto 8 stundās. Krāsas patēriņa norma — 0,5 kg/m^2.

Silikātkrāsas. Kā saistvielu silikātkrāsām izmanto nātrija šķidro stiklu $Na_2O \cdot nSiO_2$. Formulā ar burtu «n» apzīmēts tā modulis, kas rāda SiO_2 attiecību pret Na_2O. Silikātkrāsu pagatavošanai piemērots šķidrais stikls ar moduli 2,6 līdz 3,6.

Krāsas sastāvs (pēc svara)	
Nātrija šķidrais stikls (šķīdums ar īpatmasu 1,3)	37%
Krīts smalki malts	37%
Glicerīns	2%
Cinka baltums	2%
Ūdens	22%

Krāsa jāuzstrādā 2 kārtās ar 24 stundu starplaiku. Krāsas patēriņa norma — 0,5 kg/m^2. Krāsa jāizlieto 6 stundu laikā. Pēc darba beigšanas visi piederumi — trauki, otas, miglotāja ierīces u. c. rūpīgi jāskalo ar aukstu ūdeni.

11.9.4. Antipirēnās krāsas

Atmosfēras izturīgās antipirēnās krāsas izmanto, lai aizsargātu pret uguni ēku un celtņu koka būvelementu ārējās virsmas, kas pakļautas lietus vai sevišķi mitra gaisa iedarbei. Šīm krāsām jābūt izturīgām pret mitrumu, saules stariem un temperatūras svārstībām.

Par saistvielām šīm krāsām piemēroti perhlorvinila, polivinilhlorīda sveķi un emulsijas, par plastifikatoriem — hlorētas vai bromētas minerāleļļas. Kā pildvielas šīm krāsām izmanto minerālvielas ar vāju siltumvadāmību — perlītu, azbestu, vermikulītu, kā arī borātus, karbonātus un citas vielas ar antipirēnām īpašībām.

Krāsa «ХЛ». Tās sastāvā ietilpst saistviela hlorēts lakoils, šķīdinātājs vaitspirits un parasti pigments dzelzs mīnijs.

Krāsu uzstrādā šādā secībā.

— Gruntē 2 kārtās. Pēc katra gruntējuma vēl mīkstai, nesacietējušai plēvītei ar smilšstrūklas aparātu uzstrādā smalku smilti un tūliņ pēc tam alumīnija pulveri.

— Pēc katra gruntējuma krāsai ļauj žūt ne mazāk kā 48 stundas.

Krāsas «ХЛ» patēriņš 0,85 kg, smilšu 1,5 kg un alumīnija pulvera 0,2 kg uz 1 m^2 virsmas.

Krāsa ПХВО. Krāsas saistviela ir perhlorvinila sveķi. Tie ir cieta, bezkrāsaina, nehigroskopiska, ūdenī nešķīstoša viela. Šķīst organiskajos šķīdinātājos: acetonā, butilacetātā un toluolā vai to maisījumos.

Ķīmiskā rūpniecība krāsu ražo dažādos toņos, izņemot baltu. Krāsa jāuzstrādā 4 kārtās ne mazāk kā ar 3 stundu starplaiku. Krāsas patēriņa norma — 0,6 kg/m^2.

11.10. KOKA KONSTRUKCIJU LAKOJUMI UN KRĀSOJUMI

Koka ēkas un celtnes gadu desmitiem ilgā ekspluatācijas laikā nepārtraukti atrodas dažādu dabas apstākļu iedarbē. Uz ēkām iedarbojas intensīvs saules starojums ar ultravioletiem un infrasarkaniem stariem, lietus, sniegs, krusa, sals, apledojums utt. Koksne daudzkārt uzbriest un sarūk. Lai koksnes konstrukcijas aizsargātu pret graujošo dabas apstākļu iedarbi, tās pārklāj ar šim nolūkam piemērotām, izturīgām krāsām.

Krāsojuma izturība ir atkarīga ne tikai no dabas apstākļu iedarbes, bet arī no koksnes sugas, no blīvuma un no tās sarukšanas un uzbriešanas rādītājiem.

Svarīgs faktors ir pašas koksnes mitrums. Ja koksnes absolūtais mitrums pārsniedz 15%, tas difundē no iekšas uz āru, tāpēc zem krāsojuma vai lakojuma plēvītes aukstā laikā kondensējas ūdens. Iestājoties karstam laikam, ūdens

pāriet tvaikā, rodas spiediens, kas krāsojuma plēvīti atrauj no būvelementa virsmas, izveidojot pūšļus un plaisas.

Praksē koka konstrukciju krāsošana ir daudz sarežģītāks uzdevums nekā pretkorozīvā metālu krāsošana. Tāpēc, sākot krāsošanu, jāņem vērā koka būvelementu virsmas stāvoklis, to mitrums, krāsu vai laku viskozitāte, pārklājuma biezums un žūšanas apstākļi.

● Atkārtoti jāuzsver krāsošanas zelta likumi: 1) labāk krāsot trīs četras reizes plānā kārtā nekā vienreiz biezā; 2) gruntējuma materiālam jābūt mehāniski stiprākam par sedzošo krāsu. Ja gruntējums uzstrādāts ar materiālu, kam vājas kohezīvās īpašības, tad stiprākā sedzošā krāsa noraus daļu gruntējuma un kopā ar to nolobīsies.

11.10.1. Caurspīdīgie lakojumi

Ārējos caurspīdīgos (transparentos) lakojumus koka konstrukcijām uzstrādā, lai aizsargātu tos pret atmosfēras iedarbi un lai saglabātu vai izceltu koksnes glīto, dabisko faktūru.

Lakojumam vispiemērotākā ir blīva koksne. Poraina koksne pirms lakošanas jāsagatavo, jānoslīpē ar smilšpapīru. Zaraina un sveķaina koksne ir mazāk piemērota lakošanai, jo ar laiku, sveķiem izplūstot no koksnes, lakojums bojājas.

Būvelementu asās šķautnes jānoapaļo. Negludās vietas ar smilšpapīru jānoslīpē un ar suku jāatbrīvo no putekļiem; putekļaina koksne uzņem daudz vairāk lakas, tāpēc lēni žūst un zaudē savu dzidrumu.

Gruntēšanai laka krietni jāatšķaida ar dotajai lakai piemērotu šķīdinātāju. Gruntēšana jāveic tā, lai visas koksnes virsmas šūnas un poras būtu piepildītas ar laku, bet uz koksnes virsmām neizveidotos plēvīte.

Lakot var tikai pilnīgi nožuvušu gruntējumu. Kaut arī laka ir ārējās atmosfēras izturīga, izžuvušās lakas plēvītes biezumam jābūt 100—120 μm. Šāda biezuma lakas plēvīti iegūst, lakojot 3—4 reizes. Katrai lakojuma kārtai jāļauj pilnīgi nožūt.

Bieži novērojam, ka lakotās sienas, durvis un citi konstruktīvie elementi ar laiku nevienmērīgi pārklājas ar neglītiem tumši brūniem vai pelēcīgiem plankumiem. Šie plankumi ir mikroorganismu — sēnīšu kolonijas, kas barojas ar koksnes organiskajām vielām; tas nozīmē, ka

lakojuma plēvīte ir bijusi par plānu, ka caur tās porām koksnei ir kontakts ar atmosfēru.

Lai novērstu neglīto plankumu rašanos, pirms lakošanas ieteicams koksnes virsmas nootēt ar 3% nātrija fluorīda šķīdumu un ļaut žūt ne mazāk kā nedēļu. Pēc tam, kā iepriekš minēts, iegruntē un pārklāj ar trim četrām neatšķaidītas lakas kārtām.

Ārējiem lakojumiem ieteicams lietot laku ПФ-170.

11.10.2. Sedzošie krāsojumi

Sedzošie ārējie krāsojumi aizsargā koksni pret atmosfēras apstākļu iedarbi un piešķir ēkai glītu izskatu.

Krāsu pigmentiem nav tikai estētiska nozīme. Tiem jāatstaro un jāpadara nekaitīgi saules ultravioletie stari, jāsaglabā krāsojuma plēvītes izturība, elastība utt.

Aktīvie pigmenti — cinka baltums, svina baltums, titāna dioksīds un svina hromāti — ar laku un eļļu brīvajām taukskābēm un ftalātsveķiem rada ūdenī nešķīstošas, nebriestošas metālziepes, kas krāsojuma plēvīti padara izturīgāku atmosfēras apstākļos. Bez tam metālziepju veidošanās uzlabo krāsojuma plēvītes adhēziju, kohēziju, cietību un elastību. Pigmenti kā katras krāsas un emaljas krāsas pildvielas rada iespēju izveidot biezāku krāsojuma plēvīti.

Sedzošajiem koksnes ārējiem krāsojumiem vispiemērotākās ir emaljas krāsas ПФ-115 u. c., kuru pamatā ir ftalātsveķi.

Gruntēšanai emaljas krāsa krietni jāatšķaida ar atbilstošu šķīdinātāju, kas minēts norādījumos uz krāsas iesaiņojuma etiķetes.

Arī pirmajam krāsojumam emalja nedaudz jāatšķaida ar šķīdinātāju, bet pēdējais krāsojums jāveic ar neatšķaidītu emaljas krāsu.

Tādējādi ārējo un arī iekšējo koka konstrukciju gruntēšanu un krāsošanu ieteicams veikt ar vienu un to pašu eļļas vai emaljas krāsu.

Nav ieteicams koka ārējās virsmas iegruntēt ar pernicu. Atkarībā no pernicas kvalitātes tāds gruntējums var radīt nestipru saiti ar sedzošajiem pārklājumiem.

PVA emaljas krāsas ārējiem krāsojumiem nav piemērotas. Lietū tās uzbriest un parasti nolobās.

12. KRĀSAS UN LAKAS

Krāsas un lakas ir šķidrumi, kas, uzstrādāti būvmateriālu virsmām, izveido blīvu, stipru, gaisu un ūdensnecaurlaidīgu dekoratīvu plēvīti, kas to aizsargā pret ārējās vides korozīvo un erozīvo iedarbi. Lai krāsojums būtu izturīgs, tam jābūt ar labu adhēziju — ar spējām labi pieķerties dotajam būvmateriālam. Krāsas vai lakas adhēzija atkarīga no vairākiem faktoriem.

Mehāniskās adhēzijas princips ir šāds. Šķidrā krāsa, ieplūstot materiāla virsmu porās un plaisiņās, tam stipri piesaistās. Pēc krāsojuma vai lakojuma izžūšanas un sacietēšanas tā apakšējā kārta sev piesaista visu pārējo plēvītes masu. Ļoti gludu metālu virsmām krāsas plēvīte pieķeras vājāk un parasti ātrāk nolobās.

Elektrostatisko adhēziju ierosina krāsas vai lakas un krāsojamā materiāla pretējie elektrostatiskie lādiņi. No šo lādiņu potenciāla lielā mērā atkarīga krāsas un krāsojamās virsmas adhēzijas pakāpe.

Starp metāliem un krāsām elektrostatisko lādiņu vispār nav, tāpēc no metālu virsmām krāsas un lakas plēvīte nolobās samērā viegli.

Ķīmiskā adhēzija atkarīga no krāsas un krāsojamā materiāla ķīmiskās mijiedarbes. To pierāda svina mīniju, svina baltumu un svina hromātu saturošo krāsu stiprā saistīšanās ar metāliem.

Adsorbcija nosaka krāsas plēvītes saistīšanās pakāpi atkarībā no materiāla virsmas spējām adsorbēt (uzsūkt) krāsu. Krāsu adsorbcija ir sevišķi augsta koksnei, ķieģelim, betonam un apmetumiem.

● Jo vairāk minēto faktoru ņem dalību krāsas plēvītes adhēzijā, jo stiprāk tā piesaistās materiālam. Jāņem vērā, ka krāsas vai lakas plēvīte stipri piesaistās tikai tad, ja krāsojamais materiāls labi saslapinās ar tām. Tāpēc krāsojamā materiāla virsma pilnīgi jāatbrīvo no visu

veidu netīrumiem un it sevišķi no eļļām un citām taukvielām, arī no putekļiem.

Ievērojot, ka krāsu un laku pārklājumu uzdevums ir aizsargāt materiālu pret vides agresīvo iedarbi, pret ūdeni, gāzēm, skābēm, sārmainām vielām, kā arī pret mehānisko bojāšanos, krāsām jābūt universālām vai ar specifiskām īpašībām.

Visas krāsas sastāv no sekojošām vielām: saistvielām, pigmentiem, šķīdinātājiem un palīglīdzekļiem.

— Saistvielas un pigmenti veido krāsojuma plēvīti.

— Šķīdinātāji un atšķaidītāji krāsām piešķir vajadzīgo iestrādājamību.

— Palīglīdzekļi veicina krāsas ātrāku žūšanu, labāku plūstamību un novērš pigmentu nogulsnēšanos.

— Lakas ir bezpigmentu materiāli. Tās sastāv tikai no saistvielām un šķīdinātājiem.

● Krāsu un laku žūšana, sacietēšana, t. i., pārklājuma plēvītes veidošanās var norisēt fizikālu, kā arī ķīmisku procesu rezultātā. Ja pārklājuma plēvītes veidošanās un sacietēšana noris, tikai šķīdinātājam iztvaikojot, tas ir tīri fizikāls process. Turpretim, ja laka vai krāsa sacietē, oksidējoties ar gaisa skābekli vai polimerizējoties vai kondensējoties, kā arī to komponentiem savstarpēji ķīmiski reaģējot, krāsojuma plēvītes veidošanās ir ķīmisks process.

12.1. SAISTVIELAS

Par krāsu un laku saistvielām lieto treknās augu eļļas, dabiskos un sintētiskos sveķus, kā arī dabiskos un sintētiskos kaučukus.

12.1.1. Augu eļļas

Par eļļas krāsu un laku saistvielām galvenokārt izmanto žūstošās augu eļļas — lineļļu, kaņepeļļu un tungeļļu, kā arī mākslīgi oksidētās nežūstošās vai pusžūstošās kokvilnas sēklu, sojas, saulespuķu eļļu un rīcineļļu.

Žūstošās eļļas attiecīgi apstrādājot, iegūst augstas kvalitātes saistvielas, kuras lieto eļļas laku un eļļas krāsu gatavošanai.

Salīdzinājumā ar žūstošajām eļļām nežūstošo un pusžūstošo mākslīgi oksidēto eļļu tehniskās īpašības ir daudz sliktākas. To veidotā plēvīte ir mīkstāka, neizturīgāka,

mitros apstākļos tā uzbriest. Bet visas minētās eļļas, kā žūstošās, tā nežūstošās, teicami izmantojamas kā komponenti dažādo uz sintētisko sveķu bāzes izgatavoto laku un emalju krāsām.

Tomēr mūsdienās dabisko eļļu lakas un krāsas lieto praktiski tikai iekšējiem darbiem un būvaizsardzībā tām ir mazāka nozīme.

12.1.2. Celulozes atvasinājumi

No celulozes atvasinājumiem — lakām un krāsām — lieto nitrocelulozi, celulozes esterus un celulozes ēterus. Bet šie saistvielu materiāli nav pietiekami izturīgi pret ūdens un atmosfēras iedarbi.

Visbiežāk lieto nitrolakas — nitrocelulozes sveķu šķīdumus ar dažādu augu eļļu un citu vielu piedevām. Būvaizsardzībā nitrolakas un nitroemaljas parasti nelieto.

12.1.3. Alkīdsveķi

No visiem laku un krāsu veidiem visplašāk lieto alkīdsveķus saturošus materiālus. Alkīdsveķu iegūšanai lieto daudzatomu spirtus — glicerīnu un pentaeritrītu un no skābēm — o-ftālskābi tās anhidrīda veidā. Uz šī pamata iegūtos sveķus attiecīgi sauc par gliftālsveķiem vai pentaftālsveķiem.

Uz alkīdsveķu bāzes izgatavotos, ar eļļām vai taukskābēm modificētos un organiskajos šķīdinātājos šķīstošos materiālus izmanto gruntējumu, špakteļmasu, laku un emalju izgatavošanai. Tie piemēroti kā iekšējiem, tā ārējiem krāsojumiem.

Pēc vajadzības uzstrādātos krāsojumus žāvē aukstā vai karstā veidā. Ķīmiskā rūpniecība ražo plašu asortimentu laku un emalju, kas izgatavotas uz alkīdsveķu bāzes. Tās pazīstamas ar nosaukumu gliftālsveķu — ГФ, pentaftālsveķu — ПФ un etriftālsveķu — ЭГФ lakas un emaljas.

12.1.4. Polivinilhlorīds un perhlorvinils

Polivinilhlorīds ir lineārs, nedaudz sazarots polimērs. Vājās šķīdības dēļ to kā saistvielu nelieto. Turpretim papildus hlorēts polivinilhlorīds — perhlorvinils viegli šķīst daudzos šķīdinātājos — acetonā, metilēnhlorīdā, toluolā, dihloretānā un ir vērtīga saistviela kā lakām, tā emaljām.

Ķīmiskā rūpniecība ražo lielu daudzumu modificētu perhlorvinila laku un krāsu materiālu ar labu atmosfēras un ķīmisko izturību. Tās piemērotas kā iekšējiem, tā ārējiem darbiem, koka, betona, apmetumu un arī metālu aizsardzībai pret koroziju. Modificētās perhlorvinila lakas un krāsas apzīmē ar burtiem XB. Perhlorvinila lakas un krāsas pie temperatūras 18—20 °C nožūst 2—4 stundu laikā.

12.1.5. Polivinilacetāts

Polivinilacetāts ir lineārs vinilacetāta polimerizācijas produkts. Tas viegli šķīst alkoholā, acetonā un daudzos citos organiskajos šķīdinātājos. Polivinilacetāta lakas un krāsas ražo šķīdumu (organiskajos šķīdinātājos) un emulsiju veidā.

Nepigmentēta polivinilacetāta plēvīte ir bezkrāsaiņa un caurspīdīga. Pigmentēta polivinilacetāta plēvīte ir spoža, tai ir laba adhēzija, stiprība, gaismasizturība, izturība pret vāju koncentrāciju skābēm un sārmiem, bet tā nav izturīga pret ilgstošu ūdens iedarbi.

Polivinilacetātu kā saistvielu visvairāk lieto ūdens emulsijas krāsu veidā. Emulsijas krāsas izmanto iekšējiem darbiem, koka būvelementu, kā arī betona un apmetumu krāsošanai, pie tam krāsojamā virsma var būt nedaudz mitra. Ārējiem darbiem polivinilacetāta krāsas nav piemērotas. Polivinilacetāta emulsijas krāsas ķīmiskā rūpniecība ražo ar apzīmējumu BA vai ПВА.

12.1.6. Fenolformaldehīdu sveķi

Fenolformaldehīda sveķus to tumšās nokrāsas un pārklājumu trausluma dēļ maz izmanto kā laku un krāsu saistvielu. Bet, tos modificējot ar treknajām eļļām un citiem polimēriem, iegūst cietas, izturīgas, pietiekami elastīgas lakas un krāsas. Pārklājumi ar modificēto fenolformaldehīda sveķu lakām un krāsām ir izturīgi pret ūdeni un vāju koncentrāciju skābēm. Sārmainā vidē tie ir neizturīgi.

12.1.7. Epoksīdsveķi

Epoksīdsveķu lakām un krāsām ir izcila adhēzija ar dažādu būvmateriālu virsmām. To pārklājumi ir cieti, izturīgi pret ūdeni un dažādām ķīmiskajām vielām. Tie ir

izturīgi arī sārmainā vidē. Epoksīdsveķus var modificēt ar dažādām plēvīti veidojošām vielām, kas paplašina to izmantošanas iespējas.

Sevišķa nozīme ir tam, ka epoksīdsveķu materiāli var būt bez organiskajiem šķīdinātājiem. Epoksīdsveķus izmanto galvenokārt metāla būvelementu aizsardzībai pret koroziju. Ķīmiskā rūpniecība ražo daudzas uz epoksīdsveķu bāzes izgatavotas lakas, emaljas un špakteļmasas, kuru vairums atzīmēts ar burtiem ЭП.

12.1.8. Kaučuki

Kā dabiskos, tā sintētiskos kaučukus saturošās krāsas celtniecībā plaši izmanto aizsargpārklājumiem. Tās piemērotas betonu, apmetumu, kā arī tērauda būvelementu aizsargāšanai pret koroziju. Kaučuku, it sevišķi hlorkaučuku un ciklokaučuku pārklājumi ir cieti, elastīgi, ūdensizturīgi un izturīgi pret skābēm, sāļiem, minerāleļļām, kā arī pret oksidējošām vielām. Dažādu kaučuku modifikāciju pārklājumus lieto ūdenī ekspluatējamu tērauda konstrukciju un rūpnīcu iekārtu krāsošanai.

Kaučuku lakas un krāsas apzīmē ar burtiem КЧ.

12.1.9. Bitumeni

Bitumenus, kā arī akmeņogļu darvas piķus gan atsevišķi, gan modificētus ar divinilacetilsveķiem, žūstošajām eļļām un citām vielām lieto laku saistvielām koka, betona un metālu aizsargāšanai pret koroziju. Bitumeniem, kā arī akmeņogļu piķiem ir laba adhēzija ar visām pārklājamām virsmām, tās ilgstoši ir ūdensizturīgas, izturīgas pret ķimikāliju iedarbi, kā arī izturīgas atmosfērā visos laika apstākļos. Bitumena laku vienīgais trūkums — to melnā krāsa.

12.2. PIGMENTI UN PILDVIELAS

Svarīga nozīme krāsas sastāvā ir pigmentiem un pildvielām. Šim nolūkam lieto putekļveidā sasmalcinātus saistvielā un šķīdinātājā nešķīstošus neorganisko vai organisko krāsvielu pigmentus. Pigmenti un pildvielas krāsojuma plēvītē izveido īpatnēju skeletu, kas uzlabo tās mehānisko

izturību. Pigmenti krāsai piešķir vēlamo toni un dod iespēju to uzstrādāt biezākā kārtā, pazemina plēvītes porainību, rukumu un padara to izturīgāku pret ārējās vides iedarbi.

Pigmenti un pildvielas, ja tie ir gaismas necaurlaidīgi, novērš saules ultravioleto staru iedarbi uz krāsojuma plēvītes dziļākajiem slāņiem. Jo vairāk krāsojuma plēvītē pigmentu, jo labāk tā aizsargāta pret ultravioletajiem stariem un jo lēnāk tā noveco. Tāpēc saules apspīdēto virsmu sedzošajam krāsojumam ieteicams pielikt kādu necaurspīdīgu zvīņveida pildvielu vai zvīņveida alumīnija pulveri. Šīs zvīņveida pildvielas, pārklājot viena otru, atstaro saules starus un neļauj tiem iedarboties uz plēvītes dziļākajiem slāņiem.

Pigmentus iedala divās grupās: neaktīvie un aktīvie pigmenti.

Neaktīvie pigmenti ir inerti, tie ķīmiski nereaģē ar saistvielu komponentiem. Pie tiem pieskaitāmi okeri, dzelzs mīnijs, kvēpi, grafīts, titāna dioksīds un alumīnija pulveris.

Aktīvie pigmenti — svina mīnijs, svina cianamīds, svina baltums, hromāti, cinka oksīds, cinka putekļi un svina putekļi, ķīmiski reaģējot ar saistvielas komponentiem, veido jaunus savienojumus, kas uzlabo krāsas plēvītes adhēziju un izturību. Tā, piemēram, svina mīnijs, ķīmiski reaģējot ar lineļļu vai citiem saistvielas komponentiem, rada ūdenī nešķīstošas svina ziepes, kas stipri piesaistās metālam un uzlabo krāsas plēvīti. Jāievēro arī tas, ka svina mīnijam ir sārmains raksturs un tas pats par sevi tēraudus aizsargā pret koroziju. Uz nepilnīgi no rūsas atbrīvota tērauda virsmām svina mīnija lineļļas gruntējums ir visefektīvākais.

Pēdējos gados jo plaši sāk lietot cinka putekļu krāsas. To izžuvusī plēvīte satur līdz 90% metāliskā cinka. Šādi pārklājumi ir ļoti efektīvi metālu aizsargāšanai pret koroziju.

Uzņēmumā «Latvenergo» (autors Kļeščinskis) veikti interesanti eksperimenti ar nepilnīgi no rūsas atbrīvotām tērauda konstrukcijām. Eksperimentos alumīnija pulveri iejauca «oksola» pernicā. Piecu gadu pieredze devusi apmierinošus rezultātus.

Kā pildvielas krāsām lieto kaolīnu, smago špatu, talku, pārputekļotas kvarca smiltis un azbesta smalkumus.

Pildvielām jābūt labi sasmalcinātām, gaismasizturīgām, ar labu segtspēju. Tās nedrīkst ūdenī uzbriest, nedrīkst reaģēt ar skābēm un sārmiem.

12.3. ŠĶĪDINĀTĀJI UN ATŠĶAIDĪTĀJI

Krāsām un lakām ir piemēroti tikai tādi organiskie šķīdinātāji, kas pilnīgi izšķīdina to saistvielas un ātri iztvaiko no krāsojuma plēvītes. Pārāk strauja šķīdinātāja iztvaikošana nav vēlama, jo tad krāsojuma plēvītē rodas poras un bedrītes. Šķīdinātājam un atšķaidītājam jābūt fizioloģiski nekaitīgam un ar iespējami augstāku uzliesmošanas temperatūru.

13. POLIMĒRU MATERIĀLI — PLASTMASAS

Plastmasas ir lielmolekulāri organiskie savienojumi — polimēri. Polimēri sastāv no lielmolekulām (makromolekulām), kas iegūtas sintētiski vai arī pārveidojot dažus dabas produktus. Polimēru molekulas veidojas no milzīga skaita viena vai dažāda veida mazmolekulām, kas polimerizācijas vai polikondensācijas procesā starpmolekulāro spēku iedarbē ķīmiski sasaistās lielā kopā.

Organisko sintētisko polimēru lielmolekulas ir sazarota sistēma, kurā oglekļa (C) atomi savstarpēji vai ar citu elementu (O, H, Cl) atomiem ķīmiski sasaistīti kopā.

Izejmateriāli lielmolekulārajām vielām ir vienkārši oglekļa savienojumi (monomēri), ko iegūst no akmeņoglēm, naftas vai zemes gāzēm. Sintezēšanai vajadzīgo slāpekli (N), skābekli (O) un ūdeņradi (H) iegūst no gaisa vai ūdens. Hloru (Cl) iegūst no vārāmā sāls (NaCl).

● Plastmasām ir ļoti dažāds ķīmiskais sastāvs, bet to tehniskās īpašības tikai daļēji no tā atkarīgas. Plastmasu tehniskās īpašības vairāk nosaka lielmolekulu uzbūve, to atzarojumu tīkls, struktūra.

Monomēru pāreja polimērā var norisēt divējādi — polimerizācijas vai polikondensācijas procesos. Polimerizācijas procesos monomēru molekulas, ķīmiski sasaistoties, izveido lielmolekulas bez kāda cita blakusprodukta izdalīšanās. Turpretim, lielmolekulām veidojoties polikondensācijas procesos, atskaldās mazmolekulāri blakusprodukti — ūdens, sālskābe, amonjaks u. c.

Polimerizācijas vai polikondensācijas procesos iegūtajiem polimēriem nav noteiktas formas, nav arī noteiktas lielmolekulu orientācijas. Tikai polimērus pārstrādājot, plastmasas deformējot, izveidojas attiecīgā lielmolekulu orientācija.

● Polimēru materiālus tehnikā lieto kā tīrā veidā, tā arī ar dažādām piedevām — pildvielām, plastifikatoriem, stabilizatoriem, krāsvielām u. c.

Plastifikatoru uzdevums ir pazemināt polimēru starpmolekulāros spēkus, piedot tiem kustīgumu. Citiem vārdiem — pazemināt to trauslumu, padarīt plastiskākus. Kā plastifikatorus izmanto mazāk gaistošus šķīdinātājus, kā arī dibutilftalātu, trikrezilfosfātu, oleīnskābi, rīcineļļu u. c.

— Pildvielas polimēros ievada, lai plastmasai izveidotu «skeletu», kas padara to stiprāku, un arī tādēļ, lai samazinātu polimēra patēriņu. Minerālās pildvielas — sasmalcināts kaļķakmens, krīts, talks, azbests, smiltis — palielina plastmasu cietību, nodilumizturību un siltumizturību. Organiskās šķiedrveida pildvielas — tekstiliju atkritumi, koka milti — uzlabo plastmasas lieces un stiepes pretestību.

— Stabilizatoru piedevas padara plastmasas ķīmiski izturīgākas atmosfērā, siltumā un saules gaismā.

— Katalizatorus polimēros ievada, lai ierosinātu un paātrinātu to cietēšanu. Krāsvielas un pigmenti plastmasai piedod glītu, dekoratīvu izskatu. Plastmasu gludā, glītā virsma viegli kopjama un uzturama higiēniskā stāvoklī.

● Celtniecībā lieto galvenokārt pildītu plastmasu izstrādājumus. To piemērotība atkarīga no polimēru īpašībām, kā arī no pildvielu rakstura un daudzuma.

Atkarībā no struktūras plastmasas var būt blīvas un porainas. Porainās plastmasas, kuru tilpummasa ir 15—300 kg/m^3, sauc par putuplastiem.

● Plastmasu pozitīvās tehniskās īpašības ir to zemā tilpummasa, zemā siltumvadāmība un augstā ķīmiskā izturība. Tās ir relatīvi izturīgas pret ūdens, skābju, sārmu un sāļu šķīdumu iedarbi.

Dažas plastmasas ir izturīgas pret organisko šķīdinātāju — benzīna, benzola, spirta, minerāleļļu u. tml. iedarbi.

— Plastmasas ir iekrāsojamas jebkurā vēlamā nokrāsā, kas ilgstoši saglabājas.

— No būvaizsardzības viedokļa svarīga ir plastmasu augstā nodilumizturība, citiem vārdiem, pretestība pret berzi, kas ir sevišķi svarīgi grīdu iesegumu veltņu un plākšņu materiāliem.

— Plastmasas viegli apstrādājamas, karstā veidā lejot, presējot, formējot, valcējot, ekstrudējot vai uzpūšot. Plastmasu izstrādājumus, līdzīgi metāliem, viegli apstrādāt mehāniski. Tos var urbt, formēt, frēzēt, štancēt, ēvelēt, virpot, naglot, slīpēt, pulēt utt.

— Vairumu plastmasu izstrādājumus var savstarpēji salīmēt, pielīmēt pie citiem materiāliem — metāliem, koksnei, betonam, ķieģeļiem, apmetumam utt.

Dažus plastmasu izstrādājumus var savienot, metinot ar kontaktsildītājiem, ultraskaņu vai augstfrekvences elektrisko strāvu.

Dažiem polimēriem ir izcili augsta adhēzija ar metāliem, tos izmanto līmju, laku un krāsu ražošanā.

Polimēru trūkumi. No polimēru trūkumiem vispirms jāmin to zemā siltumizturība. Tā praktiski svārstās no 60° līdz 200 °C. Pie paaugstinātas temperatūras polimēri kļūst mīksti un zaudē savas tehniskās īpašības. Tāpēc karstā ūdens sistēmās polimēru caurules lietot nevar. Arī pie zemas temperatūras, jau pie −20 °C, dažu plastmasu izstrādājumi zaudē savas īpašības, kļūst cieti un trausli.

— Ievērojams plastmasu trūkums ir zemā cietība, kas svārstās no 4 līdz 50 kg/mm². Tēraudam šis rādītājs ir 450 kg/mm².

— Plastmasu negatīvajām īpašībām pieskaitāms augstais termiskās izplešanās koeficients, kas ir 2,5—10 reizes lielāks nekā tēraudam.

— Plastmasas būvelements zem ilgstošas slodzes paklauts monotonai izmēru maiņai — šļūdei, kas jāņem vērā, projektējot noslogotus konstruktīvos elementus.

— Saules gaismas iedarbē polimērie materiāli lēni oksidējas, sakarā ar to tie pakāpeniski noveco un zaudē savas tehniskās īpašības.

— Ievērojams plastmasu trūkums ir to degamība, kaut gan tā reti pārsniedz koksnes degamību.

Tomēr visi minētie trūkumi nemazina plastmasu lielo nozīmi celtniecībā.

Eksistē vairāki polimēro materiālu klasifikācijas principi, bet no būvaizsardzības viedokļa visērtāk visas plastmasas iedalīt divās grupās — reaktīvie un termoplastiskie polimēru materiāli.

13.1. REAKTĪVĀS PLASTMASAS

Reaktīvo — neatgriezeniski cietējošo polimēru cietēšanas process saistīts ar telpiskas struktūras lielmolekulu veidošanos. Telpiskās struktūras polimērs šķīdinātājos vairs nešķīst un sildot nekļūst mīksts.

Cietēšanas procesā reaktīvā polimēra lielmolekulas ķīmiski sasaistās ar šķērssaitēm. Šādiem savienojumiem vairs nav piemērojami jēdzieni: molekulas lielums vai molekulas izmēri. Viss polimērs, lai arī cik liels būtu paraugs, jāuzskata par vienu gigantisku telpisku molekulu.

No reaktīvajiem polimēriem celtniecībā galvenokārt lieto fenoplastus, aminoplastus, poliesterus, epoksīdus un silikonus.

13.1.1. Fenoplasti

Fenoplastus iegūst, fenolus vai krezolus kondensējot ar formaldehīdu. Atkarībā no reaģējošā fenola un formaldehīda molārajām attiecībām un kondensēšanas tehnoloģijas var iegūt dažāda tipa šķidrus vai cietus fenolsveķus.

Fenolsveķus modificējot, iegūst materiālus lakām un līmēm, bet, modificējot tos kopā ar cietām pulverveida pildvielām, iegūst produktus dažādu izstrādājumu presēšanai. Kā pildvielas fenoplastiem lieto sasmalcinātus minerālus, koka miltus, celulozi, azbesta smalkumus, kā arī tekstiliju un papīra atkritumus. Fenoplastu marku ir daudz, tās ķīmiskās rūpniecības katalogos apzīmē ar burtu «K» (karbolīts).

Celtniecībai no fenolsveķiem izgatavo dažādas lakas, līmes, dekoratīvas plātnes, sanitāro ierīču piederumus, kā arī porainu, cietu materiālu siltumizolācijai. Visi fenoplastu materiāli ir tikai tumši brūnā vai melnā krāsā. Tie ir izturīgi pret ūdens un dažādu ķīmisku vielu, to skaitā organisko šķīdinātāju iedarbi. Tos saārda tikai augstāku koncentrāciju minerālskābju un kodīgo sārmu šķīdumi.

Liesmā tie deg nekūstot, bet, liesmu atņemot, degšana izbeidzas. Fenoplastu izstrādājumu maksimālā ekspluatācijas temperatūra nedrīkst pārsniegt 120 °C. Fenoplastiem ir vāja fenola vai krezola smaka, tāpēc to izstrādājumi nedrīkst saskarties ar pārtikas produktiem.

13.1.2. Aminoplasti

Aminoplasti ir amīnu (parasti urīnvielas) un formaldehīda kondensācijas produkti. Tiem sacietējot, rodas nešķīstoši, bezkrāsaini, caurspīdīgi materiāli. Pieliekot pildvielas un pigmentus, tos var iekrāsot jebkurā vēlamā krāsā no sniegbaltas līdz melnai. Aminoplasti ir ūdensizturīgi, bet to ķīmiskā izturība ir zemāka nekā fenoplastiem.

Aminoplasti ir grūti aizdedzināmi. Liesmā tie nekūst, bet pārogļojas, izplatot zivju smaku. Celtniecībā aminoplastus lieto dekoratīvu plātnīšu, kā arī cietu, porainu plātņu veidā kā siltuma un skaņu izolācijas materiālu. Aminoplasti nav indīgi, tos izmanto pat ēdamtrauku izgatavošanai.

13.1.3. Poliesteri

Poliesteru kondensācijai kā izejvielas lieto nepiesātinātās karbonskābes (maleīnskābi) un daudzvērtīgos alkoholus (etilēnglikolu u. c.). Tādējādi, iegūtajam poliesterim pieliekot stirola, vinilacetāta vai akrilnitrila monomērus, katalizatora klātbūtnē iegūst dažādu marku jauktos polimerizācijas produktus.

Poliesteru fizikālās un ķīmiskās īpašības ir atkarīgas no to ķīmiskā sastāva un lielmolekulu sazarotības. Visumā tās ir cietas, trauslas, relatīvi ūdensizturīgas un izturīgas pret vidēji koncentrētu skābju un sārmu šķīdumiem. Tās nav izturīgas pret benzīna, petrolejas un citu organisko šķīdinātāju iedarbi. Saules gaismā poliesteri ātri noveco. Tās ir degamas, deg ar spožu, kūpošu liesmu, izplatot saldenu smaku.

Poliestera kompozīcijas galvenokārt lieto grīdu un mēbeļu lakām.

13.1.4. Epoksīdsveķi

Epoksīdsveķu sacietināšanai tajos rūpīgi iejauc cietināsārmainā vidē polikondensējot ar daudzatomu fenoliem. Atkarībā no šo vielu molārajām attiecībām var iegūt sveķus kā cietā, tā šķidrā veidā ar dažādu molekulāro masu.

Epoksīdsveķi ir viskozi, ķīmiski aktīvi mazmolekulāri savienojumi ar augstām plastiskām īpašībām. Šādā veidā tie nav lietojami, bet, tā kā sveķi satur epoksīdās grupas, tie spējīgi sacietēt — pāriet cietā, nešķīstošā, nekūstošā stāvoklī.

Epoksīdsveķu sacietināšanai tajos rūpīgi iejauc cietinātājus: polietilēnpoliamīnu vai heksametilēndiamīnu, piridīnu u. c. To sacietēšana saistīta ar izcilu adhēziju pret metāliem, mehānisku un ķīmisku izturību, augstām dielektriskajām īpašībām un niecīgu ieraušanos. Pie istabas temperatūras epoksīdsveķi sāk saistīties pēc 15 minūtēm un

pilnīgi sacietē 24 stundu laikā. Pie temperatūras 120 °C tie sacietē stundas laikā. Sveķi, kas sacietējuši karstumā, ir daudz izturīgāki.

Celtniecībā epoksīdsveķus lieto laku, krāsu un līmju veidā, arī tur, kur nepieciešama kāda droša noblīvēšana pret ūdeni un ķīmisko vielu iedarbēm. Tomēr jāpiebilst, ka epoksīdsveķi pagaidām ir deficīti un dārgi, tāpēc tie lietojami tikai tad, ja patiešām nepieciešama augsta stiprība un ilgizturība.

Sacietējuši epoksīdsveķi nav indīgi, tie ir ūdensizturīgi, izturīgi pret dažādām ķīmiskām vielām, eļļām, naftas produktiem un daudziem organiskajiem šķīdinātājiem.

Aizdedzināti epoksīdsveķi deg ar gaišu, spožu liesmu, izplatot fenola smaku. Epoksīdsveķu maksimālā ekspluatācijas temperatūra ir no 70° līdz 120 °C.

13.1.5. Silikoni

Silikoni ir polimēru materiāli, kurus polikondensācijas procesā iegūst no ferosilīcija un metilēnhlorīda vai etilēnhlorīda. Šiem polimēriem ir īpatnēja uzbūve. Te lielmolekulu pamatķēdi veido nevis ogleklis, bet silīcija un skābekļa atomi:

— O — Si — O — Si — O — Si — O — Si —

Saitē starp silīciju un skābekli (siloksāna saite) ir daudz stiprāka nekā starp oglekļa atomiem, ar to izskaidrojama silikonu izcilā siltumizturība. Pie temperatūras −50 līdz +250 °C silikonu mehāniskā stiprība izmainās niecīgi.

Silikoniem ir izcilas hidrofobizējošas īpašības. Hidrofila būvmateriāla virsmu apmiglojot ar ļoti vājas koncentrācijas silikonu šķīdumu, tā pārklājas ar ļoti plānu, neblīvu silikonsveķu plēvīti, kas neaizsedz materiāla poras un nepazemina tā gaisa caurlaidību. Tādējādi silikonu uzmiglojums hidrofilo betona, apmetuma vai ķieģeļu mūra virsmu padara hidrofobu — ūdeni «atgrūdošu». Hidrofobā mūrī ūdens nevar iesūkties un nevar izraisīt tā samirkšanu un sala bojājumus. Pret ūdens statisko spiedienu silikonu apmiglojumi nav izturīgi.

Bez tam silikonu plēvīte būvmateriālu virsmas aizsargā pret putekļu un netīrumu noslāņošanos, kā arī pret sūnām un aļģēm.

Ķīmiskā rūpniecība ražo vairāku marku silikonus, no kuriem celtniecībā visplašāk lieto ГКЖ-94, ГКЖ-10, ГКЖ-11 u. c.

Parasti betonam, apmetumam vai ķieģeļu mūrim uzmiglo 2—3% silikonu šķīdumus vai emulsijas.

13.2. TERMOPLASTISKĀS PLASTMASAS

Termoplastisko plastmasu pamatā ir sintētiski polimēri ar tādu lielmolekulu struktūru, kas pie paaugstinātas temperatūras kļūst plastiski vai kūst un atdziestot sacietē no jauna. Te polimēra sacietēšana ir atgriezeniska. Atdziestot polimērs sacietē un saglabā savu sākotnējo formu un lineāro vai sazaroto struktūru. Polimēri ar šādu lielmolekulu struktūru pie paaugstinātas temperatūras atkal kļūst plastiski, mīksti, bet atdziestot sacietē.

Termoplastisko plastmasu veidu skaits ir liels, no tiem celtniecībā visvairāk lieto polivinilhlorīdus, poliolefīnus, poliuretānus, poliamīdus, polikarbonātus, polivinilacetātātus, fluorkarbonus u. c.

Termoplastiskās plastmasas pārstrādā presējot, lejot, zem spiediena ekstraģējot, formējot, kalandrējot u. tml. To mehāniskai apstrādei piemēroti tie paši paņēmieni, kādus lieto metālu aukstā apstrādē.

13.2.1. Polivinilhlorīds — PVC

Polivinilhlorīdu iegūst, katalizatora klātbūtnē polimerizējot vinilhlorīdu. Ciets, neplastificēts polivinilhlorīds ir izturīgs pret ūdens, atmosfēras, kā arī pret skābju un sārmu šķīdumiem. Tas zināmā mērā izturīgs arī pret hromskābi, hloru un fenolu iedarbi. Minerāleļļas, tauki, naftas produkti, ēteri izraisa tā uzbriešanu.

Plastificēts polivinilhlorīds ir daudz mazāk izturīgs pret minēto faktoru iedarbi.

Pie parastās temperatūras neplastificēts polivinilhlorīds ir elastīgs, bet pie temperatūras −20 °C tas kļūst trausls. Pie temperatūras virs +50 °C tas kļūst mīksts un sāk zaudēt savu stiprību.

Papildus hlorētā — perhlorvinila siltumizturība ir augstāka.

Celtniecībā lieto polivinilhlorīda caurules, plātnītes,

kuras izmanto sienu pārklājumiem, grīdu un jumtu segumiem, pamatu hidroizolācijai un kā porainu materiālu skaņu un siltuma izolācijai. Perhlorvinila sveķus galvenokārt lieto kā saistvielu lakām un krāsām.

Perhlorvinils un polivinilhlorīds deg ar zaļganu liesmu, izplatot asu hlora smaku. Atņemot degšanas avotu, tas tūdaļ nodziest.

13.2.2. Poliamīdi

Poliamīdi (kaproni) ir lielmolekulāri materiāli, kurus iegūst, kapronlaktāmu vai heksametilēndiamīnu kondensējot ar sebacīnskābi.

Poliamīdiem ir labas mehāniskās īpašības — cietība, sīkstums un izturība pret mehānisko nolietošanos. Tie ir izturīgi pret tauku, eļļu un dažu organisko šķīdinātāju, kā arī pret vāju koncentrāciju skābju un sārmu šķīdumu iedarbi.

Poliamīdu gaismas un ūdens izturība ir nepietiekama, jau mitrā gaisā to iztrādājumi uzņem ūdeni un līdz ar to pazeminās materiāla cietība.

Poliamīdus izmanto galvenokārt ķīmisko šķiedru izgatavošanai, bet celtniecībā mēbeļu apdares armatūras izgatavošanai.

Poliamīdu izstrādājumi deg ar zilganu liesmu, izplatot smaku, kas atgādina degoša raga smaku. Atņemot siltuma avotu, degšana turpinās.

13.2.3. Polistirols

Polistirols ir monomēra stirola polimerizācijas produkts. Tā polimerizācijas process attiecīga katalizatora klātbūtnē noris pie parastās temperatūras.

Polistirols ir bezkrāsains, dzidri caurspīdīgs, trausls, fizioloģiski nekaitīgs polimērs, kas izturīgs pret ūdens, atšķaidītu minerālskābju un alkoholu iedarbi; mazāk izturīgs pret benzīnu, minerāleļļām, augu eļļām un dzīvnieku taukiem; neizturīgs pret hlorūdeņradi un terpentīnu. Aizdedzināts polistirols turpina degt ar spožu, kūpošu liesmu, izplatot saldenu smaku.

Tīru polistirolu izmanto apgaismošanas ķermeņiem, dekoratīvām plātnēm, kā instalācijas materiālu un mēbeļu furnitūru.

Triecienizturīgais polistirols ir polistirola maisījums ar kaučuku. Tas visumā ir līdzīgs tīram polistirolam, bet nav dzidri caurspīdīgs, ir nedaudz mīkstāks, elastīgāks, izturīgāks pret triecieniem, vājām skābēm un sārmiem. Tas nav izturīgs pret koncentrētiem skābju un sārmu šķīdumiem, alhokoliem un benzīnu.

13.2.4. Polivinilacetāts PVA

Polivinilacetāts ir vinilacetāta polimerizācijas produkts. Celtniecībā to galvenokārt izmanto ūdens emulsijas krāsu veidā. Tam ir laba adhēzija ar visu veidu būvmateriāliem. To pārklājumi ir izturīgi pret benzīnu, glikolu, tauku un minerāleļļu iedarbi; mazāk izturīgs pret ēteri, ketonu, benzolu un trihloretilēnu.

Mitrā gaisā polivinilacetāta krāsojuma plēvīte uzņem ūdeni un uzbriest. Polivinilacetāta emulsijas krāsas ir vērtīgs materiāls, bet tikai iekšējiem darbiem, sausās telpās. Ārējiem darbiem tās nav piemērotas.

13.2.5. Polimetakrilāti

Polimetakrilāti ir metakrilskābes un tās atvasinājumu polimēri. Polimēram ir labas optiskās, elektriskās, fizikālās un fizioloģiskās īpašības. Tie ir cieti, stipri, bezkrāsaini, caurspīdīgi, dzidri izstrādājumi, kuri pazīstami ar dažādiem nosaukumiem — organiskais stikls, pleksistikls, akrilsveķi, akrilāti, akrilplasti u. tml.

Polimetakrilāts ir izturīgs pret ūdens, vāju skābju un sārmu šķīdumiem, benzīnu, minerāleļļām, taukiem, augu eļļām. Neizturīgs pret koncentrētām skābēm un sārmiem, kā arī pret daudziem organiskajiem šķīdinātājiem. Sildot tas kļūst mīksts, viegli formējams.

Celtniecībā polimetakrilātus lieto dažādu dekoratīvo plātņu, apgaismošanas ķermeņu un dažu citu izstrādājumu veidā.

Aizdedzināts polimetakrilāts turpina degt ar spožu, nekūpošu liesmu, izplatot skābenu augļu smaku.

13.2.6. Polietilēns

Polietilēns ($-CH_2-CH_2-$) ir etilēna gāzes polimerizācijas produkts. Atkarībā no polimerizācijas tehnoloģijas var iegūt divu veidu — augstspiediena un zemspiediena

polietilēnu. Zemspiediena polietilēns ir cietāks, blīvāks un izturīgāks pie augstas temperatūras.

Tīrs polietilēns ir elastīgs, plastisks, puscaurspīdīgs, matēts materiāls, bet tas iekrāsojams jebkurā krāsā, arī melnā. Celtniecībā polietilēnu izmanto plēvēm, plātnēm, caurulēm, sanitāro mezglu detaļām, profilētiem un dekoratīviem izstrādājumiem.

● Augstspiediena polietilēna polimerizācija noris speciālos autoklāvos iniciatora (parasti skābekļa) klātbūtnē, zem 2000—3000 atm. spiediena pie temperatūras 200—250 °C. Augstspiediena polietilēns fizioloģiski ir pilnīgi nekaitīgs, turpretim zemspiediena polietilēns sakarā ar katalizatora piedevu pārtikas produktu iesaiņošanai un uzglabāšanai nav piemērots.

Augstspiediena polietilēns ir elastīgs, plastisks materiāls, izturīgs pret ūdeni, sāļu šķīdumiem, skābēm, sārmiem. Pie parastās temperatūras tas nešķīst nevienā tehnikā lietojamā šķīdinātājā. Eļļas, tauki, alifātiskie un aromātiskie ogļūdeņraži to uzbriedina. Pie temperatūras virs 65 °C tas šķīst ogļūdeņražos.

● Zemspiediena polietilēna polimerizācija noris autoklāvā katalizatora klātbūtnē, zem 1—5 atm. spiediena pie temperatūras līdz 60 °C. Tā izstrādājumi ir izturīgi pret 50% fluorskābi, 30% sālsskābi, 50% sērskābi, fosforskābi, atšķaidītu slāpekļskābi, ūdeņraža pārskābi, amonjaku, sāļu šķīdumiem, sārmiem utt., bet mazāk izturīgi pret ozonu, koncentrētām minerālskābēm, ledus etiķskābi, acetonu, hlorsulfoskābi, hlora gāzi, balināšanas šķīdumiem, bromu, jodu, hromskābi, sēroglekli utt.

Kā viena, tā otra veida polietilēna izstrādājumus bojā gaisa skābeklis un saules stari — padara tos cietus un trauslus.

14. SILTUMIZOLĀCIJAS MATERIĀLI

Par siltumizolācijas materiāliem sauc būvmateriālus, ko lieto dzīvojamo vai ražošanas telpu, kā arī rūpnīcu siltumagregātu aizsardzībai pret siltuma zudumiem. Dažreiz šiem materiāliem ir pretējs uzdevums — pasargāt no sasilšanas. Tā tas ir saldēšanas ierīcēs, kur katra aukstuma vienība izmaksā ievērojami vairāk nekā siltuma vienība.

Siltumizolācijai lieto porainus būvmateriālus ar mazu tilpummasu un zemu siltumvadāmības koeficientu. Siltumizolācijas materiāliem jābūt ar lielu kopējo poru tilpumu, kura porās gaiss atrodas ieslēgtā stāvoklī. Gaiss ir visefektīvākais siltumizolācijas materiāls, bet tikai tad, ja tas atrodas ieslēgtā — miera stāvoklī. Turpretim, ja gaiss ir kustībā — konvekcijas plūsmā, tā siltumvadītspēja pieaug atkarībā no plūsmas ātruma.

Ja siltumizolācijas materiālam ir lielas gaisa poras, ievērojama daļa siltuma tiek novadīta ar gaisa plūsmu. Turpretim sīkajās porās ieslēgtais gaiss paliek relatīvā miera stāvoklī. Tāpēc sīkporainajiem būvmateriāliem ir zemāka siltumvadītspēja nekā lielporainajiem. Ievērojot siltumizolācijas materiālu dažādo porainību, jāņem vērā to gaisa un tvaiku caurlaidība, siltumietilpība un siltumvadītspēja.

Jāievēro, ka visi porainie siltumizolācijas materiāli no apkārtējās vides kāri uzsūc gāzes, tvaikus, kā arī ūdeni un citus šķidrumus, kas pēc nokļūšanas porās pazemina to siltumizolējošās īpašības un var izraisīt to bojāšanos.

Siltumizolācijas materiālu zemā siltumvadītspēja saglabājas tikai tad, ja materiāls ir sausā stāvoklī. Ja tas ir samitrināts, tā siltumvadītspēja pieaug, jo ūdenim siltumvadītspēja ir ap 25 reizes augstāka nekā gaisam.

Ievērojot siltumizolācijas materiālu porainību, to mehāniskā stiprība ir zema. To spiedes robežstiprība ir 1—30 kg/cm^2. Tikai dažiem no tiem ir nesošo konstruktīvo būvmateriālu stiprība.

Siltumizolācijas materiālu izgatavošanai izmanto kā neorganiskās, tā organiskās vielas. No neorganiskajām vielām lieto minerālvati, stikla šķiedras, azbestu, porainos iežus, gāzbetonu u. c. Organiskos siltumizolācijas materiālus izgatavo no koksnes skaidām, koksnes šķiedrām, kūdras, vilnas, kā arī no sintētiskajiem polimēriem u. c.

14.1. IEŽU SILTUMIZOLĀCIJAS MATERIĀLI

Daži ieži — perlīts, vermikulīts un daži māli — pēc attiecīgas termiskās apstrādes uzpūšas un vairākkārt pieaug tilpumā. Tādējādi iegūst beramus, porainus, siltumu un skaņas izolējošus materiālus. Termiski apstrādātajiem iežu materiāliem piejaucot saistvielas — cementu, šķidro stiklu vai kādu sintētisko sveķu šķīdumu, speciālās formās veido siltumizolējošas plātnes, segmentus, čaulas utt.

Perlīts ir smilšveida graudains iežu materiāls. Ja to karsē līdz 1200 °C, iegūst porainu, graudainu beramu materiālu. Karsēšanas procesā perlīts zaudē savu ķīmiski saistīto ūdeni un katrs tā graudiņš, desmitkārtīgi palielinoties tilpumā, izveido mazu minerāla materiāla čauliņu. Tādējādi termiski apstrādāta perlīta graudu tilpummasa daudzkārtīgi samazinās un ir robežās no 75 līdz 250 kg/m^3.

Par saistvielām siltumizolācijas plātņu un citu izstrādājumu izgatavošanai lieto nātrija silikātu, cementu vai sintētisko sveķu šķīdumus un emulsijas.

Vermikulīts pēc ķīmiskā sastāva ir magnija alumosilikāts, ko iegūst, vizlai līdzīgu slāņainas uzbūves kalnu iezi vermikulītu sadrupinot. Ja to termiski apstrādā pie augstas temperatūras, vermikulīts zaudē savu ķīmiski saistīto ūdeni un palielinās tilpumā apmēram 20 reizes.

Termiski apstrādātā vermikulītā ievadot cementu, nātrija silikātu vai sintētisko sveķu šķīdumu, izgatavo siltumizolācijas plātnes un cita veida siltumizolācijas materiālus.

Keramzītu iegūst, zināma minerālā sastāva mālus apdedzinot rotējošā krāsnī pie augstas temperatūras. Tādējādi izveidojas apaļi, poraini graudi, kuru diametrs ir 2—5 cm un kuriem ir maza tilpummasa un vāja siltumvadāmība. Keramzīta graudus sasaistot ar cementu, iegūst vērtīgu, izturīgu siltumizolācijas materiālu.

14.2. MINERĀLVATE

Minerālvate ir šķiedru materiāls, ko iegūst, iežus — kaļķakmeni, dolomītu, merģeli — vai metalurģiskos sārņus sakausējot šķidrā masā, un ar gaisa vai tvaika strūklu vai ar centrifūgu pārvērš smalkās šķiedrās.

Atkarībā no minerālvates sablīvēšanās pakāpes tās tilpummasa ir 75—150 kg/m³ un siltumvadāmības koeficients ap 0,04 kcal. m. h.

No minerālvates izgatavo dažādus siltumizolācijas izstrādājumus — voilokus, plātnes, čaulas, ko lieto ēku sienu un pārsegumu nodrošināšanai pret siltuma zudumiem, kā arī rūpnīcu iekārtu un cauruļu siltumizolācijai.

Minerālvatei ir daudzas vērtīgas īpašības — tā ir nedegama, nepūst, to nebojā grauzēji. Tās termiskā izturība ir ap 600 °C. Tomēr minerālvatei ir ievērojams trūkums — tā nav izturīga mitros apstākļos. Minerālvatei samirkstot, tās smalkās šķiedriņas pamazām pāriet šķīdumā. Šķīšanas procesā siltumizolācijas vate sakrīt, izzūd, pārvēršoties sārmainā, pussķidrā masā.

Lai novērstu šo trūkumu, rūpnīcās minerālvates šķiedras pārklāj ar sintētisko (parasti ar fenolformaldehīda) sveķu kārtiņu, kura aizsargā šķiedras pret mitruma iedarbi.

Tomēr neatkarīgi no sintētisko sveķu aizsargkārtas minerālvate kā siltumizolācijas materiāls piemērots tikai sausiem ekspluatācijas apstākļiem.

14.3. STIKLA VATE

Stikla vati ražo apmēram tāpat kā visus pārējos stiklus. Kvarca smiltis, kaļķakmeni un sodu pie augstas temperatūras sakausē šķidrā masā. No šķidrās masas šķiedras iegūst, velkot tās caur smalkiem urbumiem — filjeriem vai arī pārvēršot šķiedrās centrifūgas ierīcēs.

Stikla vates šķiedras ir garākas un daudz tievākas nekā minerālvates šķiedras. Tām ir lielāka mehāniskā stiprība un zemāka siltumvadāmība. Stikla vates tilpummasa ir robežās no 75—125 kg/m³.

Arī stikla vati ražošanas procesā pārklāj ar sintētisko sveķu kārtiņu, lai to pasargātu no mitruma. Tomēr, lietojot stikla vati, celtniekam jāatceras, ka mitrumā tā nav izturīga.

Bez tam stikla vate sakarā ar tās šķiedru mazo diametru izplata stikla putekļus, no kuriem cilvēks, ja tos ieelpo ilgstoši, saslimst ar grūti ārstējamu slimību — silikozi. Tāpēc dzīvojamām ēkām stikla vates siltumizolācijas materiāli nav ieteicami.

14.4. AZBESTA MATERIĀLI

Šķiedrainā minerāla — azbesta izstrādājumus siltumizolācijā lieto veltņu, lokšņu, plātņu, cilindru, puscilindru un dažādu citu izstrādājumu veidā.

Azbesta materiālu tilpummasa ir augsta, tā ir robežās no 600 līdz 1200 kg/m^3, arī siltumvadāmības koeficients ir liels (0,13 kcal. m. h), tomēr azbesta siltumizolācijas materiāli ir neatvietojami pie augstas temperatūras (līdz 500 °C). Tāpēc azbesta izstrādājumus kā siltumizolācijas materiālu lieto tur, kur nepieciešams konstrukcijas aizsargāt pret augstas temperatūras iedarbi. Tos lieto koka sienu, siju, pārsegumu, durvju aizsardzībai pret aizdegšanos, kā arī tvaika cauruļu izolēšanai.

Azbesta izstrādājumi ir izturīgi un celtnēs kalpo neierobežoti ilgi.

14.5. FIBROLĪTS

Fibrolīts ir viens no vecākajiem siltumizolācijas materiāliem, kuru Rīgā sāka ražot 1924. gadā. To ražoja plātņu veidā no mineralizētām koka ēveļskaidām, kā saistvielu izmantojot portlandcementu. Fibrolīta plātnes izmantoja kā ēku starpsienu materiālu, kā pildījumu karkasu celtnēs un kā siltumizolācijas materiālu mūra un koka ēku sienu aizsargāšanai pret siltuma zudumiem.

Tagad Jelgavā darbojas liela fibrolīta paneļu rūpnīca. Paneļi sastāv no divām betona plātnēm, starp kurām iestrādāta fibrolīta kārta. Fibrolīta paneļus galvenokārt lieto lauku celtniecībā un arī dzīvnieku telpu norobežojošām konstrukcijām.

Fibrolīta paneļus izgatavo no mineralizētām koksnes ēveļskaidām, sasaistot tās ar portlandcementu. Fibrolīta paneļi ir vērtīgs būvmateriāls ar zemu siltumvadāmību, bet izmantojami tikai sausos ekspluatācijas apstākļos. Ja fibrolīta paneļi samitrinās, to siltumvadāmība strauji pie-

aug, koksnes skaidas uzbriest un paneļu siltumizolācijas materiālā var ieviesties koksni ārdošās piepes. Tāpēc fibrolīta būvmateriāli uzglabāšanas, transportēšanas un arī ekspluatācijas laikā jāsargā no samirkšanas.

Iebūvējot fibrolīta paneļus, materiālu daļas, kas ekspluatācijas apstākļos varētu samitrināties, jāizolē no mitruma avota, iesedzot bitumena veltņu materiāla hidroizolējošo paklāju vai arī vairākkārt jāpārklāj ar bitumena mastiku vai bitumena (НБ-III vai НБ-IV) šķīdumu benzīnā vai ligroīnā.

14.6. KOKSNES SKAIDU PLĀTNES

Koksnes skaidu plātnes ražo no koksnes skaidām, sasaistot tās ar sintētiskajiem sveķiem. Ražošanas process noris pie paaugstinātas temperatūras presēs, kur, sintētiskajiem sveķiem (fenolformaldehīda vai aminoplasta sveķi) sacietējot, skaidas sasaistās kopā un izveido cietu, stipru, izturīgu plātni.

Siltumizolācijai lieto vieglās plātnes (tilpummasa 250—400 kg/m^3) un pussmagās plātnes (tilpummasa 400—800 kg/m^3). Tās lieto ēku iekšējai apdarei.

Lai nodrošinātu koksnes skaidu plātnes pret koksni ārdošo piepju iedarbi, skaidu materiālā ievada nātrija fluorīdu vai kādu citu antiseptisku vielu.

14.7. KŪDRAS PLĀTNES

Kūdras plātnes ražo no jaunākas formācijas, vēl nepārveidotas šķiedrainās (sfagnu) kūdras. Šķiedraino kūdru bez jebkādas saistvielas presē, lai tā iegūtu vajadzīgo formu, un termiski apstrādā pie temperatūras 170—180 °C. Termiskās apstrādes procesā no kūdras izdalās sveķi un darvas produkti, kas kūdras šķiedras sasaista kopā.

Kūdras plātņu trūkums ir to augstā ūdensuzsūkšanas spēja un ar to saistītā uzbriešana. Tāpēc kūdras plātnes kā siltumizolācijas materiāls piemērotas tikai vietās, kur tās neapdraud mitrums.

Mitros apstākļos kūdras plātnēs ar laiku var ieviesties koksni ārdošās piepes.

14.8. SINTĒTISKIE SILTUMIZOLĒJOŠIE MATERIĀLI

Ķīmiskā rūpniecība ražo daudz un dažādus sintētiskos polimērus, t. s. putuplastu materiālus, kas domāti arī siltumizolācijai. Tos iegūst no dažādiem sintētiskajiem polimēriem: fenolformaldehīda, aminoplasta, polistirola, poliamīda, epoksīda, polivinilhlorīda u. c. sveķiem.

Atkarībā no polimēru dabas un ražošanas tehnoloģijas sintētiskie putuplasti var būt cieti, elastīgi vai mīksti, lokani.

Sintētisko polimēru putuplastiem ir ļoti maza tilpummasa, robežās no 15—150 kg/m^3. Tā, piemēram, 1 m^3 polistirola putuplasta sver apmēram 15 kg, un šāda materiāla siltumvadāmība ir 0,03 kcal. m. h.

Vairums polimēro putuplastu mitrumu praktiski neuzsūc, tie netrup, un grauzēji tos nebojā.

Putuplastu trūkums ir nepietiekamā termiskā izturība. Daži polimēri jau pie 60 °C kūst un zaudē savas tehniskās īpašības, bet pie −20 °C tie kļūst trausli. Vairums no tiem šķīst organiskajos šķīdinātājos.

Tomēr sintētiskie polimērie putuplasti pagaidām ir deficīti, dārgi un parastām celtnēm nepieejami.

15. BŪVKONSTRUKCIJU SAMITRINĀŠANĀS MEHĀNISMS

Iepriekšējās nodaļās bija plaši apskatītas celtniecībā lietojamo būvmateriālu fizikālās un ķīmiskās īpašības, to korozīvā un erozīvā izturība ārējā vidē. Bija vairākkārt uzsvērts, ka ūdens katrā agregātstāvoklī izraisa visu veidu būvmateriālu visnopietnākos bojājumus.

Ievērojot, ka tieši ūdens ir visbīstamākais ēku konstrukciju ienaidnieks, šajā nodaļā apskatīsim dažādus būvkonstrukciju samitrināšanās veidus, to norišu mehānismu, kā arī pasākumus, kas veicami to novēršanai. Apskatīsim jautājumus, kas jāņem vērā, ēku projektējot, izpildot būvdarbus, kā arī to tehniski ekspluatējot.

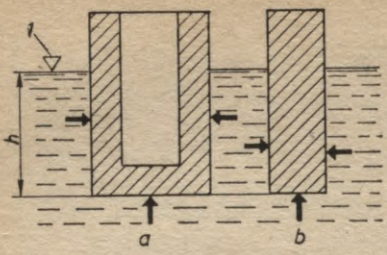
Ēku konstrukcijas var samitrināties dažādos veidos, un jebkurā gadījumā tam ir negatīvas sekas. Visbiežāk tam par cēloni ir neveikli konstruktīvie risinājumi, nepietiekami rūpīgs būvdarbu izpildījums vai nevērīga ēkas ekspluatācija.

15.1. SAMITRINĀŠANĀS ŪDENS STATISKĀ SPIEDIENA IEDARBĒ

Iedziļinātās ēku konstrukcijās, kas atrodas zem gruntsūdens līmeņa, ūdens nokļūst ar lielāku vai mazāku statisku spiedienu. Būvelements vai vesela konstrukcija, kas atrodas zem gruntsūdens līmeņa, pakļauta ūdens statiskajam spiedienam, ko izteic tā ūdensstaba augstums. Jo augstāks ūdensstabs, jo lielāks tā statiskais spiediens, jo lielāka iespējamība ūdenim iesūkties konstrukcijās.

Kā ūdens statiskais spiediens iedarbojas uz būvkonstrukcijām, ilustrē sekojoši piemēri.

● Uz iedziļināta betona vai cita materiāla būvkonstrukcijām vai tvertnēm, kas atrodas zem ūdens līmeņa (15.1. att.), iedarbojas ūdens statiskais spiediens (h). Ja betona tvertnes norobežojošās konstrukcijas (sienas, grīda, klons,



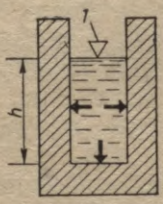
15.1. att. Konstrukcijas, uz kurām iedarbojas ūdens statiskais spiediens:
a — tvertne; *b* — betona būvelements; *1* — ūdens līmenis; *h* — ūdens staba augstums

dibens) nav blīvas, ūdens pa tām izsūcas cauri un ar laiku tvertne piepildās ar ūdeni līdz gruntsūdens līmenim. Tajā pašā laikā betona tvertnes sienās nokļuvušais ūdens kapilaritātes un difūzijas ceļā izplatās un samitrina citas ar tām sajūgtās konstrukcijas.

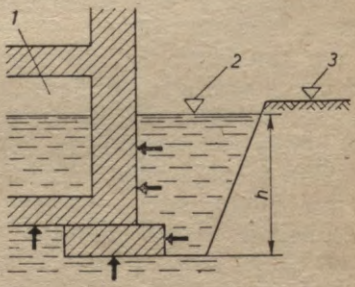
Bet, ja tvertnes norobežojošās konstrukcijas ir blīvas, t. i., ūdensnecaurlaidīgas, zem statiskā spiediena esošā betona tvertne būs sausa. Tas galvenokārt attiecas uz pagrabu telpām un visiem citiem iedziļinātiem būvobjektiem, kuru norobežojošās konstrukcijas pilnīgi vai daļēji atrodas zem gruntsūdens līmeņa.

● Betona vai cita materiāla tvertnē (baseinā) iepildīts ūdens saskaņā ar ūdensstaba augstumu (h) rada attiecīgu statisko spiedienu uz tvertnes norobežojošām konstrukcijām. Ja tvertnes sienas un dibens ir blīvi, tvertnē iepildītais ūdens saglabā savu līmeni. Turpretim neblīva materiāla tvertnē, ūdenim iesūcoties caur porām un kapilāriem, tas pilnīgi izplūdīs no tvertnes (15.2. att.).

● Atkarībā no ēkas ģeogrāfiskā novietojuma un apkārtējās zemes struktūras pie ēkas pamatiem var sakrāties



15.2 att. Tvertne ar ūdeni:
1 — ūdens līmenis; *h* — ūdens stabs



15.3. att. Gruntsūdens ēkas pamatos
1 — pagraba telpa; *2* — gruntsūdens līmenis; *3* — zemes līmenis; *h* — ūdens staba augstums

gruntsūdens (15.3. att.), kas rada statisko spiedienu uz pamatiem un citām zem gruntsūdens līmeņa esošām konstrukcijām. Tādējādi gruntsūdens, sūcoties caur pamatiem, ieplūdīs pagraba telpās, līdz abi līmeņi līdzsvarosies. No samirkušajām pagraba sienām ūdens izplatās uz citām ar tām sajūgtajām konstrukcijām.

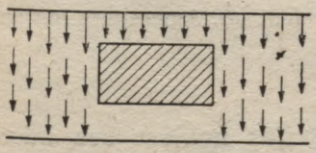
15.2. SAMITRINĀŠANĀS BEZ ŪDENS STATISKĀ SPIEDIENA

15.2.1. Ūdens pilienu vai šļakatu veidā

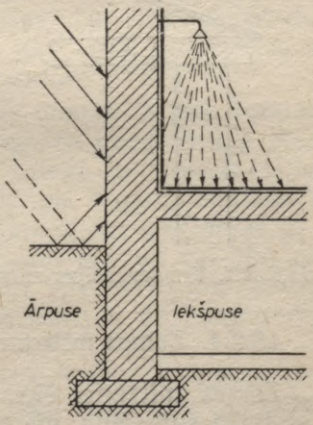
Saimniecībā vai rūpnīcās lietojamais ūdens, kas pilienu vai šļakatu veidā nokļūst uz sienām, grīdām vai cita veida konstrukcijām, statisko spiedienu praktiski nerada. Tas tikai difūzijas vai kapilārā ceļā var iesūkties betonā vai cita veida būvmateriālā un izraisīt konstrukciju bojājumus (15.4. att.).

● Ūdens šļakatas rodas virtuvēs, vannu, dušu, sanitārajās telpās, pirtīs un veļas mazgātavās, kur dažkārt lielāki daudzumi ūdens nokļūst kā uz sienām, tā arī uz grīdām. Jāievēro, ka šie ūdeņi var saturēt būvmateriāliem agresīvas vielas.

● Lietus ūdens krītot atsitas pret sienas virsmu vai rikošeta veidā atlecot no virspamatam pieguļošās zemes vai bruģa, saslapina sienu ārējos slāņus pat līdz 5 cm dziļumam (15.5. att.).



15.4. att. Ūdens pilienu veidā



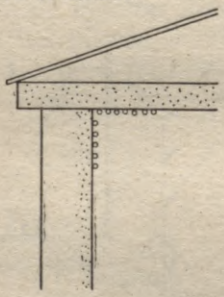
15.5. att. Ūdens šļakatu veidā

15.2.2. Kondensācijas mitrums

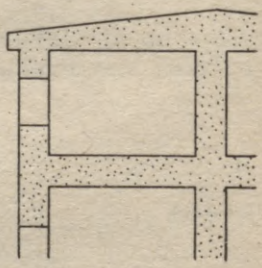
Telpu siltais, mitrais gaiss dziļi ieplūst telpas norobežojošās konstrukcijās un sakarā ar to nepietiekamo termisko pretestību kondensējas, t. i., pārvēršas par šķidrumu vai rasu (15.6. att.). Ja telpās ir liels gaisa relatīvais mitrums, sienas un bēniņu stāva pārsegums piesātinās ar ūdeni un uz to iekšējām virsmām veidojas rasa. Uz šādi samitrinātajām konstrukciju virsmām nogulsnējas putekļi, kur ieviešas dažādi mikroorganismi un pelējuma sēnītes. Sevišķi mitrās telpās kondensācijas ūdens var izsūkties cauri sienām.

15.2.3. Jaunceltnes mitrums

Jaunceltnes konstrukcijas vienmēr ir mitras. Tās satur ūdeni, kas atmosfēras nokrišņu veidā konstrukcijās nokļuvis būvdarbu laikā, kas izlietots betona, apmetuma javas izgatavošanai, sienu mūrēšanai utt. (15.7. att.). Jaunceltnes montāžas mitrums var būt liels. Tā, piemēram, 1 m^3 ķieģeļu mūra uzmūrēšanai izlieto 0,3 m^3 ūdens. Svaigs betons arī satur līdzīgu daudzumu ūdens. Svaiga apmetuma 1 m^2 satur 5—6 *l* ūdens. Normālas temperatūras apstākļos jaunceltnes montāžas mitrums iztvaiko 2—3 gados. Tātad jaunceltne 2—3 gadu laikā atrodas montāžas mitruma ietekmē.



15.6. att. Kondensācijas mitrums



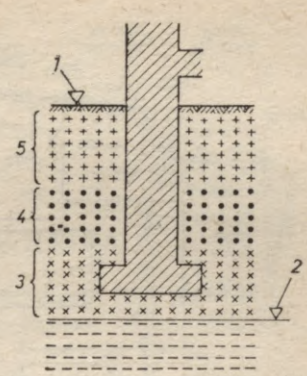
15.7. att. Jaunceltnes mitrums

15.2.4. Zemes mitrums

Zemes mitrums ēkas konstrukcijās nokļūst bez ūdens statiskā spiediena, pie tam ne pilienu, bet šķidruma veidā. Mitrumu zemē notur adhēzijas spēki, un pretēji pilien-

15.8. att. Zemes mitruma uzsūkšanās shēma:

1 — zemes līmenis; *2* — gruntsūdens līmenis; *3* — slēgto kapilāru zona; *4* — atklāto kapilāru zona; *5* — zemes mitruma zona



veida ūdenim tas nenotek, nepārvietojas uz leju. Kapilārais mitrums zemē noturas un pārvietojas kapilāro spēku iedarbē (15.8. att.).

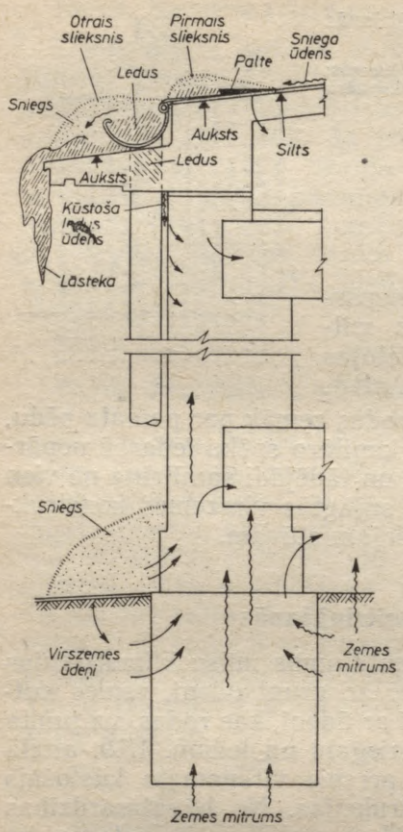
Ja gruntsūdens līmenis atrodas zemāk par pamata pēdu, zemes mitrums difūzijas un kapilāro spēku iedarbē nepārtraukti pārvietojas uz augšu un tādējādi samitrina ne vien iedziļinātās, bet arī ar tām sajūgtās virszemes konstrukcijas — dažreiz pat līdz trešajam stāvam.

15.2.5. Sniega izraisītā samitrināšanās

Risinot būvaizsardzības jautājumus mūsu klimatiskajos apstākļos, jārēķinās ne tikai ar gruntsūdeni, zemes mitrumu un lietus ūdeni, bet arī ar ūdeni, kas rodas, uz jumta vai pie virspamata kūstot sniegam un ledum. 15.9. attēlā parādīts, kā uz jumta vai arī pie virspamata kūstošais sniegs saslapina ēku konstrukcijas. No būvaizsardzības viedokļa šāda saslapšana ēkai nav mazāk bīstama kā iepriekš minētie samitrināšanās veidi.

● Ziemas otrajā pusē saulainās dienās uz ēku jumtiem sniegs kūst un ūdens pa jumta segumu plūst uz leju. Naktī slīpā jumta zemākajos līmeņos, sniega ūdenim sasalstot, rodas ledus slieksnītis, kas ūdenim neļauj noplūst no jumta. Tādējādi ledus slieksnīša augšpusē izveidojas 2—5 cm dziļa ūdens palte, kas nereti caur skārda vai cita materiāla jumta seguma neblīvajām šuvēm ieplūst bēniņu telpā, kur samitrina jumta konstrukcijas un bēniņu pārsegumu.

Pēc nākošās saulainās dienas nakts salā virs ēkas dzegas sniega ūdens izveido otru, jau augstāku slieksnīti. Sniega ūdenim turpinot pieplūst, aizsalst tekne, notekcaurule, veidojas ledtekas un ūdens plūst tieši uz sienu.



15.9. att. Sniega ūdens un zemes mitruma iekļūšana ēkas konstrukcijās

Siena samirkst, un ūdens izplatās pa visām ar to sajūgtajām konstrukcijām. Samirkušajām sienām sasalstot, apmetums nokrīt un betona vai ķieģeļu mūra konstrukcijas bojājas.

● Ziemā uz ielām uzsnigušo sniegu parasti samet gar ēkas virspamatu un sienu nereti metra augstumā. Iestājoties saulainām dienām, samestais sniegs kūst un sniega ūdens bagātīgi iesūcas ēkas virspamatā un sienā, caur kuriem sūcas uz augšu, samitrinot visas ar tām sajūgtās būvkonstrukcijas.

● Bez tam sienu mitrumu papildina augsnes ūdens, gruntsūdens vai arī zemes mitrums, kas sūcas caur pamatiem uz augšu.

16. MITRUMA NOVĒRŠANAS TEHNIKA

Jautājumi, kas saistīti ar būvkonstrukciju hidroizolāciju, t. i., aizsargāšanu pret ūdens iesūkšanos, visos sīkumos jāizstrādā pirms ēkas projektēšanas, ievērojot kā konstruktīvās, tā statiskās un saimnieciskās prasības. Projektā rūpīgi un nepārprotami jānorāda, kāda veida materiāli un pasākumi nepieciešami un kā tie veicami. Paskaidrojumos jāsniedz ziņas par būvgrunts stāvokli, gruntsūdeņu zemāko un augstāko līmeni, par lietojamiem hidroizolējošiem materiāliem, paredzētajiem hidroizolēšanas paņēmieniem un to tehnoloģiju.

Šo speciālo pasākumu projektēšana jāuztic pieredzējušam konstruktoram speciālistam un darbu izpildīšana jānodod amatniekam — šo darbu pratējam.

Vispirms īss, vispārējs pārskats par pasākumiem, kādi veicami, lai novērstu iepriekš minētos konstrukciju samitrināšanas veidus.

● Visur, kur ūdens var nokļūt konstrukcijās hidrostatiskā spiediena iedarbē, jāveic tādi hidroizolēšanas pasākumi, kas pilnīgi nodrošina to ūdensnecaurlaidību. Tādam hidroizolācijas materiālam jābūt tik stipram un izturīgam, lai tas ilgstoši izturētu doto hidrostatisko spiedienu. Šim nolūkam vispiemērotāki ir bitumenu saturošie veltņu materiāli, kas liekami vairākās kārtās un ar atbilstošu bitumena mastiku pielīmējami pie betona konstrukciju virsmām. Šādi izveidots veltņu materiāla hidroizolējošais paklājs pat pie 6 m liela ūdens statiskā spiediena rada blīvu, ilgstoši izturīgu aizsargkārtu pret ūdens iesūkšanos.

● Vietās, kur ūdens bez statiskā spiediena — pilienu vai šļakatu veidā lielākos daudzumos nokļūst konstrukcijās, jāiesedz bitumena veltņu materiāla hidroizolējošs paklājs.

— Ja šļakatu ūdens nokļūst konstrukcijās nelielā daudzumā, tā iesūkšanos novērš, pārklājot konstrukcijas ar bitumena vai sintētisko sveķu lakām vai krāsām vai uzstrādājot keramiskās vai plastmasu plātnītes u. c.

● Lai grunts mitrums nenokļūtu sienās un grīdās, lieto galvenokārt bitumenu veltņu materiālu hidroizolāciju.

● Jaunceltņu konstrukcijās mitrumu novērš, telpas sildot un vienlaikus dabiski vai mākslīgi intensīvi vēdinot.

● Kondensācijas ūdens rašanos telpās novērš ar konstruktīviem siltumtehnikas un vēdināšanas risinājumiem.

● Sniega izraisītā konstrukcijas samitrināšanās jānovērš ar konstruktīviem risinājumiem, kā arī ar lietpratīgu un rūpīgu ēkas ekspluatāciju.

16.1. KONSTRUKCIJAS ZEM ŪDENS STATISKĀ SPIEDIENA

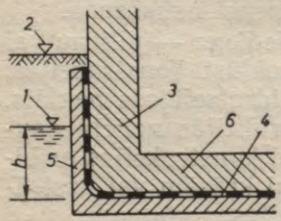
Iedziļināto ēku konstrukcijas, kas novietotas zem gruntsūdens līmeņa, atrodas tā hidrostatiskā spiediena iedarbē. Gruntsūdens, sūcoties pa betona porām un kapilāriem, sākumā tās samitrina un vēlāk, filtrējoties caur pagraba vai cita līdzīga objekta sienām un klonu, to piepilda tieši līdz gruntsūdens līmenim.

● Turpretim, ja ūdens iepildīts tvertnē vai baseinā, kura sienas un dibens nav blīvi, ūdens caur betona porām izsūcas no tvertnes.

Lai novērstu ūdens iesūkšanos konstrukcijās vai izsūkšanos no tvertnes, nepieciešama to hidroizolēšana — atsavināšana no ūdens. Šim nolūkam visbiežāk lieto uz bitumena bāzes izgatavotus lokanus veltņu materiālus.

Bitumena veltņu materiālu ar šim nolūkam atbilstošu bitumena mastiku 3, 4 vai 5 kārtās blīvi pielīmē betona objekta horizontālajām un vertikālajām virsmām. Tādējādi izveidojas vairākās kārtās salīmēts, blīvs, pret ūdens statisko spiedienu izturīgs hidroizolējošs paklājs.

Jaunbūvē, kur pagraba vai cita zem ūdens līmeņa esoša objekta hidroizolēšanai nepieciešams veltņu materiāla paklājs, tas jāierīko pašā būves sākumā, turklāt tas jāliek no ēkas ārpuses, t. i., no ūdens statiskā spiediena puses (16.1. att.).

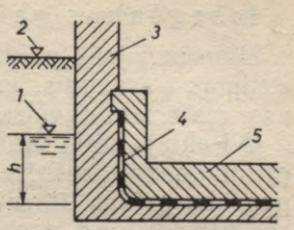


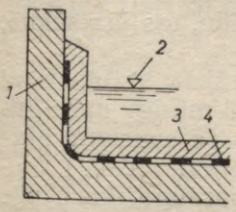
16.1. att. Jaunceltnēs hidroizolējošais paklājs jāiesedz no ārpuses:

1 — augstākais ūdens līmenis; *2* — zemes līmenis; *3* — iedziļinātās konstrukcijas; *4* — hidroizolējošais paklājs; *5* — paklāja aizsargkārta; *6* — paklāja noslogojums

16.2. att. Ekspluatācijā esošai ēkai hidroizolējošais paklājs jāiesedz iekšpusē:

1 — augstākais ūdens līmenis; *2* — zemes līmenis; *3* — iedziļinātās konstrukcijas; *4* — hidroizolējošais paklājs; *5* — paklāja noslogojums





16.3. att. Tvertnes hidroizolēšana:

1 — tvertne; *2* — ūdens līmenis; 3 — hidroizolējošā paklāja aizsargkārta; *4* — hidroizolējošais paklājs

Tikai tad, ja hidroizolējošais paklājs jāierīko jau esošā ēkā, tas jāieklāj no iekšpuses (16.2. att.).

Ja ierīko hidroizolāciju ūdens tvertnei vai rezervuāram, kur ūdens statiskais spiediens darbojas no iekšpuses, hidroizolējošais paklājs jāliek iekšpusē (16.3. att.). Ja ēka jau pilnīgi nosēdusies un tās konstrukcija vairs neplaisā, tad pret gruntsūdens iesūkšanos pagrabos u. tml. objektos no iekšpuses var uzstrādāt ūdensnecaurlaidīgu cementa-smilts apmetumu ar blīvvielas piedevu.

16.1.1. Hidroizolējošais paklājs

Pret statisko ūdens spiedienu kā hidroizolējošos materiālus lieto bitumenu saturošus veltņu materiālus: ruberoīdu, hidrozolu, folgozolu, izolu, brizolu u. c. Atkarībā no ūdens hidrostatiskā spiediena hidroizolējošais paklājs jāuzlīmē 3—6 kārtās. Pieredze rāda, ka pie 0,5 m hidrostatiskā spiediena veltņu materiāls jāuzlīmē 3 kārtās, pie 1 m spiediena — 4 kārtās un pie 2 m spiediena — 5 kārtās.

Apstrādājamo konstrukciju virsmu iegruntēšanai lieto bitumenus НБ-IV vai НБ-V benzīna šķīdumā (20—30 daļas bitumena un 80—70 daļas benzīna).

Veltņu materiālu pielīmē ar rūpnieciski izgatavotajām bitumena mastikām (marka МБК, u. c.). Līdzīgas aukstās mastikas var izgatavot arī būvlaukumā, apmēram 70 daļas bitumena (marka НБ-III vai НБ-IV) izšķīdinot 30 daļās benzīna.

Iesegšanas gaita

Hidroizolējošā paklāja iesegšana ir sarežģīts un darbietilpīgs pasākums, un tā efektivitāte atkarīga no pareizas materiāla izvēles un no rūpīga darba izpildījuma.

● Paklāja iesegšana iespējama tikai tad, ja augstākais gruntsūdens līmenis atrodas zemāk par apstrādājamā pagraba grīdas līmeni. Paklāja iesegšanai jāizmanto sausie periodi, kad vasarā vai ziemā gruntsūdens nokrītas zem grīdas līmeņa. Turpretim, ja gruntsūdens visu gadu nepārtraukti ir augstāks par pagraba grīdu, tas jāatsūknē, ievadot ap ēku sūkņu adatas.

Hidroizolējošais paklājs jāiesedz vairākās kārtās tikai tad, kad visi ar to saistītie priekšdarbi pilnīgi pabeigti.

Iesedzamajam betonam jābūt sausam. Tā sausumu pārbauda, ar karstu bitumenu (НБ-III vai НБ-IV) pielīmējot 1×1 m lielu veltņu materiāla paraugu, kuru pēc atdzišanas mēģina atraut. Ja paraugs neatraujas no betona, tā sausums piemērots hidroizolējošā paklāja iesegšanai.

— Betona konstrukciju virsmām jābūt mehāniski stiprām, pilnīgi tīrām un pēc iespējas līdzenām, bet ne gludām. Sevišķi rūpīgi tās jāatbrīvo no putekļiem, jo tie visvairāk traucē bitumena pieķeršanos betona virsmām.

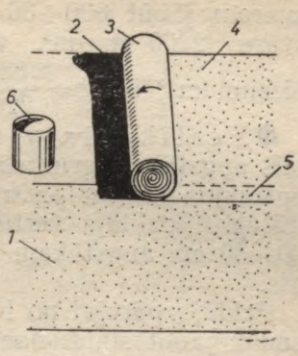
— Notīrītās betona konstrukciju virsmas 1—2 reizes jāiegruntē ar bitumena šķīdumu benzīnā.

— Veltņu materiāls pirms iesegšanas rūpīgi jāatbrīvo no smilšu, vizlas, talka un cita veida apkaisījumu kārtas.

— Paklāja iesegšanas darbs jāveic diviem strādniekiem. Strādājot ar bitumeniem, ieteicams lietot speciālus darba cimdus.

● Horizontālajām virsmām pēc mēra sagrieztā veltņu materiāla pirmo sloksni rūpīgi pielāgo savā vietā un ar krītu ieberzētu aukliņu uz grīdas atzīmē tās stāvokļa līniju. Tad nogriezto veltņu materiāla sloksni satin blīvā cilindriskā veltnī un, nenobīdot no savas vietas, ar mastiku pielīmē tā galu pie grīdas.

Mastika jāuzziež kā iegruntētajam betonam, tā blīvi satītā veltņu materiāla sloksnes virsmai un sloksne rūpīgi jāpielāgo savā vietā. Kad sloksne pielīmēta, tūlīt, sākot no tās vidus uz malām, ar smagu veltni vai citādā veidā to stingri piespiež betona virsmai. Veltņu materiāla sloksne jāpielīmē tik rūpīgi, lai nekur neizveidotos gaisa pūšļi, kūkumi, krunkas u. tml. defekti (16.4. att.).



16.4. att. Hidroizolējošā paklāja iesegšana horizontālajām virsmām:

1 — iesegtā pirmā sloksne; *2* — uzziestā mastika; *3* — veltņu materiāls; *4* — otrās sloksnes iesegtā daļa; *5* — otrās sloksnes pārlaidums 10—15 cm; *6* — mastikas trauks

Pirmās kārtas nākamā sloksne un visas pārējās jāpielīmē, pārsedzot iepriekšējo sloksni 10—15 cm platumā. Tādā veidā jāuzstrādā visas pārējās projektā paredzētās veltņu materiāla kārtas.

● Lai gatavo hidroizolējošo paklāju aizsargātu pret mehāniskiem bojājumiem, tam uzstrādā 3—5 cm biezu cementa smilts (1 : 3) javas aizsargkārtu. Lai cementa smilts javas kārtiņa saistītos ar hidroizolējošo paklāju, tam uzstrādā karsta bitumena kārtiņu, kuru apkaisa ar karstu rupjāku smilti, noveltnē un pēc tam uzlej cementa smilts javas aizsargkārtu.

● Kad horizontālajām konstrukciju virsmām hidroizolējošais paklājs pilnīgi uzstrādāts un cementa smilts javas aizsargkārtiņa sacietējusi, paklājs jānoslogo, uzlejot dotajam hidrostatiskajam spiedienam atbilstošu betona slodzes kārtu. Te jāņem vērā dotais ūdens statiskais spiediens uz telpas (pagraba) grīdu no apakšas uz augšu. Tas ir vienlīdzīgs ūdens staba svaram, attiecinātam uz 1 m^2 grīdas laukuma. Ūdens staba augstums jāskaita no horizontālā hidroizolējošā paklāja līmeņa līdz augstākajam gruntsūdens līmenim.

Šis spiediens var būt liels, tas var saraut hidroizolējošo paklāju un salauzt grīdu.

Tā, piemēram, ja augstākais gruntsūdens līmenis ir 0,8 m virs hidroizolējošā paklāja līmeņa (h), tad hidrostatiskais spiediens uz katru kvadrātmetru pagraba grīdas laukuma no apakšas uz augšu ir 800 kg/m^2. Ja pagraba grīda virs hidroizolējošā paklāja nav pietiekami noslogota, gruntsūdens statiskais spiediens to pārraus.

Pieredze rāda, ka noslogojošā betona kārtas svaram jāpārsniedz ūdens hidrostatiskā spiediena svars vismaz par 10%. Tātad, lai 0,8 m liels hidrostatiskais spiediens nepārrautu hidroizolējošo paklāju, grīdas betona noslogojuma

svaram jābūt 800+80=880 (kg/m²). Ja pieņem betona svaru 2200 kg/m³, tad noslogojušās betona kārtas biezumam jābūt $b = \frac{880}{2200} \cdot 100 = 40$ (cm).

● Vertikālās virsmas. Jāņem vērā, ka novērotais augstākais gruntsūdens līmenis nav konstants. Dažos apstākļos tas var pārsniegt novēroto normu. Tāpēc hidroizolējošā paklāja vertikālās daļas augstumam jābūt par 30—50 cm augstākam nekā novērotais grunstūdens līmenis.

Paklāja pārejai no horizontālajām uz vertikālajām virsmām jābūt slaidi noapaļotai ar rādiusu 20—30 cm.

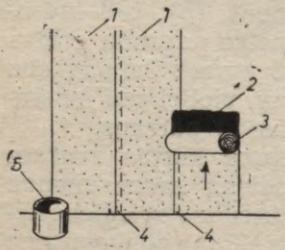
Pie vertikālām virsmām hidroizolējošais paklājs tāpat ar bitumena mastiku rūpīgi jāpielīmē atsevišķām slejām un vajadzīgā daudzuma kārtās. Attiecīgā garumā sagriezto veltņu materiālu atsevišķām sloksnēm pielīmē no apakšas uz augšu (16.5. att.).

Bitumena mastiku vispirms uzziež iegruntētai betona pamatnei, un tad veltņu materiāla pielīmējamai pusei. Pēc tam ar mastiku noziesto sloksni pielāgo savā vietā, stingri piespiež pie sienas un piegludina virzienā no vidus uz malām.

Lai paklājs no sienas nenoslīdētu, tā virsējo malu nostiprina, pienaglojot ar latiņu. Bez tam, lai mastika nenotecētu, paklājs pirmajās dienās jāsargā no karstu saules staru iedarbes.

Arī vertikālajām virsmām jāuzstrādā aizsargapmetums. Pirms apmetuma uzstrādāšanas paklāju noziež ar karstu bitumenu un apkaisa ar parupjām karstām smiltīm. Smilts graudiņi, līdz pusei iegrimstot karstajā bitumenā, rada saiti ar cementa smilts javas aizsargapmetumu.

Bez tam hidroizolējošā paklāja vertikālās virsmas apmūrē ar ½ ķieģeļa biezu apmūrējumu, to stingri piespiežot aizsargapmetuma virsmām. Apmūrēšanai piemēroti

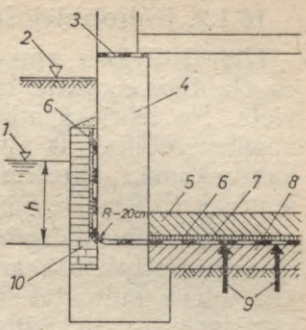


16.5. att. Hidroizolējošā paklāja iesegšana vertikālajām virsmām:

1 — iesegtās sloksnes; *2* — uzziestā mastika; *3* — veltņu materiāls; *4* — uzlaidums 10—15 cm; *5* — mastikas trauks

16.6. att. Hidroizolējošais paklājs jaunceltnes pagrabtelpās:

1 — augstākais gruntsūdens līmenis; *2* — zemes līmenis; *3* — virspamata hidroizolācija; *4* — pamats; *5* — hidroizolācijas paklāja noslogojošā betona kārta; *6* — paklāja aizsargkārta; *7* — hidroizolējošais paklājs; *8* — pagraba klona betona pamatne; *9* — gruntsūdens statiskais spiediens no apakšas pret grīdu; *10* — apmūrējums; *h* — ūdens staba augstums

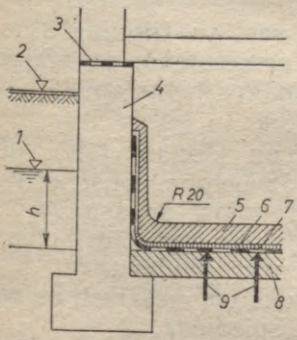


klinkera vai sevišķi labi apdedzināti parastie ķieģeļi. Tos sasaista ar stipru cementa smilts (1 : 3) javu.

Var lietot arī parastos, labi apdedzinātos ķieģeļus, tos piesūcinot ar bitumena (НБ-III) šķīdumu benzīnā. Apmūrējot ar ķieģeļiem, kas piesūcināti ar bitumena šķīdumu, cementa javas vietā jālieto bitumena mastika.

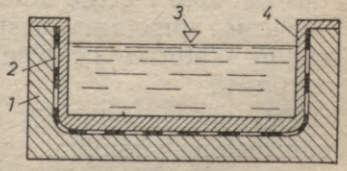
Paklāja vertikālo daļu apmūrējums ir absolūti nepieciešams, jo tas uzlabo paklāja blīvumu un aizsargā pret mehāniskiem bojājumiem. Jāatzīmē, ka zemes piebērums, kā arī mālu kārtas pieblietējums gar hidroizolējošo paklāju ķieģeļu apmūrējumu aizvietot nespēj.

Te mēs vispārējos vilcienos apskatījām hidroizolējošā paklāja iesegšanas orientējošo tehnoloģiju un darba gaitu būvkonstrukcijām, kas atrodas zem ūdens statiskā spiediena. Attēlos 16.6., 16.7. un 16.8. parādīti trīs varianti, kā šie darbi veicami.



16.7. att. Hidroizolējošais paklājs esošas ēkas pagrabā:

1 — augstākais gruntsūdens līmenis; *2* — zemes līmenis; *3* — virspamata hidroizolācija; *4* — pamats; *5* — betona noslogojošā kārta; *6* — paklāja aizsargkārta; *7* — hidroizolējošais paklājs; *8* — klona betona pamatne; *9* — gruntsūdens statiskais spiediens no apakšas pret grīdu; *h* — gruntsūdens staba augstums



16.8. att. Betona tvertnes hidroizolēšana:

1 — tvertne; *2* — hidroizolējošais paklājs; *3* — augstākais ūdens līmenis; *4* — paklāja aizsargkārta

16.1.2. Hidroizolējošais apmetums

Hidroizolējošu apmetumu iegūst ar speciālu ūdensnecaurlaidīgu cementa smilts javu, kurā ievadīta kāda blīvviela. No iepriekš minētajām blīvvielām mūsu apstākļos vispiemērotākais ir pirolīts, jo to var pagatavot uz vietas būvlaukumā. Pirolīta pagatavošanas gaita apskatīta iepriekš (8.3.).

Ūdensnecaurlaidīgā cementa smilts java ar pirolīta piedevu hidroizolējošā apmetuma veidā izmantojama vietās, kur ūdens hidrostatiskais spiediens uz būvkonstrukcijām nepārsniedz 1 m. Šāds apmetums ir efektīvs pagrabtelpu, ūdenstvertņu, baseinu, skābbarības torņu, vircas un kūtsmēslu krātuvju hidroizolēšanai kā pret gruntsūdeņu iesūkšanos, tā arī pret ūdens vai citu šķidrumu izsūkšanos.

Pirolīts nesatur indīgas vielas, tam nav nekādas smakas — tas izmantojams arī dzeramā ūdens tvertņu hidroizolēšanai.

Ūdensnecaurlaidīgā apmetuma javas sagatavošanai jāņem tikai svaigs cements ar marku 500. Pirms lietošanas cements caur 1 mm sietu jāizsijā, lai atdalītu saķepējušus gabaliņus.

Smiltij jābūt tīrai, bez mālu un augu daļu piemaisījumiem. Ja smiltis satur mālus vai augu daļas, tās ar ūdeni jāatskalo un smiltis jāizsijā caur 3 mm sietu.

Ūdenim jābūt tīram, bez mālu, dūņu un citiem piejaukumiem.

Optimālās cementa-smilts javas sastāva tilpuma attiecība ir 1 : 3. Liesāka java nedod apmetumam vajadzīgo stiprību un blīvumu, turpretim treknākas javas apmetumā var rasties sarukuma plaisiņas.

Hidroizolējamā objekta sienām un klonam jābūt no stipra, mehāniski izturīga betona. Ja betona konstrukciju virsmas ir gludas, tās jāpadara raupjas, ar asu veseri izkaļot 0,5—1 cm dziļus iedobumiņus, jo raupjām betona virsmām apmetums pieķeras labāk nekā gludām.

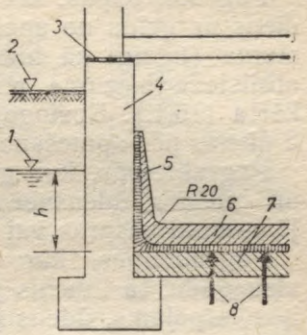
Apmešanas laikā objekta konstrukcijas nedrīkst atrasties pat zem niecīga ūdens statiskā spiediena.

Pirms apmetuma uzstrādāšanas konstrukciju virsmas rūpīgi jāatbrīvo no visu veidu netīrumiem un jānoskalo ar ūdeni.

Ūdensnecaurlaidīgais apmetums jāuzstrādā stipri mitrām betona virsmām.

16.9. att. Hidroizolējošais apmetums:

1 — augstākais gruntsūdens līmenis; *2* — zemes līmenis; *3* — virspamata hidroizolācija; *4* — pamats; *5* — ūdensnecaurlaidīgs apmetums; *6* — noslogojuma betona kārta; *7* — grīdas pamatne; *8* — gruntsūdens statiskais spiediens no apakšas pret grīdu; *h* — ūdens staba augstums



Mīklveida pirolīts jāatšķaida ar aukstu ūdeni tilpuma attiecībās 1 : 10. Tādējādi iegūtais «pirolīta pieniņš» jālieto cementa-smilts javas sagatavošanai ūdens vietā.

Sagatavojot javu, cements ar smilti sausā veidā rūpīgi jāsajauc, tikai pēc tam maisījumam uzmanīgi pielej «pirolīta pieniņu», līdz iegūst pacietu, bet tomēr plastisku apmešanai piemērotu javu.

Apmešana jāsāk no augšas uz leju, to nobeidzot ar klonu (16.9. att.).

Apmetums jāuzstrādā 3 kārtās, ātri, vienu pēc otras.

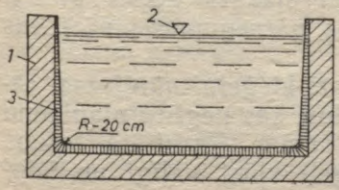
Visas pagrabtelpu vai tvertņu sienu un klona sadurvietas jānoapaļo ar 20 cm rādiusu. Apmetuma biezumam objekta augšējā daļā jābūt apmēram 2 cm un uz leju pakāpeniski jāpieaug līdz 5 cm. Pagrabtelpu sienas vai ūdens tvertnes dibena daļas ūdensnecaurlaidīgā apmetuma biezumam jābūt 5—7 cm (16.10. att.).

Apmetumu ieteicams uzstrādāt torkretējot, jo tādā veidā sasniedz blīvāku un mehāniski stiprāku apmetumu.

Ja torkretēšanas ierīces nav, jāapmet ar rokām. Apmetums jāuzstrādā ar «piesviešanu» 3 kārtās. Tiklīdz pirmā kārta sāk saistīties, tūlīt jāuzstrādā otrā un tāpat trešā.

Svaigo apmetumu nedrīkst «slīpēt», tas tikai viegli ar apmetēju koka dēlīti jānolīdzina un jāļauj mierīgi cietēt.

Lai apmetumā nerastos pārtraukumu šuves, ūdensnecaurlaidīgais apmetums jāuzstrādā, darbu nepārtraucot (arī bez pusdienas pārtraukuma).



16.10. att. Tvertnes (baseina) hidroizolējošais apmetums:

1 — tvertne; *2* — ūdens līmenis; *3* — ūdens necaurlaidīgās cementa javas apmetums

Pagrabu telpās, kur jāņem vērā ūdens statiskais spiediens uz grīdu no apakšas, atkarībā no ūdens staba augstuma (līdzīgi kā hidroizolējošam paklājam) jāuzstrādā atbilstoša biezuma parastā smagā betona noslogojuma kārta (16.1.). Noslogojuma kārta jāuzstrādā ne ātrāk kā 8 dienas pēc apmešanas.

Pagrabtelpās, kur gruntsūdens ieplūst tikai pavasaros un rudeņos, ūdensnecaurlaidīgā apmetuma uzstrādāšanai jāizmanto vasaras vai ziemas sausais periods.

Pagrabtelpās, kur gruntsūdens atrodas nepārtraukti visu gadu, tā līmenis jāpazemina ar drenām, bet, kur tas nav iespējams, ūdens jāatsūknē ar gruntī ievadītām adatām.

Pēc apmetuma uzstrādāšanas pirmās 30 dienas tam nepārtraukti jābūt mitram, jo priekšlaicīgi izžuvis apmetums nebūs blīvs.

Pirolīta koncentrāta patēriņa norma uz 1 m^2 apmetuma laukuma ir šāda: 2 cm biezam apmetumam 0,3 kg, 3 cm biezam — 0,4 kg un 5 cm biezam — 0,5 kg.

Apmetums ar ūdensnecaurlaidīgu cementa smilts javu ir visvienkāršākais, vismazāk darbietilpīgais un lētākais iedziļināto ēku konstrukciju un tvertņu hidroizolēšanas paņēmiens. Sevišķi piemērots tas ir vecākām ēkām, kurām vairs nedraud nosēšanās plaisiņu veidošanās. Jāatzīmē, ka arī šis hidroizolēšanas paņēmiens prasa rūpīgu, lietpratīgu darba izpildi.

16.2. KONSTRUKCIJAS BEZ ŪDENS STATISKĀ SPIEDIENA

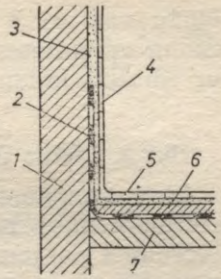
16.2.1. Šļakatu ūdens iesūkšanās novēršana

Pirtīs, veļas mazgātavās, pārtikas produktu rūpnīcās, dzīvnieku telpās un daudzu citu līdzīgu ražošanas uzņēmumu telpās ūdens pilienu vai šļakatu veidā lielos daudzumos nonāk uz grīdām un sienām un pa būvmateriālu kapilāriem plaši izplatās pa visām ar tām sajūgtajām konstrukcijām. Bieži vien šļakatu ūdens pilnīgi piesūcina ēkas sienas, starpsienas, pārsegumus un izsūcas tiem cauri.

Šie ūdeņi šķīdina betona, kā arī ķieģeļu mūrējuma, cementa un kaļķu javas komponentus, kas neglītu plankumu veidā nogulsnējas uz sienu virsmām. Rezultātā betons zaudē savu stiprību, mūra ķieģeļi kļūst vaļīgi un kon-

16.11. att. Hidroizolēšana pret šļakatu ūdens iesūkšanos:

1 — ēkas siena; *2* — hidroizolējošais paklājs; *3* — cementa javas kārta; *4* — sienu plātnītes; *5* — grīdas plātnītes; *6* — paklāja aizsargkārta; *7* — pārsegums — grīdas pamatne



strukcija ātri aiziet bojā. Samirkušajām sienām sasalstot, tās var aiziet bojā pat vienas ziemas laikā.

Arī dzīvojamo māju vannas, virtuves un sanitāro mezglu telpās ūdens pilienu vai šļakatu veidā var izraisīt līdzīgas parādības. Tas sevišķi bīstams koka ēkām, kā arī mūra ēku koka starpsienām, pārsegumiem un citām koka konstrukcijām. Jāievēro, ka samitrinātas koka konstrukcijas noteikti pārņem piepju organismi un pāris gados tās noved līdz avārijas stāvoklim.

Būvkonstrukciju aizsargāšanai pret ūdens šļakatu un pilienu iesūkšanos grīdu virsmās un gar sienām vajadzīgā augstumā jāiesedz hidroizolējošais veltņu materiāla paklājs (16.11. att.). Paklāja iesegšanas gaita aprakstīta 16.1. nodaļā. Veltņu materiāla paklājs atkarībā no apstākļiem jāiesedz 1—3 kārtās.

Paklāja grīdas daļai jāuzstrādā 5—10 cm bieza cementa-smilts (1 : 3) javas aizsargkārta. Arī sienas daļas paklājam jāuzstrādā 2—5 cm biezs apmetums. Šim nolūkam ieteicams lietot ūdensnecaurlaidīgo cementa-smilts javu. Kā grīdai, tā sienu apmetumam ar cementa javu vai citā veidā piestiprina keramikas vai plastmasas plātnītes.

● Rūpnīcās un dzīvnieku mītnēs, kur plātnītes nav paredzētas, grīdām virs hidroizolējošā paklāja uzstrādā atattiecīga biezuma cementa-smilts javas kārtu, bet sienām tāda paša sastāva apmetumu.

● Dzīvojamo māju vannu un citās telpās, kur šļakatu ūdens daudzkārt mazāk nokļūst uz grīdas un sienām, jāiesedz 1 vai 2 kārtu hidroizolējošais paklājs. Paklāja grīdas daļai jāuzstrādā 3—5 cm bieza betona kārta, kurai piestiprina keramikas vai plastmasas plātnītes. Sienu daļas paklājam uzstrādā 1—2 cm biezu cementa-smilts apmetumu un pēc tam plātnītes.

Ja plātnītes nav paredzētas, tad pēc betona kārtas sacietēšanas un izžūšanas grīdas daļai uzstrādā ksilolīta

kārtu vai arī 3 reizes nokrāso ar grīdu emaljas krāsu. Sienu apmetumu pēc pilnīgas izžūšanas var nokrāsot arī ar emaljas krāsu vai PVA emulsijas krāsu.

16.2.2. Lietus ūdens iesūkšanās novēršana

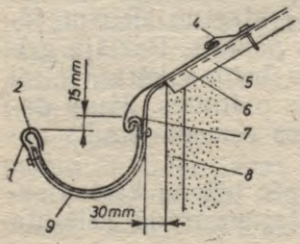
Lietus un kūstoša sniega ūdens var būt par cēloni nopietniem ēku konstrukciju bojājumiem. Nereti lietus ūdens, tecēdams no jumta, plūst tieši uz ēkas sienām un saslapina tās tā, ka mitrums izsūcas tām cauri telpās, kur kaitīgi ietekmē iedzīvotāju veselību un bojā tapetes vai sienu krāsojumu. Tam par iemeslu ir neracionāli tekņu konstrukciju risinājumi, slikts būvdarbu izpildījums vai nepietiekami rūpīga ēkas ekspluatācija.

● Konstruktīviem risinājumiem jāizveido racionālas teknes, aprēķinot vajadzīgo tekņu tilpumu un novadcauruļu diametru. Pieredze un aprēķini rāda, ka uz katru m^2 jumta laukuma nepieciešams mazākais 1 cm^2 liels noteknes, kā arī novadcaurules šķērsgriezuma laukums. Ja šis nosacījums nav ievērots, lietus laikā tekne pārplūst un ūdens plūst tieši uz sienu.

— Ja starp tekni un jumta malu ir liels atstatums, tad stipra vēja laikā daļu no jumta plūstošā ūdens uzmet sienai. Teknes ārējai malai jābūt par 1,5 cm zemākai par iekšējo malu. 16.12 attēlā redzama racionāli izveidota tekne.

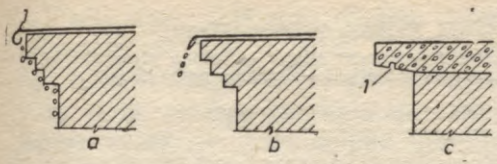
● Nepareizi izveidotas dzegas un logsoli bieži izraisa ēkas sienu saslapšanu. Dzegas jāizveido racionāli, lai novērstu lietus un sniega ūdens nokļūšanu ēkas sienās (16.13. att.). No būvaizsardzības viedokļa pareizi jāizveido dzegas profils, skārda pārklājuma forma un lāseņrieva.

● Ja virspamats izveidots ar pakāpienveida atkāpi, virs tā sakrājas lietus un sniegs, ūdens iesūcas sienā un izplatās pa visām ar to sajūgtajām konstrukcijām (16.14 att. *a*).



16.12. att. Jumta tekne:

1 — priekšējā atspere; *2* — teknes priekšējā grope; *3* — skārda aizsargloksne; *4* — skārda savienojums; *5* — jumta segums; *6* — teknes kāša apslēptā daļa; *7* — pakaļējā atspere; *8* — sienas apmetums; *9* — teknes kāsis



16.13. att. Dzegu formas:

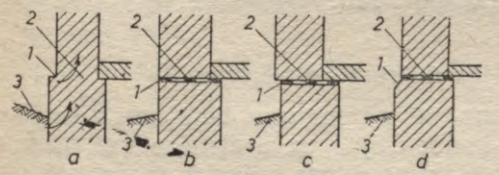
a — nepareizi: dzegas aizsargskārds (*1*) noapaļots, ūdens plūst tieši uz sienu; *b* — pareizi: dzegas aizsargskārds (*1*) noliekts asā leņķī, un ūdens brīvi notek; *c* — pareizi: likvidēts dzegas profils, zem dzegas izveidota lāseņrieva (*1*)

Lai novērstu šāda veida konstrukciju samitrināšanos, virspamatam jābūt vienā plāksnē ar sienu vai siena jāizvirza uz āru par 1—2 cm, vai arī virspamata atkāpe jāizveido ar slīpumu 45° (16. 14. att. *b*, *c*, *d*).

● Bieži vien balkonu dēļ rodas nopietni ēku sienu bojājumi, jo lietus un kūstošā sniega ūdens izsūcas ne tikai caur balkona grīdu, bet bagātīgi iesūcas ēkas sienā un pārsegumā. Tādējādi viens balkons samitrina divu stāvu dzīvokļu sienas.

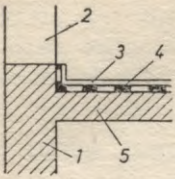
Šo bojājumu novēršanai balkona grīdai jāuzstrādā hidroizolējošs veltņu materiāla paklājs. Paklājs jāiesedz 2 kārtās, sākot no balkona durvju sliekšņa augstākā līmeņa līdz balkona malām (16.15 att.). Lai kūstošā sniega ūdens un lietus šļakatas neiekļūtu ēkas sienās, kas atrodas blakus balkona durvīm, hidroizolējošā paklāja augšējās malas līmenim, skaitot no balkona grīdas līmeņa, jābūt ne mazākam par 0,5 m.

Pēc tam balkona hidroizolējošā paklāja grīdas daļai uzstrādā 3—6 cm biezu betona javas kārtu un izveido



16.14. att. Lietus ūdens virspamata-sienas sajūguma mezglā:

a — nepareizi: *1* — virspamats ar atkāpi; *2* — virspamata horizontālā virsma bez hidroizolācijas; *3* — virspamatam pieguļošā zeme nav noplanēta;
b — pareizi: *1* — virspamats ar sienu vienā plāksnē; *2* — virspamats hidroizolēts; *3* — virspamatam pieguļošā zeme noplanēta ar kritumu virzienā no ēkas; *c* — pareizi: *1* — siena ar atkāpi; *2* — hidroizolēts virspamats; *3* — virspamatam pieguļošā zeme noplanēta ar kritumu virzienā no ēkas; *d* — pareizi: *1* — virspamata atkāpe ar 45° slīpumu virzienā no ēkas; *2* — hidroizolēts virspamats; *3* — virspamata pieguļošā zeme noplanēta ar kritumu virzienā no ēkas



16. 15. att. Balkona hidroizolēšana:
1 — siena; *2* — durvju aila; *3* — betona aizsargkārta; *4* — hidroizolējošs paklājs; *5* — balkona pamatne

racionālu ūdens noteku. Sienu hidroizolējošā paklāja segumam uzstrādā 1—2 cm biezu betona javas apmetumu.

● Lai lietus ar sava kritiena dinamiku vai ar vēja spiedienu neiesūktos ķieģeļu, betona, gāzbetona vai apmestās ārsienās, to ārējās virsmas ieteicams apmiglot ar kāda silicijorganiska preparāta — silikona šķīdumu. Silikoniem piemīt īpašība ūdeni «atgrūst» no sevis. Tādēļ tikai dažus mikronus biezam silikonu uzmiglojumam piemīt izcilas hidrofobas īpašības. Ar silikoniem apstrādāto konstrukciju atmosfēras faktoru iedarbes izturība ievērojami pieaug. Tajā pašā laikā silikonu uzmiglojums neaizsprosto mūra poras, ļauj tām «elpot» un žūt. Caur sienu plūstošais telpu siltais un mitrais gaiss var brīvi izplūst atmosfērā.

Silikonu izcilās hidrofobās īpašības saglabājas līdz 6 gadiem, pēc tam apmiglojums jāatkārto.

No silikoniem celtniecībā visplašāk lieto preparāta ГКЖ-94-etilsiloksāna polimēru. Ķīmiskā rūpniecība ražo divu veidu silikonus ar nosaukumu ГКЖ-94. Viens no tiem ir koncentrēts (100%), viskozs, dzeltens, caurspīdīgs šķidrums, otrs — 50% pienbalta emulsija.

Koncentrēto ГКЖ-94 pirms lietošanas atšķaida ar organiskajiem šķīdinātājiem un pēc tam ar ūdeni attiecībā 1 : 20.

Silikona 50% emulsiju bez šķīdinātāju piedevas rūpīgi samaisa ar ūdeni attiecībā 1 : 10.

16.2.3. Kondensācijas mitruma novēršana

Nopietnus ēku sienu un pārsegumu bojājumus izraisa telpu mitrums, kas kondensējas uz ārsienām vai bēniņu pārsegumiem. Kondensācijas ūdens iedarbē apmetumā un krāsu pārklājumā var norisēt korodējoši ķīmiski vai fizikāli procesi. Uz mitrajām sienām ieviešas pelējuma sēnītes, kas savu dzīvības procesu norisēs izdala būvmateriālus korodējošus fermentus un organiskās skābes. Mitrais, siltais gaiss, vājais apgaismojums un nepietiekamā gaisa cirkulācija rada ideālu vidi pelējumu sēnīšu attīstībai.

Dažu sugu pelējumu sēnītes veģetē uz būvkonstrukciju virsmām, turpretim citas iedziļinās būvmateriāla porās, kur bojā krāsojumu, tapetes un apmetumu.

Ir viens vienīgs radikāls kondensācijas mitruma novēršanas veids — visās telpās jānodrošina vienmērīga, dotajiem apstākļiem atbilstoša temperatūra un mitrais gaiss, kas rodas telpās, dabiskā vai mākslīgā ceļā jāizvada no tām.

Kondensācijas mitrums bieži rodas tad, ja ēkas ārsienām un augšējā stāva pārsegumam nav pietiekamas termiskās pretestības. Šādos gadījumos sienās un bēniņu pārsegumos jāierīko papildu termoizolācija.

16.2.4. Jaunceltnes mitruma novēršana

Mūrējot un uzstrādājot apmetumu, ar javu jaunbūvē ievada lielu daudzumu ūdens, no kura tikai maza daļa vajadzīga javas saistīšanās procesam. Celtnes būvēšanas laikā iztvaiko tikai neliela daļa liekā ūdens. Atlikušais ūdens kopā ar būvēšanas laikā konstrukcijās nokļuvušo atmosfēras mitrumu mākslīgi vai dabiski jāizvada no konstrukcijām.

Jāievēro, ka katra mitruma atdeve saistīta ar lielāku vai mazāku apmetuma ieraušanos un līdz ar to lielāku vai mazāku plaisiņu veidošanos. Būvkonstrukcijām žūstot, tajās noris arī telpiski ieraušanās un uzbriešanas procesi. Piemēram, koka pārsegumos un starpsienās, kurām ir visciešākās saites ar apmetumu, koksnes ieraušanās un uzbriešanas procesos tas sāk plaisāt. Ja apmetuma žūšana noris lēni, dabiskos apstākļos, ja apmetums ar piemērotu javu rūpīgi uzstrādāts, tad niecīgo plaisiņu rašanos var neņemt vērā.

Turpretim, ja jaunceltni žāvē mākslīgi, paātrinātā veidā, tad var rasties lielāki apmetuma bojājumi. Tas var notikt, ne tikai apmetumam žūstot, bet arī visu ēkas konstrukciju straujas žūšanas procesā. Sevišķi bīstami ir tad, ja konstrukcijās iebūvēta mitra koksne vai svaigi mākslīgie būvakmeņi.

Jaunceltni mākslīgi žāvējot, telpu temperatūra nedrīkst pārsniegt 30 °C. Žāvējot ar krāsnīm, tās nedrīkst novietot pārāk tuvu sienām, pie tam to novietojums bieži jāmaina. Žūšanas laikā nepieciešama intensīva telpu vēdināšana.

16.3. ZEMES MITRUMA NOVĒRŠANA

Zemes mitrums ēku konstrukcijās nokļūst caur pamatiem bez statiskā spiediena iedarbes un pārvietojas difūzijas un kapilāro spēku ietekmē. Tas pārvietojas pa zemes kapilāriem, kur samitrina zemē iedziļinātās konstrukcijas (pamatus u. c.), un pa tām pārvietojas uz augšu, samitrinot ēkas sienas nereti līdz trešajam stāvam. Samitrinātās sienas daļu sava mitruma atdod citām ar tām sajūgtajām konstrukcijām. Pārējais mitrums iztvaiko atmosfērā.

Samitrinātās sienās ķieģeļu, cementa un kaļķu javas vieglāk šķīstošie komponenti pāriet šķīdumā un, ūdenim iztvaikojot, atstāj uz sienām neglītus izsvīdumu plankumus. Mitruma iedarbē ārējais sienu apmetums nolobās un nokrīt, mūrējums sairst, ķieģeļi kļūst vaļīgi un sienas pakāpeniski zaudē savu stiprību.

Mitrums bieži nokļūst arī ārsienu iekšpusē, kur bojā tapetes un sienu krāsojumu. Tādējādi zemes mitrums nokļūst dzīvojamās vai darba telpās, kur rada nehigiēniskus dzīves un darba apstākļus.

Zemes mitrumam caur sienām nokļūstot ēkas koka konstrukcijās, tās pārņem piepju organismi, kā arī kukaiņi koksngrauži un ātri saārda tās. Sevišķi bīstami zemes mitrums ir apakšējā stāva pagrīdēm, kur rada piepju attīstībai ideālu mikroklimatu.

Lai konstrukcijas pasargātu no virszemes ūdeņiem, nepieciešami konstruktīvi pasākumi — hidroizolācija.

16.3.1. Mitrums virspamata mezglā

Virspamats ir ēkas nesošo sienu apakšējā daļa, bet tā uzdevums ir arī aizsargāt sienas, ar tām sajūgtās konstrukcijas un pagrīdi pret augšup kāpjošajiem zemes un virszemes ūdeņiem, kā arī aizsargāt pagrīdi pret salu. Tāpēc, lai virspamats neizsaltu, tam jābūt pietiekami biezam. Ja virspamats ir par plānu, tas no iekšpuses pa visu tā perimetru jāapber ar kādu siltumizolējošu materiālu (izdedži u. tml.) vai arī pa visu tā perimetru no iekšpuses ar bitumena mastiku jāpiestiprina 5—10 cm biezs minerālvates voiloks.

● Ēkas sienu nodrošināšanai pret zemes mitruma un virszemes ūdeņu iesūkšanos virspamata augšējai horizontālajai virsmai jāierīko bitumena veltņu materiāla (rube-

roīda u. c.) hidroizolācija. Pieredze rāda, ka drošāk ir veltņu materiāla hidroizolāciju iesegt divos līmeņos: apakšējo — 10 cm virs noplanētā zemes līmeņa un augšējo — virspamata horizontālai virsai. Ja hidroizolācija ierīkota tikai augšējā līmenī, tad pa pamatu kapilāriem uz augšu kāpjošais mitrums, ziemā sasalstot, noloba virspamata apmetumu.

Virspamata hidroizolācijas iesegšanas gaita

— Ar cementa-smilts (1 : 3) javu rūpīgi nolīdzina virspamata horizontālo virsmu (16.16. att.) un, to regulāri samitrinot ar ūdeni, ļauj cietēt.

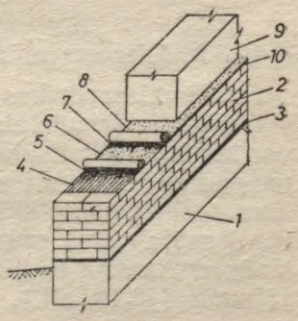
— Veltņu materiālu atbrīvo no vizlas, smilšu vai talka apkaisījuma.

— Sausai virspamata virsmai, kā arī veltņu materiāla apakšējai virsmai uzziež plānu bitumena mastikas kārtiņu un, tūdaļ pielāgojot veltņu materiāla sloksni savā vietā, to, cieši piespiežot, pielīmē. Slokšņu savienojumu vietas izveido ar 10 cm pārlaidumu. Analogi pirmai kārtai pielīmē otro kārtu.

Virspamata veltņu materiāla hidroizolācijas mala nedrīkst izvirzīties no sienas uz ārpusi, jo tā uztvertu lietus ūdeni un ievadītu to sienā. Tāpēc hidroizolācijas ārējā mala jāapgriež, lai tā būtu vienā plāksnē ar virspamata vertikālo virsmu.

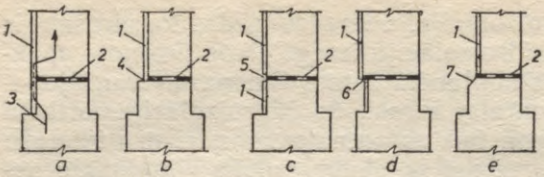
Virspamata hidroizolēšanai jāņem pēc iespējas mazāk bitumena mastikas (ne vairāk kā 0,5 kg/m^2), jo zem ēkas sienu lielā svara, sevišķi karstā laikā, tā var iztecēt no līmējuma un sabojāt virspamata glīto izskatu.

● Veidojot virspamata un ēkas sienas sajūgmezgla hidroziolāciju, jāievēro šādi nosacījumi (16.17. att.).



16.16. att. Virspamata horizontālā hidroizolācija:

1 — pamats; *2* — virspamats; *3* — apakšējā hidroizolācija; *4* — nolīdzinoša cementa javas kārta; *5* — bitumena mastika; *6* — pirmā ruberoīda sloksne; *7* — bitumena mastika; *8* — otrā ruberoīda sloksne; *9* — ēkas siena; *10* — virsējā hidroizolācija.



16.17. att. Apmetums virspamata sienas mezglā:

a — nepareizi: virspamatam un sienai ir nepārtraukts apmetums; *b* — nepareizi: virspamatam pakāpienveida atkāpe; *c* — pareizi: starp virspamata un sienas apmetumu 2 cm atstarpe; *d* — pareizi: siena izvirzīta uz āru; *e* — pareizi: virspamata atkāpe izveidota 45° leņķī virzienā no sienas; *1* — apmetums; *2* — hidroizolācija; *3* — mitrums no pamata pa apmetumu, apejot hidroizolāciju, iesūcas sienā; *4* — uz virspamata atkāpes sakrājušies nokrišņi caur apmetumu iesūcas sienā; *5* — atstarpe apmetumā; *6* — siena izvirzīta no apmetuma uz āru; *7* — virspamata atkāpe izveidota 45° leņķī virzienā no sienas

— Ja virspamats un ēkas siena izveidoti vienā plāksnē, virspamata apmetums nedrīkst saplūst ar sienas apmetumu, jo caur virspamata kapilāriem uz augšu kāpjošais mitrums, apejot horizontālo izolāciju, nokļūst sienā. Starp virspamata un sienas apmetumu jāatstāj apmēram 2 cm plata atstarpe.

— Virspamatam nedrīkst būt pakāpienveida atkāpes no sienas. Uz tādas atkāpes sakrājas sniegs, ledus, kā arī lietus ūdens, kas, sūcoties caur apmetumu, samitrina sienu.

— Ieteicams ēkas sienu par 2 cm izvirzīt uz āru vai arī virspamata atkāpi izveidot ar slīpumu 45° virzienā no ēkas.

— Ēkas pirmā stāva grīdas konstrukcijām jābūt virs hidroizolācijas kārtas līmeņa.

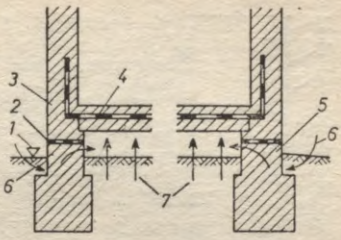
— Virspamatam pieguļošā zemes virsma jānoplanē ar kritumu no ēkas un apmale jānostiprina ar bruģi, betonu vai asfaltu.

16.3.2. Mitrums mūra ēku apakšējo stāvu grīdās

No būvaizsardzības viedokļa apakšējo stāvu grīdas ir visvairāk apdraudētais ēku konstrukciju mezgls. Pagrīdē var iekļūt ne tikai gruntsūdens, bet arī virszemes ūdeņi un pa pamatu un zemi uz augšu kāpjošais zemes mitrums. Zemes mitrums, nokļūstot pagrīdē, pāriet tvaika stāvoklī, kondensāta veidā nokļūst grīdu konstrukcijās, tās samitrinās un izraisa to ķīmiskus, fizikālus un bioloģiskus bojājumus (16.18. att.).

16.18. att. Zemes un virszemes mitrums pagrīdā:

1 — zemes līmenis; *2* — virspamata horizontālā hidroizolācija; *3* — siena; *4* — grīdas hidroizolācija; *5* — virspamats; *6* — virszemes ūdeņu ieplūde; *7* — zemes mitrums



Atkarībā no apstākļiem zemes mitruma un virsmas ūdeņu iesūkšanos grīdu konstrukcijās var novērst ar vairākiem risinājumiem, no kuriem dažus īsumā apskatīsim.

Ja pagrabu telpu grīdu apdraud tikai zemes mitrums, tā iesūkšanās novēršanai grīdā, kā arī sienās vajadzīgā augstumā jāiesedz 1—2 kārtas biezs bitumena veltņu materiāla hidroizolējošais paklājs (16.19. att.). Paklājs jāiesedz saskaņā ar iepriekš (16.1.) dotajiem norādījumiem.

Grīdas pamatnei tieši uz noblīvētas grunts uzber kādu nekapilāra būvmateriāla (rupja grants, oļi, akmens šķembas) kārtu, noblietē to un uz tās uzbetonē 5—10 cm biezu grīdas pamatni.

— Kad betona pamatne sacietējusi un ir sausa, tai uzsedz hidroizolējošo veltņu materiāla paklāju.

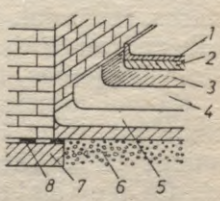
— Hidroizolējošam paklājam uzbetonē 5—10 cm biezu aizsargkārtu.

— Sacietējušai betona aizsargkārtai uzstrādā ksilolīta, koka vai cita materiāla grīdas klāju.

● Mūra ēkas bezpagraba daļās apakšstāva grīdas pret mitruma iesūkšanos nodrošina šādi (16.20. att.).

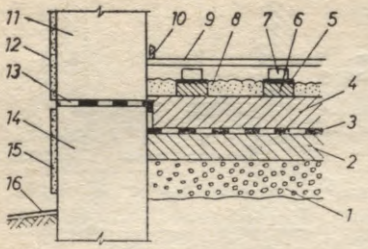
— Tieši uz noblietētas grunts uzber nekapilāra būvmateriāla (rupja grants, oļi, akmens šķembas) 15—20 cm biezu kārtu. To nolīdzina, noblietē un uzbetonē 5—10 cm biezu grīdas pamatni.

Sacietējušai, sausai betona pamatnei uzstrādā 1—2 kārtās bitumena veltņu materiāla hidroizolējošo paklāju (16.1.).



16.19. att. Zemes mitrums mūra ēkas pagrabā:

1 — grīda; *2* — hidroizolējošā paklāja aizsargkārta; *3* — hidroizolējošā paklāja virsējā sloksne; *4* — paklāja apakšējā sloksne; *5* — grīdas pamatne; *6* — nekapilāra materiāla pildījums; *7* — pamats; *8* — hidroizolācija



16.20. att. Mūra ēkas apakšstāva grīda bezpagraba daļā:

1 — nekapilāra materiāla pildījums; *2* — grīdas betona pamatne; *3* — hidroizolējošais paklājs; *4* — paklāja betona aizsargkārta; *5* — hidroizolācija; *6* — ķieģeļu stabiņš; *7* — grīdas gulsnis; *8* — siltumizolācijas pildījums; *9* — grīdas klājs; *10* — grīdlīste; *11* — siena; *12* — sienas apmetums; *13* — virspamata hidroizolācija; *14* — virspamats; *15* — virspamata apmetums; *16* — bruģēta apmale ar kritumu virzienā no ēkas

— Hidroizolējošam paklājam uzbetonē 5—10 cm biezu aizsargkārtu.

— Sacietējušai betona aizsargkārtai uzmūrē 1—2 ķieģeļu augstus stabiņus un to virsmai ar bitumena mastiku uzlīmē 2 kārtas ruberoīda.

— Uz izveidotās ruberoīda hidroizolācijas kārtas novieto antiseptizētus koka gulšņus, kuriem uzstrādā dēļu vai cita materiāla grīdas klāju.

— Lai grīda būtu silta un lai paaugstinātu tās skaņu izolāciju, starpgrīdā ievieto izdedžu vai cita materiāla pildījumu.

16.3.3. Koka ēku apakšstāva grīdas

Kaut gan koksne ir izcils būvmateriāls, bet tas daudz vairāk pakļauts mitruma iedarbei nekā minerālie būvmateriāli. Un tiešām, ik uz soļa redzam, ka koka apakšstāva grīdas un ar tām sajūgtās konstrukcijas piepes un koksngrauži iznīcina pāris gados. Tam par iemeslu ir ne tikai koksnes zemā bioloģiskā izturība, bet arī nepareizie konstruktīvie risinājumi vai nepietiekami rūpīgi izpildītais darbs. Ievērojot, ka koka ēkas apakšstāva grīdas ir visvairāk apdraudētais ēku konstrukciju mezgls, apskatīsim, kā tās veidojamas, lai nodrošinātu tām ilgu mūžu.

Kā jau minēts, koksne var kalpot neierobežoti ilgi, bet tikai tad, ja tā ir gaissausa, t. i., ja tās mitrums nepārsniedz 18%. Tātad drīkst iebūvēt tikai gaissausu koksni un tai n e p ā r t r a u k t i jānodrošina sausi ekspluatācijas

apstākļi. Bez tam visi koka būvelementi pirms iebūvēšanas no visām pusēm, arī no galiem, bagātīgi un rūpīgi jāantiseptizē.

● Koka ēku virspamatam hidroizolāciju ieteicams uzstrādāt divos līmeņos: apakšējo — 10 cm virs zemes līmeņa un virsējo — tā horizontālajai virsmai. Virspamata iekšējo sānu virsmas ieteicams 2—3 kārtās nootēt ar bitumena mastiku vai ar bitumena НБ-III šķīdumu benzīnā.

● Ja ēkas virspamats ir nepietiekami biezs, tas ziemā var izsalt, tā rezultātā būs vēsa grīda un pagrīdē kondensēsies mitrums, kas izraisīs koka būvelementu trupēšanu. Tādos gadījumos virspamata izsalšana jānovērš, gar tā iekšējiem sāniem, pa visu tā perimetru uzberot izdedžu kārtu vai ar bitumena mastiku piestiprinot minerālvates voiloku.

● Koka grīdas gulšņi un tās dēļu klājums nedrīkst saskarties ar grunti, kā arī ar siltumizolācijas (izdedžu u. c.) pildījumu, jo zemes mitrums, pa tiem sūcoties uz augšu, samitrina grīdas konstrukcijas, kas izraisa to trupēšanu. Pieredze rāda, ka visur, kur koka grīdu konstruktīvie elementi ir bijuši saskarē ar augsni vai siltumizolācijas uzbērumu, pāris gados piepju iedarbē tie gājuši bojā. Atstatums starp pagrīdes siltumizolējošā materiāla uzbēruma kārtu un grīdas gulšņu līmeni nedrīkst būt mazāks par 10 cm.

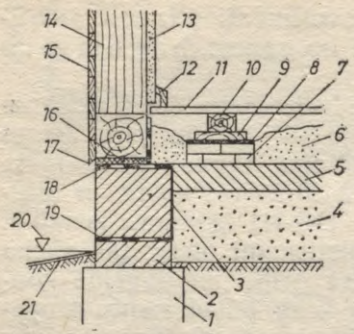
Visos gadījumos koka ēku virspamata hidroizolācijas pasākumi jāveic, kā norādīts 16.3 nodaļā. Jāievēro arī visi citi norādījumi par ēkas sienu novietošanu uz virspamata, to apmešanu, apšūšanu ar dēļiem utt.

● Koka ēku apakšstāva grīdu veidošanā apskatīsim dažus raksturīgākos orientējošos piemērus. Vispirms jāatzīmē, ka jaunbūves laukums jāatbrīvo no virsējās augsnes kārtas, no zāles un koku saknēm, celmiem u. tml., kas var kļūt par organisko vielu bāzi koksni ārdošajām piepēm.

● Ja apkurināmās koka ēkas atrašanās vietā gruntsūdens līmenis ir zems, ja tas atrodas zem ēkas pamatu pēdas, tad apakšstāva grīda jāveido šādi (16.21. att.).

— Virspamatam jāuzstrādā horizontālā hidroizolācija. Virspamata iekšējo sānu virsmas jānootē 2—3 kārtās ar bitumena mastiku vai bitumena НБ-III šķīdumu benzīnā.

— No augsnes kārtas atbrīvotai, noblietētai gruntij



16.21. att. Koka ēkas apakšstāva grīda:

1 — pamats; *2* — virspamats; *3* — bitumena mastikas slānis; *4* — grants vai oļu pildījums; *5* — betona kārta; *6* — siltumizolācijas pildījums; *7* — ķieģeļu stabiņš; *8* — hidroizolācija; *9* — koka paliktnis; *10* — grīdas gulsnis; *11* — dēļu grīdas klājs; *12* — grīdlīste; *13* — apmetums; *14* — koka siena; *15* — dēļu apšuvums; *16* — sūnu vai pakulu blīvējums; *17* — apšuvuma dēļa mala apdarināta 45° leņķī; *18* — virspamata augšējā hidroizolācija; *19* — virspamata apakšējā hidroizolācija; *20* — zemes līmenis; *21* — apmale ar kritumu virzienā no ēkas

uzber 15—25 cm biezu nekapilāra būvmateriāla (rupjākas grants, oļu, akmens šķembu) kārtu un noblietē.

— Noblietētam pildījumam uzbetonē 5—10 cm biezu betona kārtu — grīdas pamatni.

— Sacietējušai betona kārtai uzmūrē 15—25 cm augstus ķieģeļu stabiņus.

— Stabiņu horizontālajai virsmai ar bitumena mastiku uzlīmē 2 kārtas ruberoīda hidroizolācijas.

— Uz stabiņu hidroizolācijas kārtas novieto antiseptizētus koka paliktņus — grīdas gulšņu balstus.

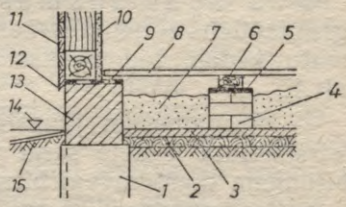
— Pagrīdē iepilda sausu siltumizolācijas materiālu: izdedžus, minerālvati u. tml.

— Uz antiseptizētiem gulšņiem ieliek antiseptizētu koka grīdas klāju un pieliek spraugu grīdlīstes pagrīdes vēdināšanai.

Šādi veidotas koka ēku apakšstāva grīdas ir siltas un, ja to konstrukcijās iebūvēti veseli, gaissausi, rūpīgi antiseptizēti koka būvelementi, tās ir ilgstoši izturīgas pret piepju ārdošo iedarbi.

16.22. att. Nelielas koka ēkas apakšstāva grīda:

1 — pamats; *2* — mālu kārta; *3* — grīdas betona pamatne; *4* — ķieģeļu stabiņš; *5* — hidroizolācija; *6* — grīdas gulsnis; *7* — siltumizolācijas pildījums; *8* — dēļu grīdas klājs; *9* — virspamata hidroizolācija; *10* — sienas apmetums; *11* — dēļu apšuvums; *12* — dēļa mala, apdarināta 45° leņķī; *13* — virspamats; *14* — zemes līmenis; *15* — apmale ar kritumu virzienā no ēkas



● Nelielām ēkām, ja to atrašanās vietā augstākais gruntsūdens līmenis ir zem pamatu pēdas, apakšstāva grīdas var ierīkot tieši uz gulšņiem, kas balstās uz zemiem ķieģeļu stabiņiem (16. 22. att.).

— No augsnes kārtas atbrīvotai gruntij uzstrādā 10—20 cm biezu, treknu, mīkstu mālu kārtu un rūpīgi noblietē.

— Noblietētai mālu kārtai uzstrādā 5—10 cm biezu liesāka betona kārtu.

— Sacietējušai betona kārtai uzmūrē līdz 25 cm augstus ķieģeļu stabiņus.

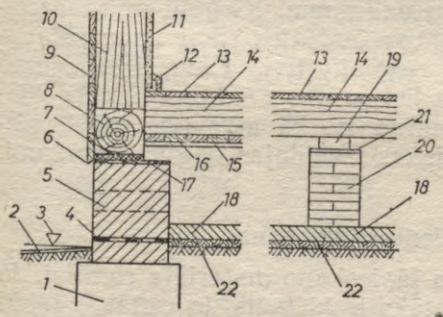
— Stabiņu horizontālajai virsmai ar bitumena mastiku pielīmē 2 kārtas ruberoīda un uzliek antiseptizētus koka paliktņus — gulšņus.

— Pagrīdē iepilda sausu siltumizolācijas materiālu (izdedžus u. tml.) tādā daudzumā, lai tas nesaskartos ar grīdas koka būvelementiem.

— Uz gulšņiem ieliek grīdas klāju un pieliek spraugu grīdlīstes pagrīdes vēdināšanai.

● Ēkām, kas atrodas vietās, kur augsts gruntsūdens līmenis, kur pamatu apakšējā daļa atrodas gruntsūdenī ēkas bezpagraba daļās, apakšstāva grīdas jāierīko uz sijām (16.23. att.). Te grīdas sijas un melnā grīda kopā ar siltumizolācijas uzbērumu balstās uz augstākiem ķieģeļu stabiņiem.

Darbs jāveic šādā secībā.



16.23. att. Koka ēkas apakšstāva grīda:

1 — pamats; *2* — apmale ar kritumu virzienā no ēkas; *3* — zemes līmenis; *4* — virspamata hidroizolācija; *5* — vēdināšanas kanāls; *6* — apšuvuma dēļa mala, apdarināta 45° leņķī; *7* — sūnu vai pakulu blīvējums; *8* — sienas apakšējais vainags; *9* — sienas dēļu apšuvums; *10* — ēkas siena; *11* — apmetums; *12* — grīdlīste; *13* — grīdas klājs; *14* — grīdas sija; *15* — melnās grīdas apšuvums; *16* — melnā grīda; *17* — virspamata augšējā hidroizolācija; *18* — pagrīdes betona kārta; *19* — koka paliktnis; *20* — ķieģeļu stabiņš — sijas balsts; *21* — stabiņa hidroizolācija; *22* — mālu kārta

— No augsnes kārtas atbrīvotai gruntij uzstrādā 10—20 cm biezu mīksta, trekna māla kārtu un labi noblietē.

— Noblietētai mālu kārtai uzstrādā 5—10 cm biezu liesāka betona kārtu.

— Sacietējušai betona kārtai uzmūrē vajadzīgā augstumā ķieģeļu stabiņus.

— Stabiņu horizontālajai virsmai ar bitumena mastiku uzlīmē 2 kārtas ruberoīda un uzliek antiseptizētus koka paliktņus — siju balstus.

— Sijām pienaglo latas, virs tām ierīko melno grīdu, ievieto grīdas siltumizolācijas materiālu (izdedžus, minerālvati u. tml.).

— Ieliek grīdas klāju un pieliek spraugu grīdlīstes.

— Pagrīdes vēdināšanai virspamatā ierīko vēdināšanas kanālus (šķērsgriezums 15×25 cm). Atstatums starp kanāliem apmēram 2 m. Siltajā laikā vēdināšanas kanāli jātur vaļā, lai pagrīde žūtu, bet, iestājoties vēsam laikam, tie rūpīgi jānoblīvē, lai aukstais gaiss neieplūstu pagrīdē.

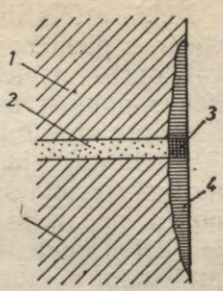
16.4. ĒKU SIENU AIZSARGĀŠANA PRET MITRUMU

Ķieģeļu mūrim, ja tas celts no labi apdedzinātiem ķieģeļiem un ja visi celtniecības darbi lietpratīgi un rūpīgi veikti, nekādi speciāli pasākumi tā nodrošināšanai pret lietus ūdens iesūkšanos nav vajadzīgi, jo lietus ūdens to samitrina tikai līdz 2 cm dziļumam. Ķieģeļu mūra dziļākos slāņos lietus ūdens var iesūkties tikai caur izšuvojumu, ja tas izpildīts nekvalitatīvi. Caur izšuvojumu ķieģeļu mūrī nokļuvušais lietus ūdens šķīdina vieglāk šķīstošos mūrjavas komponentus, no kā mūrjava sairst, ķieģeļi kļūst vaļīgi un uz sienas izveidojas neglīti izsvīdumi.

16.4.1. Ķieģeļu mūra sienu izšuvošana

Mūra izšuvošanas java jāpieskaņo materiāla cietībai. Jo labāk apdedzināts, jo cietāks ir ķieģelis, jo cietākai jābūt izšuvošanas javai. Parasto mūra ķieģeļu izšuvošanai piemērota II grupas cementa-kaļķu-smilts java tilpuma attiecībās 1 : 2 : 8.

Celtniecības praksē bieži pieļauj kļūdas, mīkstam ķieģelim lietojot pārāk stipru izšuvošanas javu vai arī mūri izšuvojot par agru, kad mūrējuma java vēl nav pienācīgi



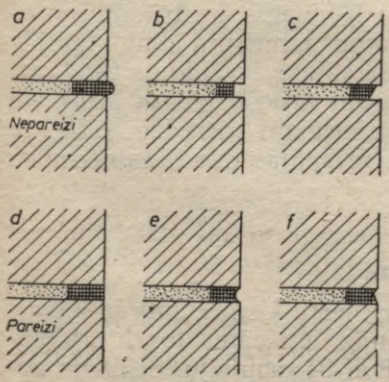
16.24. att. Nepareizs ķieģeļu sienas izšuvojums: *1* — ķieģeļi; *2* — mūrjava; *3* — sekla šuve no izšuvošanas javas; *4* — atskaldījusies ķieģeļu šķemba

sacietējusi. Tādos gadījumos ķieģeļu šķautnes kopā ar sacietējušo izšuvošanas javu atskaldās no sienas un nokrīt. Šādus mūra defektus parasti kļūdaini pieraksta sala bojājumiem (16.24. att.). Cietākiem ķieģeļiem piemērota cietāka java (1 : 2 : 6), bet klinkerķieģeļiem pat tīra cementa-smilts (1 : 3) java. Izšuvošanas javai visos gadījumos jābūt nedaudz treknākai (cietākai) par mūrējuma javu.

Mūra izšuvošana jāveic divos darba gājienos. Pirmajā gājienā java stingri jāiespiež visā šuves dziļumā un tūlīt pēc tam otrajā gājienā ar izšuvju lāpstiņu vai koka izšuvju klucīti tā stingri, rūpīgi jānoblīvē un jānogludina.

Izšuvošanas javas saistīšanās un cietēšanas laiks pēc iespējas jāsaskaņo ar mūrējuma javas īpašībām. Jāievēro, ka, jo lēnāk izšuvošanas java cietē, jo izturīgāks būs izšuvojums, jo mazāk tajā radīsies plaisiņas, pa kurām lietus ūdenim iespēja iekļūt mūrī.

Ķieģeļu mūra šuvēm jābūt vismaz 15 mm dziļām, bet klinkerķieģeļu mūra šuvēm — 20 mm un pat dziļākām. Tām jābūt ar asām šķautnēm. Pirms izšuvošanas šuves ar asu suku jāatbrīvo no javas drumslām, pēc tam mūris labi jāpiesātina ar ūdeni. Lai izšuvojumu aizsargātu pret priekšlaicīgu izžūšanu, svaigais izšuvojums pirmajā laikā regulāri jāmitrina ar tīru ūdeni.



16.25. att. Izšuvojumu piemēri: Nepareizi: *a* — izceltā šuve ar laiku nolobās; *b* un *c* — nepareizi ierautajās šuvēs sakrājas nokrišņi. Pareizi: *d* — gluda šuve; *e* un *f* — pareizi ielocītas šuves

16.25. attēls ilustrē dažus pareizus un nepareizus izšuvošanas piemērus. Ja ķieģeļu izšuvojums nepareizi veidots vai darbs nepietiekami rūpīgi izpildīts, caur to lietus ūdens nokļūst mūrī un izraisa kā ķieģeļu, tā mūrējuma fizikālus un ķīmiskus bojājumus.

Attēla augšējā rindā parādīti nepareizi izšuvošanas risinājumi. Izceltā šuve (16.25 att. *a*) parasti ātri nolobās un nokrīt, nepareizi ierautajās šuvēs (16.25. att. *b*, *c*) uzkrājas lietus ūdens un caur ķieģeļu un izšuvojuma porām un plaisiņām nokļūst mūrī.

Attēla apakšējā rindā redzami pareizi izšuvošanas piemēri, kur izšuvojums izveidots (16.25. att. *d*) vienā plāksnē ar ķieģeļu mūri (gludšuvē), kā arī pareizi ielocītu šuvju veidā (16.25. att. *e*, *f*).

16.4.2. Sienu apmetums pret lietus iedarbi

Parasto ķieģeļu mūrus pret lietus ūdens iesūkšanos labi nodrošina ūdeni vāji uzsūcošs cementa-kaļķu-smilts (1 : 3 : 12) apmetums. Apmetums jāuzstrādā divās kārtās, pie tam pirmai (apakškārtai) jābūt nedaudz stiprākai par virsējo. Pretējā gadījumā apmetuma sitprākā virskārta vājāko apakškārtu atrauj no mūra un apmetums nokrīt.

Šuvju dziļums nedrīkst būt mazāks par 15 mm. Ēkas ārsienu ārējais apmetums jāuzstrādā tad, kad ķieģeļu sienu mūrējums pietiekami sacietējis, kad ēka atrodas zem jumta, kad teknes un notekcaurules ēkai jau pierīkotas.

Pirms apmetuma uzstrādāšanas mūra šuves ar asu suku rūpīgi jāatbrīvo no javas drumslām un bagātīgi jāsaslapina ar tīru ūdeni.

● Koka ēku ārsienām nav ieteicams uzstrādāt apmetumu, jo lietus ūdens apmetumu samitrina dziļumā līdz 2 cm. Tādējādi koka ēku ārējos slāņos izveidojas tādi mitruma apstākļi, kas izraisa koksni ārdošo piepju attīstību.

— Ilgu gadu pētījumi un simtgadu pieredze rāda, ka ar dēļiem apšūtas koka ēkas saglabājas daudz labāk nekā apmestas ēkas.

16.4.3. Sienu hidrofobizēšana

Lai betona, apmestu un neapmestu ķieģeļu mūrus pasargātu no lietus ūdens iesūkšanās, ieteicams tos hidrofobizēt — apmiglot ar silikona ГКЖ-94 emulsiju. Silikona ap-

miglojums ķieģeļu vai apmetuma virsmām piedod hidrofobas īpašības. Ja lietus ūdens nonāk uz hidrofobizētām sienu virsmām, tās ūdeni «atgrūž», neļaujot tam iesūkties mūrī. Tajā pašā laikā silikona apmiglojums neaizsprosto būvmateriāla poras, ļauj mūra mitrumam iztvaikot un telpu siltajam mitrajam gaisam caur sienu porām izplūst atmosfērā.

Sienu hidrofobizēšanai ar silikona emulsiju tikai tad ir nozīme, ja sienas mūrētas rūpīgi, ja tās lietpratīgi izšuvotas, ja apmetums nevainojami uzstrādāts un ja visi citi ar ēkas celtniecību saistītie darbi lietpratīgi un rūpīgi veikti. Silikoni nevar novērst ēkas celšanas laikā pieļautās kļūdas un defektus. Jāievēro, ka apmiglojums ar silikonu emulsiju nenoblīvē apmetumā vai ķieģeļu izšuvošanā radušās plaisiņas un neblīvumus.

16.4.4. Sienu krāsošana

Diemžēl mūsdienās ik uz soļa vēl redzam mūra ēkas, kas krāsotas ar eļļas, emaljas u. tml. krāsām. Katrai šādi krāsotai ēkai jau pirmajā gadā vietām krāsa sāk nolobīties un zem tās sienas apmetumā un arī mūrī rodas lielāki vai mazāki fizikāli un ķīmiski bojājumi.

Tos izraisa tvaiku izolējošā krāsas plēvīte, kas sienu mitrumam un telpu mitrajam gaisam neļauj izplūst atmosfērā. Šo dabas likumu — mitrā siltā gaisa virzīšanos no siltās zonas uz auksto zonu nedrīkst neievērot.

Sienās nokļuvušajam mitrumam jāizplūst atmosfērā, un celtnieka uzdevums ir nevis mēģināt to aizturēt, bet gan sekmēt tā normālu norisi.

Tātad nekādā gadījumā mūra ēku ārsienu ārējās virsmas n e d r ī k s t k r ā s o t ar eļļas, emaljas, perhlorvinila, polivinilacetāta u. tml. tvaiku izolējošām krāsām.

Ārsienu ārējiem krāsojumiem p i e m ē r o t a s tikai minerālās krāsas (silikātkrāsas) un kaļķu krāsas, kuru pārklājumi tvaiku izolējošo plēvīti nerada.

Teiktais attiecināms arī uz apmestām koka ēkām — arī tās nedrīkst krāsot ar tvaiku izolējošām krāsām.

Turpretim ar dēļiem apšūtām koka ēkām apšuvuma krāsojums ar eļļas, emaljas u. c. tvaiku izolējošām krāsām nepieciešams, lai aizsargātu pret samitrināšanos ar lietus lāsēm. Koka sienu un telpu mitrums viegli izplūst caur apšuvuma dēļu spraugām.

16.4.5. Tvaika izolācija ēku sienās

Nereti celtnieki, it sevišķi individuālie celtnieki, lai ēkas ārsienas pasargātu no lietus ūdens iesūkšanās un lai samazinātu telpu siltuma zudumus, tās no ārpuses apšuj ar jumta papi, ruberoīdu, polietilēna plēvi u. tml. materiāliem, kuriem uzstrādā apmetumu vai silikātķieģeļu apmūrējumu. Daudzi jo daudzi pētījumi, kā arī daudzu gadu desmitu pieredze rāda, ka visas šādi apstrādātas gan mūra, gan koka ēku sienas ātri aiziet bojā.

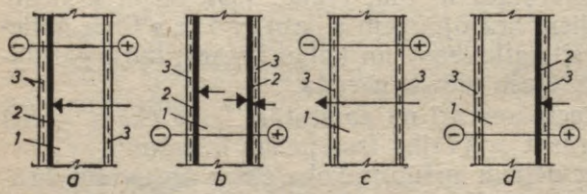
Jāzin, ka siltais gaiss vienmēr ir mitrs, atkarībā no vides temperatūras tas satur noteiktu daudzumu ūdens tvaiku. Gaisam atdziestot, samazinās tā relatīvais mitrums un liekais mitrums pāriet rasas pilienu veidā.

Pēc fizikas likuma siltā gaisa parciālais spiediens siltam gaisam ir augstāks nekā aukstam gaisam. Tāpēc siltais gaiss vienmēr, visos apstākļos virzās no siltās zonas uz auksto. Nekad otrādi! Tā tas notiek arī ēku sienās. Ziemā telpu siltais, mitrais gaiss caur sienas porām virzās uz auksto zonu un, ja tam ceļā nav nekādu šķēršļu, brīvi izplūst atmosfērā.

Turpretim, ja sienas aukstajā zonā ierīkota jumta pape, ruberoīds vai kāds cits tvaiku izolējošs materiāls, ūdens tvaiki, saskaroties ar auksto tvaika izolācijas materiālu, kondensējas, pāriet rasas stāvoklī un sakrājas sienas ārējos slāņos. Šādā veidā samirkušām sienām ziemā sasalstot, ķieģeļi kļūst vaļīgi un apmetums nokrīt.

Koka ēku sienu ārējos slāņos notiek līdzīgs samitrināšanās process, pie tam mitrums izraisa koka būvkonstrukciju trupēšanu.

Ja kādu apstākļu dēļ nepieciešams samazināt telpu siltuma zudumus, tad tvaika izolējošais materiāls jāierīko ārsienu siltajā zonā, zem iekšējā apmetuma.



16.26. att. Tvaika izolācija ēkas sienā:

a — nepareizi, izolācija atrodas aukstajā zonā; *b* — nepareizi, izolācija atrodas siltajā un aukstajā zonā; *c* — pareizi, siena bez tvaika izolācijas; *d* — pareizi, izolācija atrodas siltajā zonā; *1* — siena; *2* — tvaika izolācija; *3* — apmetums

16.26. attēlā parādīti četri ārsienu tvaika izolācijas novietošanas varianti. 16. 26. att. *a* parādīta nepareizi ierīkota tvaika izolācija aukstajā zonā, pie kuras kondensējas sienu mitrums un no apkurināmajām telpām plūstošais siltais, mitrais gaiss. 16. 26. att. *b* redzama tvaika izolācija ārsienas abās pusēs. Risinājums ir nepareizs, jo katrā būvmateriālā un tātad arī katrā sienā ir zināms daudzums mitruma, kam jāiztvaiko atmosfērā. Šajā gadījumā, kur sienas konstrukcijas gandrīz hermētiski noslēgtas, mitruma iztvaikošana ir pilnīgi izslēgta. Koka sienas šādos apstākļos pakļautas piepju ārdošai iedarbei.

Pareizs risinājums attēlots 16.26. att. *c*. Te vispār nav paredzēta tvaika izolācijas kārta, tikai sienai no abām pusēm uzstrādāts parastais apmetums. Tādējādi apmestā ķieģeļu ārsiena bez traucējumiem var žūt un izvadīt atmosfērā telpu mitro gaisu.

No būvaizsardzības viedokļa tvaika izolācija pareizi novietota 16.26. att. *d* attēlotajā variantā. Tā ierīkota ārsienu siltajā zonā. Te ārsienai saglabāta iespēja žūt un tādējādi uzlabot tās siltumu izolējošās īpašības. Telpas būs siltas, bet ne higiēniskas, jo telpu gaiss caur sienu nevar izplūst atmosfērā.

16.5. MITRUMA NOVĒRŠANA PĀRSEGUMOS

16.5.1. Mitruma novēršana betona pārsegumos

Dzīvojamās mūra ēkās, kur koka grīdas balstās uz betona pārsegumiem, to saglabāšana ir atkarīga gandrīz tikai no to klāja mitruma pakāpes.

Turpretim pirtīs, veļas mazgātavās, krāsotavās un daudzu rūpnīcu slapjajos cehos apstākļi ir citādi. Kaut gan arī te ir betona pārsegumi, tomēr atkarībā no konstruktīvajiem risinājumiem un no darba izpildījuma tie ne vienmēr atbilst savam uzdevumam. Parasti tie nav blīvi, tie ir ūdenscaurlaidīgi. Jāievēro, ka šiem ūdeņiem var būt paaugstināta temperatūra un tajos var būt izšķīdušas būvmateriāliem agresīvas vielas.

Ūdenim nokļūstot uz neblīvas grīdas, tas filtrējas ne tikai caur pārsegumu, bet arī nokļūst kā iekšējās, tā ārējās sienās un starpsienās, kur ierosina fizikālus un ķīmiskus bojājumus. Tāpēc ēkas, kurās atrodas pirtis, veļas

mazgātavas, publiskās tualetes telpas vai rūpnīcu slapjie cehi, redzamas jau no tālienes. To sienas ir slapjas, neglītas, apmetums nolobījies, mūrējuma java sairusi, ķieģeļi izkrituši, un ēka iet bojā.

Lai slapjo procedūru telpu pārsegumiem un sienām nodrošinātu ilgu mūžu, pilnīgi jānovērš ūdens iesūkšanās tajos. To panāk, iesedzot pārsegumam un sienām vajadzīgā augstumā 2—3 kārtas veltņu materiāla hidroizolējošu paklāju.

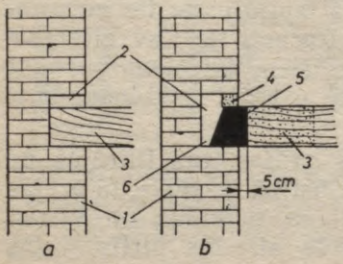
Hidroizolējošā paklāja grīdas daļai jāuzbetonē 5—10 cm bieza cementa-smilts (1 : 3) javas aizsargkārta. Paklāja sienu daļai arī jāuzstrādā tāda paša sastāva apmetums. Sevišķi agresīvos apstākļos hidroizolējošā paklāja sienu daļu ieteicams apmūrēt ar 1/2 ķieģeļa (klinkerķieģeļu) apmūrējumu, lietojot stipru cementa-smilts (1 : 3) javu.

16.5.2. Mitruma novēršana koka pārsegumos

Mūra ēku koka pārsegumos piepes visbiežāk parādās mūra ārsienu un kapitālo iekšsienu atbalsta vietās. Te siju gali pakļauti kā montāžas mitruma, tā arī kondensāta iedarbei, ko rada vēsā laikā siju ligzdās ieplūstošais siltais, mitrais telpu gaiss. No siju galiem piepju attīstības process izplatās uz citiem koka būvelementiem, līdz viss koka pārsegums aiziet bojā.

Siju galu trupēšanas novēršanai jāveic konstruktīvie pasākumi, kas samazina vai pilnīgi novērš abu minēto veidu samitrināšanās iespēju. Līdztekus konstruktīvajiem pasākumiem nepieciešami arī ķīmiskie pasākumi — koka būvelementu antiseptizēšana (16.27. att.).

Lai siju galus nesamitrinātu mūra montāžas mitrums, tie nedrīkst tieši saskarties ar sienu un arī ar siju ligzdas



16.27. att. Koka siju balsti ķieģeļu mūra sienā:

a — nepareizi — sijas gals saskaras ar mūri; *b* — pareizi — sijas gals antiseptizēts, atsevināts no mūra, ligzda aizmūrēta; *1* — siena; *2* — sijas ligzda; *3* — sija; *4* — ligzdas aizmūrējums; *5* — ruberoīda hidroizolējošs apvalks; *6* — sijas gals ar 3 cm atkāpi no ligzdas priekšējās sieniņas

priekšējo vertikālo sieniņu. Sijas gals jāattālina no priekšējās vertikālās sieniņas, ko panāk, sijas galu nozāģējot slīpi apmēram 75° leņķī.

Tādējādi apzāģēto sijas galu un it sevišķi tā pieres daļu apmēram 1 m garumā ne mazāk kā 3 reizes bagātīgi nootē ar antiseptiskās vielas šķīdumu. Kad antiseptizētā sija izžuvusi, tās galu no sāniem (izņemot pieres daļu) 2—3 kārtās apņem ar ruberoīda sloksni. Sijas pieres daļu nedrīkst aizklāt ar ruberoīdu, lai tā ekspluatācijas laikā varētu žūt. Ruberoīda sloksnei jābūt tik platai, lai tā par 3—5 cm izvirzītos no sienas uz telpas pusi.

Sienas ligzdā ievietotais sijas gals nedrīkst saskarties ar tās priekšējo vertikālo sieniņu. Tas ligzdā jāievieto ar apmēram 3 cm atkāpi uz telpas pusi. Lai telpu siltais gaiss neieplūstu ligzdā, tā rūpīgi un blīvi jāaizmūrē.

Lai sekmētu pārsegumā iebūvēto koka būvelementu žūšanu, ieteicams starpgrīdas vēdināšanai ierīkot spraugu grīdlīstes.

16.6. MITRUMA NOVĒRŠANA JUMTĀ UN BĒNIŅOS

Lai ēkas jumts atbilstu savam uzdevumam, tā slīpuma leņķis jāaprēķina atkarībā no paredzētā seguma materiāla (skārds, ruberoīds, dakstiņi, šīferis, koka dēlīši u. c.) un vietējiem klimatiskajiem apstākļiem.

Gar jumta lāstekām jāierīko teknes ar novadcaurulēm. Tekņu un novadcauruļu diametrs jāaprēķina pēc jumta virsmas laukuma, saskaņojot ar hidroloģiskās statistikas datiem.

Ēkas vaiņagdzegas jāpārsedz ar pareizi izveidotu cinkotu skārdu. Lai nokrišņi gar dūmeņa sienām nenokļūtu bēniņu konstrukcijās, to galvu konstrukciju aizmugurē — kores pusē virs jumta slīpnēm jāierīko uzjumteņi.

Bēniņos parasti izvietoti ventilācijas kanāli, centrālapkures vadi, kā arī apkures ūdens izplešanās tvertne. Ja šie agregāti nav pietiekami izolēti, tie var kļūt par mitruma avotu un samitrināt bēniņu pārsegumu, kā arī jumta konstrukcijas.

No augšējā stāva telpām caur griestu konstrukcijām uz bēniņu telpām virzās siltais, mitrais gaiss, izveidojot tur īpatnēju mikroklimatu. Ziemā mitrais gaiss pie aukstā jumta seguma kondensējas, ūdens sasalst, dažreiz

izveidojot līdz 3 cm biezu ledus kārtu. Iestājoties siltam laikam, ledus kūst un ūdens pil tieši uz jumta un bēniņu pārseguma konstrukcijām. Tā bēniņu koka konstrukcijās rodas ideāli apstākļi to trupēšanai. Tādā bēniņu mikroklimatā aiziet bojā ne tikai koka konstrukcijas, bet arī metāla būvelementi — bultas, naglas, metāla jumta segums utt. Jāievēro, ka cinkota skārda jumta segums galvenokārt korodē no apakšas, no bēniņu puses, kur tas ilgstoši pakļauts mitruma iedarbei.

Par iemeslu mitrā gaisa ieplūšanai bēniņu telpās ir nepietiekama bēniņu pārseguma termoizolācija. Ja bēniņu pārsegumā ir pietiekami bieza izdedžu, minerālvates vai cita siltumizolācijas materiāla kārta un dzīvojamo telpu gaisa relatīvais mitrums nepārsniedz 70%, tad caur pārsegumu plūstošā gaisa mitrums tajā akumulējas un, iestājoties siltam laikam, pakāpeniski iztvaiko bēniņu telpā, neradot kondensātu. Tātad, lai bēniņu telpās nerastos kondensāts, to pārsegumā jāierīko apstākļiem atbilstoša termoizolācija.

Lai samazinātu telpu siltuma zudumus, bēniņu pārsegumā uz melnajiem griestiem zem siltumizolācijas materiāla pildījuma bieži vien ievieto tvaika izolāciju — ruberoīdu, jumtu papi u. c. Tā ir nopietna tehniska kļūda. Jāievēro, ka tvaika izolācija siltajā zonā neļauj telpu mitrajam gaisam izplūst caur bēniņu pārsegumu. Pie vēsās tvaika izolācijas mitrais gaiss rada kondensātu, kas samitrina bēniņu pārseguma būvelementus, un tie piepju organismu iedarbē ātri aiziet bojā.

Līdztekus uzskaitītiem pasākumiem bēniņos jāierīko efektīva dabiskā vēdināšana. Ja vēdināšana paredzēta caur bēniņu logiem, tie jāierīko valdošo vēju virzienā.

● Bēniņos novietotiem centrālās apkures agregātiem, ventilācijas kanāliem un bēniņu pārsegumam vajadzīga laba termoizolācija. Kanalizācijas sistēmas stāvvadiem jāuzmontē cinkota skārda vēdināšanas caurules, kuras caur bēniņiem izvadītas virs jumta.

Visiem jumta koka būvelementiem — mūrlatām, apakšējiem kopturiem, kas balstās vai saskaras ar mūra sienām, jāierīko hidroizolācija, uzstrādājot 2 kārtas ruberoīda. Ja jumta segums ir no tvaika necaurlaidīga materiāla (ruberoīds, skārds), jāierīko cinkota skārda vēdināšanas caurules.

Visi jumta konstrukcijās, kā arī bēniņu pārsegumā iebūvējamie koka būvelementi pirms iebūvēšanas no visām pusēm, kā arī no galiem bagātīgi jāantiseptizē.

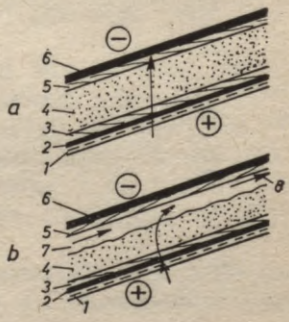
16.6.1. Bezbēniņu jumti

Pēdējā laikā arvien vairāk būvē bezbēniņu ēkas ar savietotu jumtu. Tajās jumta apakšējā virsma veido telpu griestus un virsējā jumta segumu. Ievērojot, ka bezbēniņu jumti ir lēzeni, tos iesedz ar sevišķi blīvu, ūdens un tvaika necaurlaidīgu 2—3 kārtās savstarpēji salīmētu ruberoīda vai cita veltņu materiāla paklāju. Šāds blīvs segums pastāvīgi pakļauts siltā gaisa parciālā spiediena iedarbei no telpu siltās, mitrās atmosfēras puses.

Tāds jumta segums, ja tas balstās uz koka konstrukcijām, koksnei ir bīstams, jo, tam samitrinoties, sākas koksni ārdošo piepju darbība.

● Ir veikti eksperimenti bezbēniņu jumtu konstrukciju aizsargāšanā pret samitrināšanos ar pieplūstošo silto, mitro gaisu. Šim nolūkam ierīkota tvaika izolācija ēkas siltajā zonā — starp telpu griestu apšuvumu un iekšējo apmetumu. Eksperimentos pierādījies, ka šis paņēmiens parasti nesasniedz mērķi, jo tvaika izolācija, kas ierīkota jumta siltajā zonā, ir tvaika caurlaidīgāka nekā hidroizolējošais blīvais jumta segums. Daļa mitrā gaisa caur ruberoīda šuvēm un porām tomēr nokļūst savietotā jumta konstrukcijās un izraisa to samitrināšanos.

● Labākus rezultātus sasniedz, ja starp jumta seguma un siltumizolācijas kārtu (izdedži, minerālvate u. c.) atstāj apmēram 5 cm gaisa starpslāni jumta slēgto konstrukciju dabiskai vēdināšanai (16.28 att.). Gaisa slānis



16.28. att. Bezbēniņu jumti:

a — jumts bez vēdināšanas; *b* — jumts ar dabisko vēdināšanu; *1* — griestu apmetums; *2* — tvaika izolācija; *3* — griestu dēļu apšuvums; *4* — siltumizolācijas materiāls; *5* — jumta apšuvums; *6* — jumta segums; *7* — gaisa slānis, savienots ar ārējo atmosfēru; *8* — izplūstošais gaiss

jāsavieno ar ārējo atmosfēru. Eksperimentāli noskaidrots, ka uz katru kvadrātmetru jumta laukuma vajadzīgs 8 cm^2 vēdināšanas lūku laukuma. Šāda vēdināšana palielina telpu siltumzudumu tikai par 5%, bet savietotā jumta konstrukcijām nodrošina ilgāku kalpošanu.

● Jāatzīmē, ka koksnei ir augstas sorbcijas spējas, tā pakāpeniski uzņem gaisa mitrumu, līdz kondensācijas ūdens sāk atbrīvoties rasas veidā. Tāpēc ūdens tvaiki caur koka būvelementiem pakāpeniski virzās uz auksto zonu. Nokļūstot pie aukstā jumta seguma, tie kondensējas un rasas veidā samitrina pārējās, zemākā līmeņa konstrukcijas.

17. GĀZBETONA ĒKAS

Kā jau iepriekš (6.5.) bija minēts, gāzbetons ir porains, šūnveida, mākslīgs minerāls būvmateriāls, kura porās ieslēgts gaiss. Šo īpašību dēļ gāzbetona tilpummasa ir zema un līdz ar to tam ir vāja siltumvadāmība.

Gāzbetona poras ir sīkas, bet tikai daļa no tām ir noslēgtas — vairums to ir savstarpēji savienotas. Pa savstarpēji savienotajām porām ūdens, tvaiki, mitrais gaiss viegli ieplūst gāzbetona sienās, atsevišķos blokos vai paneļos, no kurienes mitrumu grūti likvidēt, t. i., tos grūti izžāvēt. Tāpēc gāzbetona būvelementi paredzēti tikai sausām telpām, kur ir normāls siltuma un mitruma režīms.

Sausa gāzbetona ($W=5—6\%$) siltumvadāmība ir līdz 4 reizes zemāka nekā ķieģeļu vai betona mūrim. Mūsu klimatiskajos apstākļos 25 cm bieza gāzbetona ārsiena pilnīgi nodrošina dzīvojamo telpu normālu siltuma režīmu. Un tiešām, daudzas gāzbetona dzīvojamās ēkas ir siltas, mājīgas un higiēniskas.

Turpretim, ja gāzbetona bloki, paneļi vai ārsienas samitrinājušies vai samirkuši ar ūdeni, to siltumizolācijas īpašības krasi pazeminās.

Pēc valsts standarta noteikumiem, rūpnīcās ražotā gāzbetona mitrums nedrīkst pārsniegt 15%. Šāda gāzbetona bloki vai paneļi līdz mitruma optimālai normai ($W=5—6\%$) ekspluatācijas apstākļos var izžūt tikai 1—2 gadu laikā.

Ja gāzbetona izstrādājumi salīst vai samirkst citādā veidā, tie spēj uzsūkt līdz 60% ūdens. Šādā gadījumā ūdens atrodas ne tikai gāzbetona porās un kapilāros, bet arī to sieniņās. Tāds gāzbetons ekspluatācijas apstākļos var izžūt tikai 5 un vairāk gadu laikā. Tāpēc gāzbetona dzīvojamās ēkas tik bieži ir aukstas, nemājīgas, nehigiēniskas.

Tomēr gāzbetons ir vērtīgs būvmateriāls, kas piemērots nelielu ēku ārsienām, starpsienām un pārsegumiem, bet

tikai tad, ja tas iebūvēts sauss un tam ekspluatācijas laikā nodrošināts normāls mitruma un siltuma režīms.

Lai pilnīgi izmantotu gāzbetona vērtīgās tehniskās īpašības, jāievēro šādi vispārējie norādījumi.

● Saņemot rūpnīcā, bāzē vai veikalā gāzbetona izstrādājumus, jāseko, lai tie būtu rūpīgi sakrauti uz paliktņiem un novietoti zem jumta, jānoskaidro, vai tie nav bijuši lietū, vai nav mehāniski bojāti utt.

● Gāzbetona izstrādājumi, tos iekraujot, transportējot un izkraujot, jāsargā no mehāniskiem bojājumiem, kā arī no lietus, apsedzot ar brezentu, ruberoīdu, jumta papi vai polietilēna plēvi.

● Būvlaukumā gāzbetona izstrādājumi rūpīgi jānovieto uz kārtīgiem ap 25 cm augstiem paliktņiem zem jumta vai arī rūpīgi jāapsedz, kā norādīts iepriekš.

● Ja, ceļot ēku, tuvojas lielāks lietus, iebūvētā gāzbetona mūra virsma rūpīgi jāapsedz, lai tā nesamirktu.

17.1. ĀRSIENU MŪRĒŠANA

Gāzbetona bloku ārsienu mūrēšanu veic šādi.

● Ēkas pamatam jābūt pietiekami dziļam, stipram un drošam.

— Virspamatam, skaitot no noplanētā zemes līmeņa, jābūt ne mazāk kā 0,4 m augstam un, lai novērstu tā caursalšanu, ne mazāk kā 0,5 m biezam.

— Virspamata horizontālā virsma rūpīgi jānolīdzina ar cementa smilts javu (1 : 3 vai 1 : 4). Kad java sacietējusi, virspamatam ar bitumena mastiku jāpielīmē 2 kārtas bieza ruberoīda hidroizolācija (16.3.).

● Pirms mūrēšanas gāzbetona bloki jāatbrīvo no visu veidu netīrumiem un putekļiem.

● Gāzbetona bloku samūrēšanai jāņem pēc konsistences stingra portlandcementa-kaļķu-smilts java tilpuma attiecībās 1 : 3 : 9.

● Lai sausais gāzbetons neizsūktu no mūrjavas tās cietēšanai nepieciešamo ūdeni, tieši pirms mūrēšanas bloku sajūgu virsmas jāsaslapina ar tīru ūdeni.

● Ārsienu bloku samūrēšanai šuvju biezums nedrīkst pārsniegt 10 mm.

● Mūrēšanas javu nedrīkst likt visas sienas biezumā, bet tikai gar bloku malām. Bloka vidū visā tā garumā un

arī tā galos jāatstāj 7—8 cm plata bezjavas gaisa sprauga. Lai java neieplūstu spraugā, lieto divas 6—8 mm biezas, 7—8 cm platas un 70 cm garas koka (finiera) vai dzelzs sliedes.

— Sliedi uz bloka horizontālās virsmas uzliek visā tā garumā un tās abās pusēs vienmērīgā kārtā uzmet vajadzīgo daudzumu mūrjavas. Tad ar ūdeni saslapināto gāzbetona bloku rūpīgi novieto savā vietā un sliedi izvelk (17.1. att.).

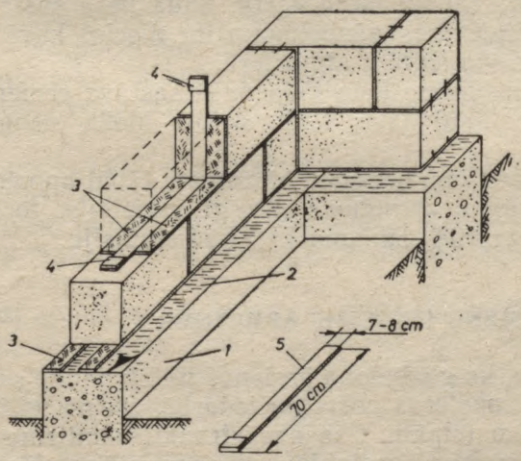
— Arī bloku vertikālās šuvēs tāpat ar sliedi jāizveido gaisa spraugas.

— Katra bloku kārta ar pusbloku pārlaidumu jāsajūdz ar iepriekšējo kārtu.

● Ja uzmūrētā gāzbetona bloku sienā ir kādi defekti, tie jāaizšpaktelē ar tāda paša sastāva javu, kāda lietota bloku samūrēšanai.

— Lielāki sienu mehāniskie bojājumi jāaizpilda ar sadauzītiem gāzbetona gabaliņiem, kas iejaukti tā paša sastāva mūrjavā.

— Ja gāzbetona ārsienu mūrējums ir nevainojami līdzens, glīts, to var atstāt bez apmetuma, krāsot ar krāsām, kas nerada tvaiku izolējošu plēvīti. Šim nolūkam piemērotas tikai silikātkrāsas (minerālkrāsas) un kaļķu



17.1. att. Gāzbetona ārsienu mūrēšana:
1 — virspamats; *2* — veltņu materiāla hidroizolācija; *3* — mūrjava; *4* — sliede; *5* — sliedes attēls (biezums 6—8 mm)

krāsas, kuras netraucē sienu žūšanu. Šādu krāsojumu ieteicams apmiglot ar 10% silikona ГКЖ-94 emulsiju.

● Eļļas, emaljas, perhlorvinila, kā arī XB emulsijas u. tml. krāsas, kuras neļauj sienām žūt un telpu mitrajam gaisam izplūst atmosfērā, gāzbetona ārsienu krāsošanai nav piemērotas.

17.2. ĀRSIENU ĀRĒJAIS APMETUMS

Uzstrādājot sienām ārējo apmetumu, javas sastāvs jāpieskaņo gāzbetona materiāla mehāniskai stiprībai un citām tā tehniskajām īpašībām.

● Ārsienu apmetumam nedrīkst lietot treknu cementa smilts javu, jo tā vāji piesaistās gāzbetona blokiem. Pie tam trekns apmetums ir pārāk blīvs, tas kavē vai noslēdz sienu un telpu mitruma izplūdi atmosfērā.

● Lai apmetuma java labāk piesaistītos gāzbetona sienām, tās jāpadara raupjas, ar asu veserīti izkaļot 0,5—1 cm dziļus iedobumiņus. Sienu raupjās virsmas s a u s ā v e i d ā ar suku jāatbrīvo no drumslām un putekļiem un pēc tam jāsaslapina ar tīru ūdeni.

● Apmetums jāuzstrādā divās kārtās.

— Apakšapmetumam ņem pašķidru, liesu portlandcementa smilts javu tilpumattiecībā 1 : 6 vai 1 : 7 un to uzstrādā 0,5—1,0 cm biezā kārtā. Šāda liesa sastāva apmetums labi pieķeras gāzbetonam un niecīgi kavē sienu un telpu mitruma izplūdi atmosfērā.

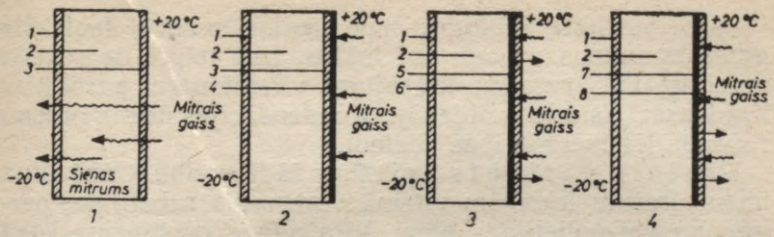
Virsapmetumam lieto tāda paša sastāva cementa-kaļķusmilts (1 : 3 : 9) javu, kādu lietoja bloku sienu samūrēšanai.

Abu apmetumu kopējam biezumam jābūt apmēram 2 cm.

Ķad ārējais apmetums pilnīgi sacietējis, to ieteicams apmiglot ar 10% silikona ГКЖ-94 emulsiju.

17.3. ĀRSIENU IEKŠĒJAIS APMETUMS

Jāievēro, ka gāzbetona ārsienas ne tik daudz samirkst no ārpuses atmosfēras nokrišņu iedarbē, cik no iekšpuses, no apsildāmām telpām. Tās nepārtraukti samitrina no siltajām telpām caur porainajām sienām uz āru plūstošais siltais, mitrais gaiss, kas kondensējas sienu aukstajā zonā. Tādējādi atkarībā no telpu gaisa relatīvā mitruma pakāpes



17.2. att. Gāzbetona ārsienu apdares varianti:
1 — ārējais apmetums; *2* — gāzbetona ārsiena; *3* — iekšējais apmetums (tāds pats kā ārējais); *4* — tvaiku izolējošas krāsas pārklājums; *5* — ruberoīda tvaika izolācija; *6* — parastais kaļķu apmetums; *7* — polivinilacetāta emulsijas pārklājums; *8* — apmetums (tāds pats kā ārējais)

gāzbetona sienās var uzkrāties liels daudzums ūdens, kas krasi palielina sienu siltumvadāmību; līdz ar to telpas kļūst aukstas, nemājīgas.

Salā gāzbetona ārsienu aukstajā zonā sakrājas kondensācijas ūdens, kuram sasalstot ārējais apmetums nokrīt un arī gāzbetona blokos var rasties nopietni sala bojājumi.

Lai gāzbetona ēkās nodrošinātu siltuma režīmu, apskatīsim dažus orientējošus piemērus, kā šie darbi būtu veicami.

Pirmais variants. Ja telpu relatīvais gaisa mitrums ekspluatācijas laikā nepārsniedz 60%, tad gāzbetona ārsienu iekšējām virsmām pilnīgi tādā pašā veidā kā ārējam apmetumam uzstrādā tāda paša sastāva apakšapmetumu un virsapmetumu. Tāds iekšējais apmetums pietiekami regulē telpu siltuma un mitruma režīmu, neizraisot lielu mitruma kondensēšanos ārsienu aukstajā zonā (17.2. att.).

Otrais variants piemērots telpām, kur gaisa relatīvais mitrums pastāvīgi vai periodiski pārsniedz 80%. Mitrajam gaisam plūstot uz āru, gāzbetona sienas ievērojami samitrinās. Sakarā ar to telpu gaisa temperatūra krasi pazeminās.

● Šādos apstākļos gāzbetona ārsienu iekšējām virsmām jāuzstrādā tāda paša veida apmetums, kā norādīts pirmajā variantā. Kad apmetums pilnīgi sacietējis, tas jāpārklāj ar tvaiku izolējošu materiālu — eļļas, emaljas, ПВА emulsijas vai citu atbilstošu krāsu.

Pēc šādas apstrādes telpu mitrais gaiss neiekļūs gāzbetona sienās, to siltumvadāmība nepaaugstināsies un telpas būs siltas.

— Šī varianta trūkums: caur sienām nenoris dabiskais gaisa apmaiņas process un brīžos, kad telpās ir sevišķi mitri apstākļi, uz sienu krāsojuma virsmām var parādīties kondensācijas ūdens pilieniņi. Kondensācijas ūdens pilienu rašanās jānovērš, telpas vēdinot.

Trešais variants izpildāms šādā secībā. Gāzbetona bloku ārsienu iekšējām virsmām pienaglo ruberoīda, pergamīna vai polietilēna plēvi. Virs plēves piestiprina koka skaliņu vai dzelzs stiepļu režģi un tam uzstrādā parasto kaļķu vai kaļķu ģipša apmetumu.

— Šādi veidots sienu iekšējās apdares slānis akumulēs telpu gaisa mitrumu un, iestājoties sausākiem apstākļiem, to atdos atpakaļ telpām.

— Kaut gan pēc šī varianta veidotā sienu iekšējā apdare izslēdz telpu dabisko gaisa apmaiņu ar atmosfēru, telpām tā nodrošina siltuma un mitruma režīmu.

Ceturtais variants izpildāms šādi.

— Vispirms, kā iepriekš norādīts, gāzbetona sienu virsmas ar veseri padara raupjas un pēc tam ar suku sausā veidā atbrīvo no drumslām un putekļiem.

— Raupjajām sienu virsmām ar otu uzstrādā 2 kārtas polivinilacetāta (ПВА) emulsijas. Pirmai kārtai emulsiju atšķaida ar ūdeni 1 : 1. Otro kārtu uzstrādā ar neatšķaidītu emulsiju.

— Pēc tam, kamēr emulsija vēl mīksta, sienai uzstrādā kaļķu smilšu apmetumu, bet labāk tāda paša sastāva apmetumu, kādu uzstrādāja ārējam apmetumam.

Šādā apdarē polivinilacetāta emulsijas plēvīte kalpo kā tvaika izolācijas materiāls, kas telpu mitrumam neļauj iekļūt sienās, un tajā pašā laikā kā saistviela, kas apmetumu piesaista gāzbetona sienu virsmām.

Pēc šī varianta apstrādātu ārsienu iekšējais apmetums uzņem telpu mitrumu un, iestājoties sausākiem apstākļiem, to atdod atpakaļ telpām.

Visi ar gāzbetona ēku celšanu saistītie darbi jāizpilda sevišķi rūpīgi, ievērojot šos orientējošos norādījumus.

18. VECO ĒKU AIZSARDZĪBAS TEHNIKA

Ilgstošā ēku ekspluatācijā to konstrukcijas vai atsevišķi būvelementi pakāpeniski noveco, nolietojas, sadēdē un zaudē savas pirmatnējās tehniskās īpašības. Šajā procesā betons, ķieģeļi, akmeņi, mūrējums sairst, koka elementi satrup un metāli korodē.

Kā jau minēts, ēku konstrukciju bojāšanos un sairšanu izraisa dažādi dabas faktori, to skaitā saules starojums, vēji, lietus, sniegs, aukstums, karstums, bet galvenokārt ūdens visos agregātstāvokļos. Ievērojot, ka daudzās pilsētās un daudzās apdzīvotās vietās veco ēku skaits vēl ir lielā pārsvarā, to saglabāšanai jāpievērš vislielākā uzmanība. Jāatceras, ka tas ir mūsu dzīvokļu pamatfonds.

Rūpīgas tehniskās ekspluatācijas apstākļos ēku konstrukciju sadēdēšanas process noris lēni un var ilgt desmitiem vai pat simtiem gadu. To pierāda vairākus gadsimtus vecie arhitektūras pieminekļi. Bet nav reti gadījumi, kad jaunajās ēkās pēc dažiem gadiem jau novērojam vienas vai otras konstrukcijas novecošanos un sairšanas pazīmes. Šādai priekšlaicīgai sairšanai par cēloni var būt kļūmīgi konstruktīvie risinājumi, nekvalitatīvi izpildīti celtniecības darbi, kā arī nevērīga ēkas kopšana, tehniskās ekspluatācijas noteikumu un normu neievērošana.

Ēku dažādām konstrukcijām ir dažāds kalpošanas laiks, tās noveco, nolietojas un sadēdē nevienmērīgi. Tā, piemēram, akmens mūra vai betona pamatu, mūra sienu un dzelzsbetona pārsegumu kalpošanas laiks pēc valsts normām ir 125 gadi, koka pārsegumiem — 60, koka grīdām — 40, šīfera jumta segumam — 30, ruberoīda segumam — 20 gadi utt.

Šīs normas ir ļoti mērenas, to pierāda daudzas vecās ēkas, kas celtas pirms vairākiem gadu simteņiem. Ēku tehniskās ekspluatācijas uzdevums ir organizēt un realizēt

tādus kompleksus pasākumus, kas nodrošinātu to ilgmūžību.

— Pirmkārt, jāuztur ēkas un tās apkārtnes sanitārais stāvoklis. Jāpilda visas pastāvošās ēku kopšanas tehniskās normas un noteikumi.

— Sistemātiski un regulāri jāapseko visa ēka, tās atsevišķās daļas un konstrukcijas un laikus jānovērš visi konstatētie trūkumi.

— Ja, apsekojot ēku, konstatē kādus kļūmīgus konstruktīvos risinājumus vai celtniecības defektus, tie tūdaļ jānovērš, izdarot attiecīgu remontu.

18.1. ĒKU APSEKOŠANA

Katrai dzīvojamai, sabiedriskai vai ražošanas ēkai jāatrodas nepārtrauktā tehniskā uzraudzībā. Tās sistemātiski jāapseko šādā secībā.

Vispārējā apsekošana jāsāk ar ārējo apskati — no ēkas apakšējām daļām līdz jumtam. Ja ārējā apskatē konstatē kādus defektus, jānoskaidro rašanās iemesli un tūdaļ jāveic pasākumi to novēršanai.

Ārējā apsekošanā pēc ārējām pazīmēm iespējams neapšaubāmi noteikt, kuru konstrukciju, pat kuru būvelementu apdraud koksni ārdošo piepju iedarbe.

Apsekošana jāizdara divreiz gadā — pavasarī un rudenī: pavasarī — tūlīt pēc sniega nokušanas, kad konstrukcijas apsekošanai kļūst pieejamas, rudenī — pirms apkurināšanas sezonas sākuma, pirms sala iestāšanās.

Ārējā ēkas apskatē atklājas daudzi apslēptie defekti, kas izraisa ēkas konstrukciju bojāšanos. Tā, piemēram, mitri sienu plankumi norāda, ka virspamata hidroizolācija nepilda savu uzdevumu vai jumta tekne nav kārtībā, vai telpās esošais ūdensvads vai kanalizācijas caurule ir sienu mitruma avots. Ja jumta kore zaudējusi savu horizontālo līniju, tas nozīmē, ka jumta koka konstrukcijās noris koksni ārdošo piepju attīstības process utt.

Izdarot vispārējo apsekošanu, jāpievērš uzmanība ēkas apdares elementiem, teknēm, ūdensvada, kanalizācijas un sanitāro mezglu stāvoklim utt.

Detalizētā apsekošana aptver visas atsevišķās ēkas daļas — jumta segumu, teknes, notekcaurules,

pārsegumus, grīdas, balkonus, apkures ierīces, kanalizācijas, ūdensvada caurules utt.

Jumta seguma, balkonu, tekņu un notekcauruļu bojājumus un trūkumus vislabāk apsekot stipra lietus laikā, jo tad visspilgtāk atklājas šo konstrukciju defekti.

● Ārkārtējā apsekošana jāizdara pēc stiprākas vētras, lielām lietus gāzēm, pēc biezas sniega kārtas uzsnigšanas, pēc ūdens plūdiem, pēc ūdensvada, centrālās apkures vai kanalizācijas cauruļu bojājumiem u. tml. gadījumiem, kas varētu izraisīt ēkas konstrukciju bojāšanos.

Plaisas grīdās un sienu un griestu apmetumā nepārprotami rāda, ka koka konstrukcijās noris piepju attīstības process.

Apsekošanā konstatētie defekti un bojājumi jāatzīmē apsekošanas dokumentā un jānodrošina to tūlītēja likvidēšana.

18.2. TEKOŠAIS REMONTS

Tekošais remonts ir ēkas tehniskās ekspluatācijas pamatuzdevums, no kā atkarīga visas ēkas vai tās atsevišķu konstrukciju ilgmūžība. Ēkās, kurās tekošais remonts veikts laikus un lietpratīgi novērsti konstrukcijām draudošie bojājumi, kalpo ilgi — daudz ilgāk nekā paredzēts valsts normās.

Sevišķa uzmanība jāpievērš gadījumiem, kad ēkas konstrukciju vai ierīču defektu un bojājumu dēļ konstrukcijās var iekļūt ūdens. Tā, piemēram, jumta seguma bojāšanās gadījumā remonts jāizdara tūlīt avārijas kārtībā, jo pretējā gadījumā koka konstrukcijas un arī bēniņu pārsegums piepju iedarbē aizies bojā.

— Arī kanalizācijas, ūdensvada, centrālās apkures, tekņu un notekcauruļu bojāšanās gadījumos remonts jāveic nekavējoties — avārijas kārtībā.

— Jāievēro, ka laikus un lietpratīgi veikts tekošais remonts pilnīgi izslēdz kapitālā remonta nepieciešamību. Laikus veikts tekošais remonts saistīts ar niecīgu naudas, materiālu un darbaspēka patēriņu, turpetim katrs kapitālais remonts saistīts ar konstruktīvo elementu vai veselu konstrukciju apmaiņu, ar milzīgiem izdevumiem un ilgstošām neērtībām to iedzīvotājiem.

18.3. KAPITĀLAIS REMONTS

Kapitālais remonts parasti nepieciešams ēkām, kurām laikus nav izdarīts tekošais remonts. Ja ēkas konstruktīvajos risinājumos un celtnieku darba izpildījumā nav bijušas kļūdas un ēkai tomēr nepieciešams kapitālais remonts, tas liecina, ka tehniskā ekspluatācija ir bijusi nepareiza.

Kapitālajā remontā jāveic ne tikai ēkas atsevišķo daļu vai konstrukciju atjaunošanas darbi, bet arī darbi, kas laikus nav veikti tekošajā remontā.

Bieži vien kapitālo remontu izdara izlases kārtībā. Šī veida remontu izdara ēkās, kuru stāvoklis visumā ir apmierinošs, bet atsevišķi konstruktīvie elementi tik stipri bojāti, ka tie pilnīgi vai daļēji jāatjauno. Tādos gadījumos remontē konstrukcijas, kuru trūkumi var izraisīt citu konstrukciju bojāšanos. Tomēr bieži vien izlases remonts pēc dažiem gadiem jāatkārto, izdarot pilnīgu kompleksu kapitālo remontu.

— Kā no tehniskā, tā arī no ekonomiskā viedokļa mērķtiecīgāks ir kompleksais, pilnīgais kapitālais remonts, jo pēc tā ēka atkal kļūst piemērota ekspluatācijai. Izpildot komplekso kapitālo remontu, apmainot vai atjaunojot nolietotās vai bojātās pamatkonstrukcijas, tajā pašā laikā var pārplānot telpas, uzlabot labierīcības, radīt iemītniekiem tādas pašas ērtības kā jaunajās, modernajās ēkās.

Parasti kapitālajā remontā veic šādus darbus:

pilnīgi vai daļēji atjauno sienas, fasādes apdari, starpsienas, balkonus, pārsegumus;

atjauno jumta konstrukcijas, segumu, teknes;

izlabo vai atjauno ūdensvada, sanitāro mezglu un kanalizācijas komunikācijas utt.

18.4. PRETTRUPES REMONTS

Par prettrupes remontu sauc katru ēkas remontu, kas saistīts ar koksni ārdošo piepju un koksngraužu iznīcināšanu. Tāds remonts sastāv no vesela pasākumu kompleksa, kura obligāta sastāvdaļa ir rūpīga ēkā atstāto būvelementu dezinfekcija un iebūvējamā jaunā kokmateriāla antiseptizēšana.

Antiseptiskie pasākumi prettrupes remontā ievērojami atšķiras no tiem, kādi paredzēti, ceļot jaunu ēku. Jaunbū-

vēs lieto tikai veselu, sausu koksni, tur antiseptizēšanai ir tikai profilaktiska nozīme.

Turpretim prettrupes remontā jārēķinās ar to, ka ēkas konstrukcijās ir jau dzīvi piepju vai koksngraužu organismi, kas jānobeidz, kā arī jārada tādi apstākļi, kas izslēgtu jaunas infekcijas atkārtošanos.

Katrā atsevišķā gadījumā prettrupes remonts atkarīgs no piepju vai koksngraužu perēkļu izplatības pakāpes. Dažreiz piepju vai koksngraužu pārņemtā koksne atrodas tikai dažos konstrukciju mezglos, bet biežāk tā ir izplatīta pa visu objektu.

Kaut gan neorganiskos materiālus — ķieģeļus, betonu un metālus — piepes neizmanto kā barībvielu, bet piepju pārņemtā objektā to infekcija — sporas un sēņotnes daļiņas — var atrasties ne tikai koksnē, bet arī uz šo neorganisko būvmateriālu virsmām un tādējādi izplatīt piepju infekciju.

Jāievēro, ka piepes, kas ieviesušās koksnē, ne ar kādiem antiseptiskiem līdzekļiem nevar iznīcināt. To mikroskopiskie hifi atrodas dziļi koksnē, kur tām ne ar kādām indīgām vielām nevar piekļūt.

Ievērojot piepju organismu lielo dzīvotspēju, prettrupes remonts jāveic kompleksiem pasākumiem, ar vislielāko rūpību un noteiktā secībā. Katra atkāpšanās no noteikumiem pēc pāris gadiem prasīs jaunu prettrupes remontu.

18.4.1. Darbu secība

Apsekošana. Ja, ēku apsekojot, konstatē koka būvelementus, kas zaudējuši savu dabisko nokrāsu, kļuvuši tumšāki, dzeltenīgi vai brūngani vai arī zaudējuši savu mehānisko stiprību, gareniski un šķērsām saplaisājuši, tā ir zīme, ka koksnē iemetušās koksni ārdošās piepes. Ja uz koka būvelementu virsmām redzami mazi 2—8 mm caurumiņi, no kuriem birst sagrauztās koksnes milti, tā ir zīme, ka koksnē atrodas koksngraužu kāpuri — ķirmji.

— Tādos gadījumos ieteicams noņemt apmēram sērkociņu kārbiņas lieluma koksnes paraugu un nodot to speciālistam pārbaudei.

— Apsekojot jānoskaidro, kādi mitruma avoti sekmējuši koksnes samitrināšanos un piepju ieviešanos.

Mitruma avotu novēršana. Pirms sāk prettrupes remontu, jālikvidē visi mitruma avoti, kas izraisījuši

koksnes samitrināšanos un līdz ar to piepju attīstību. Jānovērš zemes mitruma uzsūkšanās caur pamatiem, kā arī visi balkonu, jumta seguma, tekņu, notekcauruļu, sanitāro mezglu, ūdensvada u. c. konstruktīvo elementu defekti.

Konstrukciju atsegšana dod iespēju visā pilnībā konstatēt piepju darbības apjomu un raksturu, kā arī iespēju piekļūt piepju pārņemtajiem konstruktīvajiem elementiem.

Apakšstāva grīdas un pārsegumus atsedz no virspuses, noņemot grīdas dēļus, pildījumu un melnos griestus. Bēniņu pārsegumu arī atsedz no virspuses, noņemot pildījumu un melnos griestus.

Bezbēniņu pārsegumus parasti atsedz no virspuses, noņemot jumta segumu, bet dažreiz izdevīgāk tos atsegt no apakšas.

Karkasu ēku kā pildītās, tā plankotās ārsienas atsedz, no abām pusēm nodauzot apmetumu.

Atsegtās konstrukcijas rūpīgi apseko, novērtē koka būvelementu tehnisko stāvokli un nosaka, kas izvācams un kas atstājams konstrukcijās.

Bojāto būvelementu izvākšana. Veicot prettrupes remontu, ieteicams rīkoties pēc principa, ka ir tikai viens vienīgs pareizs un radikāls risinājums — no konstrukcijām jāizvāc visa piepju pārņemtā koksne. Jāizvāc ne tikai piepju saārdītie būvelementi, bet arī vēl mehāniski stiprā koksne, kura piepju iedarbē tikai mainījusi savu dabisko krāsu — kļuvusi tumšāka.

Ja piepju pārņemto koksni izvāc izlases kārtībā, mazāk bojāto atstājot konstrukcijās, tad pēc pāris gadiem nepieciešams atkārtots, jau komplicētāks prettrupes remonts.

Tikai daļēji atsevišķās vietās piepju pārņemtos būvelementus var izlietot prettrupes remontā, ja piepju pārņemtās vietas nozāģē ar uzlaidumu 0,5 m.

Lai izslēgtu piepju infekcijas izplatīšanos, visi izvāktie būvelementi vai to daļas nekavējoties jāsadedzina.

Būvgružu izvākšana. Pēc piepju pārņemtās koksnes izvākšanas atstātie koka, mūra un metāla būvelementi rūpīgi jāatbrīvo no visu veidu netīrumiem un it sevišķi no piepju veidojumiem.

Degama materiāla (zāģskaidu, kūdras u. c.) pildījums tūdaļ jāsadedzina.

Nedegamie gruži — starpgriestu un pagrīdes pildī-

jums — jāizvāc no konstrukcijām un no ēkas un jāapber ar 0,5 m biezu zemes kārtu.

D e z i n f e k c i j a. Lai novērstu tālāku piepju infekciju, visi konstrukcijās atstātie koka, kā arī mūra, betona un metāla būvelementi, kas bijuši saskarē vai atradušies piepju pārņemtās koksnes tuvumā, vismaz 3 reizes bagātīgi jānootē ar 3% nātrija fluorīda šķīdumu.

A t j a u n o š a n a s r e m o n t a d a r b i. Tikai pēc rūpīgas dezinfekcijas drīkst sākt īstos atjaunošanas remonta darbus.

— Apakšstāva pagrīdē ieber svaigu izdedžu, smilšu u. tml. pildījumu, kuru apkaisa ar sausu nātrija fluorīdu 100 g/m^2.

— Jauniebūvējamiem koka būvmateriāliem jābūt gaissausiem, veseliem; pirms iebūvēšanas tie ne mazāk kā 3 reizes no visām pusēm (arī no galiem) rūpīgi un bagātīgi jānootē ar nātrija fluorīda šķīdumu.

— Karkasu ēkās, ja apakšējais vainags ir piepju pārņemts, to atjauno pa daļām ar antiseptizētu kokmateriālu. Uz virspamata, zem apakšējā vainaga jāatjauno ruberoīda hidroizolācija 2 kārtās.

— Karkasa ēku piepju pārņemtos statņu apakšējos galus, kā arī plankojumu galus apzāģē un aizstāj ar jaunu, antiseptizētu kokmateriālu.

ALFABĒTISKAIS VĀRDU RĀDĪTĀJS

Adhēzija — 168
Adsorbcija — 168
Agresīvas vielas — 10
Aizsargpārklājumi 99
Alauns — 49, 93
Alkīdsveķi — 170
Alumīnijs — 123
Aminoplasti — 178
Amonija silikofluorīds — 153
Amonija fosfāts — 161
Anobium pertinax — 148
Anobium punctatum — 148
Antracenelļa — 153
Antipirēnas vielas — 161
Antipirēni pārklājumi — 163
Antipirēnas krāsas — 164
Antiseptiķi — 153, 154
Antiseptizēšanas paņēmieni — 156, 158
Antiseptiskās pastas — 157
Apakšstāvu grīdas — 214, 216
Apdares javas — 41
Apmetums — 37
Apdedzinātie būvmateriāli — 29
Apmetumu bojājumi — 51
Apsekošana, ēkas — 238, 241
Attaukošana — 127
Atmosfēras korozija — 13
Augi — 25
Augu eļļas — 169
Azbesta materiāli — 188

Balkoni — 209
Baltā piepe — 146
Baltais cements — 58
Bēniņu pārsegumi — 227
Bēniņu mitrums — 227
Betoni — 37, 55
Betona būvakmeņi — 33
Betons — būvmateriāls — 64
Betona konsistence — 66
Betona iestrādājamība — 66
Betona saistīšanās — 67
Betona cietēšana — 67
Betona žūšana — 69
Betons — karstizturīgais — 72
Betona ķīmiskā izturība — 73
Betona plastifikatori — 87, 88, 176
Betona iekrāsošana — 95
Betona pildvielas — 38, 61
Betoni, speciālie — 72
Betonēšana salā — 97
Betona blīvvielas — 90
Betona virsma — 99
Bezbēniņu jumti — 229
Bioloģiskā korozija — 25, 81
Blīvvielas, neorganiskās — 93
Blīvvielas, organiskās — 91
Bitumeni — 102, 172
Bitumenu identificēšana — 103
Bitumenu markas — 102
Bitumenu mastikas — 103, 106
Bitumenu pārklājumi — 101
Bitumenu uzstrādāšana — 103
Bitumenu veltņi — 105
Boraks — 162
Brants, koka — 145
Brūnā piepe — 146
Būvjavas — 38, 39, 40
Būvgruži — 242
Buvanols — 129, 133

Caurspīdīgi lakojumi — 166
Celtnieku uzdevumi — 150
Cementi — 56
Cementa javas — 47
Cementa-ūdens attiecības — 65
Cinks — 124
Cinka sulfāts — 49
Cietēšanas paātrināšana — 96
Cietēšanas palēnināšana — 96
Coniophora cerebella — 146
Cukuri — 23
Čuguni — 120

Dabiskie akmeņi — 26, 27
DDT — 155
Dezinfekcija — 245
Diamonija fosfāts — 161
Difūzija — 158
Dinātrija fosfāts — 93
Dzelzs — 119
Dzīvnieki — 25

Ēku apsekošana — 238
Ēku ekspluatācija — 151
Ēku sienas — 220
Ēku ūsainis — 148
Ēku ķirmis — 148
Eļļas — 22
Eļļas krāsas — 107
Emaljas krāsas — 107
Elektrolītiskā korozija — 14
Epoksīdsveķi — 171, 179

Fasādes ķieģeļi — 31
Fenolformaldehīds — 171
Fenoplasti — 178
Fibrolīts — 188
Fizikālā korozija — 23
Fluati — 49
Fluatēšana — 101, 108
Formaldehīda sveķi — 49
Fosfatizēšana — 130
Fungicīdi — 152

Gaismas korozija — 7
Gāzes — 17
Gāzbetons — 34, 70
Gāzbetona ēkas — 231
Gāzbetona ārsienas — 232
Gāzbetona mūrēšana — 233
Gāzbetona apmetums — 234
Ģipša javas — 35
Ģipša izstrādājumi — 36
Glikozīdi — 23

Hidroizolācijas apmetums — 204
Hidroizolējošais paklājs — 199
Hidrauliskās saistvielas — 37
Hidrofobizēšana — 222
Hlorofoss — 155
Hlordans — 155
Hylotrupos bajulus — 148

Iekšējie apmetumi — 42
Ieži, metamorfie — 27
Ieži, siltumizolācijā — 186
Infrasarkanie stari — 7
Insekticīdi — 154
Izdedži — 63
Izolācija, tvaika — 224
Izšuvojumi, sienu — 220
Izsvīdumi — 86
Izvirdumu ieži — 26

Jaunceltnes mitrums — 194, 211
Javas — 37
Javas apdarei — 41
Javas iekšdarbiem — 42
Javas magneziālās — 49
Javu iekrāsošana — 95
Jumti — 227

Kaļķakmeņi — 27
Kaļķu javas — 44
Kaļķu-cementa javas — 47
Kaprons — 182
Kaučuki — 172
Katalizatori — 176
Keramzīts — 186
Keramika — 32
Klimats — 9
Kļūdas — 51, 52
Klejojošās strāvas — 14
Koka būvmateriāli — 138
Koka uzbūve — 139
Koku sugas — 140
Koksnes pamatīpašības — 140
Koksnes ķīmiskās īpašības — 142
Koksngrauži — 146, 158
Koksnes piepes — 142
Koksngraužu kāpuri — 159
Koka lapsene — 149
Koksnes aizsardzība — 149
Koksnes lakojumi — 165
Koksnes krāsošana — 167
Koka pārsegumi — 226
Koksnes plātnes — 189
Kontaktindes — 155
Konstrukcijas — 149, 242
Kondensācijas mitrums — 210, 194
Korozija — 113, 118, 125
Kūdras plātnes — 189
Kukaiņi—koksngrauži — 146, 158
Kuņģa indes — 154
Krāsas — 168
Krāsu pārklājumi — 133
Krāsu pigmenti — 172
Krāsu saistvielas — 169
Krāsu atšķaidītāji — 173, 174
Krāsošana — 166, 223
Krāsainie metāli — 122
Kreozoteļļa — 153

Ķieģeļi — 29, 31, 35, 220
Ķīmiskā aizsardzība — 151
Ķīmiskā korozija — 78

Lakas — 168
Lietus ūdens — 23, 208

Magnija sulfāts — 49
Mālaiņa cements — 59
Mājas piepe — 145
Mākslīgie būvakmeņi — 29
Mastikas, bitumenu — 106
Mēbeļu ķirmis — 148
Merulius lacrymans — 145
Metāli — 113
Meļnie metāli — 121
Metālu korozija — 113, 118, 128
Metālu aizsardzība — 125
Metālu krāsošana — 132, 134, 137
Metālu tīrīšana — 128
Minerālvate — 187
Minerālās pildvielas — 38
Minerālie materiāli — 14
Mitruma avoti — 241
Mitrums virspamatā — 212
Mitrums pārsegumā — 225
Mitrums bēniņos — 227
Mitruma novēršana — 197
Mūrjavas — 40
Mūrķieģeļi — 30
Mūru izsvīdumi — 83

Nātrija silikofluorīds — 153
Nātrija fluorīds — 153
Nātrija silikāts — 49
Neapdedzinātie būvakmeņi — 33
Nokrišņi — 8

Ogļskābe — 19
Oksidētāji — 21
Oļi — 61
Organiskie būvmateriāli — 15

Pagrabu piepe — 146
Pasīvā pretkorozija — 127
Pentahlorfenols — 153
Perhlorvinīlsveķi — 170
Perlīts — 186
Pigmenti — 172
Pigmenti aktīvie — 173
Pigmenti neaktīvie — 173
Piejūras klimats — 9
Piepes — 142
Piepju uzbūve — 143
Piepju attīstība — 143
Piepju sugas — 145
Pildvielas polimēriem — 176
Pirolīts — 93
Plastmasas — 175
Plastmasu priekšrocības — 176
Plastmasu trūkumi — 177
Plastmasas, reaktīvās — 177
Plātnītes, keramiskās — 32
Polimēri — 175
Poliamīdi — 182
Polivinīlhlorīds — 170, 181
Polistirols — 182
Polivinīlacetāts — 183, 171
Polimetakrilāti — 183
Poliēsteri — 179
Polimēru pārklājumi — 107
Portlandcements — 56, 57
Portlandcements, baltais — 58
Poru veidotāji — 89, 90
Poria vaporaria — 146
Profilaktika — 158
Pucolanportlandcements — 60
Putekļi — 10
Putuplasti — 176

Reaktīvie gruntējumi — 132
Reaktīvās plastmasas — 177
Remonts, tekošais — 239
Remonts, kapitālais — 240
Remonts, prettrupes — 240
Remontdarbu secība — 241
Rupjas pildvielas — 61
Rūsas pārveidotājs — 129

Sala bojājumi — 24
Sāļi — 22
Samitrināšanās — 192
Sārmi — 22
Sārņu portlandcements — 59
Savienotie jumti — 229
Sērūdeņradis — 21
Sērskābe — 20
Sienu apmetumi — 222
Sienu krāsošana — 223
Sienu hidrofobizēšana — 222
Silikoni — 108, 180
Siltumizolācijas materiāli — 185
Silikonsveķu emulsijas — 108
Silikonu aizsargpārklājumi — 108
Silikonati — 108
Silikoni ГКЖ-94; — 10, 11, 108, 180

Silikātķieģeļi — 35
Sintētiskie plastifikatori — 88
Sintētiskie siltumizolācijas materiāli — 190
Sirex gigas — 149
Skābes — 19
Slāpekļskābe — 21
Smiltis — 38
Smilšakmeņi — 27
Sniegs — 9, 195
Speciālie betoni — 72
Stabilizatori, polimēru — 176
Statiskais spiediens — 191
Stikli — 32
Stikla vate — 187
Sulfītatsārms — 88, 157
Superfosfāts — 163
Svins — 125
Šķembas — 62
Šķidrais stikls — 111
Šļakatu ūdeņi — 206

Taukskābju blīvvielas — 93
Temperatūras svārstības — 24
Tenzīdi — 163
Tēraudi — 120
Termoplastiskās plastmasas — 181

Ūdens — 16, 38
Ūdens statiskais spiediens — 191
Ūdens pilienu veidā — 193
Ūdens filtrēšanās — 23
Ūdens fizikālā iedarbe — 23
Ūdens betonā — 63
Ugunsdrošie apmetumi — 161
Ultravioletie stari — 7

Vara sulfāts — 49
Varš — 122
Vecās ēkas — 297
Vēji — 8, 24
Vermikulīts — 186
Vieglbetoni — 70
Virspamata mezgls — 212
Virspamata hidroizolācija — 212
Virspamata apmetums — 214

Wash primer — 131

Zemes mitrums — 212

SATURS

	Priekšvārds	3
1.	**Vides iedarbe uz celtņu ilgmūžību**	7
1.1.	Celtne dabiskajos klimatiskajos apstākļos	7
1.1.1.	Gaisma	7
1.1.2.	Vēji	8
1.1.3.	Nokrišņi	8
1.2.	Celtne rūpnīcu rajona klimatā	9
1.2.1.	Agresīvās vielas	10
1.2.2.	Putekļi	10
2.	**Būvmateriāli ārējā vidē**	12
2.1.	Iss būvmateriālu raksturojums	12
2.1.1.	Metāli	13
2.1.2.	Minerālie būvmateriāli	14
2.1.3.	Organiskie būvmateriāli	15
2.2.	Vides ķīmiskā iedarbe	15
2.2.1.	Ūdeņi	16
2.2.2.	Gāzes	17
2.2.3.	Skābes	19
2.2.4.	Oksidētāji	21
2.2.5.	Sārmi	22
2.2.6.	Sāļi	22
2.2.7.	Eļļas un dažādas organiskās vielas	22
2.3.	Vides fizikālā iedarbe	23
2.3.1.	Ūdens fizikālā iedarbe	23
2.3.2.	Sala bojājumi	24
2.3.3.	Temperatūras svārstības	24
2.3.4.	Vēji	24
2.4.	Bioloģiskā iedarbe	25
2.4.1.	Augi	25
2.4.2.	Dzīvnieki	25
3.	**Dabiskie būvakmeņi**	26
3.1.	Iežu īpašību raksturojums	26
3.2.	Dabisko būvakmeņu atbilstības vērtēšana	27
3.3.	Pasākumi pret sairšanu	28
4.	**Mākslīgie būvakmens materiāli**	29
4.1.	Apdedzinātie būvakmens materiāli	29
4.1.1.	Ķieģeļi	29
4.1.2.	Jumtu kārniņi	32
4.1.3.	Keramikas plātnītes	32
4.2.	Stikls celtniecībā	32
4.3.	Neapdedzinātie būvakmens materiāli	33
4.3.1.	Betona būvakmeņi	33

4.3.2. Gāzbetona būvakmeņi 34
4.3.2. Silikātķieģeļi 35
4.3.4. Ģipša izstrādājumi 36
5. **Javas un apmetumi** 37
5.1. Minerālās saistvielas 37
5.1.1. Hidrauliskās saistvielas 37
5.1.2. Gaisā cietējošās saistvielas 37
5.2. Minerālās pildvielas 38
5.2.1. Smiltis 38
5.3. Ūdens 38
5.4. Būvjavas 38
5.4.1. Būvjavu pamatīpašības 39
5.4.2. Mūrjavas 40
5.4.3. Apdares javas 41
5.4.4. Kaļķu javas 44
5.4.5. Cementa un kaļķu cementa javas 47
5.4.6. Ģipša javas 48
5.4.7. Magneziālās javas 49
5.5. Apmetumu bojājumi 51
5.5.1. Konstrukcijas kļūdas 51
5.5.2. Kļūdas būvmateriālu izvēlē 52
6. **Betoni** 55
6.1. Cementi 56
6.1.1. Portlandcements 56
6.1.2. Sārņu portlandcements 59
6.1.3. Mālaiņa cements 59
6.1.4. Pucelānportlandcements 60
6.2. Pildvielas 60
6.2.1. Smiltis 60
6.2.2. Rupjās pildvielas 61
6.3. Ūdens betona javai 63
6.4. Betons kā būvmateriāls 64
6.4.1. Cementa-ūdens attiecība 65
6.4.2. Betona konsistence — iestrādājamība . . . 66
6.4.3. Betona saistīšanās un cietēšana 67
6.4.4. Betona žāvēšana un kopšana 69
6.5. Vieglbetoni 70
6.5.1. Vieglbetons ar porainām pildvielām 70
6.5.2. Gāzbetons 70
6.6. Speciālie betoni 72
6.6.1. Karstumizturīgs betons 72
6.6.2. Skābju izturīgs betons 73
6.7. Vides iedarbe uz betoniem 73
6.7.1. Ķīmiskā iedarbe 73
6.7.2. Fizikālā iedarbe 78
6.7.3. Bioloģiskā iedarbe 81
7. **Mūru izsvīdumi** 83
7.1. Izsvīdumu novēršana 86
8. **Pasākumi betona un javu uzlabošanai** . . . 87
8.1. Plastifikatori 87
8.1.1. Neorganiskie plastifikatori 87
8.1.2. Sulfītatsārms — plastifikators 88
8.1.3. Sintētiskie plastifikatori 88
8.2. Poras veidojošās vielas 89

8.2.1. Rūpnīcu atkritumi — poru veidotāji . . . 90
8.2.2. Sintētiskie poru veidotāji 90
8.3. Blīvvielas 90
8.3.1. Blīvvielu iedarbes būtība 91
8.3.2. Minerālās blīvvielas 92
8.3.3. Neorganisko sāļu blīvvielas 93
8.3.4. Pārziepotu taukskābju blīvvielas 93
8.3.5. Dispersās, ūdenī nešķīstošās ziepes 94
8.4. Pārējās piedevas 95
8.4.1. Betona un javu iekrāsošana 95
8.4.2. Cietēšanas palēninātāji 96
8.4.3. Cietēšanas paātrinātāji 96
8.4.4. Piedevas, betonējot salā 97
9. **Minerālo būvelementu aizsargpārklājumi** . . 99
9.1. Minerālo būvelementu virsmas sagatavošana . 99
9.2. Bitumenu pārklājumi 101
9.2.1. Bitumenu pamatīpašības 102
9.2.2. Bitumena markas 102
9.2.3. Naftas bitumenu identificēšana 103
9.2.4. Bitumenu uzstrādāšana 103
9.2.5. Bitumena veltņu materiāli 105
9.2.6. Mastikas veltņu materiālu iesegumiem . . . 106
9.3. Eļļas un emaljas krāsu pārklājumi 107
9.4. Polimēru pārklājumi 107
9.5. Silikonu aizsargpārklājumi 108
9.6. Fluatēšana 109
9.7. Apstrāde ar šķidro stiklu 111
10. **Metāli** 113
10.1 Ķīmiskā korozija 113
10.2. Elektroķīmiskā metālu korozija 115
10.3. Dzelzs 119
10.3.1. Melno metālu korozija 121
10.4. Krāsainie metāli un to korozija 122
10.4.1. Varš 122
10.4.2. Alumīnijs 123
10.4.3. Cinks 124
10.4.4. Svins 125
10.5. Metālu aizsardzība pret koroziju 125
10.5.1. Attaukošana 127
10.5.2. Atbrīvošana no korozijas produktiem . . . 128
10.5.3. Rūsas pārveidošana 129
10.5.4. Fosfatizēšana 130
10.5.5. Metālu hromatēšana — pasivizēšana . . . 131
10.5.6. Reaktīvie gruntējumi — «Wash primer» . . 132
10.5.7. Krāsu pārklājumi 133
10.5.8. Krāsošanas gaita 134
10.5.9. Krāsojumu defekti 137
11. **Koka būvmateriāli** 138
11.1. Koka uzbūve 139
11.2. Koku sugas 140
11.3. Koksnes pamatīpašības 140
11.4. Koksnes ķīmiskā izturība 142
11.5. Koksnes bioloģiskā korozija 142
11.5.1. Koksni ārdošās piepes 142

11.5.2. Piepju uzbūve un attīstība 143
11.5.3. Piepju sugas 145
11.6. Kukaiņi koksngrauži 146
11.6.1. Koksngraužu sugas 148
11.7. Koka būvelementu aizsardzība 149
11.7.1. Konstruktīvie pasākumi 149
11.7.2. Celtnieku uzdevumi 150
11.7.3. Ēku tehniskā ekspluatācija 151
11.8. Koksnes ķīmiskā aizsardzība 151
11.8.1. Fungicīdās vielas 152
11.8.2. Insekticīdās vielas 154
11.8.3. Antiseptizēšanas paņēmieni 156
11.8.4. Koksngraužu apkarošana 158
11.9. Koksnes aizsardzība pret uguni 160
11.9.1. Apmetumi 161
11.9.2. Antipirēnās vielas koksnes piesūcināšanai . 161
11.9.3. Antipirēnie pārklājumi 163
11.9.4. Antipirēnās krāsas 164
10.10. Koka konstrukciju lakojumi un krāsojumi . . 165
11.10.1. Caurspīdīgie lakojumi 166
11.10.2. Sedzošie krāsojumi 167
12. **Krāsas un lakas** 168
12.1. Saistvielas 169
12.1.1. Augu eļļas 169
12.1.2. Celulozes atvasinājumi 170
12.1.3. Alkīdsveķi 170
12.1.4. Polivinilhlorīds un perhlorvinils 170
12.1.5. Polivinilacetāts 171
12.1.6. Fenolormaldehīdu sveķi 171
12.1.7. Epoksīdsveķi 171
12.1.8. Kaučuki 172
12.1.9. Bitumeni 172
12.2. Pigmenti un pildvielas 172
12.3. Šķīdinātāji un atšķaidītāji 174
13. **Polimērie materiāli — plastmasas** 175
13.1. Reaktīvās plastmasas 177
13.1.1. Fenoplasti 178
13.1.2. Aminoplasti 178
13.1.3. Poliesteri 179
13.1.4. Epoksīdsveķi 179
13.1.5. Silikoni 180
13.2. Termoplastiskās plastmasas 181
13.2.1. Polivinilhlorīds — PVC 181
13.2.2. Poliamīdi 182
13.2.3. Polistirols 182
13.2.4. Polivinilacetāts PVA 183
13.2.5. Polimetakrilāti 183
13.2.6. Polietilēns 183
14. **Siltumizolācijas materiāli** 185
14.1. Iežu siltumizolācijas materiāli 186
14.2. Minerālvate 187
14.3. Stikla vate 187
14.4. Azbesta materiāli 188
14.5. Fibrolīts 188

14.6. Koksnes skaidu plātnes 189
14.7. Kūdras plātnes 189
14.8 Sintētiskie siltumizolējošie materiāli 190
15. **Būvkonstrukciju samitrināšanās mehānisms** . 191
15.1. Samitrināšanās ūdens statiskā spiediena iedarbē 191
15.2. Samitrināšanās bez ūdens statiskā spiediena 193
15.2.1. Ūdens pilienu vai šļakatu veidā 193
15.2.2. Kondensācijas mitrums 194
15.2.3. Jaunceltnes mitrums 194
15.2.4. Zemes mitrums 194
15.2.5 Sniega izraisītā samitrināšanās 195
16. **Mitruma novēršanas tehnika** 197
16.1. Konstrukcijās zem ūdens statiskā spiediena . 198
16.1.2. Hidroizolējošais paklājs 199
16.1.2. Hidroizolējošais apmetums 204
16.2. Konstrukcijas bez ūdens statiskā spiediena . 206
16.2.1. Šļakatu ūdens iesūkšanās novēršana . . . 206
16.2.2. Lietus ūdens iesūkšanās novēršana 208
16.2.3. Kondensācijas mitruma novēršana 210
16.2.4. Jaunceltnes mitruma novēršana 211
16.3. Zemes mitruma novēršana 212
16.3.1. Mitrums virspamata mezglā 212
16.3.2. Mitrums mūra ēku apakšējo stāvu grīdās . . 214
16.3.3. Koka ēku apakšstāva grīdas 216
16.4. Ēku sienu aizsargāšana pret mitrumu . . . 220
16.4.1. Ķieģeļu mūra sienu izšuvošana 220
16.4.2. Sienu apmetums pret lietus iedarbi . . . 222
16.4.3. Sienu hidrofobizēšana 222
16.4.4. Sienu krāsošana 223
16.4.5. Tvaika izolācija ēku sienās 224
16.5. Mitruma novēršana pārsegumos 225
16.5.1. Mitruma novēršana betona pārsegumos . . 225
16.5.2. Mitruma novēršana koka pārsegumos . . . 226
16.6. Mitruma novēršana jumtā un bēniņos . . . 227
16.6.1. Bezbēniņu jumti 229
17. **Gāzbetona ēkas** 231
17.1. Ārsienu mūrēšana 232
17.2. Ārsienu ārējais apmetums 234
17.3. Ārsienu iekšējais apmetums 234
18. **Veco ēku aizsardzības tehnika** 237
18.1. Ēku apsekošana 238
18.2. Tekošais remonts 239
18.3. Kapitālais remonts 240
18.4. Prettrupes remonts 240
18.4.1. Darbu secība 241
Vārdu alfabētiskais rādītājs 244

LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA
0310076617

1 rbl. 10 kop.