

## STALACTITIZATION OF CONCRETE STRUCTURES, THIN COATING FORMATION AND ITS REDUCTION

A. Kazragis , L. Valaitytė MSc & H. Kulinič MSc

To cite this article: A. Kazragis , L. Valaitytė MSc & H. Kulinič MSc (1999) STALACTITIZATION OF CONCRETE STRUCTURES, THIN COATING FORMATION AND ITS REDUCTION, Statyba, 5:3, 217-221, DOI: [10.1080/13921525.1999.10531465](https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531465)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531465>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 47

---

## BETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ STALAKTITIZACIJA, APNAŠŲ SUSIDARYMAS IR JŲ MAŽINIMAS

A. Kazragis, L. Valaitytė, H. Kulinič

### 1. Įvadas

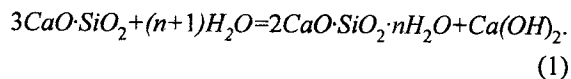
Betoninės bei gelžbetoninės pastatų ir tiltų konstrukcijos, betoninės plokštės keliams ir gatvėms tiesiti, betoninės plytelės šaligatviams bei aikštėms kloti dažnai būna padengtos stalaktitus kiek primenančiomis apnašomis arba baltai pilkomis nuotėkomis. Šis reiškinys, mūsų nuomone, gali būti vadinamas *betono stalaktitizacija*. Tai ne tik kenkia betono bei gelžbetonio gaminių išvaizdai, bet ir susilpnina šių medžiagų mechaninį atsparumą.

Straipsnyje apžvelgiamos betoninių bei gelžbetoninių konstrukcijų ir dirbinių stalaktitizacijos proceso atsiradimo priežastys ir rekomenduojamos priemonės šiam procesui susilpninti.

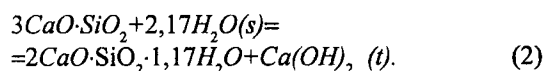
### 2. Betoninių konstrukcijų korozijos mechanizmas

Užmaišant vandeniu portlandcementį, jo sudėtinės dalys – trikalcio silikatas  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , dikalcio silikatas  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , trikalcio aluminatas  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  ir tetrakalcio aliumoferas  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  – reaguoja su vandeniu. Dėl šios sąveikos susidaro hidratai – kalcio disilikato  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ , trikalcio aluminato  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ir kalcio ferito  $\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ , – kurie, perėję iš tikrųjų tirpalų per koloidinių tirpalų fazę į kristalinę būseną, sudaro betono akmenį.

Tačiau užmaišius cemento ir užpildo mišinį vandeniui, be minėtų kietų produktų, susidaro ir jautrus aplinkos veiksniams kalcio hidroksidas (gesintos kalkės):



Šio proceso vyksmą standartinėmis sąlygomis lemia jo termodinamika. Traktuodami dikalcio silikato *n*-hidratą kaip *hilebranditą*  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 1,17\text{H}_2\text{O}$ , (1) lygtį transformuojame taip:



Lygtyje pateikiamos fizikinėje chemijoje įprastos išraiškos: *s* – skystoji fazė, *t* – tirpalas.

Realias proceso vyksmo sąlygas nustatome pritaikę (1) procesui klasikinę Gibso energijos pokyčio reakcijoje lygtį:

$$\Delta G_T^0 \approx \Delta H_{298(r)}^0 - T\Delta S_{298(r)}^0 \quad (3)$$

$\Delta G_T^0$  – Gibso energijos pokytis, *kcal* arba *kJ*, temperatūrai esant *T*, *K*;  $\Delta H_{298(r)}^0$  – standartinės entalpijos pokytis reakcijoje, *kcal/mol* arba *kJ/mol*;  $\Delta S_{298(r)}^0$  – standartinės entropijos pokytis reakcijoje, *cal/mol·K* arba *J/mol·K*.

$\Delta H_{298(r)}^0$  bei  $\Delta S_{298(r)}^0$  reikšmes randame taip:

$$\Delta H_{298(r)}^0 = \Sigma \Delta H_{298(2)}^0 - \Sigma \Delta H_{298(1)}^0 \quad (4)$$

$$\Delta S_{298(r)}^0 = \Sigma \Delta S_{298(2)}^0 - \Sigma \Delta S_{298(1)}^0 \quad (5)$$

Indeksas (1) atitinka pradines, indeksas (2) – galutines medžiagas.

Šiuose ir tolesniuose skaičiavimuose buvo panaudoti termodinaminiai duomenys iš [1–6].

(1) proceso atveju gauta:

$$\Delta G_T^0 = -16310 + 20,864T, \text{ kcal} \quad (6)$$

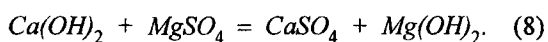
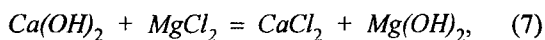
$0 < T < 782\text{K}$  ( $509^\circ\text{C}$ );  $\Delta G_{298}^0 = -10,093 \text{ kcal/mol}$ , čia  $\Delta G_{298}^0$  – Gibso energijos reikšmė, *kcal/mol*, esant  $T = 298\text{K}$ .

Taigi aptariamasis procesas vyksta visu temperatūriniu skysto vandens egzistavimo intervalu.

Kalcio hidroksidas – medžiaga, tirpstanti vandenyje, jo tirpalo koncentracija  $20^\circ\text{C}$  temperatūroje sudaro 0,16%. Todėl ši sudėtinė betono dalis, veikiant

lietui bei drėgmei, tirpstant sniegui ar ledui, lėtai išsiplauna iš paviršinio betono sluoksnio, tuo sumažindama jo mechaninį atsparumą.

Be to, kalcio hidroksidas reaguoja su magnio druskomis, nežymiais kiekiais pasitaikančiomis vandenyje, skirtame betonui užmaišyti, taip pat gruntiniame vandenyje, kuris drėkina betoną:



$\text{CaCl}_2$  puikiai tirpsta vandenyje,  $\text{CaSO}_4$  – kad ir nedaug, tačiau tirpsta ( $20^\circ\text{C}$  – 0,2%), išsiplaudami iš betono.  $\text{Mg(OH)}_2$  neturi rišančių savybių, todėl jo susidarymas susilpnina betoną.

Kai kalcio hidroksidą veikia ore esantis  $\text{CO}_2$ , susidaro daug patvaresnis kalcio karbonatas (kalcitas):

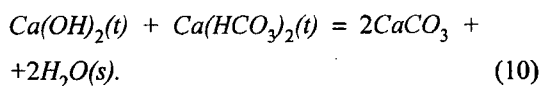


Kaip matyti iš (9) lygties, šios reakcijos greitis proporcingas  $\text{CO}_2$  kiekiui ore. Kadangi  $\text{CO}_2$  daugiau gamyklų rajone, pro kurį praeina autotransporto magistralės, betoninių konstrukcijų, laikomų gamyklos aikštelėse, atsparumas dėl karbonizacijos šiek tiek padidėja.

Karbonizacijos sluoksnio storį betone galima nustatyti, indikatoriais – fenolfaleinu (avietinė spalva) arba timolfaleinu (mėlyna spalva).

Betone esanti, taip pat ir susidaranti pagal (9) lygtį kalcio karbonatą intensyviai veikia rūgštūs lietūs. Švarios atmosferos kritulių, kai  $\text{CO}_2$  koncentracija ore 0,033%, pH=5,65 [7]. Tačiau kai kur lietaus lašuose esančių rūgščių koncentracija, kaip rašoma literatūroje, kartais prilygsta citrinų sultims (mūsų tyrimai parodė, kad kartais pH siekia 2,4). Tokie lietūs skatina tiltų, architektūros paminklų ir kitų statinių koroziją. Rūko vandens pH siekia 1,1 [7].

Kalcio hidroksidą gali surišti užmaišymo bei gruntiniame vandenyje pasitaikantis kalcio hidrokarbonatas:



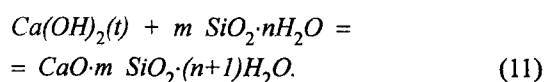
Termodinaminiais metodais gauta:

$$\Delta G^0_T = -13625 - 63,762T, \text{ kcal}; T > 0\text{K},$$

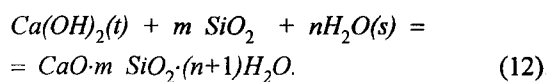
$$0 < t < 100^\circ\text{C}; \Delta G^0_{298} = -32,626 \text{ kcal/mol}.$$

Taigi šis procesas vyksta visu skysto vandens egzistavimo temperatūriniu intervalu.

Kalcio hidroksidui betono mišinyje užmaišymo metu surišti neretai būna naudojami *reaktyvieji užpildai* – titnagas  $\text{SiO}_2$ , silicitai  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  – opoka, trepelis, diatomitas, taip pat įvairūs pucolanų tipo produktai, pvz., skalūnų bei kiti technogeniniai pelenai, Norvegijos firmos „Fesil“ supersmulkaus  $\text{SiO}_2$  produktas „Microsilica“ ir kt. šiuo atveju susidaro netirpūs cementuojantys kalcio hidrosilikatai:



Analogiškai  $\text{Ca(OH)}_2$  reaguoja ir su smulkiuoju užpildu –  $\text{SiO}_2$  ( $\beta$ -kvarcu):



Mūsų atliktais termodinaminiais apskaičiavimais gautos šios reakcijos metu vykstančio Gibso energijos pokyčio reikšmės, esant įvairioms (12) lygties koeficientų  $m$  ir  $n$  reikšmėms.

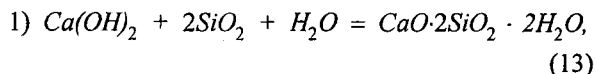
*Pastaba.* Silikatų, aliumosilikatų bei hidrosilikatų formulės būna išreiškiamos dvejopai: 1) mineralogijoje [8, 9], taip pat ir žodyne [10] – struktūriniu-kompleksiniu pavidalu, pvz., volastonitas  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ , rankinitas  $\text{Ca}_3[\text{Si}_2\text{O}_7]$ , analcimas  $[\text{AlSi}_2\text{O}_6]\text{Na}(\text{H}_2\text{O})$  arba  $\text{Na}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]\text{H}_2\text{O}$ , afvilitas  $\text{Ca}_3[\text{SiO}_3 \cdot \text{OH}]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , girolitas  $\text{Ca}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ksonotlitas  $\text{Ca}_6[(\text{OH})_2\text{Si}_6\text{O}_{17}]$ , okenitas  $\text{Ca}[(\text{OH})_2\text{Si}_2\text{O}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 2) statybinių medžiagų chemijoje – oksidiniu pavidalu, pvz., volastonitas  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , rankinitas  $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ , analcimas  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , afvilitas  $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , girolitas  $2\text{CaO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ksonotlitas  $6\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , okenitas  $\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Pateiktose lygtyse ir skaičiavimuose patogumo dėlei taikomos oksidinės hidrosilikatų formulės.

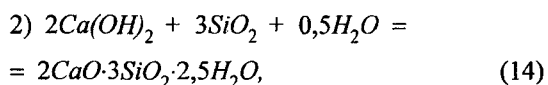
Mineraloginiai hidrosilikatų pavadinimai lygtyse nenurodomi, kadangi skirtinguose šaltiniuose, pvz., žinyne [1] ir žodyne [9], taip pat įvairiuose straipsniuose greta kai kurių junginių pavadinimų pateikiamos skirtingos jų formulės. Lygtyse pateikiamos produktų formulės, kurių atveju yra žinomi termodinaminiai dydžiai. Lygtys išdėstytos  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  santykio didėjimo susidarantių junginių formulėse tvarka.

Kadangi visos toliau nurodytos reakcijos gali vykti reaguojant  $\text{Ca(OH)}_2$  su  $\text{SiO}_2$ , kai vanduo yra skystos

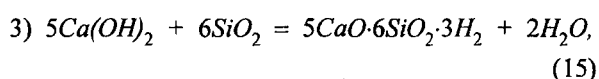
būklės, visų šių reakcijų vyksmo intensyvumui palyginti nurodytas Gibso energijos pokytis vienam kalcio moliui, kcal/mol.



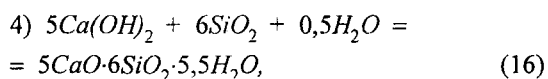
$$\Delta G_T^0 = -26629 - 96,501T, \quad T > 0K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -55,252;$$



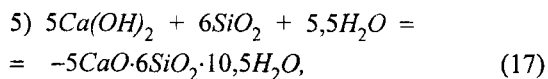
$$\Delta G_T^0 = -37244 - 268,68T, \quad T > 0K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -58,656;$$



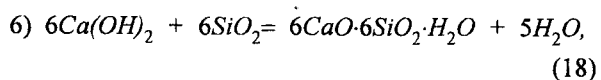
$$\Delta G_T^0 = -16015 - 795,545T, \quad T > 0K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -50,617;$$



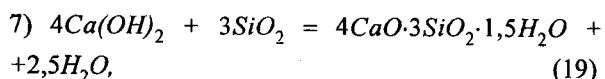
$$\Delta G_T^0 = -59581 - 718,994T, \quad T > 0K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -54,768;$$



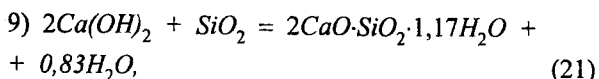
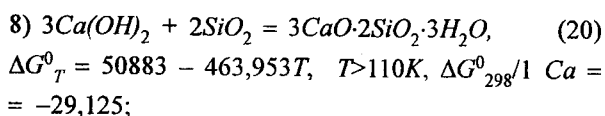
$$\Delta G_T^0 = -123282 - 565,892T, \quad T > 0K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -58,384;$$



$$\Delta G_T^0 = -34090 - 1077,997T, \quad T > 32K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -47,859;$$



$$\Delta G_T^0 = 12528 - 693,817T, \quad T > 18K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -48,557;$$



$$\Delta G_T^0 = 15111 - 333,997T, \quad T > 45K, \quad \Delta G_{298}^0 / 1 \text{ Ca} = -42,21.$$

Taigi visi šie procesai vyksta aplinkos temperatūroje (pvz., 10–20°C). Kaip matome iš pateiktų lygčių, nagrinėjamos reakcijos vyksta, esant  $T > 0K$  (į šį intervalą įeina ir  $T > 32K$ ,  $T > 18K$ ,  $T > 110K$ ,  $T > 45K$ ).

Beje, portlandcemyje esant šarminių natrio junginių, šie junginiai reaguoja su reaktyviuoju užpildu  $\text{SiO}_2$ , dėl to vyksta šarminė betono korozija. Todėl minėtų užpildų naudojimas  $\text{Ca(OH)}_2$  surišti turi būti iš anksto modeliuojamas [11].

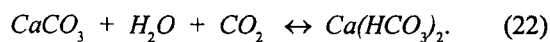
Betoną taip pat ardo augalų šaknys, kerpės, gyvūnai, moliuskai (*Stagnaria granda*, dreisenos, balianusai), mikroorganizmai. Bioardymai paveikė ir Egipto piramides bei marmurinį Luji Pastero paminklą. Vienaląščiai dumbliai jau spėjo pakenkti kromanjono epochos piešiniams Lasko urve netoli Dordoni [12].

Viena iš cheminių betono korozijos atmainų yra betono stalaktitizacija.

### 3. Betoninių konstrukcijų stalaktitizacijos ir apnašų susidarymo mechanizmas

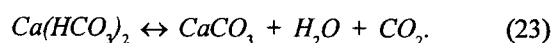
Kalcio karbonatas gamtoje būna dviejų kristalinių formų – *kalcito* (kintis, kreida, koralai, klinčių bei kreidos tufai, marmuras) ir *aragonito* (stalaktitai, stalagmitai, perlamutras, perlai) ir sudaro 175 kristalų atmainas bei 2544 jų kombinacijas [8].

Visos kalcio karbonato atmainos iš lėto tirpsta vandenyje, turinčiame iš oro patenkančio  $\text{CO}_2$ :



Susidaręs kalcio hidrokarbonatas egzistuoja tik tirpalo pavidalu. Šiuo atveju reakcijos greitis proporcingas  $\text{CO}_2$  koncentracijai. Todėl  $\text{CaCO}_3$  lengviau tirpsta vandenyje, esant didesniai  $\text{CO}_2$  slėgiui, o tai būna gruntiniam vandeniui, turinčiam  $\text{CO}_2$ , sunkiantis pro gruntą su jame esančiomis  $\text{CaCO}_3$  dalelėmis.

Kalcio hidrokarbonato tirpalui prisisunkus į išorę, susidaro stalaktitai bei stalagmitai:



Užteršti gruntu ir dažnai tuščiaviduriai stalaktitai aptinkami tunelių skliautuose (Aukštųjų Panerių tunelis Vilniuje). Nedideli stalaktitai susiformuoja lietaus

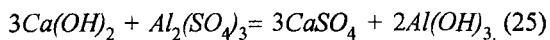
veikiamų gelžbetoninių plokščių apačioje (Lietuvos geologijos institutas, Vilniaus gelžbetoninių konstrukcijų gamyklos aikštelė).

Betoninių dirbinių korozijos produktai ne visada būna stalaktitai – dažnai susiformuoja tik *apnašos* ant dirbinių horizontalių paviršių bei jų sankaupos ant vertikalinių paviršių. Mūsų atlikti bandymai (5 dienas po 8 h silpna vandens srovele leista ant „Lithun“ firmos „Vilniaus asfaltbetonis“ pagamintų betoninių grindinio trinkelėlių, vėliau jos džiovintos 60°C temperatūroje) parodė, kad tokiomis sąlygomis ant trinkelėlių paviršiaus susidaro baltos apnašos, ypač jos ryškios ant trinkelėlių vertikalinių paviršių. Cheminė apnašų analizė parodė, kad jose yra 30% CaCO<sub>3</sub> ir 20% Ca(OH)<sub>2</sub>. Šis faktas patvirtina stalaktitizacijos proceso mechanizmo realumą.

Modeliuojant procesą, buvo pagaminti betoniniai bandiniai, kurių užpilde nebuvo kalcito (smėlis buvo praplautas druskos rūgštimi). Vandens srovele drekinant šiuos bandinius ir paskui juos išdžiovinant, apnašų susidarymo nepastebėta.

Vadinasi, norint išvengti apnašų susidarymo betoninių dirbinių paviršiuje, būtina kaip užpildą naudoti smėlį, turintį minimalų kalcito kiekį.

Apnašos betoninių dirbinių paviršiuje gali susidaryti ir gamybai naudojant *pasvyuotą portlandcementį*, turintį FeSO<sub>4</sub> ir Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Mūsų nuomone, apnašos šiuo atveju susiformuoja, reaguojant *pasvyuotoms* – FeSO<sub>4</sub> ir Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – su betone esančiu Ca(OH)<sub>2</sub>:



Apnašos išsiskiria ir spalvotų betoninių dirbinių paviršiuje. Jų susidarymo priežastis yra vandens perteklius betono mišinyje, todėl betone esančios druskos lėtai, bet gausiai pereina į betono paviršių ir ten išsiskiria. Gamyboje žinoma ši atsparaus spalvotojo betono komponentų proporcija, masės %: spalvotasis cementas 25–43, kvarcinis smėlis 48–70, vanduo 5–9. Tokiame betono mišinyje tarp komponentų grūdėlių nėra vandens tarp sluoksnio, todėl jie yra geriau sukibę.

Straipsnio tema 1997 m. rugsėjo 19-23 d. Prancūzijoje Sergy-Pontoise mieste antrajame vasaros universitete (Deuxième Université d'été) autorių buvo per-

skaitytas pranešimas „Les mesures contre stalaktitisation at formation des taches des seles sur les structures en beton“ („Stalaktitizacijos proceso ir apnašų bei nuotėkų susidarymo betone tyrimai“).

#### 4. Išvados

Betoninių konstrukcijų stalaktitizacijos bei apnašų susidarymo procesą galima *sulėtinti* tokiais būdais:

1. Gamyboje naudojant užpildą, turintį kuo mažiau kalcito bei klinčių ir kontroliuojant jų kiekį cheminės analizės metodais.

2. Portlandcementyje esančiam CaO (0,5%) bei betone susidarančiam Ca(OH)<sub>2</sub> neutralizuoti gali būti naudojamos SiO<sub>2</sub> bei SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O turinčios medžiagos, tačiau, norint išvengti betono šarminės korozijos, jos gali būti naudojamos tik, kai portlandcementyje yra labai mažai Na<sub>2</sub>O bei K<sub>2</sub>O.

3. Jei įmanoma, nenaudoti pasvyuoto portlandcementio, turinčio FeSO<sub>4</sub> ir Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

4. Sudarant betono mišinį, vengti vandens pertekliaus jame.

5. Spalvotus arba kitokius betoninius dirbinius laikyti arba po stogu, arba nors uždengus, kad jie nebūtų veikiami kritulių.

#### Literatūra

1. Ihsan Barin. Thermochemical data of pure substances. Part I, 1989. 325 p.
2. Lange's Handbook of Chemistry / Ed. J. A. Dean. Eleventh Edition. Mc Graw - Hill Book Company. N.Y., 1973. 246 p.
3. Термические константы веществ /АН СССР. Вып. IX. М., 1979. 67 с.
4. Справочник химика. Т. I. Л.-М.: ГХИ, 1963. 837 с.
5. М. Х. Карапетьянц, М. Л. Карапетьянц. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. М.: Химия, 1968. 735 с.
6. И. К. Карпов, С. А. Кашик, В. Д. Пампура. Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и петрологии. М.: Наука, 1968. 562 с.
7. М. Vaičys. Rūgštieji lietūs ir jų poveikis įvairiems gamtos komponentams. Vilnius: Liet. inf. inst., 1991. 47 p.
8. А. Г. Бетехтин. Курс минералогии. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 165 с.
9. А. А. Годовиков. Минералогия. М.: Недра, 1983. 185 с.
10. Chemijos terminų aiškinamasis žodynas. Vilnius, 1997. 671 p.
11. А. А. Navickas. Užpildų užterštumas reaktyviosiomis uolienomis ir jo poveikio šarminėi betono korozijai prognozavimas: Daktaro disertacijos santrauka. Kaunas, 1997. 36 p.

12. В. А. Войтович, Л. Н. Мокеева. Биологическая коррозия // Новое в жизни, науке, технике. Серия: Химия. № 10. М.: Знание, 1980. 67 с.

Įteikta 1999 07 05

## STALACTITIZATION OF CONCRETE STRUCTURES, THIN COATING FORMATION AND ITS REDUCTION

A. Kazragis, L. Valaitytė, H. Kulinič

### S u m m a r y

Concrete and reinforced concrete construction of buildings and bridges, concrete slabs for laying streets, concrete tiles for laying pavements and squares are often covered with thin coating reminding of stalactites or white-grey flows. This phenomenon can be called stalactitization of concrete. It does not just worsen the decorative properties of concrete and reinforced concrete, but also weakens the mechanical strength of these materials.

We discuss the reasons of stalactitization of concrete and reinforced concrete constructions and articles and recommend means to weaken this process.

The processes of concrete structure stalactitization and formation of thin coating can be delayed in the following ways:

1. Using a filler in production, which has calcite and limestone as little as possible, and controlling their amount by methods of chemical analysis.

2. For CaO (0,5%), present in Portland cement, and for forming Ca(OH)<sub>2</sub> in concrete neutralization substances containing SiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O can be used but, to prevent alkaline corrosion of concrete, they can be applied only when Portland cement contains very little Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O.

3. If there is a possibility, do not use passivated Portland cement containing FeSO<sub>4</sub> and Al(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

4. Avoid an excess of water when making concrete mixtures.

5. Coloured or other concrete articles should be stored under a roof or at least be covered.

---

**Algimantas KAZRAGIS.** Doctor Habil, Professor and Head of Dept of Chemistry and Bioengineering. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Doctor Habil (natural sciences, chemistry, 1990). Doctor (chemical sciences, 1963). Silicate technology engineer, Akmenės Building Materials factory, 1955. Author of 5 textbooks and 130 scientific articles, co-author of some publications. Research interests: thermodynamics and kinetics of inorganic and building materials.

---

**Loreta VALAITYTĖ.** MSc, Doctoral student. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Research interests: materials science, influence of physico-chemical factors on the structure and properties of building materials, thermodynamics and kinetics of inorganic and building materials.

---

**Halina KULINIČ.** MSc, Doctoral student. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

MSc (building materials and articles, 1995). Doctoral student (1993). Research interests: materials science, technology of building materials from local raw materials, influence of physico-chemical factors on the structure and properties of building materials.