

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ

SÜLEYMANOVA SƏKURƏ QURBƏT QIZI

TERMİK AKTİVLƏŞDİRİLMİŞ VULKAN KÜLÜ ƏSASINDA

QƏLƏVİ- MİNERAL YAPIŞDIRICLARI

İxtisas 060601-MATERİALŞÜNASLIQ MÜHƏNDİSLİYİ

İxtisaslaşma-MATERİALŞÜNASLIQ VƏ MATERİALLARIN

TEXNOLOGİYASI

MAGİSTR

DİSERTASİYASI

Elmi rəhbər:

t.e.d. prof əvəzi .Haqverdiyeva T.A

BAKİ – 2017

MÜNDƏRİCAT

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI.....	4
GİRİŞ.....	7

I FƏSİL

ƏDƏBİYYATLARIN ANALİTİK ŞƏRHİ.....	10
1.1. Yapışdırıcı materiallar və betonlar texnologiyası.....	10
1.2. Qələvi-posa yapışdırıcıları və alınma texnologiyası.....	15
1.3. Qələvi-mineral yapışdırıcıları haqqında ədəbiyyat xülasəsi.....	26
1.4. Yapışdırıcı materialların aktivləşdirilməsi üsullarının tədqiqi.....	28
1.5. Elmi-texniki tapşırıq.....	34

II FƏSİL

Tədqiqat üsullarının seçilməsi və ilkin materiallar.....	36
2.1. Cihaz və avadanlıqlar, tədqiqat metodları.....	36
2.2. İstifadə olunan xammal və materiallar, onların xassələri.....	43

III FƏSİL

TERMİK AKTİVLƏŞDİRİLMİŞ VULKAN KÜLÜ ƏSASINDA

QƏLƏVİ-MİNERAL YAPIŞDIRICILARIN ALINMASI.....	51
3.1. İlkin qələvi-mineral yapışdırıcı materialların tərkibinin öyrənilməsi.....	52
3.1.1. Bərkimə şəraitinin və aktivləşdirmə temperaturunun təyini.....	55
3.2. Aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı.....	58
3.2.1 400 ⁰ C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı.....	58
3.2.2. 550 ⁰ C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı.....	

3.2.3.	800 ⁰ C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı.....	63
3.3.	Termik aktivləşdirməklə modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcısının bərkimə və strukturəmələgəlmə prosesinin tədqiqi.....	66
3.3.1.	İlkin qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi.....	66
3.3.2.	400 ⁰ C temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi.....	68
3.3.3.	550 ⁰ C temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi.....	69
3.3.4.	800 ⁰ C temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi.....	71
3.4.	Maye şüşə:NaOH:gil:sement:Ceyrançöl vulkan külü əsaslı qələvi-mineral yapışdırıcısının xassələrinə yandırılmış vulkan külünün təsirinin tədqiqi.....	73
	Nəticələr və təkliflər.....	77
	İstifadə olunan ədəbiyyat.....	78

İşin ümumi xarakteristikası

Aktuallıq. Müasir dövrümüzdə tikintinin artan tempolə inkişafı elmi-texniki tərəqqi ilə bağlıdır. Elmi-texniki tərəqqinin inkişafı ölkəmizdə də öz əksini göstərmişdir. Azərbaycan yüksək sürətli inkişafa malikdir, bu inkişaf tikinti sahəsində də özünü göstərir. Hazırda sürətlə artan tikintidə beton və dəmir-beton məmulatlarından geniş istifadə olunur. İstifadə olunan betonun keyfiyyəti isə onun tərkibinə daxil olan materialların xassələrindən, qarışıqın diqqətlə qarışdırılmasından və.s amillərdən asılıdır. Ölkəmizdə ən geniş tətbiq sahəsinə malik olan beton və dəmir-beton məmulatların istehsalında yapışdırıcı material kimi portlandsement tətbiq olunur. Müasir tikintidə hörgü, divar, suvaq və.s işlərdə aşağı möhkəmlik tələb edən beton və dəmir-beton məmulatların istehsalında da yapışdırıcı material kimi portlandsementin istifadəsinə zərurət yaranır. Hazırkı dövrdə enerji qıtlığı, sementin qiymətinin bahalaşması, portlandsementə qənaət edilməsi məsələsini ön plana çəkir. Elə ona görə də tikintidə yüksək-möhkəmlik tələb olunmayan sahələrdə, və mümkün olduqda digər yapışdırıcı materialın tədqiqi məsələsini aktual problem olaraq inşaatçılar qarşısına çıxır. Ona görə də bir çox tədqiqatçılar araşdırmalarında bu məsələyə diqqət yetirmişlər və yetirməkdədilər. Hazırda bir çox xarici ölkələrdə ən geniş yayılan digər yapışdırıcı materiallardan qələvi-posa yapışdırıcılarıdır. Qələvi - posa yapışdırıcılarının yaradılması ilk dəfə XX əsrin 60-cı illərinə təsadüf edir. Elə o zamandan başlayaraq, bu yapışdırıcı əsasında beton və dəmir - beton məmulatlar tətbiq olunmağa başlanmışdır. 1958 – 2003 - ci illərdə keçmiş Sovet İttifaqının müxtəlif regionlarında və bir sıra digər xarici ölkələrdə qələvi-posa sementləri əsasında alınan beton məmulatların və konstruksiyaların istehsalı, tətbiqi və istismarı çoxalmışdır [22]. Müsbət

xüsusiyyətləri ilə fərqlənən qələvi-posa yapışdırıcılarının və betonlarının istehsalı və tətbiqi metallurjiya sənayesi inkişaf etmiş bölgələr üçün xüsusilə əhəmiyyətlidir. Elə ona görə də bir çox regionlarda eləcə də ölkəmizdə qələvi-posa yapışdırıcıları və betonları öz tətbiq sahəsini tapmamışdır. Ölkəmizdə prof.B.S.Sərdarovun və onun yetirməsi T.A.Haqverdiyevanın rəhbərliyi ilə bir çox tədqiqatçılar qələvi-posa texnologiyasına əsaslanan, lakin qələvi-mineral yapışdırıcısı adlanan, yerli vulkan mənşəli süxurların tədqiqi ilə alınan yeni yapışdırıcı materialın alınma texnologiyası tədqiq edilmiş və edilməkdədir. Bütün bunlara əsaslanaraq demək olar ki, yerli xammalları əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcılarının tərkiblərinin işlənməsi xassələrinin yaxşılaşdırılması və tətbiqinin genişləndirilməsi aktualdır.

Tədqiqatın məqsədi. Kimyəvi və mineraloji tərkibinə görə qismən domna posalarına yaxın olan Ceyrançöl vulkan mənşəli külünü termik aktivləşdirməklə qələvi-mineral yapışdırıcı materialının tərkibinin işlənməsi və xassələrinin öyrənilməsi işin əsas məqsədidir.

Tədqiqatın predmeti və obyekt. Tədqiqatın predmeti Ceyrançöl vulkan külü əsasında qələvi - mineral yapışdırıcısının alınma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi texnologiyasının tədqiqidir. Tədqiqatın obyektini kimi qələvi - mineral yapışdırıcısında maye şüşədən istifadə olunmasıdır.

Praktiki əhəmiyyəti. Ceyrançöl vulkan külünün termik emal etməklə aktivləşdirilməsi və aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında ilkin qələvi-mineral yapışdırıcısının heç bir əlavə istifadə etmədən fiziki - mexaniki xassələrinin yüksəldilməsinin mümkünlüyü və bu növ yapışdırıcının tətbiqi ilə müxtəlif

təyinatlı beton məmulatların alınmasının mümkünlüyü elmi - praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Aprobasiya işləri. Elmi tədqiqat işlərinin nəticələri AzMİU - da keçirilmiş tələbə və magistrların XXXIX elmi konfransında dinlənilmiş, məruzə olunmuş və konfrans materiallar toplusunda dərc olunmuşdur.

Nəşr olunmuş məqalələr:

- 1) “Termik aktivləşdirilmiş vulkan külünün rentgenfaza analizi” (Bakı, 2016);
- 2) “Vulkan külünün optimal aktivləşdirmə temperaturunun təyini” (Bakı, 2017)

Göstərilən bu məqalələr müxtəlif dərəcələrdən təltif edilmişdir.

Termik aktivləşdirilmiş vulkan külünün rentgenfaza analizi” (III dərəcə),

Vulkan külünün optimal aktivləşdirmə temperaturunun təyini” (I dərəcə).

Elmi yeniliklər.

- İlk dəfə Ceyrançöl vulkan külü termik üsulla aktivləşdirilmişdir;

-Termik üsulla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış ilkin qələvi-mineral yapışdırıcı daş materialın fiziki - mexaniki xassələri yaxşılaşdırılmışdır;

- 550⁰C temperaturda termik aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında ilkin qələvi - mineral yapışdırıcı daş materialının sıxılmada möhkəmlik həddi 35 - 38 %, orta sıxlığı 7,1 % yüksəldilmişdir.

Tədqiqatın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, üç fəsil, nəticələr, ədəbiyyat siyahısı olmaqla 88 səhifədən, 20 cədvəldən və 14 şəkildən ibarətdir. Dissertasiya işində 84 adda ədəbiyyatdan elmi məqaləyə istinad edilmişdir.

GİRİŞ

İnşa edilən binanın və ya qurğunun uzun ömürlülüüyü işlədilən materialların keyfiyyətindən və səmərəli istifadəsindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Qədim Tarixi abidələrin və müxtəlif Tikinti obyektlərinin dövrümüzə qədər çatmasının sirri, onların tikintisində işlədilən materialların düzgün seçilməsi və tikinti texnologiyasıdır. Tikinti materialları sənayesi milli iqtisadiyyatın məhsul istehsal edən sahələrindən biridir. Bu sənaye cəmiyyətin inkişafı və iqtisadiyyatı potensialının artmasına və insanların həyat səviyyəsinin yüksəlməsinə həlledici təsir göstərir. Onun inkişafı yeni və yüksək istismar göstəricili material və məmulatların istehsalı, bu da əhalinin sosial - iqtisadi vəziyyətinin yaxşılaşması, həmçinin yaşayış şəraitinin yaxşılaşdırılması deməkdir [21].

Ölkəmizdə elmi - texniki tərəqqinin sürətlə inkişafı, tikinti sektorunun tətbiqinə, istehsalın təkmilləşdirilməsinə maddi-texniki bazanın formalaşdırılmasına, ölkənin iqtisadi potensialının artırılmasına və müdafiə qabiliyyətinin yüksəldilməsinə bilavasitə təsir göstərən amillərdəndir. Son zamanlar Azərbaycanda qeyri-neft sektorunun inkişaf etdirilməsi tikinti sənayesinin inkişafına xüsusi təkan vermişdir. Ölkəmizdə yeni inşaat materialları və məmulatları istehsal edən zavodlar açılır və tikintinin sürəti artır. Elə ona görə də inşaat materialları əsasən xaricdən gətirilmir və ya gətirilməsi azaldılmış, ölkəmizdəndə istehsal edilən məhsullar tətbiq sahəsini artırır. Bu isə yerli xammal və texnogen tullantılardan istifadə etməklə iqtisadi baxımdan daha effektiv inşaat materiallarının alınması imkanı yaradır. Son on ildə dünya ictimaiyyəti yer kürəsinin sivilizasiyasının inkişafına yeni aspektdə baxış və sərhədsiz “Elmi - texniki tərəqqi”

istiqlamətini “dayanıqlı inkişaf” strategiyasını müəyyənləşdirmişdir. Bu strategiyanın əsas kriteriyasını təbii resursların istifadəsini məhdudlaşdırmaq, enerjiyə qənaət və ətraf mühitin qorunması kimi məsələlər təşkil edir. Bu kriteriyalar isə kompleks inşaatın inkişaf strategiyasının əsasını təşkil edir. Ona görə də inşaat materialları sənayesi qarşısında duran əsas istiqamətlərdən biri də təbii sərvətlərdən səmərəli istifadə etməkdir.

Hazırda tikintidə tətbiq edilən əsas inşaat materiallarından biri portlandsement və onun əsasında beton məmulatlarıdır. Portlandsement əsasında daha geniş çeşiddə beton və dəmir-beton məmulatlarının tətbiqi yayılmışdır. Portlandsementin istehsalında yüksək amartizasiya xərcli avadanlıqların istifadə olduğu nəzərə alsaq qiymətli inşaat materialı olduğu aydın görünür. Elə ona görə də portlandsementdən qənaətlə istifadə olunması və lazım gəldikdə digər yapışdırıcı materialların tətbiqi aktual məsələlərdən biridir. Bu məqsədlə tədqiqatlarda yerli vulkan mənşəli süxurlar və qələvi kompozisiyası əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcılarının alınma texnologiyası araşdırılması maraq doğurur [62, 69]. Tikintidə daha çox qələvi birləşmələrindən havada bərkியən yapışdırıcı hesab olunan silikat duzlarından və maye şüşədən istifadə olunur. Qələvi - mineral yapışdırıcıları müxtəlif vulkan mənşəli süxurlar və texnogen tullantılar əsasında alınması və çeşidin artırılması istiqamətində tədqiqat işləri Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Yapışdırıcı materiallar və betonlar texnologiyası” kafedrasında aparılıb. Tədqiqatçı alim T.A.Haqverdiyeva və onun rəhbərliyi altında aparılan tədqiqatlar nəticəsində təbii vulkan süxurları və texnogen tullantılar əsasında qələvi - mineral yapışdırıcıların texnologiyası öyrənilir [85].

Belə qələvi kompozisiyaları əsasında alınan yapışdırıcılar əsasən (daha geniş) domna posaları ilə qarışdırılaraq alınan yapışdırıcılarda öyrənilmişdir. Lakin ölkəmizdə domna posalarının olmaması, eyni zamanda kimyəvi və mineraloji tərkibinə görə domna posalarına qismən yaxın olan təbii süxurlar (təbii üsulla yanmış vulkanik) və digər sənaye tullantıları mövcuddur. Bu növ təbii xammal və texnogen tullantıların tətbiqi həm yerli xammallardan istifadə imkanlarını artırır, həm də ekoloji baxımda toplanmış sənaye tullantılarının utilizasiyasına imkan yaradır [62, 69].

I FƏSİL

ƏDƏBİYYATLARIN ANALİTİK ŞƏRHİ

1.1. Yapışdırıcı materiallar və betonlar texnologiyası

Tədqiqatçılar çox qədim zamanlardan öz möhkəmliyini həm havada, həm də suda saxlamaq qabiliyyətinə malik olan yapışdırıcı materialların tapılması üzrə daima axtarışda olmuşlar. Bu məsələlər öz həllini yalnız portlandsement ixtira olunduqdan sonra tapılmışdır. Lakin insanlar tərəfindən istifadə olunan ilk yapışdırıcı material təbii gil olmuşdur. Əvvəlcə gildən ayrı - ayrı doldurucuları bir-birinə yapışdırmaq üçün istifadə etmişlər. Sonralar gil əsasında hazırlanan çiy kərpic Misirdə və Hindistanda əsas hörgü materialı kimi işlədilmişdir. Hələ eramızdan 3000...4000 il əvvəl Misirdə ilk süni yapışdırıcı material olan inşaat gipsi istifadə edilməyə başlanmışdır. Gips hörgü və suvaq məhlullarında geniş istifadə olundu [1]. Gipsin ardınca əhəng alındı və o, Yunanıstanda geniş tətbiq olunmağa başladı. Lakin bu yapışdırıcılar yalnız havada bərkidiyindən suyadavamlı yapışdırıcıya daima ehtiyac duyulurdu. Bu məqsədlə Misirdə və yaxın Şərqdə üyüdülmüş kərpicdən (yandırılmış gil) və əhəngdən istifadə etməklə alınmış yapışdırıcının istifadə olunması təklifi meydana çıxdı. Avropada isə bu məqsəd üçün romalılar Neapolun yaxınlığındakı Pussoli kəndində çıxarılan qumdan istifadə etdilər. Bu qum soyudulmuş vulkan şüşəsindən ibarət olub, sonradan pussolan adlandırılmışdır. Suxurun tras adı Türkiyəyə də keçdi və sonralar, hətta Türkiyə standartına da bu adla daxil oldu. Pussolan alümosilikat şüşəsindən ibarət olub, əhənglə qarşılıqlı təsirdə olduqda suya davamlı birləşmələr əmələ gətirir. 1924-cü ildə ingilis C.Aspidin portlandsement adlandırdığı “süni daş

istehsalının təkmilləşdirilməsi üsulu” ixtirası üçün patent aldı və o portlandsementin ilk ixtiraçısı sayılır. (Portland sözü bu yapışdırıcının rənginin Portlend şəhəri yaxınlığındakı daşın rənginə oxşar olduğu üçün verilmişdir). Aspidin kəşf etdiyi portlandsementin əhəng daşı və gil qarışığının 900...1000°C temperaturda karbon qazının tam ayrılmasına qədər yandırılmasından sonra üyüdülməklə alınmışdır [21]. E.Çeliyevə görə əhəngdaşının yandırılmasından alınan bir hissə əhənglə, bir hissə gildən ibarət süni xammal qarışığı yapışdırıcı materialdır. İlkin materiallar suyun iştirakı ilə bir-biri ilə qarışdırılır, alınmış qarışıq əsasında kərpic hazırlanır və 1100...1200°C temperaturda sobada yandırılır. Sonra yandırılmış məhsul xırdalanır və ələkdən keçiriləcək çəlləklərə qablaşdırılır. Adının portlandsement olmasına baxmayaraq Çeliyev və Aspidinin kəşf etdikləri yapışdırıcı əsl mənada portlandsement deyil, ancaq yanma temperaturu kifayət qədər olmadığından indiki romansementin bir növü idi. Əsl portlandsement 1844-cü ildə İsaak Conson tərəfindən alınmışdır. XIX əsrin ikinci yarısından etibarən portlandsement inşaat praktikasında geniş tətbiq sahəsini tapmışdır [21]. Rus alimlərindən A.R Şulyaçenko, N.A Belolyubski və A.Q Malyuqa 1881 - ci ildə sementin ilk texniki şərtlərini hazırlamış və yapışdırıcıların təsnifatını vermişlər. Onlar yapışdırıcı materialların tərkibi haqqında müasir elmin əsaslarını qoydular. Rusiyada ilk dəfə portlandsement istehsal edən zavod 1856-cı ildə Qrozdetse şəhərində istifadəyə verildi, sonra Riqada (1866), Şurovda (1870), Punane-Kundə (1871), Podolskada (1874) və başqa yerlərdə zavodlar tikildi. Sementin istehsalının getdikcə artması ilə yanaşı çeşidi genişlənir və keyfiyyəti yüksəldilir [2]. Hazırda 35-dən çox sement növü istehsal edilir ki, bunlardan 17-si

portlandsementin xüsusi növləridir. Azərbaycanda ilk fırlanan soba 1906-cı ildə Bakı sement zavodunda quraşdırılmışdır. Hazırda Azərbaycanda Holcim, Qazax, Norm sement zavodları fəaliyyət göstərir. Bununla bərabər bir sıra hazır klinker istifadə etməklə bir sıra üyütmə sexlərində mövcuddur.

Yapışdırıcı materiallar bərkimə mexanizminə əsasən üç qrupa bölünür:

1. Hidratlaşma mexanizmi üzrə bərkiyən yapışdırıcılar. Bu qrupa əsasən mineral yapışdırıcı materiallar (gips, əhəng, sement və s.);

2. Koaqulyasiya mexanizmi üzrə bərkiyən tipik kolloid sistemlər;

3. Polimerləşmə və polikondensləşmə mexanizmi üzrə bərkiyən yapışdırıcılar. Bu qrupa əsasən maye şüşə, kükürd və fosfat sementləri, müxtəlif üzvi qətranlar, silisium üzvi qətranı və s. əhatə edir [1].

Müəyyən nisbətdə götürülmüş əhəngdaşı ilə gilə yaxud müəyyən tərkibli mergellərin laxtalaşana qədər yandırılmasından əldə edilən klinkerə gipslə, bəzən isə xüsusi əlavələrlə birlikdə narın üyüdülməsindən alınan hidravlik yapışdırıcı materiala portlandsement deyilir. Sementin həqiqi sıxlığı 3050-3200 kq/m³ olur. Əlavələr qatılmış sementin həqiqi sıxlığı az olur. Posalı və putsolanlı portlandsementin həqiqi sıxlığı 2700-2900 kq/m³-dur. Sementin tökülmüş halda orta sıxlığı onun sıxlaşdırma dərəcəsiindən aslıdır. Portlandsementin sıxlaşdırılmamış halda tökülmüş halda orta sıxlığı 900-1100, sıxlaşdırılmış halda isə 1400-1700 kq/m³ həddindədir. Portlandsementin sutələbatı 24-28%-dir. Portlandsementin möhkəmliyi sıxılmada və əyilmədə möhkəmlik hədləri ilə xarakterizə edilir. Dövlətlərarası standartda əsasən portlandsement və onun növləri 28 günlük sıxılmada möhkəmliyinə görə aşağıdakı siniflərə bölünür: 22,5; 32,5;

42,5; 52,5. Hər bir sinif 2 və 7 günlük möhkəmliyinə görə N (normal bərkiyən) və B (tezbərkiyən) alt siniflərinə bölünür [2].

Portlandsementin istehsalı daha yüksək əmək tutumu və enerji sərfi ilə başa gəlir. Portlandsementin istehsalını şərti olaraq 2 yerə bölmək olar: 1-ci portlandsement klinkerinin istehsalı, 2-ci klinkerin gips və digər əlavələrlə birlikdə üyüdülməklə portlandsement istehsalı. Klinkerin istehsalı xammalın çıxarılmasından, xırdalanmasından, üyüdülməsindən, onların müəyyən nisbətdə qarışdırılmasından, yandırılmasından və klinkerin anbara yığılmasından ibarətdir. Portlandsement istehsalı isə klinkerin xırdalanmasından, mineral əlavələrin qurudulmasından, gips daşının xırdalanmasından, klinkerin gips daşı və əlavələrlə birlikdə üyüdülməsindən, alınmış sementin anbarlara yığılmasından ibarətdir. Portlandsementin alınmasında üç üsuldan istifadə olunur: yaş, quru, kombinə edilmiş. Sementin istehsalında işlədilən xammal yumşaq və nəmliyi çox olduqda bu üsuldan istifadə edilir. Yaş üsulda gil şlamı hazırlanır. Quru üsulla sementin istehsalı isə yaş üsula nisbətən iqtisadi baxımdan daha əlverişlidir. Belə ki, şlam hazırlamaq lazım gəlmir. Xammal mergəldən yaxud bərk əhəngdaşı ilə az nəmlikli gilin qarışığından ibarət olduqda quru üsuldan istifadə edilir. Kombinə edilmiş üsulda xammal qarışığı quru üsulda olduğu kimi də hazırlana bilər [2].

Beton qədim inşaat materialıdır. Lakin onun kütləvi tətbiqi XIX əsrin ikinci yarısından, portlandsementin sənaye istehsalından sonra başlanmışdır. Beton bütün süni və təbii daş materiallara xas olan nöqsana malikdir. İlk dövrlərdə beton qarışığının sıxlaşdırılması üçün toxaclama üsulu istifadə olunurdu. Beton və dəmir-beton texnologiyasının inkişafında bir sıra dünya alimləri R.Fepe,

E.Freysine, R.Lermin, B.Şuls, S.Bexine, İ.Bolomej, D.Abrams və.s öz tövhələrini vermişlər. Beton texnologiyasında titrətmə metodunun tətbiqi əsaslı dönüş nöqtəsi olmuşdur. O sıxılmaya yaxşı işləyir, lakin əyilmə və dartılmaya pis müqavimət göstərir. Betonun əyilməyə və dartılmaya qarşı müqavimətini artırmaq üçün betona polad armatur məftillər, yaxud millər qoyurlar. Polad millərlə armaturlanan beton dəmir-beton adlanır. Ötən əsrin 20-30-cu illərindən başlayaraq betondan monolit bina və qurğuların inşasında istifadə olunurdu. Bu zaman beton sərt və ya az axarlı beton qarışığı kimi tətbiq edilir. Betonun növlərinə nəzər saldıqda isə, aşağıdakı növləri vardır: Yüksək möhkəmlikli beton; Tezbərkiyən beton; Yol betonu; Xırdadənəli beton; Hidrotexniki etonlar; Dekorativ beton; Çox ağır və hidrat betonlar; İstiyədavamlı beton Turşuyədavamlı beton [2].

Yüksək möhkəmlikli betonda yüksək markalı sement və yüksək keyfiyyətli doldurucular işlədilir. Bu növ betonda sementin bərkiməsi zamanı ayrılan istiliyin və eləcə də yığışmanın qiyməti sementin sərfindən asılıdır. Sementin sərfinin çox olması massiv qurğularda xoşagəlməyən daxili gərginliklərin meydana çıxmasına səbəb ola bilər. Buna görə massiv qurğuların yüksəkmöhkəmlikli betonunda belit sementindən istifadə etdikdə sementin maksimal miqdarı 430 kq/m^3 -dan, adi portlandsementdən istifadə etdikdə isə 375 kq/m^3 -dan çox olmamalıdır. Tezbərkiyən sement və sementin bərkiməsini tezləşdirən müxtəlif üsullardan istifadə edərək tezbərkiyən beton əldə edilir. Tezbərkiyən betonun tərkibini təyin etdikdə betonun ilk günlər üçün tələb olunan möhkəmliyinə və seçilmiş bərkimə üsuluna uyğun su-sement nisbətinin qiyməti müəyyən edilir [2].

Betonun tərkibinin sonrakı hesabı isə adi üsulla aparılır. Yol betonu ağır betonun bir növü olub, avtomobil yolları və şəhər küçələrini örtmək üçün işlədilir. Yol betonu hazırlamaq üçün portlandsement, plastikləşdirilmiş və hidrofob portlandsementlər işlədilməlidir. Betonun bu növündə işlədilən materiallar yüksəkkeyfiyyətli olmalıdır. Xırdadənəli beton nazik divarlı dəmir-beton konstruksiyaların və eləcə də tərkibində iri doldurucu olamayan konstruksiyaların hazırlanmasında istifadə olunur. Bu betonu parça torla armaturlamaqla yüksək möhkəmlikli konstruksiya-armosement alınır. Daima yaxud dövri surətdə su ilə yuyulan qurğuların və ya onların ayrı-ayrı elementlərinin tikintisində hidrotexniki betondan istifadə edilir. Beton və qurğuların estetik ifadəliyini artırmaq üçün son zamanlar dekorativ beton geniş tətbiq edilməkdədir. Dekorativ betonların hazırlanmasında təmiz, müxtəlif rəng çalarlarına malik kvars qumu tətbiq edilməlidir. Fiziki-mexaniki xassələrini dəyişmədən uzun müddət yüksək temperatur təsirinə davam gətirən betona istiyədavamlı beton deyilir. Odadavamlılığına görə istiyədavamlı betonlar üç növə bölünür: yüksək odadavamlı, odadavamlı və istiyədavamlı. Turşuyadavamlı beton turşuyadavamlı sement və turşuyadavamlı doldurucular əsasında hazırlanır [2].

1.2. Qələvi–posa yapışdırıcıları və alınma texnologiyası

Müasir dövrdə bir sıra tədqiqatçılar aşağı möhkəmlik tələb edən beton məmulatların istehsalı üçün digər və yeni növ yapışdırıcı materialların alınması istiqamətində tədqiqat işləri aparmaqdadırlar. Belə yapışdırıcı materiallardan biri qələvi-posa yapışdırıcılarıdır. Bu texnologiyanın alınma ideyası B.D.Qluxoviskiyə

məxsusdur. Lakin ilk dəfə M.A.Matveyev və Y.M.Butt natrium maye şüşəsi ilə dənəvərləşdirilmiş domna posası qarışığının bərkiməsinin yaxşı nəticə verdiyini müəyyən etmişlər. 1957-ci ildə Kiyev Mühəndisləri İnstitutunda qələvi metalların birləşməsi əsasında hidravlik qələvi-posa yapışdırıcı alınmışdır [23, 24]. Mövcud kompozisiyadan onun əsas fəqri aşağı modulu (yüksək əsaslı) maye şüşələr əsasında hazırlanması olmuşdur [25]. Qələvi-posa yapışdırıcılarda kalsium oksidin miqdarı 0-50% həddində dəyişir. Onların hidratasiyası nəticəsində yaranan yeniəmələgəlmələrdə 0-70%, qələvi-metal əsasında isə yeniəmələgəlmələrdə 20-100% həddində təşkil edir. Qələvi yapışdırıcı kompozisiyalı sistemlərin tərkib-xassə baxımından texnoloji parametrlərin və xassələrinin təkmilləşdirilməsi istiqamətində axtarış və tədqiqatlar davam etməkdədir. Bir çox tədqiqatçılar müxtəlif sənaye tullantıları və qələvi kompozisiyaları əsasında qələvi-posa yapışdırıcıların və betonların alınmasında strukturəmələgəlmə proseslərini tədqiq etmişlər. Marten posası, konvertor tökmə və sintetik posaları, soda-sulfat qarışığı, kvars qumu və dəmir yanığı, sulfat turşusu istehsalı tullantısı, əhəng əsasında avtoklavda bərkiyən qələvi-posa yapışdırıcılarının tərkibi işlənmişdir [26].

Soda qələvi ərintisi əsasında qələvi-posa betonları üçün optimal istilik-nəmlik emal rejimi işlənmiş və istehsalatda tətbiq edilmişdir [27].

Minsk traktor zavodunun, Minsk avtomobil zavodunun, Minsk qızdırıcı avadanlıqlar zavodunun, Belarusiya metallurjiya zavodunun və Qomel Центролит zavodlarının üyüdülmüş dənəvərləşdirilmiş posalarından istifadə edərək qələvi-posa yapışdırıcılarını hazırlamış və belə yapışdırıcıların bərkimə sürətlərinin möhkəmlik göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki,

bərkimə sürəti möhkəmliyə az təsir edir. Çoxməsaməli qələvi-posa betonlarının strukturəmələgəlmə prosesini tədqiq etmiş və nümunələrin quru üsulla köpüyün minerallaşdırılması təklifi edilmişdir. Belə ki, bu zaman strukturun formalaşmasını nizamlamaq, tənzimləmək mümkün olur [28, 29].

Üyüdülmüş şüşə, NaOH, alüminium tərkibli sistemlərə, $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ və silikat üzvi mayesi, alüminat tərkibli komponent kimi üyüdülmüş keramzit əlavə etməklə yeni tərkibli qələvi-mineral yapışdırıcıları alınmışdır [30, 31].

Xüsusi keyfiyyətli, o cümlədən estetik görünüşlü, az miqdarda qələvi komponentlərinin sərfilə ilkin bərkimə müddətini sürətləndirən klinkersiz qələvi-posa kompozisiyalı yapışdırıcı tərkibləri işlənmişdir. Tərkibi 20-90% əhəngdaşı və ya dolomit, 2-3% qələvi komponenti, qalan hissə isə posa olmaqla 12-16% nəmlikdə qarışıq hazırlamışlar. Qələvi komponenti kimi NaOH, KOH, habelə Na_2CO_3 , K_2CO_3 və maye şüşədən istifadə edilmişdir [32].

Qələvi-mineral yapışdırıcıların bərkiməsindən sonra sərbəst qələvinin qalması nəticəsində materialın səthində yaranan duzlaşma hadisəsinin qarşısını almaq, sistemin suya dayanıqlığını artırmaq, bərkimə prosesi nəticəsində yığılmanı azaltmaq məqsədilə müxtəlif tərkiblər təklif etmişlər. Sistemdə sərbəst qalan qələvilərin miqdarını azaltmaq məqsədilə KNO_3 , NaNO_3 , $\text{Na}_2\text{N}_2\text{O}_2$, KMnO_4 əlavələrin yapışdırıcılarla qarışdırılıb 50 dəq. müddətində tam parçalanana qədər istilik emal edilmiş və sonra qarışıq narın üyüdülərək metasilikat və ya natrium karbonat məhlulu ilə qarışdırılmışdır [33-37].

Üyüdülmüş şüşə qırıntısı və maye şüşə əsasında alınan yapışdırıcı istehsalında tətbiqinin mümkünlüyünü öyrənmişdir. Müəyyən edilmişdir ki,

sistemə qələvinin əlavə olunması sistemin bərkiməsinə təsir etmir, turşu tərkibli əlavənin istifadəsi zamanı isə bərkimə ləngiyir. Florid əlavəsi istifadə etdikdə natrium silikatın və su sərfinin azalması, bununla nümunələrin sıxılmada möhkəmlik həddinin orta hesabla 35% artması müşahidə olunmuşdur [38].

Xüsusi səthi $450 \text{ sm}^2/\text{q}$ olan dənəvərləşdirilmiş domna posası, $1,18 \text{ q/sm}^3$ sıxlıqlı soda məhlulu əsasında istilik-nəmlik emalından sonra sıxılmada möhkəmlik həddi $233-352 \text{ kq/sm}^2$, 28 günlük möhkəmliyi isə $300-400 \text{ kq/sm}^2$ olan qələvi-posa yapışdırıcı tərkibi işlənmişdir [39].

Ənənəvi silikat daşından deyil, seolit tərkibli süxurdan alınan maye şüşədən istifadə etməklə qələvi-posa yapışdırıcısı hazırlanmışdır [40].

Metallurgiya posalarının tətbiqi ilə xüsusi yüksək möhkəmlikli, tezbərkiyə, yığılmayan qələvi-posa yapışdırıcı tərkibləri işlənmişdir [41, 42].

Müxtəlif əlavələr istifadə etməklə qələvi-posa yapışdırıcılarının inşaat-texnoloji və fiziki-mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılması istiqamətində çoxsaylı tədqiqat işləri aparılmışdır. Maqnezium hidrosilkarbonat, dihidrofosfat, natrium-titanat, sulfatlı alüminium-oksüd birləşməsi, kalsium-metasilikat əsasında yüksək möhkəmlikli yapışdırıcı tərkibləri işlənmişdir [43].

Ryazanski elektrik stansiyası külü əsasında alınan qələvi-posa yapışdırıcısını tətbiq etməklə hazırlanan betonun elastiklik modulunu, şaxtaya davamlılığını və su keçirməzliyi tədqiq edilmişdir [44].

Bir çox tədqiqatçılar müxtəlif sənaye tullantıları və qələvi kompozisiyaları əsasında qələvi-posa yapışdırıcıların və betonlarının alınmasında və istismar keyfiyyətlərinin yaxşılaşdırılması istiqamətində tədqiqat işləri aparmışlar [45-51].

Təcrübələrdə Lipetski posasından, sıxlığı 1200 kq/m^3 olan maye şüşə və soda məhlullarından, Barxan tipli çay qumundan istifadə edilmiş və 12saat 95°C temperaturdan buxar kamerasında 3+6+3 saat rejimlə emal etməklə uyğun olaraq sıxılmada möhkəmlik həddi $125-569 \text{ kq/sm}^2$; $27-499 \text{ kq/sm}^2$ olan qələvi-posa yapışdırıcıları alınmışdır [52].

Qələvi-posa yapışdırıcılarının fiziki-mexaniki xassələrinin bərkimə şəraitindən asılı olduğunu və bu amilin əsas texnoloji parametrlərindən biri olduğunu nəzərə alaraq bir çox tədqiqatçılar belə yapışdırıcıların və betonların bərkimə şəraitləri tədqiq edilmişdir. Xüsusi səthi $350 \text{ m}^2/\text{kq}$ olan Çerepoves metallurgiya kombinatı posası, silikat modulu 1,5-2,0 olan maye şüşə və ПБ-2000 köpük əmələ gətiricisi, 3-5% əhəng və 5-10% portlandsement, 1,3-2,8 MPa olan çoxməsaməli qələvi-posa beton tərkibləri işlənmişdir. Belə betonlar buxar kamerasında 80°C temperaturda 9 (3+3+3) saat izotermik emal edilməklə alınmışdır [46].

Müxtəlif posa və küllər tətbiq etməklə qranit ərintisi, natrium-hidroksid və kvars qumu əsasında alınan yapışdırıcıları qurducu şkafda 120°C temperaturda, 8 saat müddətində termik emal etməklə alınmışdır [53].

Qələvi-posa yapışdırıcı texnologiyasının təkmilləşdirilməsi istiqaməti tədqiqatçıların daim diqqət mərkəzində olmuşdur. Belə yapışdırıcılar üçün xammal bazasının genişləndirilməsi istiqamətində tədqiqat axtarış işləri davam etdirilir. Məlum qələvi-posa yapışdırıcıları tək domna posası əsasında deyil müxtəlif sənaye tullantıları əsasında, o cümlədən vaqranka posası, alüminium zavodunun kristallik

silikat tullantısı, turş istilik-elektrik stansiyası külləri və.s əsasında alınmasının mümkünlüyü məlumdur [54].

Qələvi-posa yapışdırıcısı qələvi-torpaq alüminium oksidi sementinin hidravlik növü olub, narın üyüdülmüş dənəvərləşdirilmiş posa ilə qələvi metal birləşmələri məhlununun qarışığı alınır. Qələvi-metal birləşmələrinin hidratasiya xassələrinin kimyəvi tərkibindən asılılığını nəzərə alaraq, qələvi komponentləri 6 qrupa bölünmüşdür:

- 1- Aşındırıcı qələvilər, ROH;
- 2- qələvi-metalların zəif turşu duzları, R_2CO_3 , R_2SO_3 , R_2S , RF və.s
- 3-silikat duzları $R_2O \cdot (0,5-4)SiO_2$;
- 4-alüminat duzları $R_2O \cdot Al_2O_3$;
- 5-alüminium silikatlar $R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot (2-6)xSiO_2$;
- 6-güclü turşuların duzları RCl, R_2SO_4 və.s [3, 69].

Qələvi-posa sementlərin bərkiməsində strukturəmələgətirmə proseslərinin tədqiqi göstərir ki, onun strukturu portlandsement daşının strukturunun formalaşması prosesilə analogidir. Qələvi-posa yapışdırıcıların hidratasiya və bərkiməsinin nəzəri əsaslarının tədqiqi üzərində aparılan elmi işlərdə V.D.Qluxovski xırdadənəli müxtəlif dolduruculu yüksək möhkəmlikli betonların istismar xassələrinin proqnozlaşdırma biləcək əsas amillərin təsirini öyrənmişdir. Belə yapışdırıcı sistemlərin əsas xüsusiyyətlərindən biri odur ki, onların reaksiyaya girməsi qələvi məhlulu ilə təmin olunmaqla, qələvi kationunun xarakterindən və ion gücündən asılıdır. Qələvi-posa yapışdırıcısı dənəvərləşdirilmiş posaların qələvi komponentləri ilə birlikdə xırdalanmasından və

ya üyüdülmüş posaların qələvi reaksiyası verən qələvi metalların birləşmələri ilə qarşılıqlı təsirindən alınan hidravlik yapışdırıcı materialdır. Qələvi-posa yapışdırıcıları almaq üçün aktivləşdirilmiş domna, elektrotermofosfor, əlvan metallurgiya posalarından istifadə olunur. Qələvi-posa yapışdırıcıları yüksək korroziyaya və biodayanıqlığa malikdir. V.D.Qluxovski, P.V.Krivenko, R.F.Runovoy və digərlərinin tədqiqatları nəticəsində bir sıra xüsusi qələvi-posa yapışdırıcılar alınmışdır: yüksək möhkəmlikli, tez bərkiyən, korroziyaya davamlı, istiliyə dayanıqlı, tamponaj. Qələvi-posa yapışdırıcıların iqtisadi effektivliyi yüksəkdir [69].

Qələvi-posa yapışdırıcıların alınma texnologiyasında əsas üstünlüklərə aşağıdakıları aid etmək olar:

- enerji sərfələrinin və kapital qoyuluşun azalması;
- ucuz ilkin xammalın istifadəsi;
- məhsulun maya dəyərinin cüzi artması ilə qələvi-posa yapışdırıcıların geniş nomenklaturada istehsalının mümkünlüyü;
- texnoloji prosesin və istifadə olunan avadanlığın iqtisadi cəhətdən sərfəli olması və sadəliyi.

Qələvi komponentinin bir növü də maye şüşə məhluludur. Üyüdülmüş kvarts qumu ilə sodanın, potaşın yaxud natrium-sulfatın qarışığından ibarət olan şixtanın sobada 1300-1400°C temperaturda 7-10 saat müddətində əridilməsindən alınan kütləyə maye şüşə deyilir. Maye şüşə kolloid məhlul olub yapışdırıcılıq qabiliyyətinə malikdir. Onun sıxlığı 1350-1500 kq/m³-dir. Tərkibində 50-70% su

olur. Maye şüşə yalnız havada bərkiyir. Ən yaxşı nəticələr silikat modulu 1...1,5 olan maye şüşəsi əsasında alınır [20].

Posalardan isə ən yaxşı nəticə əsasi posalarda alınır. Qələvi komponenti məhlul halında birbaşa su ilə birlikdə betonqarışdırıcıya verilir. Soda sıxlığı 1140..1160 kq/m³ olan 15%-li məhlul halında, maye şüşə isə sıxlığı 1200...1250 kq/m³ olan məhlul halında istifadə olunur. Posanın xüsusi səthi 300 m²/kq az olmamalıdır. Qələvi-posa yapışdırıcısının hidratasiya prosesi ilk növbədə qələvilərin təsiri ilə posa şüşəsinin silikat komponentinin dağılması prosesi ilə əlaqədardır. Birinci mərhələdə Na₂CO₃ ilə posadan az miqdarda ayrılan Ca(OH)₂ arasında dəyişmə reaksiyası baş verir və nəticədə CaCO₃ və NaOH alınır. Qələvinin təsiri ilə posa dənəsi səthində silikat turşusu helindən pərdə yaranır, sonra isə həllolan natrium-silikat yaranır və Ca(OH)₂ ilə dəyişmə reaksiyasına girərək CSH(B) tipli hidrosilikat əmələ gəlir və yenidən qələvi alınır. Daha sonra dayanıqlı alümosilikat komponenti parçalanır və hidroqranat, natrium hidroalümosilikat əmələ gəlir. Beləliklə, qələvi ikiqat rol oynayır. Qələvi posa şüşəsini parçalayır və özü müəyyən qədər yeni yaranan birləşmələrin tərkibinə daxil olur. Sərbəst halda qalan qələvi karbonlaşır və bərkiyən yapışdırıcı mühitində armaturun dayanıqlığını artıran yüksək qələvili mühitin yaranmasına imkan yaradır. Xüsusi səthi 300...350 m²/kq olan qələvi-posa yapışdırıcısının normal qatılığı 25...30%-dir. Tutma müddətinin başlanğıcı 30 dəq ilə 1 saat arasında, sonu isə 2 saat ilə 5 saat arasında dəyişir. Qələvi-posa yapışdırıcısının (1:3 nisbətində plastiki konsistensiyalı məhlul əsasında olan nümunələrdə) sıxılmağa qarşı möhkəmlik həddi adi halda 20...70 MPa, istilik emalı zamanı isə 60...100 MPa olur [69]. Qələvi-posa yapışdırıcısının

möhkəmliyi bərkimənin həm ilk ayında, həm də sonrakı dövrlərdə intensiv artır. İstilik emalında bərkimə prosesi adi portlandsementə nisbətən daha intensiv gedir. Qələvi-posa yapışdırıcıları, əsasən, xırda dolduruculu betonlarda istifadə olunur. Bu zaman dldurucu kimi gili və tozu çox olan qumlardan da istifadə olunur. Bərkimə zamanı doldurucunun gili qələvi ilə reaksiyaya girir və əlavə olaraq bərk quruluşun yaranmasında iştirak edən hidroalümosilikatlar əmələ gətirir. Qələvi-posa yapışdırıcısının şaxtaya davamlılığı 200....1000 tsikldir. Onlar yumşaq sulara, dəniz suyuna, natrium və maqnezium sulfat məhlullarına qarşı dayanıqlıdır. Möhkəmliyinə və digər xassələrinə görə qələvi-posa yapışdırıcısı portlandsementdən zəif deyildir, hətta bir sıra hallarda onu keçir. Qələvi-posa yapışdırıcısı sənaye, yaşayış, nəqliyyat və digər inşaat sahələrinin yığma məmulatları və konstruksiyaları istehsalında tətbiq oluna bilər. Qələvi-mineral yapışdırıcılarda kalsium oksidin miqdarı 0-50% həddində dəyişir. Onların hidratasiyası nəticəsində yaranan yeni əmələgəlmələrdə 0-70%, qələvi metal əsasında isə yeni əmələgəlmələrdə 20-100% həddində təşkil edir. Bu faiz miqdarlarında onu göstərir ki, təbii mineral əmələgəlmələrində olduğu kimi qələvi-mineral yapışdırıcılarda da qələvi oksidlərin miqdarını məhdudlaşdırmaq olar. Qələvi-posa yapışdırıcılarının hazırlanmasında təbii gillərdən və ya keramzit istehsalı tullantısından istifadə olunması da mümkündür. Bu zaman sərbəst qələvinin 1,5-2 dəfə azaldılması ilə sementin aktivliyinin artırılması mümkün olmuşdur. Qələvi-Posanın kütləsinin 20-50% miqdarını kaolin gili ilə əvəz etməklə dekorativ sement alınmışdır [55].

Müxtəlif qələvi-silikat kompozisiya tərkibləri işlənmişdir. Bu zaman davamlılığını artırmaq üçün karbon, şüşə, bazalt; gel əmələgəlmə prosesini sürətləndirmək üçün piridin və ya xinolin kimi üzvi modifikatorlardan istifadə etməklə alınan kompozision materialların istismar xassələri yaxşılaşdırılmışdır [82].

Zabaykal vulkan posasını C-3 əlavəsi ilə birlikdə üyüdülməsini təklif edilmiş və bu zaman üyütmə prosesinin sürətlənməsi və qələvi –səment kompozisiyasının axarlığının isə artmasının mümkünlüyü müəyyən edilmişdir [56].

Uray-Sakur yatağının vulkan posası və silikat daşı əsasında posa-silikat yapışdırıcı tərkibi işlənmişdir [57].

Az qələvili qələvi-posa qarışığı əsasında alınan yapışdırıcıları təsnif edilmiş və göstərilmişdir ki, belə yapışdırıcılar altı-gil-posalı, karbonat-posalı, qlaukonit-posa-qumlucalı, qrauelit-posalı, silsisit-posalı, bazalt-posalı olmaqla qruplaşdırılmışdır [58].

40% təbii seolit, 3-13% gil istifadə etməklə qələvi-posa yapışdırıcı tərkibi işlənmişdir. Bu zaman qələvi komponenti kimi silikat modulu 1,5; sıxlığı 1,3-1,4 q/sm³ olan natrium-silikatdan istifadə etmişlər. Alınmış geosementin 28 gün normal şəraitdə bərkidildikdən sonra sıxılmada möhkəmlik həddi 24 MPa olmuşdur [59]. Müxtəlif kimyəvi-mineraloji tərkibli seolitli əlavələrin soda əsasında alınan qələvi-posa yapışdırıcılarının əsas xassələrinə təsiri tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, bu əlavə posanın növündən asılı olaraq yapışdırıcının sıxılmada möhkəmlik həddini 27-87 % artırır [60].

Təbii süxurlar əsasında alınan qələvi-mineral sistemlərinin termik emalı zamanı analsim, hidronefelin, $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$ tipli kalium

hidroalümosilikatların, buxarla emal etdikdə natrolit, hidronefelin və analsim minerallarının, həmin nümunələri 900⁰C temperaturda qızdırdıqda isə albit mineralının yaranması göstərilmişdir [61].

Aşağı əsaslı effuziv dağ süxurlarının qələvi mühitində kalsium hidrosilikatların-tobermorit və iki əsaslı kalsium-hidrosilikatların C₂SH, hidrotermal emal müddəti artırıldıqda bu mineralların həll olaraq analsim mineralına keçməsi, perlit-qələvi sistemində buxarla emal zamanı əsas intensiv xətti tobermorit, qismən intensiv xətti, dəyişən faza olan analsim və yüksək silisium 4-oksidi əsaslı seolit minerallarının əmələgəlməsi, avtoklav emalı 10 dövr təkrarlandıqda isə, C₂SH və seolit minerallarına keçməsi müşahidə olunmuşdur [62]. Qələvi-posa yapışdırıcıların hidratasiya və bərkiməsinin nəzəri əsaslarının tədqiqi üzərində aparılan elmi işlərdə B.D. Qluxovski xırdadənəli müxtəlif doldurucu yüksək möhkəmlikli betonların istismar xassələrini proqnozlaşdırma biləcək əsas amillərin təsiri öyrənilmişdir. Belə yapışdırıcı sistemlərin əsas xüsusiyyətlərindən biri odur ki, onların reaksiyaya girməsi qələvi məhlulu ilə təmin olunmaqla, qələvi kationunun xarakterindən və ion gücündən asılıdır. Bu zaman sistemin təmin edici əsas şərti digər hidravlik yapışdırıcılarda olduğu kimi, maddənin hidratasiya, disperasiya və həlmləgətirməklə hidratasiya məhsullarının polikondensasiya yolu ilə suyadayanıqlı yeni birləşmələrin əmələgətirmə qabiliyyətidir [63].

Təbii bərkimən çoxməsaməli qələvi-posa betonlarının şaxtaya davamlılığı öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, 50 dövr dondurub donu açıldıqdan sonra kütləyə görə itki 1,2 % olmuşdur [64].

Qələvi-posa yapışdırıcılarında istifadə olunması mümkün olan qələvi birləşmələrindən daha çox üç qrupu qismən geniş öyrənilmişdir [62]:

- 1) natrium-hidroksid;
- 2) silikatsız turşu duzları: susuzlaşdırılmış sintetik soda, susuzlaşdırılmış texniki soda, susuzlaşdırılmış soda ərintisi, potaş;
- 3) silikat duzları;
- 4) qələvi alüminatları.

Qələvi-posa yapışdırıcıları texnologiyasının alınma ideyası görkəmli Ukraynalı tədqiqatçı B.D. Qluxovskiyə məxsus olduğu halda, bu texnologiyanın bazası əsasında kimyəvi, mineraloji tərkibcə qismən domna posalarına yaxın olan vulkan mənşəli süxurlar və qələvi kompozisiyaları əsasında yeni qələvi-mineral yapışdırıcılarının alınma texnologiyası Azərbaycanın tədqiqatçı alimi T.A. Haqverdiyevaya məxsusdur. T.A. Haqverdiyeva tərəfindən ilk dəfə vulkan mənşəli süxurlar tətbiq etməklə qələvi-mineral yapışdırıcısı və onlar əsasında çoxməsaməli beton texnologiyası işlənmişdir [4].

1.3. Qələvi-mineral yapışdırıcıları haqqında ədəbiyyat xülasəsi

Qələvi-posa yapışdırıcı materialların və betonların alınmasının bir sahəsi olan qələvi-mineral yapışdırıcıları və onların əsasında betonların alınma texnologiyasıdır [4, 62].

Qələvi-mineral kompozisiyalı effektiv istilik-izolyasiya materialları aşağıdakı texnoloji sxemlə yerinə yetirilir:

- qələvi-mineral sistemlərin məsamələşdirilməsi üçün effektiv

məsaməmələgətiricilərin seçilməsi və xassələrinin öyrənilməsi;

- seçilmiş effektiv məsaməmələgətirici əsasında çoxməsaməli qələvi-mineral beton texnologiyasının tədqiq olunması və alınan materialların fiziki-mexaniki, fiziki-texniki xassələrinin və məsaməli strukturlarının öyrənilməsi.

Qələvi-mineral kompozisiyalı çoxməsaməli istilik –izolyasiya materialları aşağıdakı texnoloji ardıcılıqla hazırlanmışdır:

- mineral əlavələr və sönmüş əhəng dəyirmanında $300-400 \text{ sm}^2/\text{q}$ narınlıqda üyüdülmüşdür;

- komponentlər qələvi-mineral yapışdırıcı sistemlərin sıx strukturu üçün optimal qəbul edilmiş nisbətlərə uyğun olaraq dozalanmışdır;

- mineral əlavə və sönmüş əhəng quru halda eynicinsli alınana qədər qarışdırılmışdır;

- maye şüşə və NaOH dozalanaraq tam həll olana qədər qarışdırılmışdır;

- qələvi qarışığı quru qarışıq üzərinə tökülərək eynicinsli məhlul alınana qədər 50 dövr/dəq sürətlə fırlanan qarışdırıcıda 2 dəqiqə müddətində qarışdırılmışdır;

- eyni zamanda optimal konsentrasiyalı maye şüşə-köpükəmələgətirici qarışığı sürəti 240 dövr/dəq olan köpükqarışdırıcıda 3 dəqiqə müddətində qarışdırılmaqla köpük hazırlanmışdır;

- hazır köpük müxtəlif miqdarda qələvi-mineral qarışığına aramla, fasiləsiz, məhlul qarışığı müntəzəm qarışdırıldığı vaxt əlavə edilərək eynicinsli beton qarışığı alınana qədər 80 dövr/dəq sürətlə qarışdırılaraq köpüklü beton qarışığı hazırlanmışdır;

- hazır köpüklü beton qarışığı qabaqcadan təmizlənmiş, yağlanmış $4 \times 4 \times 16 \text{ sm}$ ölçülü qəliblərə tökülmüş və nümunələr hazırlanmışdır;

- nümunələr 48 saat normal şəraitdə saxlandıqdan sonra əvvəlcədən qəbul edilmiş mülayim rejimlə ən azı $14 \cdot (2+5+7)$ saat olmaqla axarlı isti quru havada $105-110^{\circ}\text{C}$ temperaturda sabit kütləyə qədər qurudulmuşdur. Qələvi-mineral sistemlərin köpüklə məsmələşdirilməsi aşağıdakı qaydada aparılmışdır. Optimal tərkibli qələvi-mineral sistemlərin maye şüşə komponenti hesabına köpükəmələgətirici-maye şüşə qarışığı əsasında xlorlu sulfanolla 1:20 nisbətində, QYT-2 ilə isə 1:240 nisbətində köpük qarışığı hazırlanmışdır. Sonra qələvi-mineral qarışığına müxtəlif miqdarda köpük əlavə edilərək qarışdırılmışdır [4].

Müxtəlif vulkan süxurları və sənaye tullantıları (alüminium-oksüd istehsal tullantısı, keramzit istehsal tullantısı, marten posası), maye şüşə, NaOH və $\text{Ca}(\text{OH})_2$ əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcılarını isti-quru axınlı havada $105-110^{\circ}\text{C}$ temperaturda 14 saat emal edilməklə alınmışdır [5-12, 65].

1.4. Yapışdırıcı materialların aktivləşdirilməsi üsullarının tədqiqi

Bir çox tədqiqatçı alimlər qələvi-posa yapışdırıcılarının əsas komponentinin aktivləşdirilməsi istiqamətində tədqiqatlar aparmışlar. İES-sı külü, maye şüşə və mikro silisium 4-oksüd kompozisiyası əsasında alınan odadavamlı kül-posa yapışdırıcısının xassələri öyrənilmiş və maye şüşənin sıxlığının və silikat modulunun dəyişdirilməsi ilə belə yapışdırıcıların strukturəmələgəlmə prosesinin idarə olunmasının mümkünlüyü müəyyən edilmişdir .

Xüsusi səthi $3000 \text{ sm}^2/\text{q}$ olan dənəvərləşdirilmiş domna posası və aktivləşdirici qələvi kimi natrium sulfat-karbonat tərkibi (kütlə/q olan dənəvərləşdirilmiş domna posası və aktivləşdirici qələvi kimi natrium sulfat-

karbonat tərkibi (kütləyə görə,%) Na_2SO_4 azı 60; Na_2CO_3 çoxu 30; SiO_2 çoxu 0,5; Al_2O_3 çoxu 3; Fe_2O_3 0,4; nəmliyi 30% olan alümin oksid istehsal tullantısı istifadə etməklə yapışdırıcı hazırlanmışdır [66].

Aktivləşdirici komponent kimi mikro silisium-4 oksidi qələvidə həll etməklə maye şüşə hazırlanmış və bu maye şüşəni tətbiq etməklə yüksək kalsiumlu kül, (60-80%), işlənmiş qələbləmə qumu (10-30%), yüksək alümin oksidli məhsul (5-10%) əsasında yapışdırıcı tərkibini və texnologiyasını işləmiş və bu yapışdırıcı ilə müxtəlif təyinatlı xırdadənəli beton hazırlanmışdır [67].

Domna posasının üyütməklə aktivləşdirilmiş və daha narın, xüsusi səthi $1000 \text{ m}^2/\text{kq}$ olan domna posası və müxtəlif qələvi komponentləri tətbiqi ilə yüksək aktivlikli yapışdırıcı hazırlanmışdır. Təcrübələrdə müqayisə üçün kobud üyüdülmüş və təklif olunan narınlıqda hazırlanmış posalar əsasında qarışıqlar hazırlanmış normal-nəm və istilik-nəmlik emal şəraitində bərkidilmişdir. Müşahidə olunmuşdur ki, qızdırdıqda yüksək modullu maye şüşə tərkib hissələrinə parçalanır, amorf silisium 4-oksidi ayrılır. Bu işə bərkimə prosesinə təsir edir. Nəticədə normal bərkimə şəraitində alınmış $13,4 \text{ MPa}$ möhkəmlik həddi, istilik-nəmlik şəraitində $32,6 \text{ MPa}$ -a qədər artır [68].

Xüsusi səthi $300 \text{ m}^2/\text{kq}$ -dan az olmayan narın üyüdülmüş dənəvərləşdirilmiş posa və qələvi məhlulu əsasında sıxılmada möhkəmlik həddi 90 MPa və yüksək olan yapışdırıcı təklif edilmişdir. Bu yapışdırıcıda hesabi Na_2O -in payı 2-5 %, posa həlledici nisbəti $P/H=1$: (2,78-3,13) olmuşdur [69].

Kül-posa qarışığı və ya vaqranka posası əsasında qələvi-posa yapışdırıcı

tərkibləri işlənmişdir. Bu yapışdırıcıların alınmasında silikat modulu 1-3 və orta sıxlığı 1,4-1,5 q/sm³ maye şüşədən və mikro silisium 4-oksidi kimi qrafit və karborund qarışığından istifadə etmişlər. Müəyyən etmişlər ki, mikro silisium 4-oksiddən alınmış daş materialın möhkəmliyini 15-48 % artırmışdır [70, 71].

Dənəvərləşdirilmiş Orsk-Xalilov metallurjiya kombinatının domna posası, susuzlaşdırılmış texniki soda və kondensasiya edilmiş mikro silisium 4-oksidi əsasında qələvi-posa yapışdırıcı tərkibi işlənmişdir. Alınmış yapışdırıcı əsasında hazırlanmış nümunələr 3+6+3 rejimində 95°C temperaturda istilik-nəmlik emal şəraitində bərkidilmiş və sıxılmada möhkəmlik həddi 63,0-110,0 MPa olduğu təyin edilmişdir [72, 73].

Alümosilikat komponenti (Kransko – Açıq boz kömür külü) və qələvi komponenti (alüminium zavodunun kristal silisium 4-oksidi tullantısı olan mikro silisium 4 - oksiddən alınan karbon tərkibli maye şüşə) əsasında qələvi-posa yapışdırıcıları alınmışdır. Belə yapışdırıcıların bərkidilməsi üçün 95°C temperaturda 8 (2+2+2+2) saat istilik-nəmlik şəraitində və qəlibdən çıxarıldıqdan sonra 105-110°C temperaturda sabit kütləyə qədər qurudulması təklif olunmuşdur [74, 75]. Maye şüşə, narın üyüdülmüş posa və köpdürülmüş vemikulit, Qalvano posası və köpük əmələgətirici tətbiq etməklə odadavamlı qələvi-posa beton tərkibi işlənmişdir [76].

Natrium və kalium birləşməli aktivləşdirici və posa əsasında yapışdırıcı tərkibləri işlənmiş və müəyyən edilmişdir ki, alınmış posalı yapışdırıcı xassələrinə görə adi portlandsementdən geri qalmır [84].

Narın üyüdülmüş kvarts qumunun qələvi-posa yapışdırıcısının bərkiməsinin

kinetikasına təsiri tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, alınan daş kompozisiyası 3-7 gün təbii şəraitdə bərkidikdə sıxılmada möhkəmliyi əlavəsiz nümunələrlə müqayisədə 20% aşağı, lakin 1 ildən sonra isə 1,46-1,6 dəfə yüksək olmuşdur [77].

Xüsusi səthi 300-900 m²/kq olan əlavəsiz və əlavəli (30% üyüdülmüş keramik kərpic qırıntısı) qələvi-posa yapışdırıcısının bərkimə müddətindən asılı olaraq xassələrinin dəyişmə qanunauyğunluğunu müəyyən edilmişdir [78].

Hazırda qələvi yapışdırıcı kompozisiyalı sistemlərin tərkibi və xassəsi baxımından texnoloji parametrlərin və istismar xassələrinin təkmilləşdirilməsi istiqamətində axtarış və tədqiqatlar davam etməkdədir. Bu istiqamətdə AzMIU-nun bir çox magistrantları elmi-tədqiqat işləri aparmışlar. Kimyəvi və mineraloji tərkibcə domna posalarına yaxın olan yerli mineral vulkan mənşəli küllər əsasında yeni qələvi-mineral xırdadənəli beton tərkibləri işlənmişdir [13]. İlk dəfə maye şüşə və alüminium-oksüd tullantısı əsasında alınmış qələvi-mineral yapışdırıcı xırdadənəli konstruktiv-istilikizolyasiya keramzit beton texnologiyası işlənmiş və effektiv divar materialı kimi xassələri tədqiq edilmişdir [14].

Alümosilikat tərkibli sənaye tullantısı, susuzlaşdırılmış soda və maye şüşə əsasında sıxılmada möhkəmlik həddi 70,7 MPa olan qələvi-mineral yapışdırıcı material alınmışdır. Alınmış qələvi-mineral yapışdırıcı material əsasında orta sıxlığı 365-720 kq/m³, istilikkeçirmə əmsalı 0,066-0,077 Vt(m⁰C), sıxılmada möhkəmlik həddi 3,60-12,34 MPa olan istilik-izolyasiya materialı, orta sıxlığı 660-805 kq/m³, istilikkeçirmə əmsalı 0,114-1,38 Vt/(m⁰C), sıxılmada möhkəmlik həddi 9,73-17,1 MPa olan konstruktiv istilik-izolyasiya çoxməsaməli beton materialları

alınmışdı [15].

Cəbrayıl vulkan külü, maye şüşə, soda və qum əsasında (kütlə üzrə %-lə) maye şüşə – 22; Cəbrayıl vulkan külü – 35; doldurucu – 35 və soda – 8 nisbətdə qələvi-mineral yapışdırıcılı qum beton tərkibi işlənmişdir

- təklif olunan belə qum betonun sıxılmada möhkəmlik həddi 15,0-18,0 MPa, quru halda orta sıxlığı $1212-1531 \text{ kq/m}^3$, konstruktiv keyfiyyət göstəricisi 0,124-0,118 həddində olmuşdur;

- öyrənilən qum beton əsasında xırda divar elementlərinin hazırlanması təklif olunur [16].

Nanohissəcikli (mikrosilikatın) tətbiqi ilə modifikasiya olunmuş yeni qələvi-mineral yapışdırıcı tərkibi işlənmişdir və daha yüksək istismar göstəricilərinə malik olması müəyyən edilmişdir [17].

İlk dəfə vulkanik süxurlar, susuzlaşdırılmış soda və maye şüşə əsasında sıxılmada möhkəmlik həddi 22 MPa olan qələvi-mineral yapışdırıcı material alınmışdır. Alınmış qələvi-mineral yapışdırıcı material əsasında orta sıxlığı 1650-2000 kq/m^3 , möhkəmlik həddi 10-15 MPa olan xırdadənəli beton materialların alınma texnologiyası işlənmişdir. Alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı əsasında divar blokları, suvaq və hörgü işlərində istifadə olunan məhlul qarışıqları hazırlanmışdır [18].

Kimyəvi-mexaniki üsulla yerli xammal (Ceyrançöl vulkan külü) neft-yağ sənaye tullantıları vasitəsilə aktivləşdirilmişdir.

- ilk dəfə neft-yağ sənaye tullantılarından qələvi əsaslı yağ tullantısı və qələvi əsaslı benzin tullantısı, həmçinin ikinci dərəcəli məhsul olan milonaft aktivləşdirici

komponent kimi tətbiq olunmuşdur;

- aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında yeni qələvi-mineral yapışdırıcılarının tərkibi işlənmişdir;

- ilk dəfə kimyəvi-mexaniki üsulla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan yapışdırıcı materialların sıxılmada möhkəmlik həddi 1,4 dəfə artmışdır [19].

Bütün bu araşdırmalara əsaslanaraq yerli vulkan süxurlarının aktivləşdirilməsi ilə qələvi-mineral yapışdırıcı tərkibinin modifikasiya olunması ilə yeni tərkiblərinin işlənməsinin mümkünlüyü elmi məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur.

1.5. Elmi-texniki tapşırıq

Aparılmış araşdırmaların təhlili aşağıdakı nəticələrə gəlməyə imkan verir:

- qələvilər və qələvi metal duzlarının suda lazımı konsentrasiya şəraitində, təbii formada və tullantı şəklində silikatlar, alüminium oksidlər və alüminatların qarşılıqlı təsiri nəticəsində bərkimə zamanı suya dayanıqlı təbii seolit və mikaların analoq olan maddə-yapışdırıcı formalaşır;

- qələvi-metal yapışdırıcı kompozisiyalı materialın inşaat-texnoloji və fiziki-mexaniki xassələrinin müxtəlif üsullarda, təbii xammal və texnogen tullantılardan tam və ya qismən istifadə etməklə, müxtəlif kimyəvi əlavələrlə tərkibi zənginləşdirməklə, habelə texnoloji parametrlərin nizamlanması ilə yaxşılaşdırmaqla, çeşidinin və tətbiq sahəsinin artırılması imkanları genişlənmişdir;

- qələvi-mineral yapışdırıcı əsasında alınan müxtəlif təyinatlı betonlar ənənəvi materiallara nisbətən yüksək fiziki-mexaniki, texnoloji, iqtisadi səmərəliliyi, istismar keyfiyyəti və xüsusi xassələrilə seçilir.

Qələvi-posa materiallarının xammal bazasının genişləndirilməsi baxımından bir-birindən kimyəvi-mineraloji tərkibinə, mənşəyinə görə fərqlənən təbii mineralların və texnogen tullantıların əsasında qələvi-mineral sistemlərin texnologiyasının tədqiqinə, onların tikinti materialların və məmulatları istehsalında tətbiqinə aid problemlərin həlli üçün dərin tədqiqat işlərinin görülməsi kəskin olaraq qalmaqdadır.

Bu məqsədlə yerli xammal olan Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısının xassələrini yaxşılaşdırmaq və tətbiq sahələrini

genişləndirmək məqsədi kimi qəbul olunmuş və aşağıdakı işlər yerinə yetirilmişdir: - Ceyrançöl vulkan külünün termik aktivləşdirilmə temperaturunun təyini;

- Vulkan külünün mufel sobasında müxtəlif temperaturlarda yandırılması;

- Yandırılmış xammalın üyüdülməsi və xüsusi səthinin təyini;

- Narın üyüdülmüş təbii vulkan külü əsasında ilkin qələvi-mineral yapışdırıcı qarışığının hazırlanması və qəliblənməsi;

- Aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında qələvi-mineral (ilkin tərkibə uyğun) yapışdırıcı qarışığının hazırlanması və qəliblənməsi;

- Hazır nümunələri müxtəlif şəraitdə emalı və xassələrinin təyini;

- Aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında alınan materialın əsas göstəricilərinin ilkin qələvi-mineral materialın göstəriciləri ilə müqayisə edilməsi xammalı, ilkin və aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısının rentgenfaza analizinin aparılması və aktivləşdirmənin bərkimə və strukturəmələgəlmə prosesinə təsirinin tədqiqi.

II FƏSİL

TƏDQIQAT ÜSULLARININ SEÇİLMƏSİ VƏ İLKİN MATERİALLAR

2.1. Cihaz və avadanlıqlar, tədqiqat metodları

Modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcı materiallarının alınmasında tədqiqində texnoloji əməliyyatlar aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilmişdir:

- İstifadə edilən təbii mineral komponent laboratoriya dəyirmanında üyüdülmür;
- Maye şüşə dozalanır;
- Narın üyüdülmüş vulkan külü dozalanaraq qarışdırıcıya tökülür;
- Dozalanmış maye şüşə vulkan külü üzərinə əlavə olunur və eynicinsli qarışıq alınana qədər qarışdırılır;
- Hazır qələvi-mineral məhlul qarışığı qabaqcadan təmizlənib yağlanmış qəliblərə tökülür. Qəliblər qabaqcadan hazırlanmış xüsusi tərkibli sürtkü materialı ilə yağlanır. Qəliblərin yağlanmasında qələvi-posa yapışdırıcıları üçün nəzərdə tutulan xüsusi tərkibli (kütlə %-lə) gil 35-50, Na_2CO_3 3-8, etilsilikat 3-5, qalanı su olmaqla hazırlanmış sürtkü yağından istifadə edilir;
- Qəliblənmiş nümunələr qabaqcadan seçilmiş bərkimə rejiminə uyğun emal edilmişdir. Qələvi-mineral yapışdırıcıları PCH YCCP 336-90 texniki şərtlərinə uyğun yoxlanılmışdır. Qələvi-mineral yapışdırıcılarının orta sıxlığı GOST 10730.1-78, GOST 12730.1-84, qurumada yığılması GOST 25485-89 metodlarla təyin edilmişdir. Yapışdırıcıların fiziki-mexaniki xassələrinin təyini zamanı 40x40x160 mm ölçülü sınaq nümunələrindən istifadə olunmuşdur.

İstifadə edilən təbii komponentlərin xüsusi səthini təyin etmək üçün nümunə laboratoriya quruducu şkafında sabit kütləyə qədər qurudulur və PSX-5 cihazında

təyin olunur [1]. Vulkan külünün xüsusi səthi $250 \text{ m}^2/\text{kq}$ olmuşdur. Üyüdülmüş Ceyrançöl vulkan külünün narınlığını təyin etmək üçün nümunə SNOL 2,5; 2,5; 2,5/2M tipli laboratoriya quruducu şkafinda $105-110^\circ\text{C}$ temperaturunda sabit kütləyə qədər qurudulmuş və laboratoriya dəyirmanında üyüdülmüşdür. Üyüdülmüş vulkan külünün narınlığı ГOCT 310.1-81-ə uyğun olaraq təyin olunmuşdur. 0063№-li ələkdə qalan qalıqın miqdarı 8 % olması mümkün edilmişdir. Yapışdırıcı məhlulunun hazırlanması, sınınilması ГOCT 7473-94 dövlət standartına uyğun aparılmışdır. Təcrübədə tədqiq olunan qələvi-mineral yapışdırıcı məhlulun normal qatılığı portlandsementin normal qatılığına uyğun olaraq ГOCT 310.1-81-ГOCT 310.4-81 qəbul edilmişdir. Qarışıqın normal qatılığı və tutma müddəti ГOCT 310.3-81 üzrə Vika cihazında təyin edilmişdir [1]. Yapışdırıcının fiziki-mexaniki xassələri AZS EN 196-1:2005 (E) sayılı Dövlət standartının tələblərinə uyğun yoxlanılmışdır.

Qələvi-mineral yapışdırıcısı əsasında tikinti məhlul və betonların texnologiyasının tədqiqi işlərində mövcud klassik metodlardan istifadə olunmuşdur. Müxtəlif nisbətlərdə hazırlanmış qələvi-mineral yapışdırıcı qarışıqından $1 \times 1 \times 3$ sm ölçülü nümunələr hazırlanmışdır. Nümunələr normal şəraitdə saxlanılmış və tutduqdan sonra qəlibdən çıxarılmışdır [3].

Nümunələr seçilmiş şəraitdə bərkidikdən sonra sıxılmada möhkəmlik həddi YTEST markalı hidravlik presdə sınınilmışdır. Nümunələri sınaqdan sonra sıxılmada möhkəmlik həddi aşağıdakı düsturla hesablanmışdır.

$$R = \frac{P}{S}$$

burada, R-betonun sıxılmada möhkəmlik həddi, kq/sm^2 ,

P-dağıcı yüküdür, kq ;

S-yükün düşmə sahəsidir, sm^2 [1].

Təcrübələrdə vulkan külünü aktivləşdirmək məqsədilə 400°C , 550°C , 800°C temperaturlarında mufel elektrik sobalarında yandırılmışdır. Qızdırma temperaturunun artma sürəti saatda $150\text{-}200^{\circ}\text{C}$ olmuşdur.

İlkin süxurun və termik aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külünün mineraloji və kimyəvi tərkibləri müasir fiziki-kimyəvi metodlarla öyrənilmişdir. Sistemdə baş verən faza dəyişiklikləri Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya İnstitutunun “Fiziki-kimyəvi metodlarla mineral maddələrin analizi” laboratoriyasında BRUKYR difraktrometrin köməyi ilə, kimyəvi tərkibi isə rentgenspektral analiz metodu ilə öyrənilmişdir [85].

Müxtəlif növ inşaat materiallarının texnologiyasının tərkib-xassə baxımından öyrənilməsində əlverişli üsullardan biri də təcrübələrin riyazi planlaşdırılması üsuludur. İlk dəfə amerika riyaziyyatçısı R.Fişer bu üsulu tətbiq etmişdir. Bu metodika bir çox tədqiqatçıların, o cümlədən Y.P.Adler, E.V.Markova, Y.V.Qranovski [79], V.A.Voznesenski, T.V.Lyaşenko, A.D.Dovqan [80], P.V.Krivenko, S.Q.Quziy, Q.V.Voznyuk, V.İ.Puşkar [81], V.Petkova, Y.İvanov [82] və s. işlərində öz əksini tapmışdır. Bu istiqamətdə aparılan təhlillər göstərmişdir ki, klassik tədqiqat üsulundan fərqli olaraq təcrübələri riyazi statistik planlaşdırma üsulu ilə aparmaq daha yüksək göstəricilərin əldə edilməsinə imkan verir. Bu üsul az sayda təcrübə aparmaqla, tədqiq olunan sistemə bütün təsir edən amillərin xarakterini müəyyən etməyə, materialın xassələrinə dəyişkən amillərin

eyni zamanda təsirini öyrənməyə imkan verir. Riyazi planlaşdırma üsulu ilə alınan təcrübələrin riyazi modellərinin analizi müəyyən parametrlərlə materialın xassələrini proqnozlaşdırmağa və tənzimləməsinə şərait yaradır. Bu modellərin təhlili vasitəsilə hər bir texnoloji amilin təsirini və bu təsirin effektivliyini müəyyən etmək olar. Riyazi planlaşdırma metodu ilə qoyulmuş təcrübələrin bu və ya başqa üstünlüklərini nəzərə alaraq qələvi-mineral yapışdırıcı sistem tərkiblərinin işlənməsində texnoloji amillərin təsirinin adı çəkilən üsulla öyrənilməsi daha məqsədə uyğun hesab edilmişdir [80].

Təcrübələrdə qələvi-mineral sistemlərə təsir edən amillərin kompleks şəkildə təsirini müəyyən etmək üçün təcrübə riyazi statistik planlaşdırma üsulu ilə davam etdirilmiş və üç dəyişən amilli təcrübələrdən istifadə etməklə 9 təcrübə aparılmışdır. Təcrübələrin riyazi planlaşdırılması aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır:

- qələvi-mineral yapışdırıcı sistemlərin əsas xassələrinə təsir edən amillərin riyazi modelinin alınması və təhlili;
- qələvi-mineral yapışdırıcı sistemlərin tədqiq olunan fiziki-mexaniki xassələrinin kinetik dəyişikliklərinin öyrənilməsi və sistemlərin “tərkib-xassə” baxımından optimallaşdırılması;
- alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı əsasında xırdadənəli beton tərkibinin işlənməsi və əsas fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqi;

Prosesin xassələrinin riyazi təsviri dedikdə funksiyanın əksinə təsir edən amillərlə əlaqələndirilən bərabərlik sistemi başa düşülür. Təcrübələrin planlaşdırma nəzəriyyəsinə funksiyanın əksi xassəni xarakterizə edən kəmiyyətin

miqdarına deyilir. Prosesin öyrənilməsinə təsir edən amillər keyfiyyətlə (mineralın növü, NaOH qələvisi, portlandsement, gil və.s) və kəmiyyətlə, yəni müəyyən olunan vahid qarışıqdakı (mineral, kq/m³; maye şüşə, l/m³ və s.) sərfi ilə ifadə oluna bilər.

Amillər aşağıdakı kimi olmalıdır:

- sərbəst olmalı və bir amil digər amilin dəyişməsinə səbəb olmamalıdır;
- idarə olunan olmalı, tədqiqatçı təsbit edilmiş istənilən, sərbəst dəyişə bilən qiyməti verə bilməli və bütün təcrübə müddətində onu saxlaya bilməlidir;
- uyğunlaşan olmalı, yəni onların uzlaşması zamanı hər hansı gözlənilməz nəticə meydana çıxmamalıdır.

Təcrübələr aşağıdakı qaydada aparılmışdır. İlk təcrübələrə əsaslanaraq, qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-mexaniki xassələrinə təsir edən amillərin, onun tərkibinə qatılan narın üyüdülmüş silisium-4 oksid tərkibli vulkan külünün, maye şüşənin, natrium qələvisinin, sement və bentonit gilinin miqdarını nəzərə alaraq dəyişən amillərin və onların variasiya səviyyəsi müəyyən edilmişdir. Dəyişən amillərin sayını azaltmaq məqsədilə eyni xarakterli komponentlər qruplaşdırılmışdır. Belə ki, vulkan külü; maye şüşə; natrium qələvisi; portlandsement və gil olmaqla qruplaşdırılmış və üç dəyişən amil qəbul edilmişdir. Qələvi-mineral sistemlərə təsir edən amillərin kompleks şəkildə təsirini müəyyən etmək üçün təcrübələr riyazi statistik planlaşdırma üsulu davam etdirilmiş və hər bir sistemdə üç dəyişən amil əsasında təcrübə aparılmışdır. Təcrübələrin nəticələri analiz edilmiş və qısa yüksəliş yolu ilə optimal tərkiblər seçilmişdir. Yuxarıda göstərilən şərtləri nəzərə alaraq qələvi-mineral sistemlərin tərkiblərinin

optimallaşdırılmasında dəyişən amillər və onların variasiya səviyyələri aşağıdakı kimi qəbul edilmiş və cədvəl 2.1-də verilmişdir.

Cədvəl 2.1

Dəyişən amillər və onların səviyyələri

Qarışığa təsir edən amillər	İşarəsi	Göstəricilər			
		Əsas səviyyə, x_{oi}	Variasiya intervalı, Δx_i	Yuxarı səviyyə, (+1)	Aşağı səviyyə, (-1)
$\frac{NaOH}{\text{maye şüşə}}$	X_1	0,26	0,06	0,32	0,20
$\frac{gil}{\text{sement}}$	X_2	1	0,6	1,6	0,4
Vulkan külü	X_3	48	3	51	45

Qeyd etmək lazımdır ki, təcrübələrdə narın üyüdülmüş vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının tərkib hissəsi kimi qəbul edilmişdir. Bu baxımdan təcrübələrdə vulkan külü vahid yapışdırıcı tərkibi kimi, kütlə üzrə %-lə düsturuna əsasən qəbul edilmişdir:

$$M_s = 100 - x_1$$

İstifadə olunan NaOH qələvisi qələvi-mineral yapışdırıcı tərkibinin qələvilik göstəricisini artırmaq məqsədi ilə əlavə kimi istifadə olunmuşdur. Digər komponentlər isə vahid komponent kimi qəbul edilmişdir.

Riyazi planlaşdırma üsulu ilə aparılan təcrübələrin nəticələrinə əsasən optimallaşdırılan parametrlər üçün aşağıdakı modellər alınmışdır.

$$y = b_0 \pm b_1 x_1 \pm b_2 x_2 \pm b_3 x_3 \pm b_4 x_4 \pm b_{12} x_1 x_2 \pm b_{13} x_1 x_3 \pm b_{14} x_1 x_4 \pm b_{23} x_2 x_3 \pm b_{24} x_2 x_4 \pm b_{34} x_3 x_4 \pm$$

$$b_{123} x_1 x_2 x_3 \pm b_{124} x_1 x_2 x_4 \pm b_{134} x_1 x_3 x_4 \pm b_{234} x_2 x_3 x_4 \pm b_{1234} x_1 x_2 x_3 x_4$$

burada: b_0 -tənliyin sərbəst həddi; b_1 - x_1 -in; b_2 - x_2 -nin; b_3 - x_3 -ün; b_4 - x_4 -ün təsirinə reqresiya əmsalıdır [80, 81].

Nəzərə alınmışdır ki, bərabərliyin həllində dəyişən amilin x_1 göstəriciləri yerinə yazılaraq hesablanır. Bəzi hallarda aşağıdakı düsturdan istifadə etməklə dəyişən amilin x_i şifrələnmiş göstəricisindən x_i natural göstəriciyə keçidin mümkünlüyü müəyyən edilmişdir:

$$X_i = \frac{X_i - X_{oi}}{\Delta X}$$

burada: X_i amilin natural göstəricisi: X_{oi} amilin orta göstəricisi olan dəyişənin əsas səviyyəsi ΔX_i variasiya intervalıdır [80, 81].

Təcrübələr plana uyğun şəkildə reallaşdırıldıqdan sonra qələvi-mineral xırdadənəli ağır betonun əsas xassələrini xarakterizə edən quru halda orta sıxlığı, sıxılmada möhkəmlik həddi və konstruktiv keyfiyyət göstəricisinin riyazi modeli qurulmuşdur. Reallaşdırılmış təcrübələrin nəticələri IBM kompüterini tətbiqlə statistik təhlili aparılmışdır. Standart proqram üzrə aparılan təcrübələrin nəticələri 95 % dəqiqlik etibarlılığı ilə qəbul edilmişdir.

Riyazi modellərin adekvatlığı F-Fişer kriteriyası ilə, reqresiya əmsallarının əhəmiyyəti t-Styudent kriteriyası ilə yoxlanılmışdır. Alınan modelin həllində aşağıdakı şərtlər nəzərə alınır:

X_1 - istiqamətləndirici amilin natural göstəricisi əmsal işarəsi ilə təyin edilir, “müsbət” işarəsi müəyyənləşdirici amilin miqdarının əsas (sıfır) səviyyədə maksimum həddə qədər artırmaq, “mənfi” işarəsi isə əksinə minimum səviyyədə azaltmasının lazım olduğunu göstərir.

2.2. İstifadə olunan xammal və materiallar, onların xassələri

Dissertasiya işində mineral komponent kimi SiO_2 tərkibli təbii vulkan külü, qələvi komponenti kimi $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ maye şüşəsindən istifadə edilmişdir. Təbii vulkanik süxurlar domna posalarından fərqli olaraq təbii şəraitdə yüksək temperaturda yanmaqla alınır. Vulkanik süxurlar intruziv və effuziv süxurlar olmaqla iki qrupa bölünür. Maqmanın yerin müəyyən dərinliyində yüksək təzyiq və temperatur şəraitində soyuması nəticəsində əmələ gələn süxurlara dərinlik (intruziv) süxurlar, maqmanın yer üzərində soyuması nəticəsində əmələ gələn süxurlara isə tökülmüş (effuziv) süxurlar deyilir [62]. Aparılan elmi-tədqiqat işlərində Respublikamızın ərazisində mövcud olan effuziv süxurlardan Ceyrañçöl vulkan külü istifadə etməklə yeni tərkibli modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcı materialların tərkibinin işlənməsi nəzərdə tutulmuşdur. Ceyrañçöl vulkan külünün mineraloji və kimyəvi tərkibləri müasir fiziki-kimyəvi metodlarla öyrənilmişdir. Rentgenoqrafiki analiz Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Geologiya İnstitutunun Fiziki-kimyəvi metodlarla mineral maddələrin analizi laboratoriyasında BRUKYR difraktrometrin köməyi ilə, kimyəvi tərkibi isə rentgenspektral analiz metodu ilə öyrənilmişdir. Ceyrañçöl vulkan külünün kimyəvi tərkibi cədvəl 2.1-də verilmişdir.

Cədvəl 2.2.

Ceyrañçöl vulkan külünün kimyəvi tərkibi

Tərkibin kütlə üzrə %-lə miqdarı												
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	MgO	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	SO_3	k.k.i	Cəmi
67,85	12,74	3,98	2,01	3,5	0,81	3,9	0,39	0,6	0,07	0,68	2,9	99,43

Narın üyüdülmüş mineral silsiium-oksüd komponentinin hidravlik aktivliyi aşığıdaki əsas göstəricilərə görə müəyyən edilmişdir [69].

$$\text{Əsasilik modulu} \quad M_{\text{əs}} = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3};$$

$$\text{Aktivlik modulu} \quad M_a = \frac{Al_2O_3}{SiO_2};$$

$$\text{Keyfiyyət əmsalı} \quad K_a = \frac{CaO + MgO + Al_2O_3}{SiO_2 + MnO};$$

Nəticələr cədvəl 2.2-də verilmişdir:

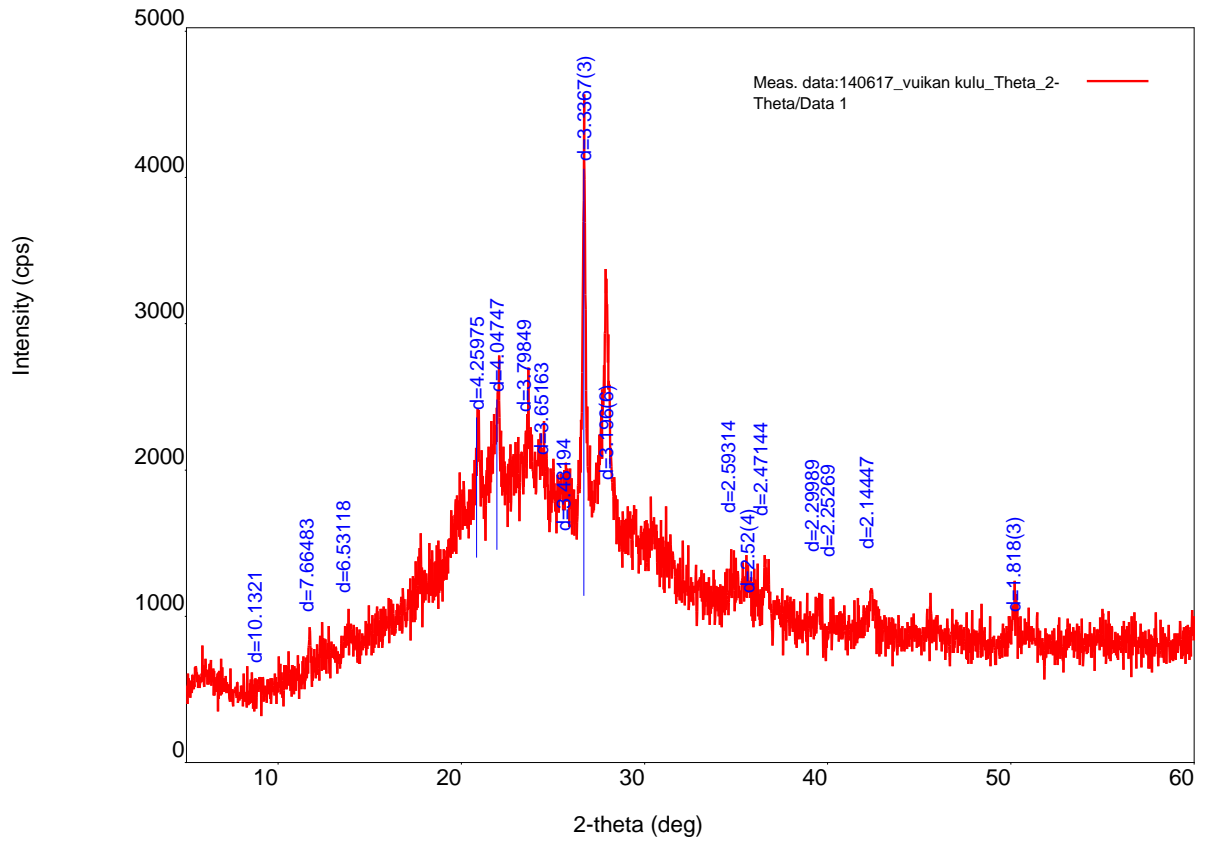
Cədvəl 2.3.

Ceyrançöl vulkan külünün hidravlik aktivlik göstəriciləri

Materialın adı	$M_{\text{əs}}$	M_a	K_a
Ceyrançöl vulkan külü	0,03	0,18	0,23

İstifadə edilən mineralların domna posalarının kimyəvi tərkibləri ilə müqayisəli təhlili göstərir ki, minerallarda əsası, $M_{\text{əs}} < 1$ olduqda turş və $K_a < 1,9$ olduqda yüksək aktiv, $K_a = 1,6 - 1,9$ olduqda aktiv, $K_a < 1,6$ olduqda az aktiv mineraldır [4]. Ceyrançöl vulkan külünün mineraloji tərkibi təbii və aktivləşdirilmiş halda öyrənilmişdir. Təbii Ceyrançöl vulkan külünün mineraloji tərkibini təyin etmək üçün çəkilməş difraktoqrama aşığıda verilmişdir (şəkil 2 1).

Ceyrançöl vulkan külünün difraktoqramından göründüyü kimi vulkan külünün mineraloji tərkibini əsasən albit (çöl şpatı) $(Na_{0,84} Ca_{0,16}) Al_{1,16} Si_{2,84} O_8$; kvars SiO_2 ; illit $K_2O \cdot MgO \cdot 4Al_2O_3 \cdot 7SiO_2 \cdot 2H_2O$ mineralları təşkil edir. Mineralların miqdarca (%-lə) nisbəti aşığıdaki cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2.4).



No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. Factor
1	8.72029	10.1321	185.09	0.62907	165.626	0.894841	2.67169
2	11.5356	7.66483	435.544	0.62907	390.033	0.895508	2.67169
3	13.5466	6.53118	477.261	0.62907	427.674	0.896100	2.67169
4	20.8364	4.25975	955.503	0.62907	859.058	0.899064	2.67169
5	21.9424	4.04747	1023.11	0.62907	920.42	0.899627	2.67169
6	23.4004	3.79849	913.122	0.62907	822.19	0.900416	2.67169
7	24.3556	3.65163	684.73	0.62907	616.915	0.900962	2.67169
8	25.5622	3.48194	273.072	0.62907	246.225	0.901684	2.67169
9	26.695(3)	3.3367(3)	2916(156)	0.041(6)	257(20)	0.088(11)	1.3(3)
10	27.89(5)	3.196(6)	843(84)	3.96(14)	7109(106)	8.4(10)	2.67(17)
11	34.5612	2.59314	601.311	0.62907	546.148	0.908262	2.67169
12	35.6(5)	2.52(4)	42(19)	0.6(5)	28(28)	0.7(10)	5(8)
13	36.3208	2.47144	568.442	0.62907	517.168	0.909800	2.67169
14	39.1362	2.29989	400.549	0.62907	365.476	0.912440	2.67169
15	39.9909	2.25269	399.282	0.62907	364.658	0.913285	2.67169
16	42.1024	2.14447	536.816	0.62907	491.435	0.915462	2.67169
17	50.14(8)	1.818(3)	148(35)	0.29(9)	58(13)	0.40(18)	0.9(13)

Şekil 2.1. Ceyrançöl vulkan külünün difraktoqramı

Cədvəl 2.4

Ceyrançöl vulkan külünün mineroloji tərkibi

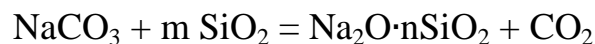
Süxurun adı	Mineral faza tərkibi	
	Adı	miqdarı, %-lə
Ceyrançöl vulkan külü	Albit ($\text{Na}_{0,84} \text{Ca}_{0,16} \text{Al}_{1,16} \text{Si}_{2,84} \text{O}_8$)	54,3
	Kvars SiO_2	31,4
	İllit $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{MgO} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	14,3

Tədqiqatlarda qələvi komponenti kimi $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ maye şüşəsindən istifadə edilmişdir. Maye şüşə qələvi materialların silikatlarından ibarət olan texniki məhsula deyilir. Maye şüşənin tərkibi $\text{R}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2$ düsturu ilə ifadə edilir. Kimyəvi aktiv yapışqanlardan biridə maye şüşə hesab olunur. Maye şüşənin yapışdırıcı kimi istifadə edilməsi daha məqsədə uyğundur. Maye şüşə aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

- 1) Maye şüşə istehsalının texnoloji sistemi çox sadədir;
- 2) Maye şüşənin istehsalı üçün xammal geniş yayılmış və tərkibində silisium-4 oksid və eləcə də natriumlu və kaliumlu birləşmələr olan süni və təbii materiallardır. Həmin ərazidə olan xammal materiallarından istifadə etməyə imkan verən istehsal üsulunu seçməklə, maye şüşənin yerli yapışdırıcı qrupuna aid etmək olar.
- 3) Maye şüşə yüksək yapışdırıcılıq xüsusiyyətinə malikdir.
- 4) Maye şüşə nisbətən yüksək kimyəvi aktivliyə malikdir [20].

Maye şüşə beton qurğuların səthinin təmiri üçün istifadə olunur bu halda su ilə isladılmış zədələnmiş səthə 3,3...3,4 modullu maye şüşə qatı çəkilir, üzərinə sement tozu səpilir. Maye şüşə və müxtəlif mineral doldurucular əsasında çox sayda inşaat materialları alınmışdır. Bu materiallar növündən aslı olmayaraq bütün

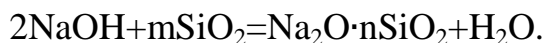
hallarda xüsusi tərkibli sıx və ya məsaməli doldurucular, həmçinin yüksək temperaturda uzun müddətli qurutma və yandırma tələb edir. Fiziki halına görə bu şüşə müxtəlif formada və ölçüdə bərk parçalardan ibarət olan silikat qayaya və silikat-qayanının sulu məhlulu olan maye şüşəyə bölünür. Maye şüşə xammalın növünə görə sodalı, soda-sulfatlı və sulfatlı olmaqla üç sinfə bölünür. Buraxılan maye şüşələrin hamısı modulu ilə xarakterizə olunur. Adətən, modulu 2,5...3,0 olan maye şüşədən istifadə edilir. Maye şüşə tərkibinə görə natriumlu və kaliumlu ola bilər. Bəzən tərkibində eyni zamanda Na_2O və K_2O olan qarışıq, yaxud ikiqat şüşə hazırlayırlar. İnşaatda çox vaxt natriumlu maye şüşədən istifadə edirlər [20]. Maye şüşənin yapışdırıcı xassələrindən xalq təsərrüfatının bir çox sahələrində istifadə edilir. Xammal olaraq, silisium oksidli materiallar kimi kvars qumlarından, kvarsdan, tozşəkilli kristallik silisium oksidindən, təbii və süni amorf silisium oksidindən, qələvi materiallar kimi soda, potaş, natrium sulfat, natrium hidrokسيد və kalium hidrokسيدdən istifadə edirlər. Maye şüşə istehsalının bütün üsullarını quru və yaş üsullara bölürlər. Quru istehsal üsullarından ən geniş yayılanı karbonat və sulfat üsullarıdır [20]. Karbonat üsulu yüksək tempertaurda natrium və kalium karbonatın silisium oksidlə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır:



sulfat üsulu ilə natrium sulfatın kömürün iştirakı ilə silisium oksidlə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır:



Maye şüşənin yaş istehsal üsullarından ən çox qələvi üsulu tətbiq edilir. Bu üsul müxtəlif növ silisium oksidlərinin qələvi məhlullarında təzyiq altında barabanlı yaxud stasionar avtoklav-reaktorlarda həll etməyə əsaslanır:



Maye şüşə qatı, özlü məhluldur. Yaxşı hazırlanmış maye şüşə məhlullarının rəngi adətən, sarımtıl və şəffaf olur. Kolloid suspenziyanın miqdarı çox olan hallarda maye şüşə məhlulları bulanıq-boz rəngdə olur [20].

Maye şüşənin modulundan asılı olaraq tərkibi cədvəl 2.4-də verilmişdir [3].

Cədvəl 2.5.

Maye şüşənin tərkibi

Modul	Həqiqi sıxlığı kq/m ³	Tərkibi, kütləyə görə,%			
		Na ₂ O+nSiO ₂	SiO ₂	Na ₂ O	H ₂ O
2,9	1,365	22,5	16,87	5,63	77,5

Tədqiqat işində bərkiyən qələvi-mineral yapışdırıcı daşı səthində yaranan ağartının qarşısının alınması məqsədi ilə və nümunələrin qəlibdən çıxarılmasını tezləşdirmək üçün portlandsementdən və bentonit gilindən əlavə kimi istifadə edilmişdir. Tərkibində ən azı 70 % montmorillonit mineral qrupları olan gillərə bentonit gilləri deyilir [21].

Montmorillonit - bu yüksək dispersiyalı təbəqə formalı, yüksək hidrofilli alminoslikat mineralıdır. Su ilə əlaqə yarandıqda montmorillonitin təbəqələri arasındakı boşluğa dolan su bu mineralın şişməsinə səbəb olur. Suyun əlavə olunmasını davam etdirdikdə tikstrop keyfiyyətli, dayanıqlı, özülü bentonit məhlulu yaranır. Montmorillonit yüksək kation dəyişikliyinə və adsorbsiya etmə keyfiyyətinə malikdir. Yuxarıda qeyd olunan keyfiyyətlərinə görə bentonit gili

geniş tətbiq sahələri tapmışdır. Belə ki, özülü - gel əmələ gətirmə və filtrasiyanın azaldılması xassəsindən istifadə edərək quyu və keçidlərin qazılmasında işlədilən qazma məhlullarında, yapışqanlıq xassəsindən istifadə edərək dəmir filizi okatışının istehsalında, qəliblərin hazırlanmasında, hidroizolyator və adsorbsiyaedici material kimi istifadə edilir. Kənd təsərrüfatında bentonit gilindən yem istehsalında, heyvandarlıq fermalarında döşəmə kimi, torpağın meliorasiyasında, həmişinin şerabların və şirələrin duruldulmasında istifadə olunur. Bentonit gilindən ən keyfiyyətli pişik tualetlərinin hazırlanmasında doldurucu maddə kimi istifadə edirlər [21].

Bentonit gilinin 200 -dən çox tətbiq sahəsi məlumdur. Bentonit gilinin ən yaxşı texnoloji xüsusiyyətlərindən biri montmorillonitin tərkibində dəyişən natrium kationlarının olmasıdır. MDB və Orta Asiya məkanında yerləşən bentonit mədənlərində natrium tərkibli bentonit yalnız Zaqavkaziya dağlarıdır. Praktiki olaraq bütün Rusiya mədənlərində istehsal olunan bentonit gilləri kalsium - maqnezumludur. Tərkibi ən azı 70 % montmorillonit olan belə gilləri alıcılıq keyfiyyətinə çatdırmaq üçün susuzlaşdırılmış soda ilə aktivləşdirdikdən sonra təbii - natriumlu bentonit gilinə çatdırmaq olur. Həmişinin tərkibi 30 – 60 % montmorillonit olan gilləri də səhv olaraq bentonit adlandırırlar [21]. İstifadə olunan bentonit gilin kimyəvi tərkibi cədvəl 2.6-də verilmişdir.

Cədvəl 2.6.

Bentonit gilinin kimyəvi tərkibi

Kimyəvi tərkibi, kütləyə görə, %										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	k.i
63,09	15,13	4,09	0,49	1,76	3,27	0,13	0,26	1,26	2,11	8,37

Təcrübələrdə Qaradağ sement zavodundan gətirilmiş zavodundan gətirilmiş İEM II/A- II 32,5 H markalı portlandsementdən istifadə edilmişdir. Portlandsementin kimyəvi və mineroloji tərkibi cədvəl 2.7-da, fiziki-mexaniki xassələri cədvəl 2.8-də verilmişdir.

Cədvəl 2.7

Portlandsementin kimyəvi və mineroloji tərkibi

Kimyəvi tərkibi, kütləyə görə, %							Mineraloji tərkibi, kütləyə görə, %			
SiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ A
2,59	21,98	6,35	4,15	60,53	2,06	1,85	30,15	39,64	9,8	12,4

Cədvəl 2.8.

SEM 32,5 markalı portlandsementin keyfiyyət göstəriciləri

Göstəricilər	Miqdarı
Sementin orta sıxlığı, kq/m ³	980
Sementin sıxlığı, kq/m ³	3130
Sementin normal qatılığı %	21,5
Sementin sıxılmada möhkəmlik həddi, %	
7 gün	16,4
28 gün	41,9
Sementin əyilmədə möhkəmlik həddi, MPa	4,9
Narınlığı, 008 №-li ələkdən qalan qalıq %	6,9

III FƏSİL

TERMİK AKTİVLƏŞDİRİLMİŞ VULKAN KÜLÜ ƏSASINDA QƏLƏVİ- MİNERAL YAPIŞDIRICILARININ ALINMASI

Qələvi-mineral yapışdırıcıları yerli xammal və texnogen tullantılar əsasında alınan yeni yerli yapışdırıcı materiallardan birdir. Belə yapışdırıcı materialların müxtəlif şəraitlərdə havada, quruducu şkafda, isti-axınlı hava şəraitində, avtoklavda, nəm şəraitdə emal edilməsi mümkündür. Belə yapışdırıcıların alınmasında kimyəvi və mineraloji tərkibinə görə domna posalarına yaxın olan o cümlədən, alüminoksid istehsal tullantısı, marten posası, müxtəlif keramik materiallar istehsalı tullantısı (keramzit, kərpic, üzük-divar materialları və s.) müxtəlif sənaye tullantılarından alınır [4].

Dissertasiya işində qələvi-mineral yapışdırıcılarının alınmasında tətbiq olunan vulkan mənşəli süxur olan Ceyrançöl vulkan külünü yaranma tarixinin qədimliyini və təbiətdə daima fiziki-kimyəvi proseslərin davam etdiyini nəzərə alaraq süxurda mövcud fazaların dəyişdiyi ehtimal edilmişdir. Elə ona görə də Ceyrançöl vulkan külünü yandırmaqla aktivləşdirilməsi işin əsas məqsədi olmuşdur. Buna görə də Ceyrançöl vulkan külünü aktivləşdirməklə yeni modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcı tərkibinin işlənməsi dissertasiya işində nəzərdə tutulmuşdur. Bu məqsədlə təcrübələr iki mərhələdə aparılmışdır. Birinci mərhələdə tədqiqatçılar tərəfindən tərkib-xassə baxımından öyrənilmiş ilkin qələvi-mineral yapışdırıcı materialların alınması təkrarlanmış və etalon sınaq tərkibi seçilmişdir. Eyni zamanda emal temperaturunun seçilməsi öyrənilmiş və Ceyrançöl vulkan külünü aktivləşdirmək üçün termik emal temperaturu müəyyən

olunmuşdur. İkinci mərhələdə termik aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında yeni tərkibli modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcısının alınması öyrənilmişdir.

3.1. İlkin qələvi-mineral yapışdırıcı materialların tərkibinin öyrənilməsi

İlkin mərhələdə qələvi-mineral yapışdırıcıların alınması istiqamətində təcrübələr aparılmış və sınaq tərkibləri seçilmişdir. Həmçinin emal temperaturları seçilmiş və Ceyrançöl vulkan külünü aktivləşdirmək üçün termik emal temperaturu müəyyən olunmuşdur. Bu məqsədlə Ceyrançöl vulkan külündən və qələvi komponenti kimi $Na_2O \cdot nSiO_2$ maye şüşəsindən istifadə edilmişdir.

Təcrübələrdə Ceyrançöl vulkan külü və maye şüşə əsasında müxtəlif nisbətlərdə götürməklə qarışıq hazırlanmışdır. Hazırlanmış qarışıqlar əsasında 4x4x16 sm ölçülü nümunələr hazırlanmışdır. Hazırlanmış nümunələr 3gün normal temperaturda saxlandıqdan sonra qəlibdən açılmış və sonra qurducu şkafda sabit kütləyə qədər bərkidilmişdir. Bərkidilmiş nümunələrin orta sıxlıqları və sıxılmada möhkəmlik hədləri təyin edilmişdir. Maye şüşə və Ceyrançöl vulkan külü qarışığı hazırlanmışdır. Qarışıq müxtəlif nisbətlərdə götürülmüşdür. Qarışıqın axarlıqları təyin edilmiş və nümunələr hazırlanmışdır. Hazırlanmış nümunələr aşağıdakı göstərilən müxtəlif bərkimə şəraitlərində emal edilmişdir:

- Normal şəraitdə temperatur $20 \pm 3^{\circ}C$, nisbi nəmliyi 90 % olan kamerada 28 gün;
- quruducu şkafda $120-130^{\circ}C$ temperaturda 14 saat bərkimə rejimində;
- $120-130^{\circ}C$ temperaturda isti-quru axınlı hava rejimində 11 saat;

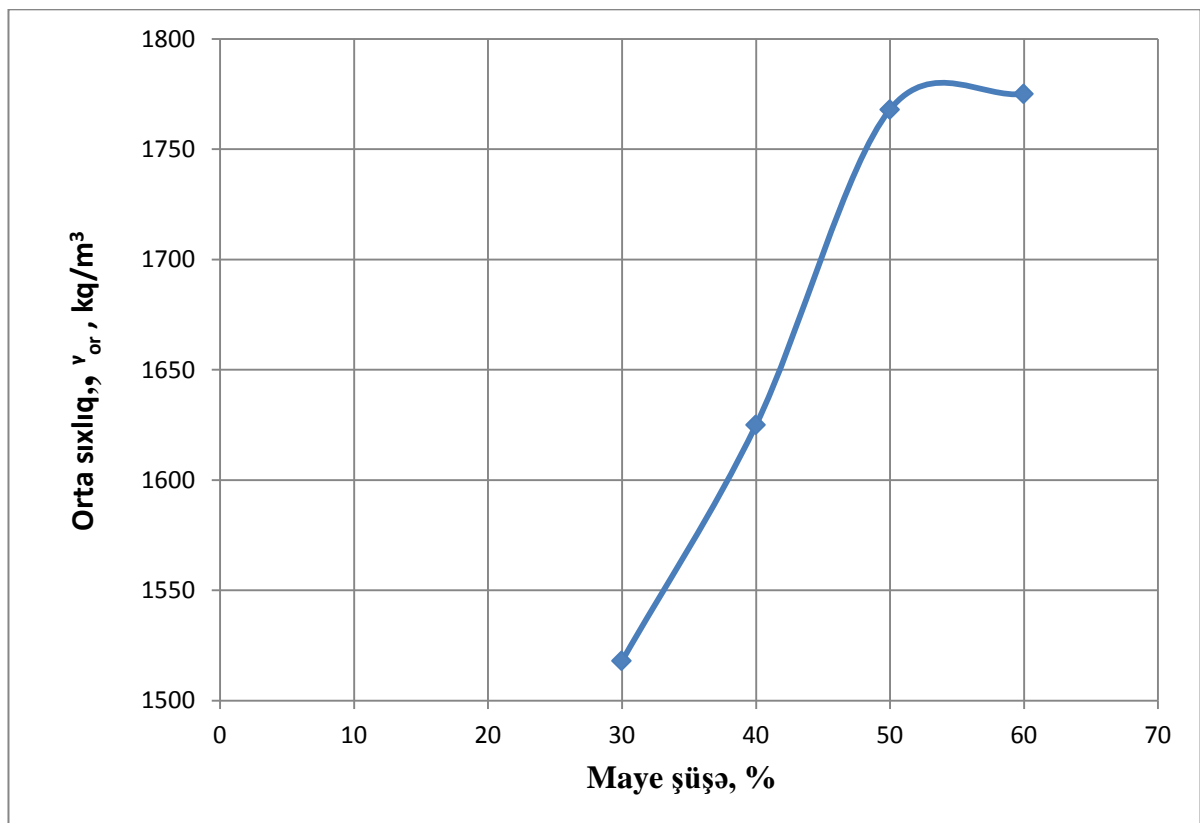
Nümunələr müxtəlif şəraitlərdə emal edildikdən sonra nümunələrin orta

sıxlığı və sıxılmada möhkəmlik hədləri təyin edilmişdir. Nəticələr aşağıdakı cədvəl 3.1 və şəkil 3.1-3.2-də verilmişdir.

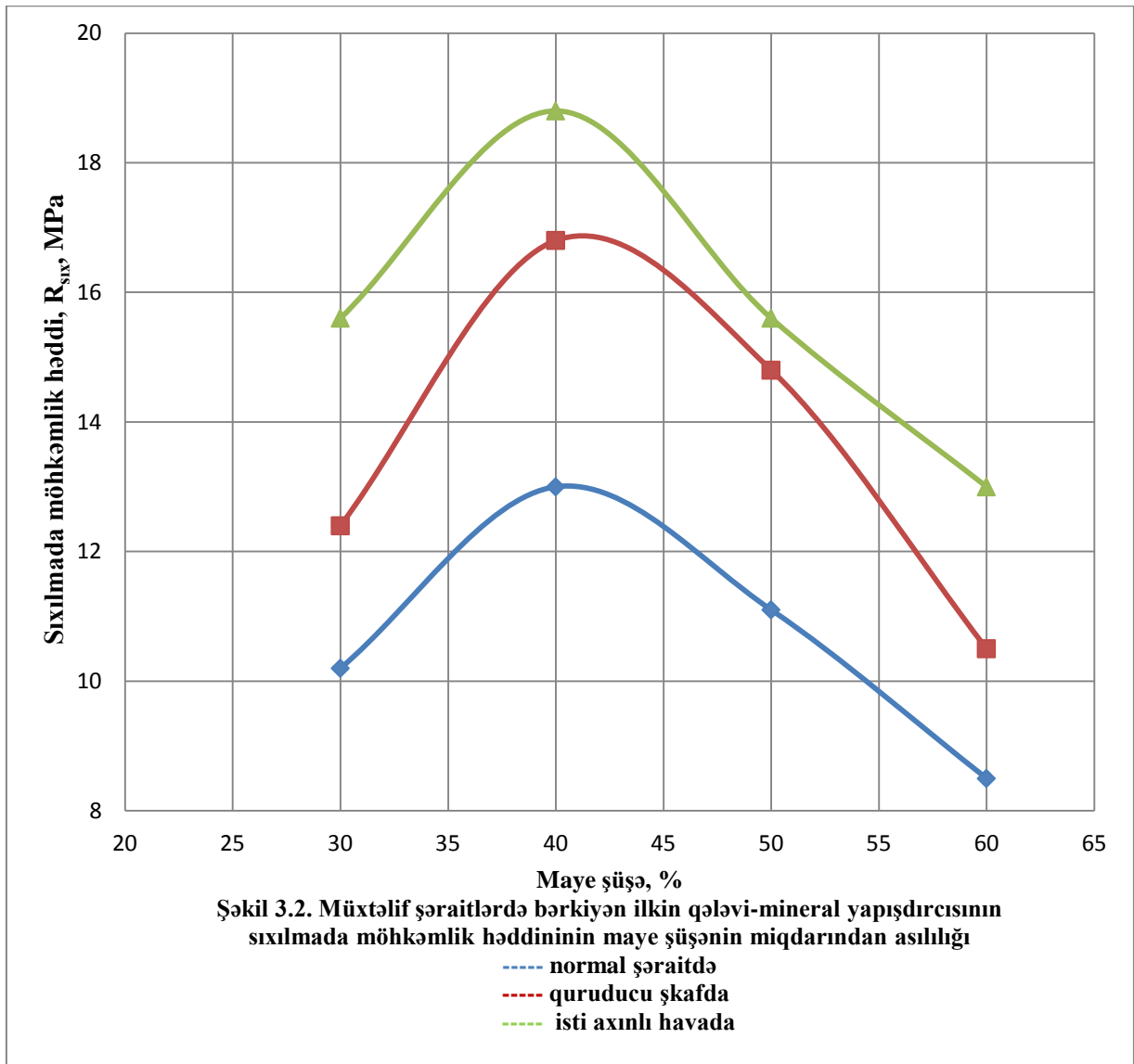
Cədvəl 3.1

Müxtəlif şəraitlərdə bərkiyən ilkin qələvi-mineral yapışdırıcısının əsas göstəriciləri

№	Tərkib,%lə		Sınaq nəticələri				
	Maye şüşə	Ceyrançöl vulkan külü	Yayıma diametri, sm	Orta sıxlığı, kq/m ³	Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa		
					Normal şəraitdə	Qurducu şkafda	İsti axımlı hava şəraiti
1	30	70	25	1518	10,2	12,4	15,6
2	40	60	30	1625	13,0	16,8	18,8
3	50	50	36	1768	11,1	14,8	15,6
4	60	40	40	1675	8,5	10,5	13,0



Şəkil 3.1. İlkin qələvi-mineral yapışdırıcısının orta sıxlığının maye şüşənin miqdarından asılılığı

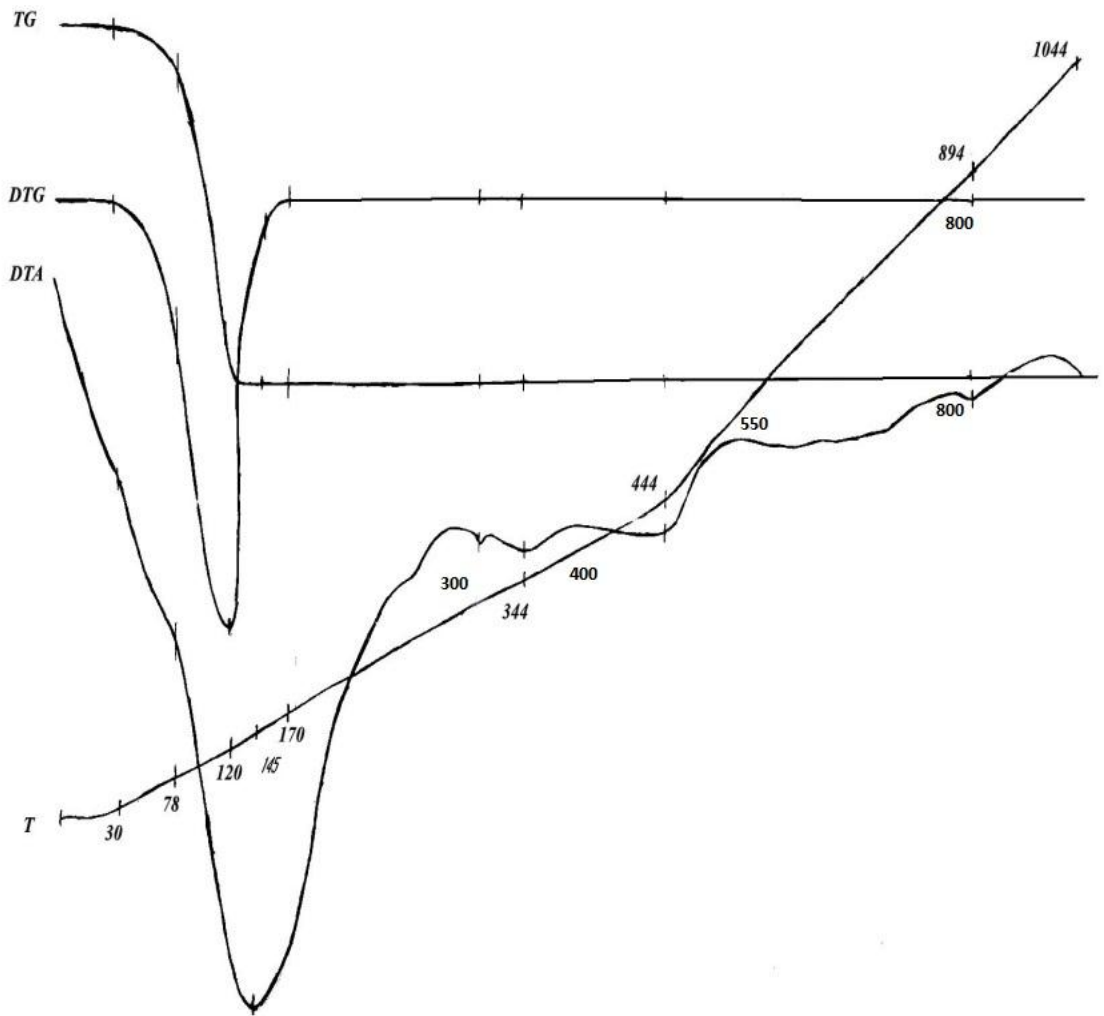


Cədvəl və şəkildən görüldüyü kimi, təbii üyüdülmüş vulkan külü əsasında hazırlanmış ilkin qələvi-mineral yapışdırıcısının sınaq nəticələrinin təhlili göstərir ki, maye şüşənin miqdarı artdıqca qarışıqın axarlığı, yayılma diametri artmışdır. Lakin müxtəlif bərkidilmiş daş materialların orta sıxlığı, sıxılmada möhkəmlik həddi maye şüşənin faizlə miqdarının artması ilə artmışdır. Belə ki, 30% maye şüşə istifadə etdikdə orta sıxlıq 1518 kq/m^3 , 40% maye şüşə istifadə etdikdə 1625 kq/m^3 , 50% maye şüşə istifadə etdikdə 1768 kq/m^3 , 60% maye şüşə istifadə etdikdə isə 1675 kq/m^3 həddində olmuşdur. Bu isə sınaq zamanı vizual olaraq

müşahidə olunmuşdur ki, maye şüşənin miqdarı 30 %-dən 50 %-ə qədər artdıqca nümunələrin yığılması daha çox, 60 % olan tərkibdə yığılma qismən azalmışdır. Buda, eyni zamanda orta sıxlığın artması, 60 % olan tərkibdə sərbəst suyun ayrılması ilə izah olunur. Nümunələrin sıxılmada möhkəmlik hədlərinin sınaq nəticələri göstərir ki, bərkimə şəraitindən asılı olaraq möhkəmlik artmışdır. Lakin maye şüşənin miqdarından asılı olaraq möhkəmlik daimi artmır. Belə ki, maye şüşə:vulkan külü=40:60 nisbətli nümunələrin göstəriciləri daha yüksək olmuşdur. Normal şəraitdə sıxılmada möhkəmlik həddi 13,0 MPa, quruducu şkafda 16,8 MPa, isti-axınlı havada sıxılmada möhkəmlik həddi 18,8 MPa olmuşdur. Bunu nəzərə alaraq tədqiqatın növbəti mərhələsin Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış qələvi-mineral yapışdırıcısı tərkibi 40:60 nisbətində qəbul edilmişdir.

3.1.1. Bərkimə şəraitinin və aktivləşdirilmə temperaturunun təyini

Qələvi-mineral yapışdırıcı materialların bərkimə şəraitinin seçilməsi mühüm mərhələlərdən biridir. Qələvi-mineral yapışdırıcıların bərkimə şəraitinin onun sıxılmada möhkəmlik həddinə təsirinin öyrənilməsi zamanı Azərbaycan Memarlıq və İnşaat universitetinin yapışdırıcı materiallar və betonlar texnologiyası kafedrasında aparılan elmi tədqiqat işlərinə əsaslanaraq 40:60 nisbətində maye şüşə:vulkan külü qarışığının Differensial-termik analizi aparılmışdır. Differensial-termiki analiz Derivatoqraf (Q=1500) cihazında aparılmışdır. Ceyrançöl vulkan külü əsasında tədqiq olunan qələvi-mineral yapışdırıcı qarışığının derivatoqramı şəkil 3.3-də verilmişdir [4].



Şəkil 3.3. Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan material qarışığının derivatoqramı

Ceyrançöl vulkan külü əsasında tədqiq olunan qələvi-mineral yapışdırıcı qarışığının çəkilmiş derivatoqramından görüldüyü kimi, DTA əyrisində 20-300°C temperatur intervalında maksimumu 120°C olan dərin endoeffekt görünür, bu isə alınmış materialın tərkibindəki zəif koordinasiyalı su molekulunun ayrılması ilə izah olunur. 300°C temperatúra kimi isə heç bir əsaslı dəyişiklik baş vermir. Daha yüksək temperaturlarda (344, 444 və 894°C) müşahidə olunan zəif endoeffektlər müşahidə olunur. Derivatoqramda 400°C, 550°C, 800°C temperaturda çox zəif

ekzoeffekt müşahidə olunur. Bu materialın tərkibində aşağı temperaturda formalaşan yeni əmələgələn mineralların dehidratasiya prosesi hesabına kristal qəfəsdə olan kimyəvi birləşmiş suyun ayrılması çox zəif mineralların alınma bilməsi ilə izah olunur.

Nümunənin DTG əyrisi DTA əyrisini təsdiq edir. Kütlə itkisi TG əyrisindən görünür ki, kütlə itkisi yalnız bir temperatur intervalında (75-145⁰C) baş verir. Bu zaman ümumi kütlə itkisi 36,6 % olmuşdur. 145⁰C temperaturdan sonra demək olar ki, proses sabit getmiş, kütlə itkisi olmamışdır [4]. Aparılmış differensial-termiki analiz göstərir ki, Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan materialları 120-130⁰C temperaturda emalı daha məqsədə uyğun olması müəyyən olunmuşdur.

Eyni zamanda Ceyrançöl vulkan külününün aktivləşdirilmə temperaturunun müəyyən edilməsi texniki-iqtisadi baxımdan vacibdir. Ona görə də aparılmış DTA analizinin nəticəsinə uyğun olaraq vulkan külü 400⁰C, 550⁰C, 800⁰C temperaturlarda yandırılması qərara alınmışdır. Tədqiqatlarda qələvi-mineral qarışıqların qabaqcadan özünü tutma müddətinin və bərkimə rejiminin təsiri ardıcıl surətdə aparılmışdır. Bu məqsədlə çox saylı təcrübələr aparılmış və qarışıqın özünü tutması üçün 48 saat (qarışıqın axarlığından asılı olaraq nümunələr 6-48 saat müddətində tutmuşdur) qəbul olunmuşdur. Bərkimə rejimi tədqiqatçı T.A.Haqverdiyevanın təklif etdiyi rejim optimal hesab edilərək qəbul edilmişdir:

- Normal şəraitdə temperatur $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$, nisbi nəmliyi 90% olan kamerada 28 gün;
- quruducu şkafda 120-130⁰C temperaturda 14 saat bərkimə rejimində;
- 120-130⁰C temperaturda isti-quru axınlı hava rejimində 11 saat.

3.2 Aktivləşdirilmiş vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı

Tədqiqatların bu mərhələsində Ceyrançöl vulkan külü üç hissəyə ayrılmış və material (xammal) payları ayrı-ayrılıqda 400°C, 550°C, 800°C temperaturda mufel sobasında yandırılmışdır. Yandırılmış xammal soyuduqdan sonra laboratoriya dəyirmanında üyüdülmüş və xüsusi səthi təyin edilmişdir. Təcrübələrdə narın üyüdülmüş Ceyrançöl vulkan külünün xüsusi səthi 300 m²/kq qəbul edilmişdir.

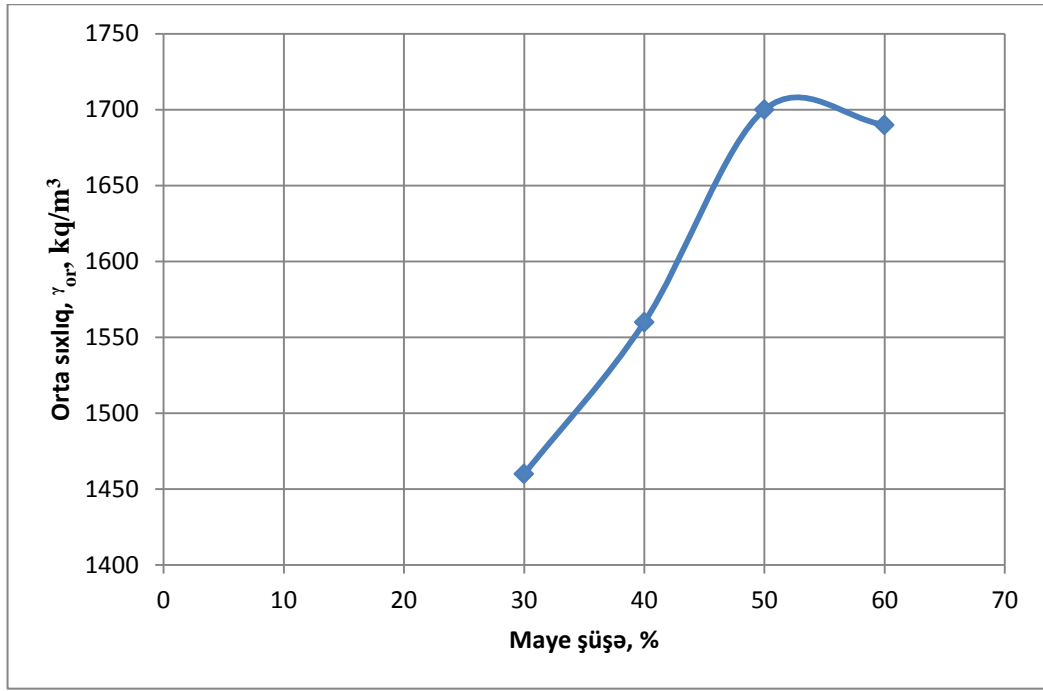
3.2.1. 400⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı

Təcrübələrin bu mərhələsində Ceyrançöl vulkan külü 400⁰C temperaturda 3 saat yandırılmışdır. Yandırılmış vulkan külü istifadə edilərək ilkin təcrübə təkrarlanmışdır. Bu zaman maye şüşə və yanmış Ceyrançöl vulkan külü əsasında qarışığı hazırlanmışdır. Qarışıq müxtəlif nisbətlərdə götürülmüşdür. Sonra hazırlanmış nümunələr bərkidilmiş alınan sıx strukturlu daş yapışdırıcı materialının xassələri öyrənilmişdir. Alınmış nəticələr cədvəl 3.2 - də və şəkil 3.4 - 3.5 - də verilmişdir.

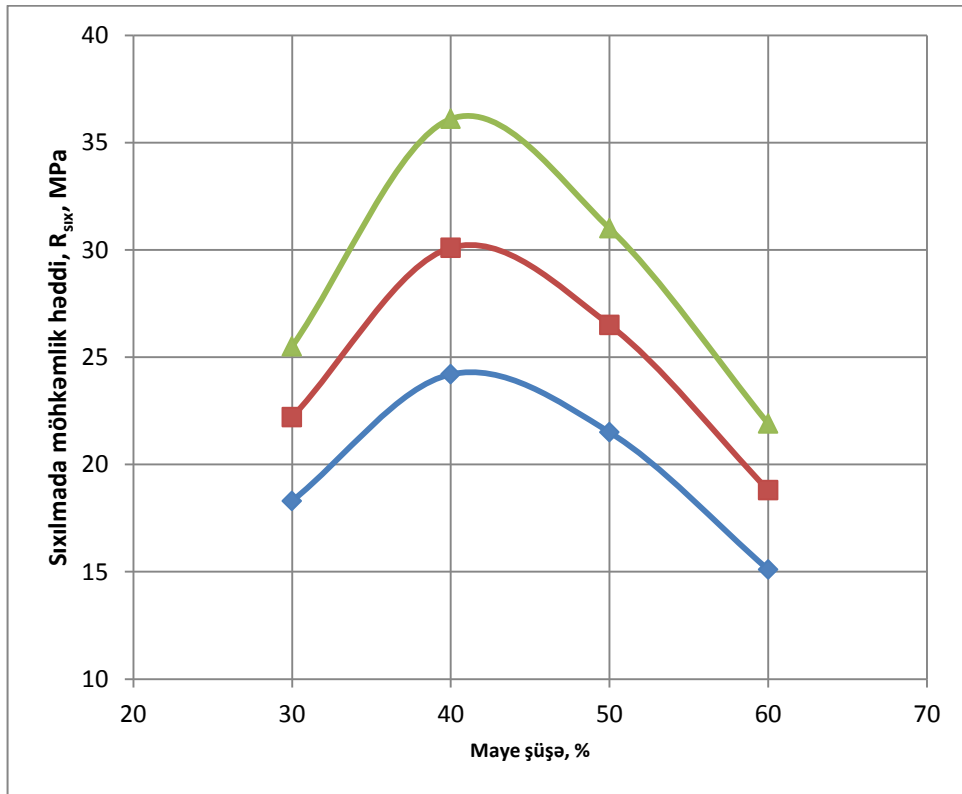
Cədvəl 3.2.

400⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında qələvi-mineral yapışdırıcısının xassələri

№	Tərkib,%lə		Sınaq nəticələri				
	Maye şüşə	Ceyrançöl vulkan külü	Yayılma diametri, sm	Orta sıxlığı, kq/m ³	Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa	İsti axınlı hava şəraiti	
					Normal şəraitdə		Qurducu şkafda
1	30	70	25	1460	18,3	22,2	25,5
2	40	60	30	1560	24,2	30,1	36,1
3	50	50	36	1700	21,5	26,5	31,0
4	60	40	40	1690	15,1	18,8	21,9



Şəkil 3.4. 400⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş qələvi-mineral yapışdırıcısının orta sıxlığının maye şüşənin miqdarından asılılığı



Şəkil 3.5. Müxtəlif şəraitlərdə bərkiyən 400⁰C temperaturda termik aktivləşdirilmiş qələvi-mineral yapışdırıcısının sıxılmada möhkəmlik həddinin maye şüşənin miqdarından asılılığı

- Normal şəraitdə
- Quruducu şkafda
- İsti-axınlı havada

Şəkil və cədvəldən göründüyü kimi Ceyrançöl vulkan külü və maye şüşə qarışığı əsasında alınan yapışdırıcı material qarışığı üçün maye şüşə 40 %, vulkan külü 60 % olan tərkibli nümunələrin əsas göstəriciləri digər tərkiblərə nisbətən daha yüksəkdir.

Belə ki, bu nümunələrin sıxılmada möhkəmlik həddi 24,2-36,1 MPa arasında emal şəraitindən asılı olaraq artmış, orta sıxlığı 1560 kq/m^3 olmuşdur. Bu isə qələvi-mineral qarışıqların müxtəlif şəraitdə bərkidiyini və bərkimə şəraitinin materialın fiziki-mexaniki xassələrinə təsir etdiyini demyə əsas verir.

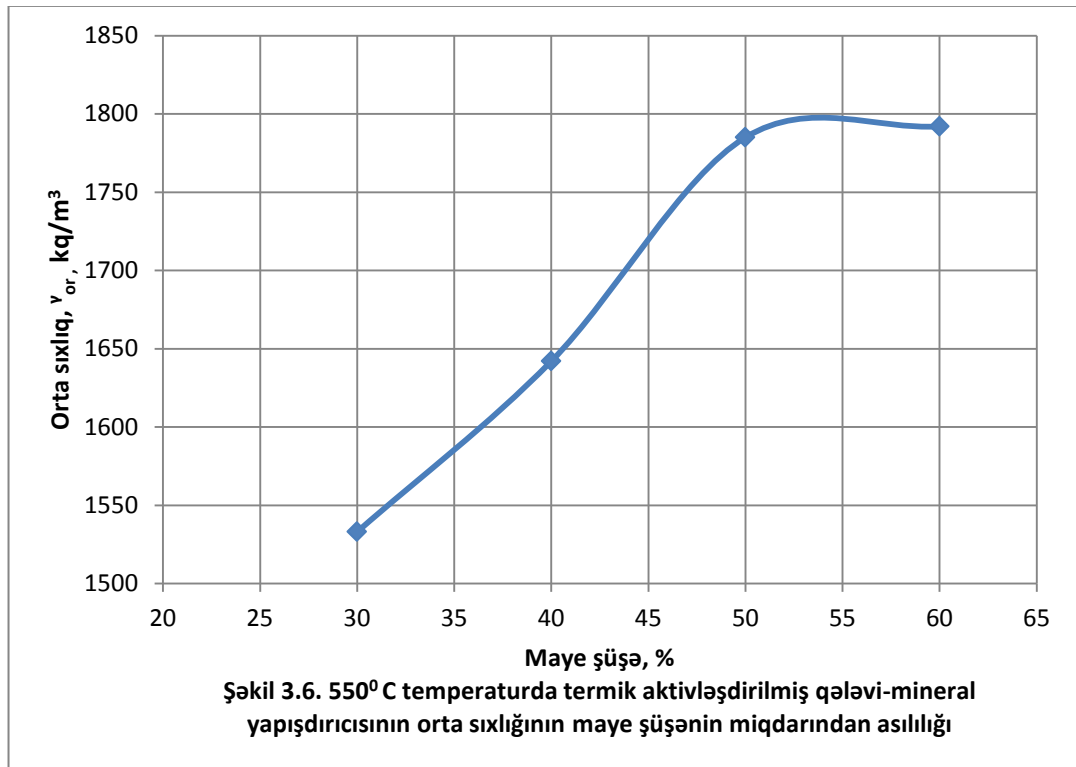
3.2.2. 550⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcısı

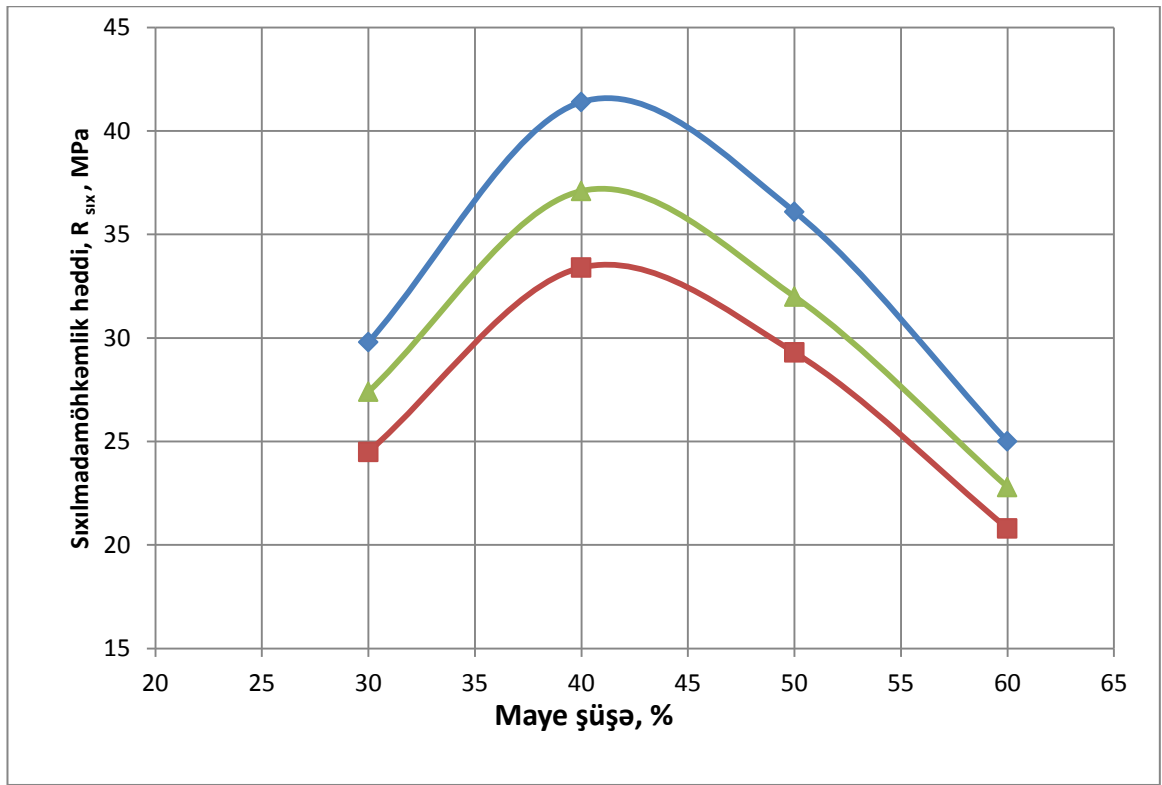
Vulkan külünü aktivləşdirmək məqsədi ilə götürülmüş nümunə 550⁰C temperatur yandırılmışdır. Bu zaman Ceyrançöl vulkan külü mufel sobasında temperatur 150⁰C artma sürəti ilə qaldırılmış və temperatur 550⁰C-yə çatdırılmışdır. Sobanın temperaturu 550⁰C olduqdan sonra xammal 3 saat sobada saxlanılmışdır. Sonra xammal soyudulmuş və üyüdülmüşdür. Narın üyüdülmüş vulkan külü yapışdırıcı materialın alınması üçün istifadə edilmişdir. Təcrübə üçün müxtəlif nisbətli və müqaisə edilməsi məqsədi ilə əvvəlki təcrübələrdəki nisbətlərdə maye şüşə və Ceyrançöl vulkan külü qarışığı hazırlanmışdır. Hazırlanmış nümunələr termik emal edilmiş və xassələri öyrənilmişdir. Sınaq nəticələri cədvəl 3.3 - də və şəkil 3.6 - 3.7 -də verilmişdir.

Cədvəl 3.3.

550⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında qələvi-mineral yapışdırıcısının xassələri

№	Tərkib,%		Sınaq nəticələri				
	Maye şüşə	Ceyrançöl vulkan külü	Yayıma diametri, sm	Orta sıxlığı, kq/m ³	Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa		
					Normal şəraitdə	Qurducu şkafda	İsti axınlı hava şəraiti
1	30	70	25	1533	29,8	24,5	27,4
2	40	60	30	1642	41,4	33,4	37,1
3	50	50	36	1785	36,1	29,3	32,0
4	60	40	40	1782	25,0	20,8	22,8





Şəkil 3.7. Müxtəlif şəraitlərdə bərkidən 550⁰C temperaturda termik aktivləşdirilmiş qələvi - mineral yapışdırıcısının sıxılmada möhkəmlik həddinin maye şüşənin miqdarından asılılığı

- Normal şəraitdə
- Quruducu şkafda
- İsti-axınlı havada

Cədvəl və qrafikdən görüldüyü kimi, Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış qələvi-mineral yapışdırıcısının sınaq nəticələrinin təhlili göstərir ki, maye şüşənin miqdarı artdıqca qarışıqın axarlığı, yayılma diametri artmışdır. Amma müxtəlif şəraitlərdə bərkidilmiş daş materiallarının orta sıxlığı, sıxılmada möhkəmlik həddi maye şüşənin faizlə miqdarı artdıqca artmışdır. Maye şüşə 30 % tərkibdə olduqda orta sıxlıq 1533 kq/m³, 40 % maye şüşə istifadə etdikdə 1642 kq/m³, 50 % maye şüşə istifadə etdikdə 1792 kq/m³, 60 % maye şüşə istifadə etdikdə isə 1795 kq/m³ həddində olmuşdur. Sıxılmada möhkəmlik hədlərinin sınaq nəticələri isə göstərir ki, bərkimə şəraitindən asılı olaraq möhkəmlik artmışdır.

Belə ki, maye şüşə:vulkan külü=40:60 nisbətli nümunələrin göstəriciləri daha yüksək olmuşdur. Normal şəraitdə sıxılmada möhkəmlik həddi 41,4 MPa, quruducu şkafda 33,4 MPa, isti-axınlı havada sıxılmada möhkəmlik həddi 37,1 MPa olmuşdur. Bunu nəzərə alaraq tədqiqatın növbəti mərhələsinə Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış qələvi-mineral yapışdırıcısı tərkibi 40:60 nisbətində qəbul edilmişdir.

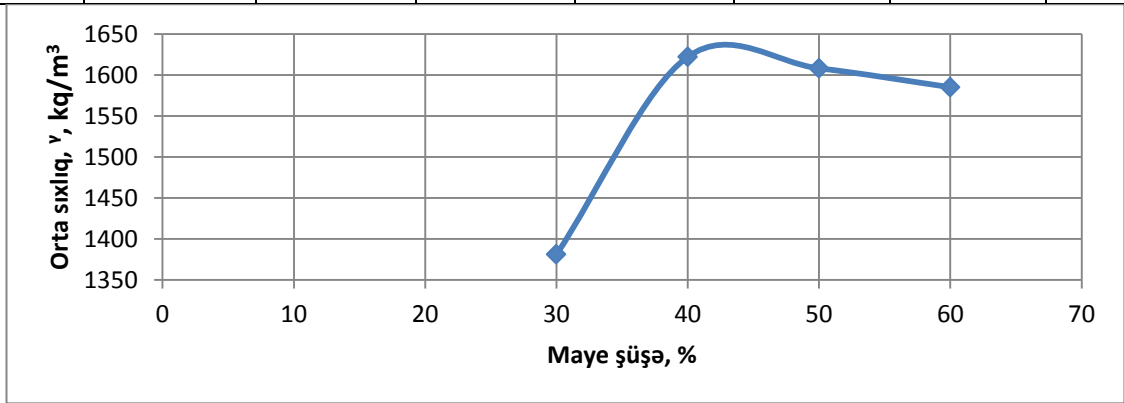
3.2.3. 800⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında qələvi-mineral yapışdırıcısı

Ceyrançöl vulkan külü 800⁰C temperaturda mufel sobasında 3 saat yandırılmışdır. Termik emal etməklə aktivləşdirilmiş vulkanik süxurlar əsasında modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcısı almaq məqsədi ilə təcrübələr aparılmışdır. Müxtəlif nisbətlərdə (əvvəlki tərkiblərə uyğun) hazırlanmış qələvi-mineral yapışdırıcı qarışığından 4x4x16 sm ölçülü nümunələr hazırlanmışdır. Nümunələr 2 gün havada saxlanılmış, material tutduqdan sonra qələbdən çıxarılmışdır. Hazırlanmış nümunələr normal şəraitdə temperatur $20\pm 3^{\circ}\text{C}$, nisbi nəmliyi 90 % olan kamerada 28 gün, quruducu şkafda 120-130⁰C temperaturda 14 saat bərkimə rejimində, 120-130 temperaturda isti-quru axınlı hava rejimində 11 saat şəraitlərində emal edilmişdir. Bərkimiş nümunələr termik emal edilmiş və xassələri öyrənilmişdir. Nəticələr cədvəl 3.4 - də və şəkil 3.8 - 3.9 - də verilmişdir.

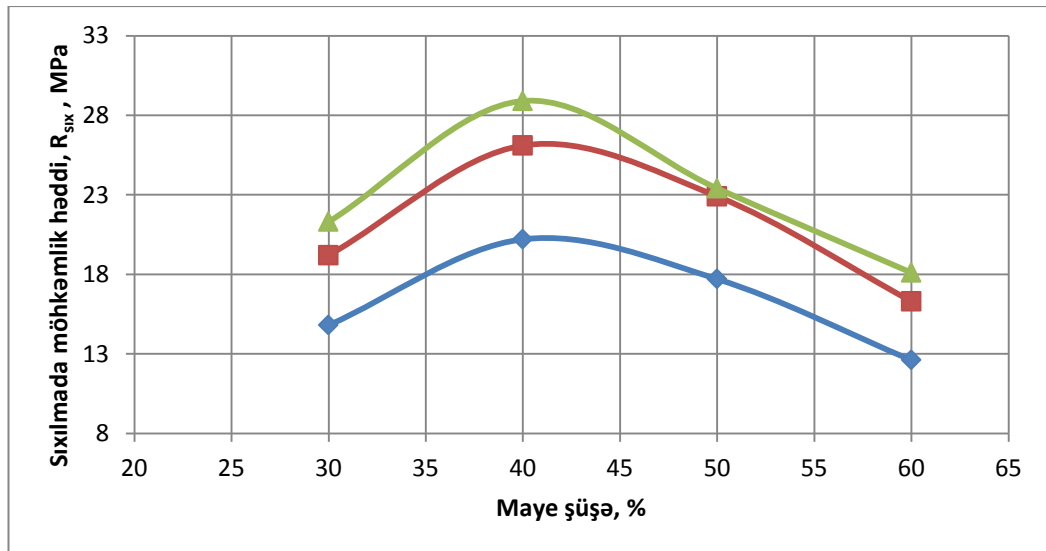
Cədvəl 3.4.

800⁰C temperaturda termik emal edilməklə aktivləşdirilmiş Ceyrañçöl vulkan külü əsasında qələvi-mineral yapışdırıcısının xassələri

№	Tərkib,%-lə		Sınaq nəticələri				
	Maye şüşə	Ceyrañçöl vulkan külü	Yayıma diametri, sm	Orta sıxlığı, kq/m ³	Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa		
					Normal şəraitdə	Quruducu şafda	İsti axınlı hava şəraiti
1	30	70	25	1381	14,8	19,2	21,3
2	40	60	30	1622	20,2	26,1	28,9
3	50	50	36	1608	17,7	22,9	23,4
4	60	40	40	1585	12,6	16,3	18,1



Şəkil 3.8. 800⁰C temperaturda termik aktivləşdirilmiş qələvi-mineral yapışdırıcısının orta sıxlığının maye şüşənin miqdarından asılılığı



Şəkil 3.9. Müxtəlif şəraitlərdə bərkiyən 800⁰C termik aktivləşdirilmiş qələvi-mineral yapışdırıcısının sıxılmada möhkəmlik həddininin maye şüşənin miqdarından asılılığı

- normal şəraitdə
- quruducu şafda
- isti axınlı havada

Şəkil və cədvəldən göründüyü kimi Ceyrançöl vulkan külü və maye şüşə qarışığı əsasında alınan yapışdırıcı material qarışığı üçün maye şüşə 40 %, vulkan külü 60 % olan tərkibli nümunələrin əsas göstəriciləri digər tərkiblərə nisbətən daha yüksəkdir. Ümumi nəzər salsaq isə, maye şüşə 30 % tərkibdə olduqda orta sıxlıq 1381 kq/m^3 , 40 % maye şüşə istifadə etdikdə 1622 kq/m^3 , 50 % maye şüşə istifadə etdikdə 1608 kq/m^3 , 60 % maye şüşə istifadə etdikdə isə 1585 kq/m^3 həddində olmuşdur. Orta sıxlığın nəticələri göstərir ki, ən yaxşı maye şüşənin 40 % istifadə edilən tərkibdə müşahidə olunur. Sıxılda möhkəmlik hədlərinin sınaq nəticələrinin yüksək göstəriciləri maye şüşə 40 % istifadə olunan tərkiblərdə müşahidə olunur. Belə ki, normal şəraitdə bərkidilmiş nümunələrin sıxılda möhkəmlik həddi 20,2 MPa, quruducu şkafda bərkidilmiş nümunələrin sıxılda möhkəmlik həddi 26,1 MPa, isti-axınlı havada bərkidilmiş nümunələrin sıxılda möhkəmlik həddi 28,9 MPa olmuşdur.

3.3. Termik aktivləşdirməklə modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcısının bərkimə və strukturəmələgəlmə prosesinin tədqiqi

Tədqiqatların bu mərhələsində müxtəlif şəraitlərdə bərkiyən vulkan mənşəli süxurlar və maye şüşə əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcı materialların tərkiblərində baş verən faza dəyişiklikləri öyrənilmişdir. Ceyrançöl vulkan süxuru əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcıların strukturəmələgəlmə prosesi tədqiq olunmuşdur. Bu məqsədlə əsas komponent kimi olan Ceyrançöl vulkan külü və maye şüşə qarışığının əsasında hazırlanan nümunələr bərkidilmiş və sonra narın üyüdülmüşdür.

3.3.1. İlk qələvi-mineral yapıdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi

İlkin maye şüşə: vulkan külü = 40:60 nisbətli qələvi-mineral qarışığı əsasında hazırlanmış daş materialın fiziki kimyəvi analizi aparılmışdır. Bu məqsədlə daş materialdan götürülmüş nümunə rentgenspektral analiz və rentgenoqrafiki analiz edilmişdir.

Rentgenspektral analizlə müəyyən olunmuş materialın kimyəvi tərkibi cədvəl 3.5 - də, mineraloji tərkibi öyrəniləsi üçün BRUKYR difraktometrində çəkilmiş difraktoqram şəkil 3.11 - də verilmişdir.

Cədvəl 3.5.

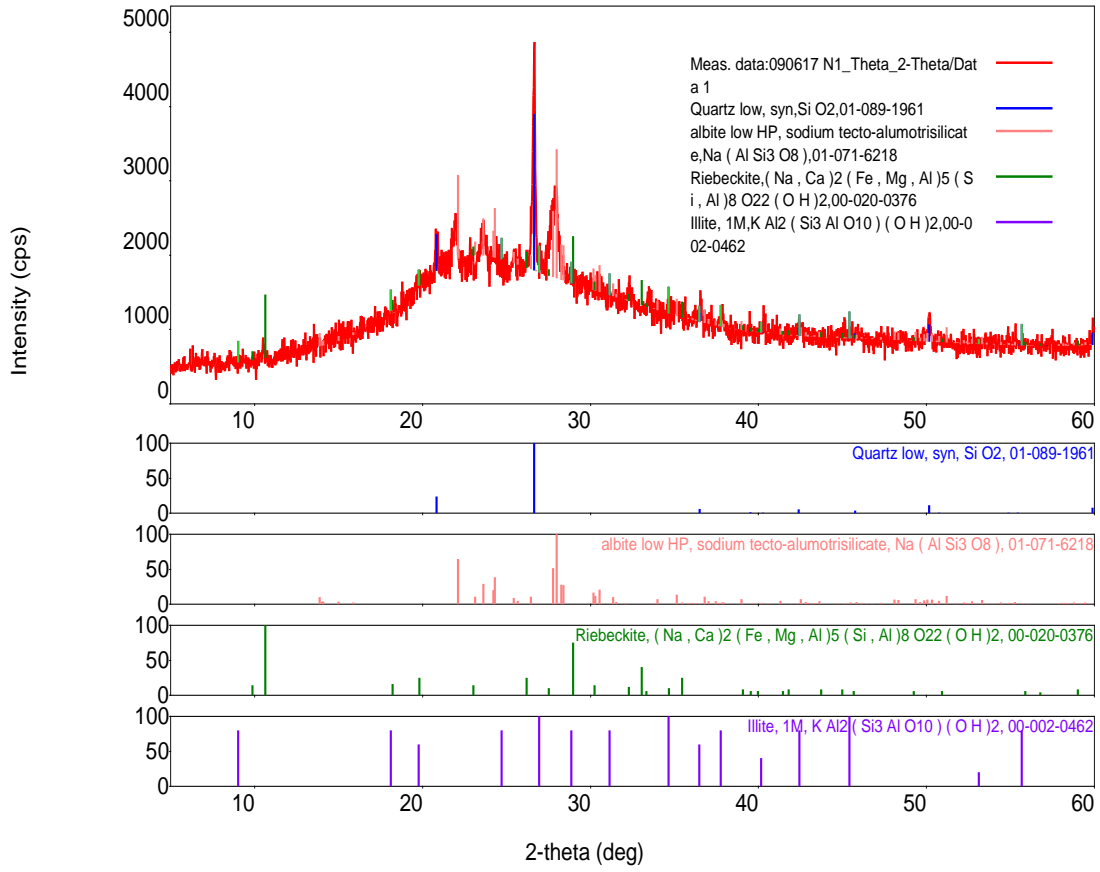
Maye şüşə: vulkan külü = 40:60 nisbətli qələvi-mineral yapıdırıcısının kimyəvi tərkibi

Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Fe ₂ O ₃	k.k.i
3,6	0,7	12,34	68,72	0,15	3,9	1,7	0,11	0,06	0,06	2,25	6,16

Közərmədə kütlə itkisi (k.k.i.) 950⁰C temperaturda uçan komponentlərin miqdarı ilə təyin olunmuşdur.

Sistemdə formalaşan mineralların miqdarca nisbəti cədvəl 3.6 - da verilmişdir.

Şəkildən və cədvəldən görüldüyü kimi maye şüşə : vulkan külü = 40 : 60 tərkibli yapıdırıcı materialın əsas strukturəmələgətirici mineralı olan kvars SiO₂, albit (Na_{0,84}Ca_{0,16})Al_{1,16}Si_{2,84}O₈ və illit K₂O·MgO·4Al₂O₃·7SiO₂·2H₂O mineral-
larının kəskin azalması ilə sistemdə aktiv amorf SiO₂ və yeni əmələgən riebeckte (Na,Ca)₂(Fe,Mg,Al)₅(Si,Al)₈O₂₂(OH)₂ mineralının formalaşması müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 3.11. Maye şüşə: vulkan külü=40:60 nisbətli qarışıqın difraktoqramı

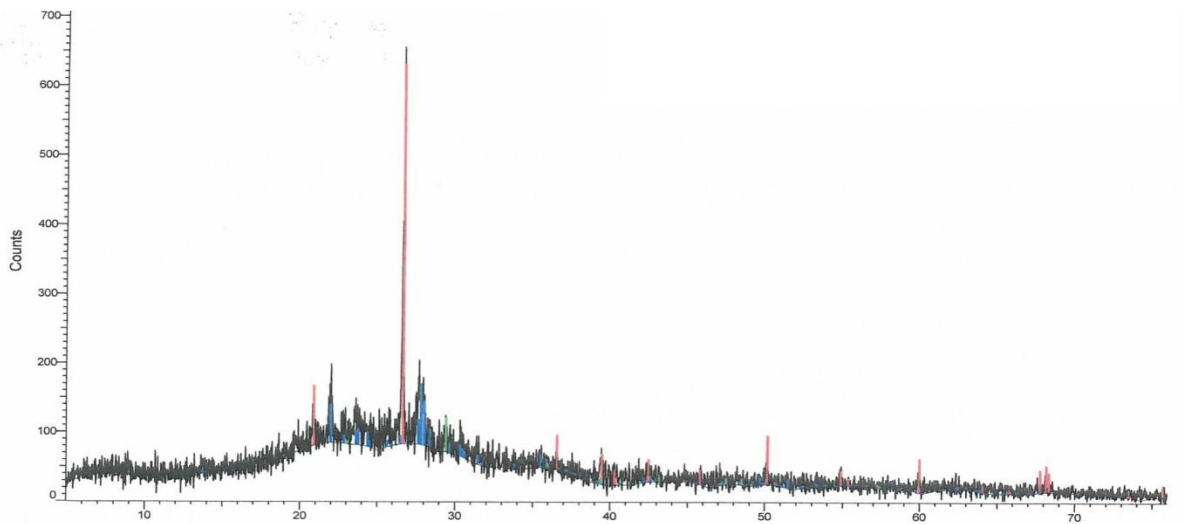
Cədvəl 3.6.

İlkin (maye şüşə: vulkan külü = 40:60 nisbətli) qələvi-mineral yapışdırıcısının mineral faza tərkibi

Mineral faza tərkibi	
Adı	miqdarı, %-lə
Amorf SiO ₂	63
Kvars SiO ₂	15
Albit Na _{0,84} Ca _{0,16} Al _{1,16} Si _{2,84} O ₈	10
Riebeckite (Na,Ca) ₂ (Fe,Mg,Al) ₅ (Si,Al) ₈ O ₂₂ (OH) ₂	7
İllit K ₂ O·MgO·4Al ₂ O ₃ ·7SiO ₂ ·2H ₂ O	5

3.3.2. 400⁰C temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi

İkinci mərhələdə 400⁰C temperaturda yandırılmış Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış maye şüşə : vulkan külü= 40 : 60 nisbətli tərkib əsasında nümunə hazırlanmış bərkidikdən və soyuduqdan sonra üyüdülmüşdür. Üyüdülmüş materialın rentgenfaza analizi aparılmışdır. Nümunənin çəkilmiş difraktoqramı şəkil 3.12 - də verilmişdir.



Şəkil 3.12. 400⁰C-də temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsaslı maye şüşə:vulkan külü=40:60 nisbətli qələvi-mineral yapışdırıcısının difraktoqramı

400⁰C-də termik emal olunmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış qələvi-mineral yapışdırıcısının difraktometrindən görüldüyü kimi, sistemin mineraloji tərkibində amorf SiO₂, kvars SiO₂, albit (Na_{0,84}Ca_{0,16})Al_{1,16}Si_{2,84}O₈ və illit K₂O·MgO·4Al₂O₃·7SiO₂·2H₂O minerallarının kəskin azalması ilə sistemdə aktiv amorf SiO₂ və riebeckite

$(\text{Na,Ca})_2(\text{Fe,Mg,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ mineraları təşkil edir. Mineralların miqdarca nisbəti cədvəl 3.7 - də verilmişdir.

Cədvəl 3.7.

Ceyrançöl vulkan külünün mineraloji tərkibi

Mineral faza tərkibi	
Adı	miqdarı, %-lə
Amorf SiO_2	62
Kvars SiO_2	15
Albit $\text{Na}_{0,84}\text{Ca}_{0,16}\text{Al}_{1,16}\text{Si}_{2,84}\text{O}_8$	10
Riebeckte $(\text{Na,Ca})_2(\text{Fe,Mg,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	8
İllit $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 7\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5

Nəticələrin ilkin qələvi-mineral yapışdırıcısının mineral faza tərkibi ilə müqayisə göstərir ki, amorf SiO_2 mineralının azalması ilə riebeckte mineralının qismən artması müşahidə olunur.

3.3.3. 550⁰C temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi

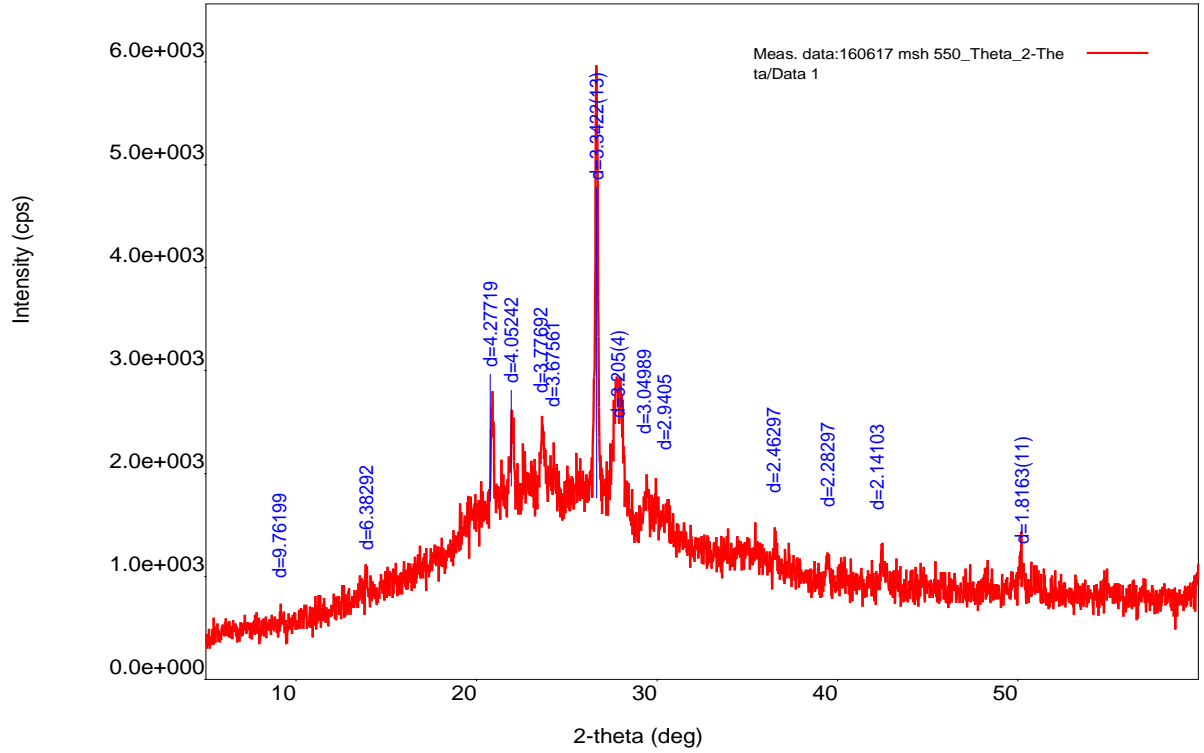
550⁰C tempertaurda aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış maye şüşə : vulkan külü = 40 : 60 nisbətli qələvi-mineral qarışıqda baş verən faza dəyişikliyi, mineraloji tərkibi rentgenfaza analizi metodu ilə öyrənilmişdir. 120-130⁰C temperaturunda termik emal olunmuş qələvi-mineral daş materialın kimyavi analizi və difraktometrik analiyi reallaşdırılmışdır. Bu nümunənin kimyəvi tərkibi cədvəl 3.8 - də verilmişdir.

Cədvəl 3.8.

550⁰C tempertaurda aktivləşdirilmiş Ceyrançöl vulkan külü əsasında hazırlanmış maye şüşə : vulkan külü = 40 : 60 nisbətli qələvi-mineral kimyəvi tərkibi

Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	K_2O	CaO	TiO_2	P_2O_5	MnO	Fe_2O_3	k.k.i
9,84	0,54	10,59	67,69	0,34	3,24	2,24	0,29	0,55	0,1	2,29	1,9

Nümunənin çəkilmiş difraktoqramı şəkil 3.13 - də verilmişdir.



No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	9.05157	9.76199	381.457	0.154825	50.0931	0.131320	1.62034
2	13.8628	6.38292	390.416	0.154825	52.2183	0.133750	1.62034
3	20.7505	4.27719	1235.94	0.154825	171.42	0.138696	1.62034
4	21.9153	4.05242	931.362	0.154825	130.092	0.139680	1.62034
5	23.5359	3.77692	771.981	0.154825	108.933	0.141109	1.62034
6	24.1943	3.67561	652.117	0.154825	92.4104	0.141708	1.62034
7	26.651(11)	3.3422(13)	3019(159)	0.155(8)	585(19)	0.194(16)	1.6(5)
8	27.82(4)	3.205(4)	800(82)	0.54(3)	488(33)	0.61(10)	1.0(3)
9	29.2587	3.04989	755.634	0.154825	110.808	0.146643	1.62034
10	30.3729	2.9405	686.864	0.154825	101.514	0.147794	1.62034
11	36.4503	2.46297	642.379	0.154825	99.1517	0.154351	1.62034
12	39.4383	2.28297	612.417	0.154825	96.5617	0.157673	1.62034
13	42.1731	2.14103	654.525	0.154825	105.194	0.160718	1.62034
14	50.19(3)	1.8163(11)	392(57)	0.11(4)	69(10)	0.18(5)	4(2)

Şəkil 3.13. 550⁰C temperaturda termik emal olunmuş Ceyrañöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapısdırıcı sisteminin difraktoqramı

550⁰C temperaturda yandırılmış Ceyrañöl vulkan külü istifadə etməklə hazırlanmış qələvi-mineral daş materialın difraktoqramından görüldüyü kimi, materialın mineraloji tərkibini kvars SiO₂, albit (Na_{0,84}Ca_{0,16})Al_{1,16}Si_{2,84}O₈,

riebeckte $(\text{Na,Ca})_2(\text{Fe,Mg,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, illit $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 7\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mineralları təşkil edir və az miqdarda hidrosodalit mineralı formalaşır. Alınan mineralların miqdarı aşağıdakı cədvəldə verilmişdir (cədvəl 3.9).

Cədvəl 3.9.

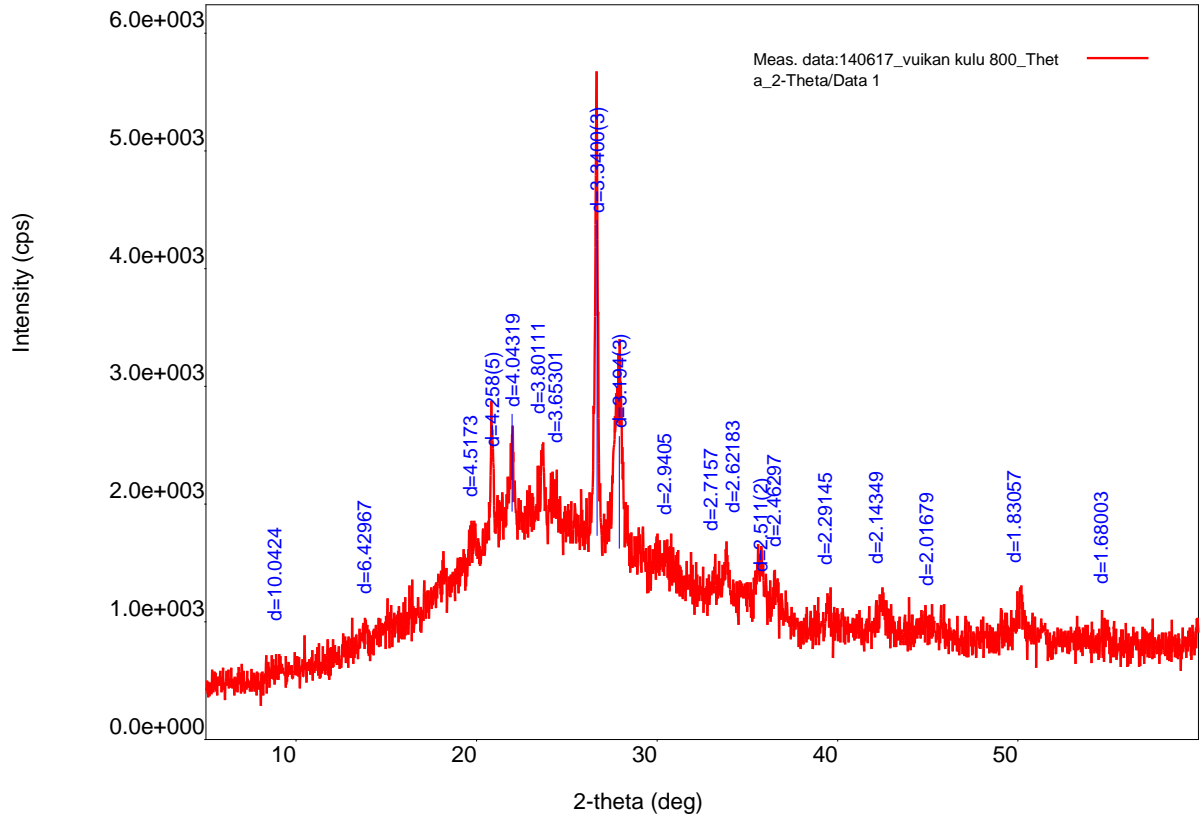
550⁰C temperaturda termik emal olunmuş Ceyrañçöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcı mineroloji tərkibi

Mineral faza tərkibi	
Adı	miqdarı, %-lə
Kvars SiO_2	76
Albit $\text{Na}_{0,84}\text{Ca}_{0,16}\text{Al}_{1,16}\text{Si}_{2,84}\text{O}_8$	7
Riebeckte $(\text{Na,Ca})_2(\text{Fe,Mg,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	14
İllit $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 7\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3

Cədvəldən görüldüyü kimi sistemdə riebeckte $(\text{Na,Ca})_2(\text{Fe,Mg,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ mineralın miqdarı artmışdır.

3.3.4. 800⁰C temperaturda yandırmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrañçöl vulkan külü qələvi-mineral yapışdırıcısının fiziki-kimyəvi analizi

800⁰C temperaturda 3 saat yandırıldıqdan sonra üyüdülmüş Ceyrañçöl vulkan külü ilə maye şüşə qarışığı hazırlanmışdır. Bu qarışıq əsasında nümunə düzəldilmiş və seçilmiş rejim və şəraitdə bərkidilmişdir. Emal olunmuş və üyüdülmüş nümunələrin kimyəvi tərkibi rentgenspektral və faza tərkibi rentgenfaza analizi difrometrik üsulla öyrənilmişdir. Çəkilmiş difraktoqram şəkil 3.14 - də verilmişdir. Görüldüyü kimi sistemdə kvars SiO_2 ; albit $(\text{Na}_{0,84}\text{Ca}_{0,16}\text{Al}_{1,16}\text{Si}_{2,84}\text{O}_8)$; riebeckte $(\text{Na,Ca})_2(\text{Fe,Mg,Al})_5(\text{Si,Al})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$; illit $\text{K}_2\text{O}\cdot\text{MgO}\cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 7\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mineral fazalar formalaşır. Alınan mineral fazaların miqdarı müəyyən edilmişdir və cədvəl 3.10 – də verilmişdir.



No.	2-theta(deg)	d(ang.)	Height(cps)	FWHM(deg)	Int. I(cps deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	8.79834	10.0424	410.057	0.486795	173.684	0.423561	2.03714
2	13.7615	6.42967	362.117	0.486795	153.62	0.424227	2.03714
3	19.6363	4.5173	405.115	0.486795	172.339	0.425409	2.03714
4	20.84(3)	4.258(5)	622(72)	0.14(2)	100(14)	0.16(4)	1.2(10)
5	21.9659	4.04319	824.295	0.486795	351.149	0.425999	2.03714
6	23.384	3.80111	711.909	0.486795	303.553	0.426394	2.03714
7	24.3462	3.65301	507.435	0.486795	216.511	0.426676	2.03714
8	26.668(2)	3.3400(3)	2676(149)	0.155(7)	505(17)	0.189(17)	4.6(16)
9	27.91(3)	3.194(3)	951(89)	0.49(2)	516(28)	0.54(8)	2.0(5)
10	30.3729	2.9405	387.994	0.486795	166.348	0.428737	2.03714
11	32.9558	2.7157	430.702	0.486795	185.107	0.429780	2.03714
12	34.1713	2.62183	662.646	0.486795	285.14	0.430305	2.03714
13	35.73(3)	2.511(2)	252(46)	0.54(14)	216(24)	0.9(3)	1.4(19)
14	36.4503	2.46297	502.229	0.486795	216.637	0.431351	2.03714
15	39.2864	2.29145	436.412	0.486795	188.865	0.432768	2.03714
16	42.1225	2.14349	493.995	0.486795	214.551	0.434318	2.03714
17	44.9079	2.01679	335.498	0.486795	146.27	0.435978	2.03714
18	49.7698	1.83057	548.918	0.486795	241.095	0.439218	2.03714
19	54.581	1.68003	435.37	0.486795	192.823	0.442893	2.03714

Şəkil 3.14. 800⁰C temperaturda termik emal olunmaqla aktivləşdirilmiş Ceyrañöl vulkan külü əsasında hazırlanan yapışdırıcı sisteminin difraktoqramı

800⁰C temperaturda termik emal olunmuş Ceyrançöl vulkan külü əsasında alınan qələvi-mineral yapışdırıcı mineroloji tərkibi

Mineral faza tərkibi	
Adı	miqdarı, %-lə
Kvars SiO ₂	79
Albit Na _{0,84} Ca _{0,16} Al _{1,16} Si _{2,84} O ₈	5
Riebeckte (Na,Ca) ₂ (Fe,Mg,Al) ₅ (Si,Al) ₈ O ₂₂ (OH) ₂	12
İllit K ₂ O·MgO·4Al ₂ O ₃ ·7SiO ₂ ·2H ₂ O	4

Cədvəl 3.10-dan və şəkildən görüldüyü kimi 800⁰C yandırmaqla alınan materialda yeni yaranan riebeckte (Na,Ca)₂(Fe,Mg,Al)₅(Si,Al)₈O₂₂(OH)₂ mineralının miqdarı 550⁰C yandırmaqla alınan materialla müqayisədə azalmışdır. Buda materialların sıxılmada möhkəmlik həddi sınaq nəticələrinin doğruluğunu bir daha təsdiq edir.

3.4. Maye şüşə : NaOH : gil : sement : Ceyrançöl vulkan külü əsaslı qələvi-mineral yapışdırıcısının xassələrinə yandırılmış vulkan külünün təsirinin tədqiqi

Təcrübələrin bu mərhələsində işlənmiş maye şüşə : NaOH : gil : sement : Ceyrançöl vulkan külü əsaslı qələvi-mineral yapışdırıcısı materialına yanmış vulkan külünün təsiri öyrənilmişdir. Tərkibin optimallaşdırılması üçün təcrübələrin riyazi statistik təhlili metodu hazırlanmışdır. Təcrübələrin 2³ tipli planı və təcrübə nəticələri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir (cədvəl 3.11).

Kompüter proqramının tətbiqi ilə aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

Koxer kriteriyasının hesabi göstəricisi: 0.52355265815

Koxer kriteriyasının cədvəl göstəricisi: 0.61620000000

Cədvəl 3.11

Təcrübələrin 2³ tipli planı və təcrübə nəticələri

Təcrübələrin sayı	Dəyişən amillərin səviyyəsi					Sıxılda möhkəmlik həddi, MPa	Orta sıxlıq, kq/m ³
	X ₁		X ₂		X ₃		
	Maye şüşə	NaOH	Gil	Sement	Ceyrañöl vulkan külü		
1	-	-	-	-	-	21,0 20,68	1523 1457
2	+	+	-	-	-	13,2 14,2	1363 1303
3	-	-	+	+	-	24,2 25,5	1431 1450
4	+	+	+	+	-	15,6 13,6	1379 1383
5	-	-	-	-	+	24,0 26,8	1497 1633
6	+	+	-	-	+	33,0 34,6	1433 1431
7	-	-	+	+	+	20,2 21,0	1711 1551
8	+	+	+	+	+	20,6 19,6	1340 1446

Aşağıdakı hesabi göstəricilər alınmışdır:

$R_{SIX} = 17.292$ MPa; $x_1 = 5.498$; $x_2 = 1.350$; $x_1x_2 = -5.059$; $x_3 = -4.332$; $x_1x_3 = 1.359$;
 $x_2x_3 = -3.588$; $x_1x_2x_3 = 3.016$.

Eksperiment səhvi= 1.09713958900; Stüdent kriteriyası (xəta 0,05 % olmaqla) sərbəst dərəcə vahidi $f = (n-1)*N = 16:2.12000000000$; Bərabərliyin əhəmiyyətlik əmsalı [$B > 2.12000000000 * 1.09713958900$], t.e. $B > 2.32593592870$].

Təsir edən kriteriyalar R_{SIX} ; x_1 ; x_2 ; x_{12} ; x_3 ; x_{13} ; x_{23} ; x_{123} müəyyən edilmişdir.

Təcrübələrin adekvatlığı: 108.41666667000;

Kənara çıxma göstəricisi : 12.75000000000;

Fişer kriteriyası: $F(16,2)=4.48000000000$;

Fişer kriteriyasının hesabi göstəricisi: 19.12499998900.

Kompüter proqramının tətbiqi ilə aparılmış statistik təhlilin nəticələrinə uyğun olaraq aşağıdakı riyazi model alınmışdır:

$$R_{sıx} = 17,29 + 5,49 X_1 + 1,35 X_2 - 4,33 X_3 - 5,1 X_1 X_2 + 1,36 X_1 X_3 - 3,6 X_2 X_3 + 3,02 X_1 X_2 X_3$$

Ceyrançöl vulkan külü əsasında 120-130⁰C temperaturda quruducu şkafda bərkiyən qələvi-mineral yapışdırıcı xırdadənəli betonun sıxılmada möhkəmlik həddinin alınmış riyazi modelindən göründüyü kimi, bütün komponentlər ayrı-ayrılıqda bu göstəricinin artırılmasına təsir göstərir. Lakin $\frac{NaOH}{maye \text{ şüşə}}$ (X_1) komponentini daha çox digər X_2 komponentini qismən artırmaq, dəyişən X_3 amillərinin isə azaldılması lazımdır. Komponentlərinin qarşılıqlı təsirləri də tərkibin optimallaşdırılmasında təsir edir. Buna Riyazi modeldəki Reqresiya əmsalları deməyə əsas verir. Kəsə yüksəliş yolu ilə təkib optimallaşdırılması üçün aşağıdakı tərkiblər reallaşdırılmışdır.

Cədvəl 3.12.

Qələvi-mineral yapışdırıcı məhlulun sıxılmada möhkəmlik həddi parametrinə görə qısa yüksəliş üsulu ilə tərkiblərin optimallaşdırılması
120-130⁰C temperaturda quruducu şkafda

0	0,26	1	1	17,29	17,20	
b _i	+ 5,498	+ 1,35	-4,332			
ΔX _i	0,06	0,6	0,6			
b _i ΔX _i	+ 3,299	+ 0,81	-2,599			
Yuvarlaq addım	+ 0,033	+ 0,081	-0,26			
1	0,293	1,081	0,74	21,79	19,65	1401,2
2	0,326	1,162	0,48	24,72	20,04	1507
3	0,359	1,243	0,22	25,52	23,08	1777,7
4	0,392	1,324	0	23,60	21,37	1545,1

Təcrübələr kəsə yüksəliş yolu ilə reallaşdırılmış və aparılmış sınaq nəticələrinə əsaslanaraq $\frac{NaOH}{maye \text{ şüşə}} = 0,359$; $\frac{gil}{sement} = 1,243$; vulkan külü 0,22 nisbətdə qəbul olunmuşdur.

NƏTİCƏ

Termik üsulla yerli xammalı aktivləşdirməklə yeni fiziki-mexaniki xassəli qələvi-mineral yapışdırıcı tərkibi işlənmiş və aşağıdakı elmi-praktiki nəticələr çıxarılmışdır.

1. Müəyyən edilmişdir ki, portlandsement istehsalında mineral aktiv əlavə kimi istifadə olunan Ceyrançöl vulkan külünü termik emal edilməklə aktivləşdirilməsinin mümkündür;
2. Differensial termik analizin nəticələrinə və aparılmış təcrübi sınaq nəticələrinə uyğun olaraq Ceyrançöl vulkan külünü 550⁰C temperaturda aktivləşdirmək mümkünlüyü müəyyən edilmişdir;
3. Müəyyən edilmişdir ki, Ceyrançöl vulkan külünü 550⁰C temperaturda aktivləşdirməklə ilkin qələvi-mineral yapışdırıcı materialının fiziki-mexaniki xassəsini yüksəltmək mümkündür;
4. 550⁰C temperaturda Ceyrançöl vulkan külünü termik üsulla aktivləşdirməklə sıxılmada möhkəmlik həddi 33,4 MPa, orta sıxlığı 1642 kq/m³ olan qələvi-mineral yapışdırıcısı alınmışdır;
5. Aktivləşdirilmiş qələvi-mineral yapışdırıcısının bərkimə və struktur-əmələgəlmə prosesi öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, termik aktivləşdirmə, qələvi-mineral yapışdırıcısının bərkimə və struktur-əmələgəlmə prosesini sürətləndirilir.

İSTİFADƏ EDİLƏN ƏDƏBİYYAT

1. **Sərdarov B.S., Ağayeva S.İ., Quvalov A.A.,** Yapışdırıcı materialların kimyəvi texnologiyası. Bakı-2000, 306 s.
2. **Ağabəyli N.M** İnşaat materialları və məmulatları. Bakı-2011, 543 səh.
3. **Sərdarov B.S., Haqverdiyeva T.A., Əkbərova S.M.** Yeni inşaat materiallarının alınma texnologiyası, Bakı-2009, 176 s.
4. **Haqverdiyeva T.A.** Qələvi-mineral kompozisiyalı effektiv istilik-izolyasiya materialları texnologiyasının tədqiqi. Texnika elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiya işinin avtoreferatı, Bakı-2003, 24 s.
5. **Sərdarov B.S., Haqverdiyeva T.A.** Qələvi-mineral kompozision sistemləri üçün yeni xammal mənbələri / AzMİU-nin 25-illik yubileyinə həsr edilmiş beynəlxalq konfransın materialları. Bakı:2001, s.64-65.
6. **Sərdarov B.S., Haqverdiyeva T.A., Yolçiyev Y.M.** Keramzit istehsal tullantısı əsasında qələvi-mineral kompozisiyalı materialların fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiqi/ “Fiziki-kimyəvi analiz və qeyri-üzvi materialşünaslıq”, VII respublika elmi konfransının materialları. Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, 2001, s.260-268.
7. **Sərdarov B.S., Haqverdiyeva T.A.** Qələvi-mineral yapışdırıcı kompozisiya və onun alınma üsulları. Pat.İ 2009 0202, № 2008 0059, ilkinlik tarixi 08.04.2008, nəşr olunma tarixi 15.04. 2009, bül № 1, s. 9.

8. **Haqverdiyeva T.A.** Gəncə alüminium zavodu tullantısı əsasında qələvi-mineral kompozision istilik-izolyasiya materialının alınması/ İnsanların həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi problemləri və onun tədrisi üzrə mütəxəssislərin ikinci respublika elmi-praktiki konfransının materialları, Bakı. 1999, s.219-220.
9. **Haqverdiyeva T.A.** Texnogen tullantılar və mineral sükurlar əsasında qələvi-mineral tərkibli istilik-izolyasiya materiallarının tədqiqi / Aspirantların və gənc tədqiqatçıların VI respublika elmi konfransının materialları. Bakı: 2000, s.322-323.
10. **Haqverdiyeva T.A.** Sənaye tullantısı olan marten posası əsasında çoxməsaməli qələvi-mineral kompozisiyalı effektiv konstruktiv istilik-izolyasiya materiallarının alınmasında tətbiqi / II Beynəlxalq simpozium “Fövqəladə hallarda ekologiya və texnologiya problemləri, Bakı.2002, s.189-194.
11. **Haqverdiyeva T.A., Sərdarov B.S., Yolçiyev Y.M.** Gəncə-gil torpaq zavodunun istehsalı tullantısı əsasında alınan qələvi-mineral kompozisiyalı sistemlərin fiziki-kimyəvi metodlarla tədqiqi// Azərbaycan kimya jurnalı, Bakı: 2002, № 2, s.94-98.
12. **Haqverdiyeva T.A** Sənaye tullantılarının qələvi-mineral yapışdırıcı beton texnologiyasında səmərəli tətbiqi //Ekologiya və su təsərrüfatı, Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, 2007, № , s.59-61.
13. **Şahmarov V.Ü.** Vulkan sükuru əsasında qələvi-mineral yapışdırıcı betonun xassələrinin tədqiqi (mag. dissertasiyası), Bakı-2005, 66 s.

14. **Həsənov R.M.** Gəncə gil-torpaq zavodunun tullantısı əsasında qələvi-mineral yapışdırıcılı keramzit betonun xassələrinin tədqiqi (mag. dissertasiyası), Bakı-2005, 53 s.
15. **Quliyeva S.Q.** Qələvi yapışdırıcılı köpüklü beton tərkibinin işlənməsi və xassələrinin tədqiqi (mag. dissertasiyası), Bakı-2009, 82 s.
16. **İbrahimova L.R.** Qələvi-mineral yapışdırıcılı xırdadənəli betonun tərkibinin işlənməsi və xassələrinin öyrənilməsi (mag. dissertasiyası), Bakı-2009, 73 s.
17. **Dədəyeva.A.Ə.** Nano hissəciklərin qələvi-mineral kompozisiyalı yapışdırıcılarının xassələrinə təsirinin tədqiqi (mag. dissertasiyası), Bakı-2016, 83 s.
18. **Paşayev.A.** Ceyrançöl vulkan külü və soda əsasında qələvi-mineral yapışdırıcılı beton texnologiyasının tədqiqi (mag. dissertasiyası), Bakı-2012, 68 s.
19. **Quluzadə.F.F.** Neft-yağ sənaye tullantılı əlavəli modifikasiya olunmuş qələvi-mineral yapışdırıcıları, Bakı-2017, 80 s.
20. **Sərdarov B.S., Osmanov N.N., Qurbanova R.A., Ağayeva S.İ.** Çətinəriyən, qeyri-metal və silikat materiallarının texnologiyasının əsasları, Bakı-1997, 349 s.
21. **Şirinzadə İ.N., Şirinzadə N.Ə.** İnşaat materiallarının fiziki-kimyəvi əsasları, Bakı-2006, 279 s.
22. **Рахимов Р.З** Молотый шлак-ценное сырье для производства строй-материалов. Строительная газета, 2007, № 29.
23. **Глуховский В.Д., Пляшечникова Т.В.** Грунтоцементные вяжущие на эффузивных горных породах. Шлакощелочные цементы, бетоны и

конструкции: Докл. И тез. Док 3 Всес. Научн. прак. Конф., Киев, октябрь 1989, Т.1, с.63-64

24. Материалы ко 11 республиканской научно-технической конференции по/НИИСП Гостроя УССР, Киев, 1968, 126с.
25. Глуховский В.Д., Петренко И.Ю., Скурчинская Ш.В. Докл.АН. УССР- Киев, 1968, Вып.5.с47
26. Шепочкина Ю.А. Сыревой смесь: Пат. 2318763 Россия, МПК С 04 В 12/00(2006,01), С 04 В 9/00 (2006.01), № 20066136593/03; Заявл, 16.10.2006; Оpubл. 120.03.2008.
27. Анищенко Л.В., Непомнящая Н.В., Дьяконов И.Т. Подбор состава и режим ТВО шлакощелочные бетонов // Бетон и железобетон, 1988, № 10, с.38-39.
28. Евсеева Е.А., Скуратович О.В. Влияние условий твердения на свойства композиционных материалов // http://www.metolit.by/imc_ysb/txt_47_0.php
29. Евсеева Е.А., Скуратович О.А. Влияние условий твердения на свойства композиционных материалов // www.metolit.by/imc_ysb/txt_47_0.php
30. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Казначеев С.В. Исследование композиционных материалов контактно-конденционного твердения на основе стеклобоя // <http://marhdi.mrsu.ru/2008-2/>
31. Ерофеев В.Г., Черкасов В.Д., Соломатов В.И.и др. Вяжущее: Заявка 98102320/03 Россия, МПК⁶ С 04 В 12/04/ОАО <<Лисма>>-№ 98102320/03; Заявл 27.1.98; Оpubл. 10.11.99, Бюл. № 31.

- 32. Калашников В.И., Викторова О.Л., Нестеров В.Ю., Хвастунов В.А., Крестин И.Н., Марусенцев В.Я., Жуповский Н.П., Измайлов В.А., Шембаков В.А., Юдин И.В.** Безклинкное композиционное вяжущее: Пат. 2139263 Россия, МПК⁶ С 04 В 7/14/.; Пенз. Гос.архит. строит. Акад. № 97112277/03; Заявл 24.7.97; Опубл. 10.10.99, Бюл. № 28.
- 33. Блажис А.Р., Ростовская Г.С., Глуховский В.Д.** Вяжущее. А.С. № 47360401708787 СССР, МКИ⁵ С04 В 11141//Заявл. 24.7.89, Опубл. 30.1.92.
- 34. Глуховский В.Д., Кривенко П.В., Блажис А.Р., Ростовская Г.С.** Вяжущее. А.С.1401026 СССР, МКИ⁵ С 04 В 71141 Киев, Инжен. Строит. Инст. № 40684/31-33 заявл. 19.05.86. Бюл. №5.
- 35. Глуховский В.Д., Кривенко П.В., Петропавловский О.Н.** и др. Способ получения шлакощелочного вяжущее. А.С.1502507 СССР, МКИ⁴ С 04 В 7 // 153 Киев ИСИ. № 4231439/31-33 Заявл. 20.04.87. Опубл. 23.08.89 Бюл.№ 31.
- 36. Глуховский В.Д., Кривенко П.В., Петропавловский О.Н.** и др. Вяжущее. А.С.№ 1379276 СССР, МКИ⁴ С 04 В 711531. Киев ИСИ. №4038816/31-33 Заявл. 20.03.86. Опубл. 07.03.88 Бюл. №9.
- 37. Глуховский В.Д., Чиркова В.В., Скурчинская К.В., Сидоренко Ю.А.** и др. Вяжущее. А.С.1625841 СССР, МКИ⁵ С 04 В 7//153 Киев, инженер. Строит. Инст. № 4461760/33, заявл. 17.07.88, Опубл. 07.02.91. Бюл. № 5.
- 38. Пузанов С.И., Кетов А.А.** Исследование влияния дисперсности силикатных систем прочностных характеристик вяжущих композитов на основе жидкого стекла // Проблемы теоретической и экспериментальной

химии: тезисы докладов 15 Российской студенческой научной конференции, посвященной 85-летию Уральского государственного университета им. А.М.Горького, Екатеринбург, 19-22 апрю, 2005. Екатеринбург: Урал. Гос. Ун-т. 2005, с.124-125.

- 39. Гудков А.Н.** Тонкомолотые гранулированные шлаки в производстве стройматериалов. [www.tpribor.ru / shlaki / html](http://www.tpribor.ru/shlaki/html)
- 40. Карнаухов Ю.П., Шарова В.В.** Особенности формования структуры и свойств шлакощелочных вяжущих на жидком стекле из микрокремнезем // Строительные материалы.1995.№ 9.с.26-28
- 41. Ананенко А.А., Банул А.В.** Получение и высокопрочных бетонов на шлакощелочных вяжущих // Изв.вузов. Строительство. 2007,№10,с.17-19.
- 42. Кривенко П.В., Пушкаревой Е.К., Руновой Р.Ф.** и др. Вяжущие материалы на основе металлургических шлаков. Киев, 2007.232с.
- 43. Шепочкина Ю.А.** Вяжущие: Пат. 2331603 Росия, МПК С 04 В 28/08 (2006,01), С 04 В 111/20 (2006,01), № 2007102986/03; Заявл. 25.01.2007; Опубл. 20.08.2008.
- 44. Рахимова Н.Р., Гатуллин Р.Ф., Рахимов Р.З.** Влияние добавка золы на свойства шлакощелочных вяжущих и бетонов // Строит.матер., оборуд., технология. XXI в.2007, №3, с.36-37.
- 45. Березин Н.Н., Ростовская Г.С., Ракша В.А.** Исследование вяжущих на основе шлаков и соединений щелочных металлов // Химическая промышленность, вып. 15., Киев, 1974,

- 46. Кисленко А.И.** Пенобетон на основе шлакощелочного вяжущего // conf. bstu.ru/ conf/ docs/ 0014/0271.doc.
- 47. Кривенко П.В., Гузий С.Г., Вознок Г.В., Пушкарь В.И.** Дослідження впливу комплексної добавки на будівельно-технологічні властивості шлаколузних цементів // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Наук.- техн.зб. Вип.21, 2006,с.51-55.
- 48. Кривенко П.В., Гузий С.Г., Вознок Г.В., Пушкарь В.И.** Вплив складових комплексної добавки на властивості шлаколузного цементу, активованого розчином Na_2CO_3 // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. Наук. Пр. Рівне: НУВГП.2007, Вип.15, с.71-75.
- 49. Кривенко П.В., Гузий С.Г., Петропавловский О.Н.** Влияние добавок системы “Релаксол” на физико-механические свойства шлакощелочных цементов // Химические и минеральные добавки в бетон / Под общей ред. проф. А.Ушерова-Маршака. Харьков; “Колорит”, 2005, с.207-214.
- 50. Кривенко П.В., Ростовская Г.С., Петропавловский О.Н.** Шлакощелочные вяжущее на основе ваграночных шлаков // Строительные материалы и конструкции, 1992, № 3,с.16-17
- 51. Лотов В.А., Митина Н.А.** Особенности технологических процессов производства газбетона // Строительные материалы, 2000, № 4,с.21-22.
- 52. Кайшанский В.Е., Баженов О.Ю.** Влияние термоактивации шлака на активность шлакощелочного вяжущего//www.book-a.org/FILES/stroitelstv

53. **Бурак Г.А., Дубинчук И.В. и Апанасевич А.С.** Разработка составов бесцементных вяжущих // http://www/metolit.by/imc_ysb/txt47_0.php
54. **Чурсин С.И.** Шлакощелочные бетоны с использованием зол и шлаков тепловых электростанций. Автореф. дис. канд.техн.наук. Киев, 1990, 17 с.
55. **Сидосенко И.М., Кругяк С.Л., Глуховский В.Д., Румына Г.В., Скурчинская К.В.** Вяжущее. А.С. 446480 СССР. Заявл. 15.01.73. Изобрет., 1974, Бюл. № 38.
56. **Гончигова Е.В., Чимитов А.Ж., Убонов А.В.** Реологические свойства шлакоцементных композиций на основе смешанных вяжущих низкой водопотребности // Вестник Вост-Сиб. Гос. тех. Ун-та. 2006, № 2, с.41-45.
57. **Урханов Л.А., Заяханов М.Е.,** Вяжущие и бетоны на основе вулканических шлаков // Строительные материалы, 2006, № 7, с.22-24.
58. **Хваастунов В.Л., Кашников В.И., Хваастунов А.В.** Безобжиговые малощелочные минерально-шлаковые вяжущие и бетоны на их основе // Технологии бетонов № 1, 2007. www.pol-beton.ru/bezobgigovie.html
59. **Богданович Н.Г., Коновалов Э.Е., Старков О.В. и др.** Способ переработки жидких радиоактивных отходов Патент Российской Федерации. А.с. 2154317. Дата публикации 10.08.2000.
60. **Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З.** Влияние вида и содержания цеолитсодержащих добавок на прочность, камня композиционных шлакощелочных вяжущих с содовым затворителем // (КГАСУ, Казань) Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2007, № 2, с.101-108.

61. **Глуховский В.Д., Ростововская Г.С., Ракша В.А., Курена Р.Н.** шлакощелочные вяжущие и бетоны / «Сб. науч. Тр. Магнитогор. горнометаллур. ин-та», 1973, вып. 119, с.64-67.
62. **Глуховский В.Д., Цыремников А.Д., Рунова Р.Ф. и др.** Щелочные бетоны на основе эффузивных пород. Изд. Иркутского Университета, 1990, 173 с.
63. **Глуховский В.Д.** Грунтоцементы. Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции // Материалы 3 Всес. Научн. прак. Конф., Киев, 1989, т.1, с.23-26
64. **Свидерский В.А., Глуховский В.В., Глуховский И.В., Дашкова Т.С.** Бетоны на основе шлакощелочного бетона. <http://www.netwchemistry.ru>.
65. **Ахвердисва Т.А., Меджидов И.М.** Получение минерально-композиционного вяжущего на основе отходов мартеновских печей/
İnsanların həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi problemləri və onun tədrisi üzrə mütəxəssislərin ikinci respublika elmi-praktiki konfransının materialları, Бакы: 1999, с.251-253.
66. **Абрамов А.К., Печериченко В.К., Сотников В.В. и др.** Вяжущее: Пат. 2308427 Россия, МПК С 04 В 7/153 (2006,01), № 2006105024/03; Заявл.17.20.2006; Оpubл. 17.02.2006.
67. **Павленко С.И.** Бесцементый композиционные вяжущие и мелкозернистые бетоны различного назначения из вторичных минеральных ресурсов / Управление отходами- основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе; сборник докладов 1

Международной научно-практической конференции, Новокузнецк, 4-6 окт., Новокузнецк: Сиб.гос.индустр. ун-т. 2005, с.216-224.

68. **Нюркина А.В., Воронин К.М.** Шлакощелочное вяжущее на шлаке сверхтонкого помола. <http://conf.bstu.ru/conf/dosc/0037/0949.doc>.
69. **Глуховский В.Д., Пахомова В.А.** Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев: Будивельник, 1978, с.29-30.
70. **Карнаухов Ю.П., Шарова В.В., Подвольская Е.Н.** Вяжущее Патент Российской Федерации. А.с. 2125026. Дата публикации 20.01.1999.
71. **Карнаухов Ю.П., Шарова В.В.** Вяжущее Патент Российской Федерации. А.с. 2124485. Дата публикации 10.01.1999.
72. **Гатауллин Р.Ф., Хабибуллина Н.Р., Рахимов Р.З., Рахимов М.М.** Вяжущее: Пат. 2289551 Россия, МПК⁷ С 04 В 7/153 Казан. Гос. архитектур.-строит. ун-т. № 2005125334/03; заявл. 09.08.2005; Опубл. 20.12.2006.
73. **Гатауллин Р.Ф., Хабибуллина Н.Р., Рахимов Р.З.** Вяжущее: Пат. 2287498. Казан. Гос. архитектур.-строит. ун-т. № 2005123249/03; заявл. 15.07.2005; Опубл. 20.11.2006.
74. **Русина В.В., Грызлова Е.О.** Влияние микрокремнезема на свойства жаростойких бетонов на основе жидкого стекла [//http://www.old.sibstrin.ru](http://www.old.sibstrin.ru).
75. **Русина В.В., Подвольская Е.Н., Богданова Е.О., Мошкиня Е.А.** Вяжущее. RU(11) 2237634 (13) С 1, Опубл. 10.10.2004.
76. **Сватовская Л.Б., Масленникова Л.Л., Абу-Хосан Махмуд и др.** Жаростойкий шлакощелочный пенобетон. Пат. 2306301 Россия, МПК С

04 38/10 2006.01), С 04 В 28/08 (2006.01) Гос. Образ. учрежд. высш. проф. образ. петербургск. Гос. ун-т путей сообщ., № 2006104395/03; заявл. 13.02.2006; Оpubл. 20.09.2007.

77. **Рахимова Н.Р.** Влияние добавок молотого кварцевого песка на кинетику твердения композиционного шлакощелочного вяжущего // Строительные материалы. 2007, № 7 с.78-79.
78. **Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З.** Влияние тонкости помола с добавкой боя керамического кирпича на среднюю плотность и водопоглощение камня композиционного шлакощелочных вяжущего // Изв. Вузов. Строительство, 2007, № 5, с.17-22.
79. **Налимов В.В., Чернова Н.А.** Статические методы планирования экспериментальных экспериментов. Москва, Наука, 1965, 72с.
80. **Адлер Ю.П.** Введенми в планирование эксперимента, Москва, Metallurgizdat, 1969, 334с.
81. **Кагъин., Сулейманов Ф.Г.** Лабораторный практикум по технологий бетонных и железобетонных, М., Высшая школа, 1994, 272с.
82. **Глуховский В.Д., Ростовская Г.С., Ранша В.А., Курена Р.Н.** Шлакощелочные вяжущие и бетоны. «Сб. науч.тр. Магнитогор. горнометаллур. Инта», 1973, вын. 119, с64-67.
83. **Goodrich C., MazanyA., Robinson J.W., Cartwright C.L.** Inorganic matrix composition, Composites incorporating the matrix, and process of making the same. Pot. 7094285 США, МПК С 04 В 12/04 № 10/777885, Заявл. 12.04.2004; Оpubл. 22.108.2006; НПК 106/600.

84. **Teoreanu I., Volceanov A., Stoleriu S.** Non Portland cement and deriver materials // Cement and Concrets. Compos.2005.27, № 6, p. 650-660.
85. **Süleymanova S.Q.** (magistrant), **t.e.d. prof əvəzi .Haqverdiyeva T.A.** Termik aktivləşdirilmiş vulkan külünün rentgenfaza analizi, / Tələbə və magistrantların XXXIX respublika elmi konfransının materialları. Bakı: 2016, s. 1-6.