

R₂O- RO- R₂O₃- SiO₂- H₂O SİSTEMLƏRİNDƏ BƏRKİMƏ PROSESİNİN STRUKTUR-KİMYƏVİ TƏDQIQI

T.A.Haqverdiyeva, D.M.Qənbərov

*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
AMEA-nın Kimya problemləri institutu*

Müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan qələvi-mineral sistemlərdə bərkimə prosesi dörd mərhələdə baş verir və bu zaman alınan yeniəmələgəlmələr - əsaslı kalsium hidrosilikatlar, hidroalümosilikatlar, alümosilikatlar qarışığa yapışdırıcılıq xüsusiyyəti verir. Belə ki, bu sistemlər hidratlaşma – kondensasiyalı yapışdırıcılar qrupuna aid olub, yeni tərkibi: R₂O : RO : R₂O₃ : SiO₂ = (0,7 ÷ 2,7) : (0,4 ÷ 1,11) : 1 : (2,27 : 4,3).

Tikintinin genişlənməsi portlandsementə olan ehtiyacı günü-gündən artırır. Lakin enerji qıtlığı, hər gün qiymətinin bahalaşması, portlandsementə qənaət edilməsi məsələsini ön plana çəkir və mümkün olduqda digər yapışdırıcı materialların tədqiqi və tətbiqi məsələlərini aktuallaşdırır. Müasir dövrdə yapışdırıcı sistemlər əsasən üç istiqamətdə təkmilləşdirilir: sement+su sistemində baş verən kataliz reaksiyası; sement daşı strukturunun modifikasiyası; sementin mineraloji tərkibinin tənzimlənməsi [1].

Yapışdırıcı tərkiblərinin təkmilləşdirilməsində və effektiv yapışdırıcı tərkibinin işlənməsində ən geniş yayılmış və daha vacib hesab edilən amil, sistemdə yeni əmələgəlmələrin tənzimlənməsidir.

Təqdim olunan iş yerli, vulkan süxurları və alümosilikat tərkibli tullantı əsasında qələvi-mineral yapışdırıcılarının bərkimə prosesinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Bu məqsədlə təcrübələrdə silikat modulu 2,9 olan natrium maye şüşəsindən, narın üyüdülmüş Tovuz trassı, Cəvrayıl və Ceyrançöl vulkan küllərindən, alüminium-oksit istehsalı tullantısı, əlavə kimi - NaOH, portlandsementdən və bentonit gilindən istifadə olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, qələvi yapışdırıcıların bərkiməsi məlum kalsiumlu yapışdırıcıların strukturunun formalaşması hesabına baş verir. Belə yapışdırıcılarda hidratlaşma prosesinin getməsi üçün yapışdırıcı tərkibinə daxil edilmiş qələvinin və ya qələvi kompozisiyasının və suda qələvi reaksiyası verən qələvi-torpaq oksidlərinin olması lazımdır. Bu da sistemin pH-göstəricisini artırmaqla hidratlaşma prosesinin baş verməsinə, yapışdırıcı tərkibində silikatların, alümosilikatların və alüminatların formalaşmasına səbəb olur.

Qələvi yapışdırıcılar digər yapışdırıcılardan fərqli olaraq yüksək həllolma qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Qələvi yapışdırıcılarının alınmasına səbəb, onların tərkibində qələvi və qələvi-torpaq metallarının, həmçinin turşu və amorf xas-

səli oksidlərin olmasıdır. Qələvi-mineral yapışdırıcıları qələvi yapışdırıcılarının bir növüdür.

Qələvi-mineral yapışdırıcıları, ümumi halda, narın üyüdülmüş mineral komponent (kimyəvi və mineraloji tərkibə qismən posaya yaxın olan vulkan mənşəli təbii süxurlar, digər sənaye tullantıları) və qələvi kompozisiyası qarışıqıdır. Belə yapışdırıcıların spesifik xüsusiyyəti, mineral komponentin qələvi məhlulu ilə reaksiyaya girməsidir. Bu tip reaksiyanın baş verməsi isə sistemdə mövcud olan qələvi kationlarının xarakterindən asılıdır. Bu prosesin baş verməsi üçün yapışdırıcı hidratlaşmalı, dispersləşməli və gel əmələgətirməlidir. Məhz bundan sonra yeni əmələgəlmələrin strukturlarının formalaşması prosesi gedə bilər. Bu proses, sadəcə olaraq, dispers mineral komponentin mövcud strukturunun kompleks şəkildə pozulması və yenidən formalaşması, yəni ilkin xammalın bərk hissəciklərinin xırdalanıb dispersləşmə-koaqulyasiya olunaraq tiksotropik quruluşa keçməsi və onların əsasında hidrat yeni əmələgəlmələrin kristallaşması ilə xarakterizə olunur.

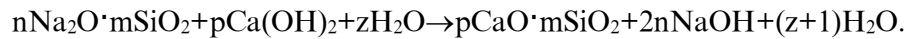
Qələvi-mineral yapışdırıcı sistemlərdə strukturəmələgəlmədə əsas amil narın üyüdülmüş mineral komponent hissəciklərinin qələvi mühitində özü-özünə dispersləşməsidir. Qeyd etmək lazımdır ki, mineral komponenti təşkil edən minerallarda ionlaşma dərəcəsi bir qayda olaraq kiçik olduğundan sistemdə dispersləşmə prosesinin xüsusilə kimyəvi adsorbsiya ilə bağlı dispersləşməsinin getməsi və kolloid tipli qələvi məhlulun yaranması əsas şərtədir. Bu isə sistemdə gel əmələgəlmə prosesinin getməsinə səbəb olur.

Belə sistemlərin qələvi mühitdə hidratlaşması ilə dispersləşməsi hesabına gələn yaranması və son olaraq kondensləşməsi nəticəsində hidrosilikat, hidroalümosilikat və hidroalüminat fazalarının kristallaşması proseslərini baş verir. Güman etmək olar ki, ilkin mərhələdə silikat və alümosilikat tərkibli birləşmələrdə olan [SiO₄]⁴⁻ və [AlO₄]⁵⁻ quruluş vahidlərinin Ca²⁺, Ca(OH)⁺ və ya Ca[(H₂O)(OH)]⁺ ionları ilə əhatə olunması hesa-

Buradan belə bir ciddi nəticə çıxarmaq olar ki, əgər qarışığa qələvi komponenti kimi təkcə Ca(OH)₂ əlavə edilərsə, mineral komponentin dispersləşməsi axıra qədər getməyəcək və deməli kondensləşmə prosesi, yəni yüksək möhkəmlikli sement daşının alınma ehtimalı böyük olmayacaqdır.

İstənilən kimyəvi reaksiyanın, eləcə də silikat sistemlərdə (R₂O-RO-R₂O₃-SiO₂) struktur əmələgəlmə prosesinin istiqaməti və son məhsulların faza-mineraloji tərkibləri, əsasən ilkin maddələrin fiziki-kimyəvi xassələrindən, onların nisbətindən və işlənmə şəraitindən asılıdır. Bu baxımdan işdə seçilmiş vulkan mənşəli süxurlar və alümosilikat tərkibli sənaye tullantıları təşkil edən ilkin komponentlərin və onların optimal nisbətələrinin qələvi-mineral yapışdırıcıların və betonların bərkimə proseslərinə təsirinin proqnozlaşdırılması və praktiki reallaşdırılması ciddi elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Seçilmiş silikat sistemlərdə strukturəmələgəlmə prosesini daha dəqiq öyrənmək məqsədi ilə materialların hidratlaşma reaksiyalarını şərti olaraq dörd mərhələyə bölmək olar. Birinci



Bu reaksiyadan alınan azəsaslı Ca-hidrosilikatlar tədqiq olunan sistemdə kristallaşan ksonotlit Ca₆Si₆O₁₇(OH)₂ mineralı ilə uyğunluq təşkil edir. Bu hidratlaşma məhlullarının rentgenfaza analizi ilə sübut edilmişdir. Bu faza ilə yanaşı proses zamanı alümosilikat fazalar da kristallaşırlar.

Müəyyən edilmişdir ki, hidratlaşma prosesinin son mərhələsində azəsaslı (C/S=1) silikatlarla yanaşı digər Na, Ca-hidrosilikatlar, çöl şpatları (albit, labrador, barbarit, hidrokantrit, hironefelin və s.), NaA və klinoptilolit tipli seolitlər, hidroalümosilikatlar—Na₂O·Al₂O₃·1,68SiO₂·1,73H₂O, Na₄Al₂Si₆O₁₇·2H₂O və Ca₂Al₂(OH)₁₀·3H₂O və Ca₂Al₂SiO₇·8H₂O, alümosilikatlar Na_xCa_yAl_{1,5}Si_{2,5}O₈, (Na,Ca)AlSi₃O₈ və s. kimi fazalar kristallaşır.

Beləliklə, hesab edirik ki, yuxarıda göstərilən sistemlərdə alınmış materiallara yapışdırıcılıq xasəsi verən azəsaslı Ca-hidrosilikatlar, seolitlər və çöl şpatları kimi fazalardır. Bütün bu mineral fazalarının alınmasına səbəb sistemdə yaradılan qələvi mühütdür ki, bu da qələvi və qələvi-torpaq metalların müxtəlif birləşmələrinin iştirakı hesabına əmələ gəlir.

Qələvi və qələvi-torpaq xüsusiyyətli materialların əsas xasəsi onların tərkibində kalsiumdan

mərhələ sistemə daxil edilən qələvi (NaOH) komponentinin digər komponentlərlə qarşılıqlı təsiri ilə bağlıdır. Bu mərhələdə qələvi vulkanik süxurun, alümosilikat tərkibli tullantının, gilin və portland-sementin tərkibindəki kalsium birləşmələri ilə qarşılıqlı təsirdə olur, nəticədə kalsiumu (Ca²⁺ + 2OH⁻) ionlaşdırır. O, da istisna deyil ki, sistemdə həm də sönmüş əhəng Ca(OH)₂ əmələ gəlir.

İkinci mərhələdə birinci mərhələdə yaranan Ca²⁺ asanlıqla sistemdə mövcud olan amorf SiO₂ komponenti ilə qarşılıqlı təsirdə olub, nCa₂O·mSiO₂ alınır. Eyni zamanda Na qələvisi həm amorf SiO₂, həm də sistemdəki alümosilikat və ya silikat birləşmələrinin SiO₂ ilə qarşılıqlı təsirdə aralıq nNa₂O·mSiO₂ tipli məhsullar formalaşır.

Üçüncü mərhələdə aralıq məhsul kimi alınmış Na-silikat və sönmüş əhəng komponentlərinin qarşılıqlı təsirindən azəsaslı Ca-hidrosilikatların alınması ilə yanaşı əlavə olaraq yenidən qələvi əmələ gəlir:

daha aktiv qələvi elementlərini, hidrosidlərin, silikat və alüminatların iştirak etməsidir. Bütün bunlar qüvvətli qələvi reaksiyalarını verir.

Qələvi mühiti, həmçinin ənənəvi kalsium yapışdırıcılarında hidratlaşma proseslərinin getməsi üçün vacibdir. Qələvi-mineral yapışdırıcılarının hidratlaşma prosesi müəyyən zamandan sonra deyil, qarışdırıldığı vaxtdan başlayır. Ona görə də ion və kovalent əlaqələrinin parçalanması paralel olaraq gedir. Bu proses xüsusilə mineral komponent və qələvi kompozisiyasının qarışdırıldığı ilkin mərhələdən başlayır.

Ümumiyyətlə, qələvi-mineral yapışdırıcılarının kondensləşmə və strukturəmələgətirmə prosesində əsas rolu Ca⁺ kationları oynayır. Belə ki, bu kationlar asanlıqla silisium və alüminium ilə təmasda olur və sistemdə yeni mineralların formalaşması prosesini sürətləndirir.

Qələvi-mineral yapışdırıcı materialların tədqiqi zamanı istifadə olunan mineral komponentlərin – vulkan süxurlarının və texnogen tullantıların hidravlik aktivliyi, əsasən, onların əsasılığından (M_{ss} = 0.13 – 0.9) və aktivliyindən (K_a = 0.26 – 0.33) asılı olur. Göründüyü kimi istifadə olunan mineral komponentlər – vulkan süxurları və texnogen tullantılar turş (M_{ss} < 1) və az aktiv (K_a < 1,6) komponentlərdir. Ona görə də bu kom-

ponentlərin əsaslığı mineral əmələgəlmə prosesi-nə əsaslı təsir göstərmişdir. Bərkimənin ilkin mərhələsində mineral komponentinin əsaslığından və qələvi komponentindən asılı olmayaraq əvvəlcə azəsaslı CSH tipli hidrosilikatlar və qələvi, qələvi-qələvi-torpaq alümosilikat geli tərkibli minerallar əmələ gəlir. Sonrakı bərkimə dövrü tamamlandıqda daha yüksək əsaslı Na, Ca qarışıq hidrosilikatlar və digər qələvi tərkibli hidratlaşma məhsulları alınır. Belə sistemlərin bərkiməsində istifadə olunan qələvi komponentinin rolu böyükdür. Ehtimal ki, istifadə olunan qələvi komponentinin təbiəti və miqdarı qələvi-mineral sementlərdə narın üyüdülmüş silikat tərkibli komponent və həm də betonda xırdadənəli doldurucu dənələri arasında qarşılıqlı kimyəvi reaksiyalar gedir və bu bərkimiş materialın fiziki-mexaniki xassələrinə əsaslı təsir göstərir. Buna görə də bu zaman metal qələviləri ilə silikat tərkibli komponentlər arasında baş verən proseslər nəticəsində təbii və süni alümosilikat sistemlərində olan mineralların analoqu olan yeni mineralların kristallaşması müşahidə olunur.

Tədqiq olunan qələvi-mineral yapışdırıcıların aparılmış rentgenstruktur analizləri vulkan mənşəli süxurlar və alümosilikat tərkibli sənaye tullantısı əsasında alınan yapışdırıcıların müxtəlif bərkimə şəraitində strukturəmələgəlmə prosesləri zamanı baş verən faza dəyişiklikləri bu fikirləri təsdiq etdiyini göstərmişdir. Belə ki, istifadə olunan vulkan süxurunun və tullantıların növündən asılı olaraq, seçilmiş 105-150°C temperatur intervalı həddində 11 (2+7+2) saat müddətində

isti-quru hava şəraitində bərkimiş qələvi-mineral yapışdırıcılarının faza tərkibləri azəsaslı kalsium-hidrosilikat qrupu CSH(B) mineralları – ksonotlit $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$, birəsaslı hidrosilikat $(\text{Na}, \text{Ca})\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; alümosilikatlar – albit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, barberit $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$; seolit qrupu mineralları - NaA – seolit $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, klinoptilolit $(\text{Na}_2\text{K}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{SiO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, hidronefelin $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; kalsium-hidroalüminat $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{OH})_{10} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ və $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, hidrokankrinit $\text{Na}_8(\text{Al},\text{Si})_{12}\text{O}_{24}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; hidroalümosilikatlar – Na-hidroalümosilikat $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 1,68\text{SiO}_2 \cdot 1,73\text{H}_2\text{O}$ və $\text{Na}_4\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{17} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kimi fazalar kristallaşmışdır.

1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m³ olan CaCl_2 məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0.5+1.5+0.5) saat sabit kütləyə qədər laboratoriya quruducu şkaftında bərkimiş qələvi-mineral yapışdırıcılarının faza tərkiblərində alümosilikatlar – labrador $\text{Na}_x\text{Ca}_y\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_8$, Na,Ca – adulyar $(\text{Na},\text{Ca})\text{AlSi}_3\text{O}_8$; hidrosilikatlar–ksonotlit $\text{Ca}_4[\text{Ca}(\text{Si}_6\text{O}_{17})(\text{OH})_2]$; hidroalümosilikatlar – hidrosodolit $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_2 \cdot 2,1\text{H}_2\text{O}$, Na A – seolit $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kimi minerallar formalaşmışdır [2-5].

Vulkan mənşəli təbii süxurlar, alümosilikat tərkibli sənaye tullantıları və qələvi kompozisiyası qarışıqından alınan və müxtəlif şəraitlərdə bərkiyən qələvi-mineral yapışdırıcı materialların kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1. İşlənmiş qələvi-mineral yapışdırıcı materialların kimyəvi tərkibi

Emal şəraiti	Tərkibin kütlə üzrə %-lə miqdarı										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO	K.i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yapışdırıcı materialın əsası											
Tovuz trassı											
Hava	35.28	9.62	5.90	5.60	0.48	0.21	12.93	0.04	0.21	0.01	28.58
Temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamera	31.28	7.91	4.93	8.5	0.40	0.17	10.51	0.03	0.19	0.01	34.80
Su olan vanna	29.72	6.96	3.92	6.68	0.51	0.23	15.04	0.024	0.16	0.01	35.03
105-110°C temperatur intervalında 11(2+7+2) saat rejimlə quruducu şkaft	31.90	8.00	4.86	7.78	0.44	0.19	11.99	0.032	0.19	0.011	33.63
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı hava	33.48	8.70	5.30	6.92	0.46	0.2	11,54	0.037	0.20	0.012	32.05
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl_2 məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0,5+1,5+0,5) saat laboratoriya quruducu şkaftda	35.30	9.44	5.83	6.24	0.48	0.2	10.34	0.042	0.21	0.014	30.72

avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4.5+7+4.5+2) saat 174.5°C temperaturda	34.86	9.36	5.83	6.81	0.44	0.19	10.43	0.042	0.20	0.014	39.79
Ceyrəncöl vulkan külü											
Hava	34.44	6.64	1.61	7.16	0.53	1.23	17.76				28.29
Temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamera	32.15	5.93	1.56	7.41	0.51	1.04	18.69				30.0
Su olan vanna	38.81	7.85	1.74	7.5	0.52	1.62	18.40				20.90
105-110°C temperatur intervalında 11(2+7+2) saat rejimində quruducu şkaf	31.73	5.95	1.59	7.87	0.5	1.03	17.58				31.45
105-110°C temperatur intervalında 11(2+7+2) saat isti-quru axınlı hava	35.50	6.79	1.63	7.24	0.52	0.4	14.19				29.30
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl ₂ məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0.5+1.5+0.5) saat laboratoriya quruducu şkafda	33.65	6.32	1.61	7.51	0.51	1.15	16.25				30.68
avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4,5+7+4,5+2) saat 174,5°C temperaturda	40.75	8.08	1.75	6.48	0.56	0.26	13.28				25.14
Cəbrayıl vulkan külü											
Hava	47.3	10.62	3.01	9.06	1.86	1.51	6.56	0.1	0.20	0.04	18.56
Temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamera	47.85	10.94	2.99	7.67	1.13	1.57	11.4	0.10	0.19	0.04	14.69
Su olan vanna	48.0	10.97	3.00	7.72	1.13	1.57	9.33	0.09	0.21	0.03	14.88
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat quruducu şkafda	45.55	10.23	2.84	7.79	1.06	1.44	10.09	0.09	0.21	0.03	18.14
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı hava	47.14	10.69	2.90	7.09	2.13	1.53	10.12	0.09	0.21	0.03	16.47
avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4.5+7+4.5+2) saat 174,5°C temperaturda	49.76	11.33	3.13	8.00	1.25	1.56	10.16	0.09	0.18	0.03	17.90
Alümosilikat tərkibli sənaye tullantısı											
Hava	41.53	10.6	4.41	5.91	0.49	0.6	13.49		0.13	0.04	22.48
Temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamera	35.96	8.65	3.78	8.63	0.4	0.47	13.04		0.10	0.03	29.03
Su olan vanna	33.14	7.5	3.07	6.56	0.51	0.45	15.36		0.11	0.02	32.88
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat quruducu şkafda	36.34	8.63	9.29	7.73	0.44	0.48	12.42		0.106	0.025	29.79
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı hava	38.67	9.51	4.01	7.09	0.46	0.54	13.02		0.122	0.03	27.40
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl ₂ məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0.5+1.5+0.5) saat laboratoriya quruducu şkafda	41.28	10.41	4.35	6.45	0.47	0.59	10.94		0.13	0.033	25.18
avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4.5+7+4.5+2) saat 174.5°C temperaturda	40.84	10.29	4.37	7.01	0.42	0.57	11.02		0.12	0.032	25.22

Hidratasiya-kondensasiyalı yapışdırıcıların (qələvili sementlər) qələvi-torpaq, qələvi və qələvi-qələvitorpaq mineral yapışdırıcı növləri məlumdur [5]. Belə yapışdırıcılar oksidlər sistemi ilə aşağıdakı kimi ifadə olunur:

- qələvi-torpaq yapışdırıcıları $RO - R_2O_3 - SiO_2 = (2 \div 8) : 1 : (2 : 6)$;

- qələvi yapışdırıcıları $R_2O - R_2O_3 - SiO_2 = (1 \div 1.5) : 1 : (2 : 4)$;

- qələvi-qələvi-torpaq yapışdırıcıları $R_2O - RO - R_2O_3 - SiO_2 = 1:(2 \div 4):1:(2 : 4)$.

Vulkan mənşəli təbii süxurlar, alümosilikat tərkibli sənaye tullantıları və qələvi kompozisiyası qarışığından alınan və müxtəlif şəraitlərdə bərkiyən qələvi-mineral yapışdırıcı materialının kimyəvi tərkibinə uyğun olaraq oksidlər sistemi təyin edilmişdir. Alınmış nəticələr cədv.2-də verilmişdir.

Cədvəl 2. İşlənmiş qələvi-mineral yapışdırıcı materialların kimyəvi tərkibinə uyğun oksidlər nisbəti

Bərkimə şəraiti	Tərkib, oksidlər			
	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	SiO ₂
	Mineral komponentin növü			
Tovuz trassı				
Havada	0.85	0.4	1.0	2.27
temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamerada	0.8	0.7	1.0	2.44
Su olan vannada	1.4	0.66	1.0	2.73
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat quruducu şkafda	0.95	0.64	1.0	2.48
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı havada	0.84	0.6	1.0	2.4
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl ₂ məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0,5+1,5+0,5) saat laboratoriya quruducu şkafda	0.7	0.44	1.0	2.31
avtoklavda 9 atm. 174,5°C temperatur 18(4,5+7+4,5+2)	0.7	0.48	1.0	2.3
Ceyrañçöl vulkan külü				
Havada	2.3	0.93	1.0	4.17
temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamerada	2.7	1.06	1.0	4.3
Su olan vannada	2.14	0.84	1.0	4.1
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat quruducu şkafda	2.47	1.11	1.0	4.21
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı havada	1.98	0.92	1.0	4.21
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl ₂ məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0,5+1,5+0,5) saat laboratoriya quruducu şkafda	2.2	1.01	1.0	4.24
avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4,5+7+4,5+2) saat 174,5°C temperaturda	1.52	0.72	1.0	4.2
Cəbrayıl vulkan külü				
Havada	0.6	0.8	1.0	3.5
temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamerada	0.94	0.63	1.0	3.44
Su olan vannada	0.8	0.63	1.0	3.44
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat quruducu şkafda	0.9	0.7	1.0	3.5
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı havada	0.9	0.7	1.0	3.5
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl ₂ məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0,5+1,5+0,5) saat laboratoriya quruducu şkafda	1.23	0.8	1.0	3.6
avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4,5+7+4,5+2) saat 174,5°C temperaturda	0.8	0.64	1.0	3.44
Alümosilikat tərkibli tullantı				
Havada	0.94	0.4	1.0	3.2
temperaturu 20±3°C, nisbi nəmliyi 90% olan kamerada	1.09	0.73	1.0	2.9
Su olan vannada	1.5	0.7	1.0	3.14
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat quruducu şkafda	0.72	0.5	1.0	2.03
105-110°C temperatur intervalında 11 (2+7+2) saat isti-quru axınlı havada	1.0	0.6	1.0	2.85
1 saat 60°C temperaturda sıxlığı 1350 kq/m ³ olan CaCl ₂ məhlulu hopdurulmuş, 105-110°C-da 2,5 (0,5+1,5+0,5) saat laboratoriya quruducu şkafda	0.8	0.5	1.0	2.8
avtoklavda 0,9 MPa təzyiq altında 18(4,5+7+4,5+2) saat 174,5°C temperaturda	0.79	0.5	1.0	2.78

Cədvəldən göründüyü kimi tədqiq olunan qələvi-mineral yapışdırıcıları qələvi-qələvitorpaq yapışdırıcıları qrupuna aiddir, lakin yapışdırıcının

faktiki oksidlər nisbəti istifadə olunan mineral komponentin növündən asılı olaraq fərqlənirlər. Bu nisbət ümumiləşdirilmiş halda aşağıdakı kimi alınmışdır:

Tovuz trassı əsasında,

$$R_2O - RO - R_2O_3 - SiO_2 = (0.7 \div 1.4) : (0.4 \div 0.7) : 1 : (2.27 : 2.73);$$

Ceyrançöl vulkan külü əsasında,

$$R_2O - RO - R_2O_3 - SiO_2 = (1.52 \div 2.7) : (0.72 \div 1.11) : 1 : (4.1 : 4.3);$$

Cəbrayıl vulkan külü əsasında,

$$R_2O - RO - R_2O_3 - SiO_2 = (0.6 \div 1.23) : (0.63 \div 0.8) : 1 : (3.4 : 3.6);$$

Alümosilikat tərkibli tullantı əsasında,

$$R_2O - RO - R_2O_3 - SiO_2 = (0.72 \div 1.5) : (0.4 \div 0.73) : 1 : (2.03 : 3.2).$$

Təklif olunan qələvi-mineral yapışdırıcıların strukturəmələgəlmə və bərkimə proseslərinin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri tədqiq olunmuş və müəyyən edilmişdir ki, belə sistemlərdə yaranan yeni əmələgəlmələrin təbiəti istifadə olunan ilkin xammalların kimyəvi və mineraloji tərkiblərindən, emal şəraitindən asılı olaraq təbii

mineralların silikat, alüminat və alümosilikat tərkibli stabil və uzunömürlü süni analoqlarıdır.

Ümumiyyətlə, tədqiq olunan qələvi-mineral yapışdırıcıları hidratlaşma – kondensasiyalı yapışdırıcıları olmaqla, tərkibi oksidlər nisbəti $R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2 = (0.7 \div 2.7) : (0.4 \div 1.11) : 1 : (2.27 : 4.3)$ olan yeni qələvi-qələvitorpaq yapışdırıcılar qrupuna daxildir.

ƏDƏBİYYAT

- Щелочные и щелочно-земельные гидравлические вяжущие и бетоны / Под ред. В.Д.Глуховского. Киев: Вища школа. 1974. 231 с.
- Haqverdiyeva T.A. // Ekologiya və su təsərrüfatı. Elmi-texniki və istehsalat jurnalı. 2009. № 5. S.5-9.
- Haqverdiyeva T.A., Qənbərov D.M. // Bakı Universitetinin Xəbərləri. 2010. № 1.
- Haqverdiyeva T.A., Mustafayev H.V. // AMEA-nın Məruzələri. LXV. 2009. № 5.
- Haqverdiyeva T.A. Cəbrayıl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcı materialının struktur əmələgəlmə prosesinin tədqiqi / AzMİU-nun müəllim professor heyətinin elmi konfransı, 28 yanvar 2010.

СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТВЕРДЕНИЯ В СИСТЕМЕ R₂O- RO- R₂O₃- SiO₂- H₂O

Т.А.Ахвердиева, Д.М.Ганбаров

Установлено, что в исследуемых щелочно-минеральных системах процесс твердения происходит в четыре стадии и полученные новообразования типа гидросиликатов кальция, гидроалюмосиликатов и алюмосиликатов придадут смеси вяжущие свойства. Эти системы с составом $R_2O : RO : R_2O_3 : SiO_2 = (0,7 \div 2,7) : (0,4 \div 1,11) : 1 : (2,27 : 4,3)$ входят в группу вяжущих гидратационно-конденсационного типа.

STRUCTURAL-CHEMICAL RESEARCH OF HARDENING PROCESS IN THE R₂O- RO- R₂O₃- SiO₂- H₂O SYSTEM

Т.А.Ахвердиева, Д.М.Ганбаров

It has been established that the hardening process in alkali-mineral systems has four stages and new formations of hydrosilicate type of calcium, hydroaluminium silicate and aluminium silicate add binder's properties to the mixture. Systems of $R_2O- RO- R_2O_3- SiO_2 = (0,7 \div 2,7) : (0,4 \div 1,11) : 1 : (2,27 : 4,3)$ enter a group of binders of hydrate – condensation type.