

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

KLİNKER KƏRPİCİNİN ULTRADİSPERS ƏLAVƏLƏRLƏ MODİFİKASİYASI

İxtisas: 3305.07 – İnşaat materialları və məmulatları

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Bulud İbrahim oğlu Bağırov**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı - 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Materialşünaslıq” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor
İradə Nüsrət qızı Şirin zadə

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, professor
Tahirə Axi qızı Haqverdiyeva

texnika elmləri doktoru, professor
Nizami Şayı oğlu İsmayılov

texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Məmməd Ələkbər oğlu Qafqazlı

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.37 Dissertasiya şurasının bazasında yaradılmış BFD 2.37 Birdəfəlik Dissertasiya şurası.

Birdəfəlik Dissertasiya şurasının sədri:

texnika elmləri doktoru, professor
Muxlis Əhməd oğlu Hacıyev

Birdəfəlik Dissertasiya şurasının elmi katibi:

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Məmməd Əhməd oğlu Yusifov

Birdəfəlik elmi

seminarın sədri: texnika elmləri doktoru, professor
Əbbas Abdurəhman oğlu Quvalov

AZƏRBAYCAN MEMARLIQ
VƏ İNŞAAT UNIVERSİTETİ
PUBLİK HÜQUQİ ŞƏXSİ

İMZASINI TƏSDİQ EDİRƏM
ELMİ KATİB



(Handwritten signature)

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi: Yüksək ekoloji və texniki xassələrə malik olan keramik materiallar bütün dövrlərdə tikintidə və məişətdə geniş istifadə olunmuşdur və hal-hazırda da istifadə olunur. Bu keramik materialların nəmə, şaxtaya və atmosfer təsirlərinə dayanıqlığı, istilik-fiziki xassələrinin yüksək olması, uzun ömürlü olması ilə əlaqədardır. Eyni zamanda, keramik materiallar faktura, rəng kimi əvəzolunmaz estetik xassələrə malikdir. Ölkəmizdə tikinti-quruculuq işlərinin sürətlə inkişaf etdiyi bir dövrdə yüksək keyfiyyətli tikinti materiallarından olan keramik üzlük materiallara da tələbat artmaqdadır. Digər sahələrdə olduğu kimi, keramik materiallar sənayesində də məhsulların çeşidləri çoxaldıqca rəqabət artır və materialların keyfiyyətinin yüksəldilməsinin labüdlüyü ön plana keçir.

Klinker kərpic parkların, istirahət mərkəzlərinin həyətlərinin döşənməsində istifadə olunan ən keyfiyyətli keramik üzlük materiallardan biridir. Həmçinin, yaşayış binalarında istilik sərfinə qənaət etmək kimi aktual bir problemin həlli yollarından biri də yüksək istilik izolyasiya xassələrinə malik olan üzlük kərpiclərin istifadəsidir. Məlumdur ki, binaların üzlənməsində istifadə olunan materiallar elə seçilməlidir ki, onlar kifayət qədər möhkəm və şaxtayadavamlı olsun, eyni zamanda istilikkeçirmələri də aşağı olsun. Əlbəttə, keramik materialların yaratdığı istilik və komfortu heç bir təbii və süni daş materialı yarada bilməz. Klinker kərpic binaların fasadlarının və səkilərin üzlənməsində müvəffəqiyyətlə tətbiq olunan üzlük materiallardan biridir.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, ölkəmizin ərazisində klinker kərpicinin istehsalı üçün yararlı olan yüksək keyfiyyətli çətinəriyən gillər demək olar ki, yoxdur (və yaxud da belə gil yataqları hələ kəşf olunmamışdır). Yüksək keyfiyyətli keramik üzlük materialların alınması üçün yerli asanəriyən gillər və yaxud kaolinləşmiş gillər əsasında şixtaların zənginləşdirilməsi respublikamızda hal-hazırda keramik materiallar sənayesi üçün aktual məsələlərdən biridir. Klinker kərpicinin şixta tərkibinin zənginləşdirilməsi üçün xarici ölkələrdən gətirilən alümosilikat tərkibli sənaye məhsullarından istifadə etmək məqsədəuyğundur. Lakin yerli polimineral gillər və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr əsasında yüksək keyfiyyətli klinker

kərpicinin alınması üçün ilk növbədə bu proseslərin nəzəri, praktiki və elmi bazası işlənib hazırlanmalıdır.

Tədqiqatın obyektı və predmeti: Tədqiqatın obyektı klinker kərpicidir. Tədqiqatın predmeti klinker kərpicinin xassələrinin ultradispers əlavələrlə modifikasiya etməklə yaxşılaşdırılması üsullarının araşdırılmasıdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Tədqiqat işinin məqsədi yerli polimineral gillər və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr əsasında klinker kərpicini üçün şıxta tərkibinin, alınma texnologiyasının işlənməsi və xassələrinin tədqiqidir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll olunmalıdır:

- Klinker kərpicini texnologiyasının xüsusiyyətlərinin onun xassələrinə təsirinin müasir durumunun analiz edilməsi və tədqiqatın tapşırığının formalaşdırılması;
- Yerli xammalların (gillərin) və ultradispers əlavələrin tərkibinin və xassələrinin öyrənilməsi;
- Klinker kərpicinin xassələrinin istifadə olunan ultradispers əlavələrin miqdarından asılılığının öyrənilməsi;
- Klinker kərpicini üçün optimal yanma rejiminin işlənməsi;
- Klinker kərpicinin xassələrinin onun tərkibindən asılılığını müəyyən edən riyazi tənlidlərin işlənməsi;
- Alınmış materialın etibarlılığının və uzunömürlülüyünün təsdiqi üçün onun tərkibinin müasir fiziki-kimyəvi analiz üsulları vasitəsilə öyrənilməsi.

Tədqiqat metodları: Tədqiqat işində müasir inşaat materialşünaslığında istifadə olunan fiziki-mexaniki və fiziki-kimyəvi (rentgenospektroskopiya, rentgenoqrafiya, diferensial-termiki analiz, mikrozon və elektron mikroskopiyası) tədqiqat üsullarından, təcrübi nəticələrin emalı isə aktiv eksperimentlərin aparılmasını nəzərdə tutan Boks-Benkin üsulundan istifadə etməklə aparılmışdır. Eksperimental tədqiqatlar AzMİU-nun “Materialşünaslıq” kafedrasının nəzdindəki İSO 17025-2020 sistemində akkreditasiya olunmuş “İnşaat Materialları Elmi-Tədqiqat və Sınaq Laboratoriyasında” həyata keçirilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar: Müdafiəyə aşağıdakı nəzəri və təcrübi müddəalar çıxarılır:

- Klinker kərpici üçün keramik şixta tərkibinə qoyulan tələblər;
- Klinker kərpici üçün yerli polimineral gillər və ultradispers əlavələrdən ibarət optimal şixta tərkibi;
- Klinker kərpicinin fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqinin nəticələri;
- Klinker kərpici üçün şixta tərkibinin işlənməsinin aktiv eksperimentinin nəticələri;
- Yüksək texniki xassələrə malik keramik materialın kimyəvi, mineroloji və faza tərkibi;
- Termiki emal zamanı klinker kərpici üçün seçilmiş keramik kütlədə yeni mineralların əmələ gəlmə mexanizmi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi: İlk dəfə yerli asanəriyən gillər və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr əsasında yüksək texniki xassələrə malik klinker kərpici alınmasının texnoloji prinsipləri və keramik materialın quruluşunun formalaşmasının qanunauyğunluğu müəyyən olunmuşdur.

1. Keramik şixtanın tərkibinin ultradispers əlavələrlə modifikasiyası nəticəsində alınan klinker kərpicinin fiziki-mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılması təcrübi yolla sübut olunmuşdur.
2. Klinker kərpicinin xassələrinin tərkibindən asılılığı təcrübi yolla müəyyənləşdirildikdən sonra bu asılılığın riyazi modeli qurulmuş və yüksək keyfiyyətli kərpic üçün şixta tərkibi optimallaşdırılmışdır.
3. Ultradispers əlavələrin istifadəsilə yüksək keyfiyyətli klinker kərpicinin alınmasının mümkünlüyü fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları ilə sübuta yetirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, optimal tərkibli keramik material yarımkristallik faza tərkibinə və sıx quruluşlu keramik saxsılara məxsus mineroloji tərkibə malikdir ki, bu da onun əsasında alınan süni daş materialının yüksək mexaniki xassələrə malik olmasına sübutdur.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti: Yerli asanəriyən gillər və ultradispers alümosilikat tərkibli əlavələr əsasında klinker

kərpici texnologiyası işlənmiş və sənaye şəraitində təcrübi-sınaq buraxılışı həyata keçirilmişdir. Aparılan tədqiqatların nəticəsində xarici ölkələrdən idxal olunan klinker kərpicinin, yerli xammalları modifikasiya etməklə istehsalını təşkil etməyin mümkünlüyü sübuta yetirilmişdir. Yerli polimineral gillər və ultradispers əlavələr əsasında klinker kərpici istehsalının texnoloji reqlamenti işlənilib hazırlanmışdır.

Tədqiqat işlərinin dürüstlük dərəcəsi. Aparılan tədqiqat işinin nəticələrinin dürüstlüyü materialşünaslıqda geniş istifadə olunan müasir fiziki-kimyəvi analiz üsulları vasitəsilə təsdiqlənmişdir. Belə ki, bir-birini təsdiqləyən rentgenoqrafik, rentgenospektral və elektron mikroskopiyası üsulları vasitəsilə klinker kərpicinin tərkibində keramik materiallara yüksək möhkəmlik, sıxlıq və şaxtayadavamlılıq verən mineralların mövcudluğu aşkarlanmışdır. Dissertasiya işində alınan nəticələrin dürüstlüyü bu sahədə böyük aprobasiyadan keçmiş tədqiqat metodlarının tətbiqi ilə təsdiqlənir. Həmçinin alınan nəticələr bu sahədəki ümumi nəticələr ilə ziddiyət təşkil etmir. Xüsusi hallarda nəticələrin digər müəlliflərin başqa üsul və metodlarla aldıkları nəticələrlə üst-üstə düşməsi ilə təsdiqlənir.

Aparılan tədqiqatların nəticələri “Keramika və Dulusçuluq” fabrikində yüksək inşaat-texniki xassələrə malik xarici döşəmə tavalarının istehsalında tətbiq edilmişdir.

Aprobasiyası və tətbiqi: Aparılan tədqiqat işinin materialları aşağıda qeyd olunan konfranslarda müzakirə edilmişdir:

Beynəlxalq konfranslar:

1. “Radiasiya və kimyəvi təhlükəsizlik problemləri” Beynəlxalq Elmi-Praktiki Konfrans. Bakı. 2019.
2. “III Beynəlxalq Azərbaycan-Ukrayna Konfransı”. Baku-Poltava. 2020.
3. “Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations”. Poltava. 2022.
4. “Qarabağ və Şərqi Zəngəzur Memarlıq İrsi” mövzusunda Beynəlxalq Konfrans. Bakı. 2022.
5. «Российская наука в современном мире» LX Международная Научно-практическая Конференция. Москва. 2024.

Respublika konfransları:

1. “Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat-yol kompleksinin inkişaf perspektivləri” mövzusunda Elmi-praktiki Konfrans. Bakı. 2017.
2. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXIII Respublika elmi konfransı”nın materialları. Bakı. 2019.
3. “Şuşa ilinə həsr edilmiş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXV Respublika Elmi Konfransı”. Bakı. 2022.
4. “Tikintidə izolyasiya problemləri” mövzusunda Respublika Elmi-praktik Konfransı. Bakı. 2022.
5. “Azərbaycan Respublikasında nəqliyyat, yol və logistika kompleksinin inkişaf perspektivləri” mövzusunda Elmi praktik Konfransın materialları. Bakı. 2022.

Müəllifin şəxsi iştirakı: Dissertasiya işinin yerinə yetirilməsində ədəbiyyat mənbələrinin analizi, məsələnin qoyuluşu, yeni ideyaların formalaşdırılması, təcrübə işlərin planlaşdırılması və yerinə yetirilməsi, müxtəlif tədqiqat üsulları ilə alınmış prinsipial əsaslı nəticələrin uyğunlaşdırılması, məqalələrin və dissertasiyanın yazılışında əsas aparıcı rol müəllifə məxsusdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı: Dissertasiya işi Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Materialşünaslıq” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi: Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, istifadə olunan 117 adda ədəbiyyat siyahısından və əlavədən ibarətdir. Dissertasiya işi 143 səhifə kompüter mətnində əks olunmuşdur, özündə 42 cədvəl və 22 şəkilli və 3 qrafiki əks etdirir. Tədqiqat işinin əsas hissəsi 160654 işarədən ibarətdir, girişdə 9084 işarə, I fəsildə 45032 işarə, II fəsildə 38426 işarə, III fəsildə 51666 işarə, IV fəsildə 11190 işarə və ümumi nəticələrdə 5256 işarə vardır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

İşin ümumi xarakteristikasında tədqiqatın mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin praktiki əhəmiyyəti və məqsədi vurğulanmış, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, işin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan tədqiqat metodları, işin elmi yeniliyi, aprobeasiyası və tətbiqi şərh edilmişdir.

Dissertasiyanın birinci fəslində klinker kərpicinin istehsal xüsusiyyətləri, klinker kərpici istehsalında istifadə edilən xammal və materialların xüsusiyyətləri və texnoloji amillərin materialın xassələrinə təsiri istiqamətində aparılan ədəbiyyat araşdırmaları təqdim edilmişdir. Bu bölmədə həmçinin, yüksək keyfiyyətli klinker kərpicinin xüsusiyyətləri araşdırılmış, onların istifadəsinin üstünlükləri müəyyən edilmişdir. Müasir dövrdə sənayenin bütün istiqamətlərində olduğu kimi inşaat materiallarının istehsalında da ultradispers hissəciklərin tətbiqinə dair aparılan tədqiqatlar araşdırılmış və onların keramik materialların modifikasiyasının müsbət nəticələri vurğulanmışdır. Bu bölmənin sonunda ölkəmizdə yüksək keyfiyyətli klinker kərpici istehsalının fiziki-kimyəvi və nəzəri əsasının yaradılması istiqamətində aparılacaq işlər müəyyən edilmiş və bunun əsasında tədqiqatın tapşırığı müəyyən edilmişdir.

Dissertasiyanın ikinci fəslində klinker kərpicinin alınması üçün istifadə olunan xammal və materialların xarakteristikaları (onların texnoloji xassələri, kimyəvi və mineroloji tərkibləri), işdə istifadə olunan fiziki-mexaniki, həmçinin də fiziki-kimyəvi tədqiqat metodları təqdim edilmişdir.

Tədqiqat işində klinker kərpicinin alınması üçün bir neçə yatağın gilindən istifadə edilmişdir: Aşağı Güzdək gili (Abşeron rayonu); Umbakı gili (Qobustan rayonu); Pirigöl gili (Şahbuz rayonu, Naxçıvan MR); Kükü gili (Şahbuz rayonu, Naxçıvan MR). Həmçinin 2 növ ultradispers mineral əlavədən – şamotdan və uçucu küldən istifadə edilmişdir.

İstifadə olunan gillərin və ultradispers əlavələrin kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də təqdim edilmişdir.

Gillərin kimyəvi tərkibinin öyrənilməsi klinker kərpici üçün keramik şixta tərkibinin seçilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Çünki gillərin klinker kərpici istehsalına yararlılığı onların tərkibində Al_2O_3 -ün miqdarına əsasən müəyyən edilir.

Bu oksidin miqdarı 17-25% intervalında olan gillər klinker kərpici üçün yararlı hesab edilir ki, tədqiq olunan Umbakı və Pirigöl yataqlarının gilləri bu növ gillərə aid edilir.

Cədvəl 1. Tədqiqat işində istifadə olunan gillərin və ultradispers əlavələrin kimyəvi tərkibləri.¹

S/s	Gil yataqlarının adı	Gillərin kimyəvi tərkibi								
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O + K ₂ O	SO ₃	TiO ₂	Yİ
1	Aşağı Güzdək gili	56,82	14,15	7,32	1,97	3,50	5,53	1,25	-	9,56
2	Umbakı gili	62,90	20,0	1,20	0,45	1,50	1,50	0,18	0,50	11,74
3	Pirigöl gili	63,50	16,70	2,00	1,60	2,40	2,50	0,70	0,60	10,00
4	Kükü gili	65,50	13,50	1,20	1,30	1,75	6,30	1,50	0,10	8,85
5	Şamot	64,38	17,58	3,07	3,21	5,17	4,76	0,46	0,63	-
6	Uçucu kül	62,67	28,38	1,63	0,56	4,10	1,06	-	1,6	-

Digər yataqların gillərinin yüksək alümosilkat tərkibli mineral əlavələrlə modifikasiya olunmadan istifadəsi məqsədə uyğun hesab edilmir. Lakin tədqiqat işində istifadə edilən Aşağı Güzdək və Kükü yataqlarının gillərinin klinker kərpici üçün keramik şixta tərkibində

¹Klinker kərpici istehsalı üçün xammalların kimyəvi tərkibinin tədqiqi. Bağırov B.İ., Şirinzadə İ.N.

istifadəsi, eyni zamanda onların tərkibində qələvi metal oksidlərinin çox olması ilə bağlıdır. Qızdırma zamanı qələvi oksidlərinin SiO_2 ilə qarşılıqlı təsirindən ərinti əmələ gəlir. Bu keramik kütlənin sıxlaşmasını təmin etməklə yanaşı, eyni zamanda mullitin əmələ gəlməsini intensivləşdirir.

II fəsilə, həmçinin tədqiq olunan gillərin Al_2O_3 -ün miqdarına görə təsnifatlandırılması da təqdim edilmişdir. Tədqiq olunan yataqların gilləri üçün bu təsnifatlandırma ilk dəfə aparılmışdır. Analiz nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Umbakı və Pirigöl yataqlarının gilləri yarımturnş gillərdir və onları odadavamlılığına görə çətinəriyənlər qrupuna daxil etmək olar.

Eyni zamanda bu gillər tərkiblərindəki rəngləyici oksidlərin miqdarına görə orta rəngləyici gillər hesab edilir. Çünki Umbakı gilində $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2=1,50+0,50$; Pirigöl gilində isə $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2=2,40+0,60$ -dir. Aşağı Güzdək gilində rəngləyici oksidlərin miqdarı $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2=3,50+0$. Aşağı Güzdək gili yüksək rəngləyici oksidlərə malik gillər qrupuna aiddir.

Kükü gilində isə $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2=1,75+0,10$ -dur. Kükü gilinin tərkibində Al_2O_3 -ün və karbonatların miqdarı da digər tədqiq olunan gillərdən azdır. SiO_2 -nin miqdarı isə daha yüksəkdir. Bu yatağın gili qumlu gillərə aiddir və bu səbəbdən də bu gil odadavamlılığı digər yataqların gillərinə nisbətən aşağıdır. Təcrübə yolu ilə müəyyən olunmuşdur ki, Pirigöl yatağındakı gil odadavamlılığı $1520-1540^\circ\text{C}$, Kükü yatağınkı isə $1420-1460^\circ\text{C}$ -dir.

Bu bölmədə, həmçinin istifadə olunan gillərin və ultradispers əlavələrin mineroloji tərkibi təqdim edilmişdir. Mineroloji tərkibin öyrənilməsində rentgenoqrafik üsuldən istifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, gillərin tərkibi əsasən illit, kaolinit, vermikulit, albit və kvars minerallarından təşkil olunmuşdur. Hər bir yatağın gillərinin rentgenohəssas hissəsini kvars mineralı təşkil edir. Tədqiqat işində istifadə olunan gillərdə kvars mineralının miqdarı 30-60% intervalında dəyişir.

Ultradispers hissəciklərin istifadəsi ilə materialların xassələrinin yaxşılaşdırılması müasir materialşünaslıqda perspektiv istiqamətlərdən biridir. Bu kiçik ölçülü hissəciklərin unikal xassələrə malik olması ilə bağlıdır ki, bunun da səbəbi onların səthi enerjilərinin artması ilə izah olunur. Azərbaycan ərazisində çətinəriyə gillərin olmaması və ya gillərin tərkibində onlara bu xassəni verən mineralları kifayət qədər olmaması ultradispers əlavə kimi alümosilikat tərkibli materiallardan istifadəni labud edir.

Tədqiqat işində istifadə olunan ultradispers əlavələrin mineroloji tərkibi rentgenoqrafik analizi vasitəsilə öyrənilmiş və uçucu küllərin tərkibinin əsas hissəsinin amorflaşmış SiO_2 -dən ibarət olduğu müəyyən edilmişdir.

Bu onun kimyəvi cəhətdən aktiv olduğunu və termiki emal zamanı asanlıqla keramik kütlənin tərkibini təşkil edən digər komponentlərlə qarşılıqlı təsirə malik ola biləcəyinə sübutdur. Eyni zamanda, şamotun da difraktoqramlarından onların da kristal qəfəsinin dağılması müşahidə olunur.

Aparılan analizlərdən aydın olur ki, şamot və bəzi uçucu küllərin tərkibi alümosilikat minerallarından təşkil olunmuşdur. Uçucu külün difraktoqramından aydın olur ki, o turş tərkibli küldür, yəni daş kömür və ya qonur kömürün yandırılmasından alınmışdır. Difraktoqramda uçucu külün tərkibinin əsasən sillimanit mineralından təşkil olunduğu aydın görünür. Sillimanitin tərkibi $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ -dən ibarətdir və o 1200°C -dən yüksək temperaturda əmələ gəlir. Bu mineral keramik materiallara yüksək fiziki-mexaniki xassələri verən minerallardan biridir.

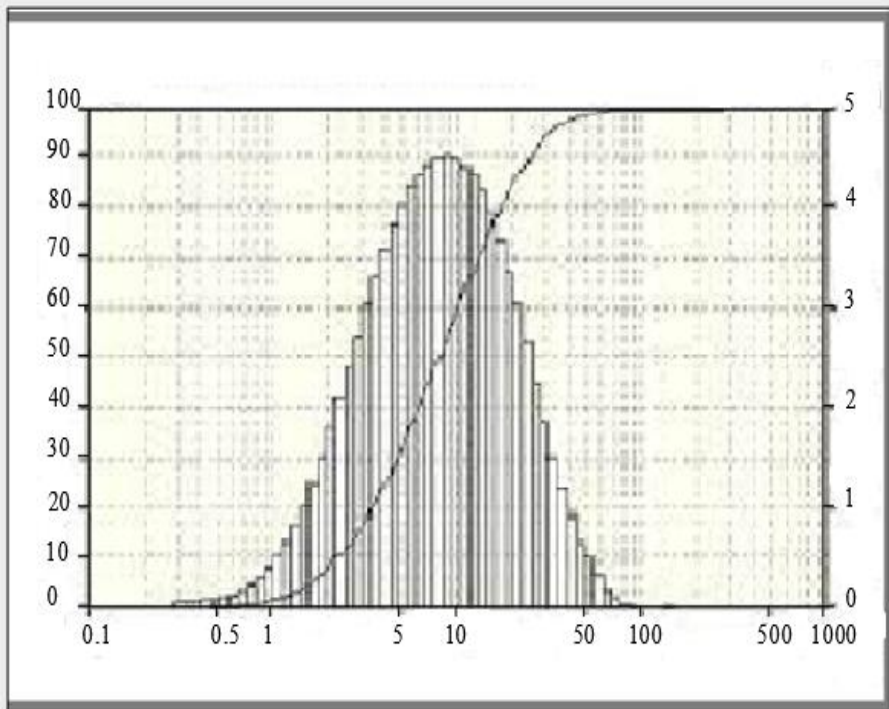
Ultradispers əlavələrdən biri də şamotdur. Şamot isə kaolinli gillərin 1000°C -dən yüksək temperaturda yandırılmasından alınan materialdır. İncə keramika və odadavamlı keramik materialların istehsalında geniş istifadə olunur. Tərkibi susuzlaşdırılmış alümosilikat tərkibli gil minerallarından ibarətdir.

Dissertasiya işinin II fəsilində gillərin bir sıra texnoloji xüsusiyyətlərinin tədqiqinin nəticələri də təqdim edilmişdir. Onların qranulometrik tərkibinin nəticələri qrafik 1-də, laxtalaşma

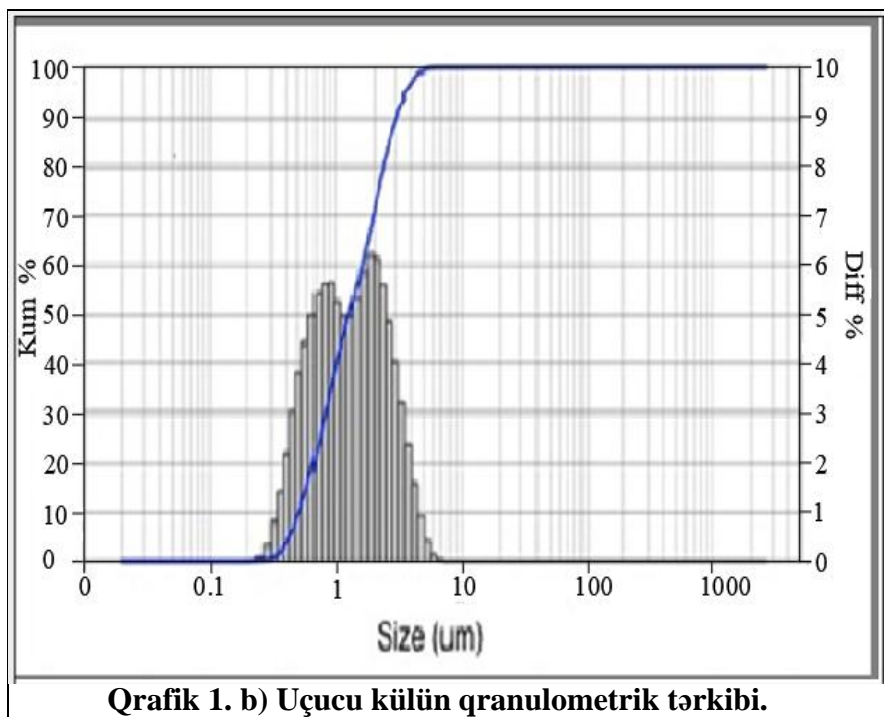
temperaturunun, quruyub-yığışmasının, bağlayıcılıq xassəsinin tədqiqindən alınan nəticələr isə cədvəl 2-də təqdim edilmişdir.

Cədvəl 2. Tədqiqat işində istifadə olunan gillərin texnoloji xüsusiyyətləri

S/s	Gil yatağının adı	Gilin quruyub-yığışması,%	Laxtalaşma temperaturu, °C	Bağlayıcılıq xassəsi, MPa
1	Aşağı Güzdək gili	9,5	1340	4,7
2	Umbakı gili	5,0	1390	4.1
3	Pirigöl gili	7,0	1380	4,9
4	Kükü gili	9,0	1250	3,5



Qrafik 1. a) Şamotun qranulometrik tərkibi:



Cədvəl 3. Ultradispers əlavələrin qranulometrik tərkibləri: a) Şamot, b) Uçuucu kül.

a)

D, µm	%
0.000-0.020	0.00
0.020-0.050	0.00
0.050-0.100	0.60
0.100-0.200	13.00
0.200-0.500	74.00
0.500-1.000	10.00
1.000-2.000	2.00
2.000-5.000	0.40
5.000-10.000	0.00

b)

D, µm	%
0.000-0.020	0.00
0.020-0.050	0.00
0.050-0.100	0.00
0.100-0.200	9.00
0.200-0.500	60.00
0.500-1.000	30.00
1.000-2.000	3.00
2.000-5.000	0.05
5.000-10.000	0.00

² Klinker kərpicini istehsalı üçün xammalların radioaktivliyinin tədqiqi. Bağırov B.İ., Şirinzadə İ.N.

³ Uçuucu küllərin klinker kərpicinin xassələrinə təsirinin tədqiqi. Bağırov B.İ., Şirinzadə İ.N.

Tədqiq olunan gillərin ən mühüm texnoloji xassələrindən biri olan qurumada həssaslıq əmsalının təyini. Bu dekorativliyinə xüsusi diqqət yetirilən klinker kərpicini üçün daha çox əhəmiyyətlidir. Hər dörd növ gil nümunələrinin qurumada həssaslıq əmsalı təcrübi yolla təyin olunmuşdur. Bu göstərici Aşağı Güzdək gili üçün - 1,06 (qurumaya qarşı orta həssas gil), Umbakı gili üçün – 0,99 (qurumaya qarşı az həssas gil), Pirigöl gili üçün – 1,34 (qurumaya qarşı orta həssas gil), Kükü gili üçün – 2, 42 (qurumaya qarşı yüksək həssas gil) olmuşdur.

Klinker kərpicinin alınmasında istifadə olunan gillər polimineral gillər olduğundan onların ekoloji təmizliyinə, xüsusilə də radioaktivliyinə diqqət yetirilməlidir. Bu tip gillərin tərkibində müəyyən qədər *K* birləşmələrinə rast gəlinməsinə görə radioaktivliyi yoxlanılmış və müəyyən edilmişdir ki, onların radioaktivliyi norma daxilindədir (Aşağı Güzdək gili üçün - 155 Bk/kq).²

Dissertasiya işinin III fəsilə Azərbaycan ərazisində yerləşən bir sıra gil yataqları əsasında klinker kərpicini üçün keramik kütlə tərkibinin seçilməsi və alınan keramik materialın xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Yerli xammallar və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr əsasında klinker kərpicinin alınması üçün xammal qarışığının optimal tərkibi və optimal yanma rejimi müəyyən edilmiş, alınan keramik materialın inşaat-texniki xassələri öyrənilmişdir.³

Sıxlığına xüsusi tələb qoyulan klinker kərpicini kimi üzlük materialların tədqiqində keramik kütlənin optimal yanma rejiminin müəyyən edilməsi çox vacibdir. Çünki keramik materialın quruluşu yanma zamanı formalaşır.

Məlumdur ki, keramik materialın yandırılması zamanı laxtalaşma temperaturunda məmulat optimal müddətdə qalmalıdır. Laxtalaşma baş verdiyi ilk anlar keramik kütlə sıxlaşır, lakin məmulat müəyyən müddətdən sonra deformasiyaya uğrayar və məmulat formasını itirir. Eyni zamanda, həddən çox yanma köpmə kimi defektlərin də yaranmasına səbəb ola bilər ki, bu da üzlük material hesab edilən klinker kərpicini üçün mühüm qüsurdur.

Tədqiqat işində qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün seçilmiş gillərə müxtəlif ultradispers materiallar əlavə edilmiş və alınmış keramik kütlələrin yanma rejimi müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 4-də Aşağı Güzdək gili ilə şamot qarışığı əsasında hazırlanmış keramik kütlənin yandırılmasından alınan nəticələr təqdim edilmişdir

Cədvəl 4. Keramik kütlənin yanma rejiminin onun xassələrinə təsiri.

Yanma temperaturu, °C	Yanma zamanı yığışma, %	Suhopma, %	Orta sıxlıq, q/sm ³
950	3.3	15.5	1.63
1000	3.7	10.8	1.70
1050	4.2	9.7	1.80
1100	4.9	8.6	1.85
1150	5,2	8,0	1,90
1200	5,5	6,5	1,95
1250	5,8	5,5	2,0
1300	6,9	5,0	2,2

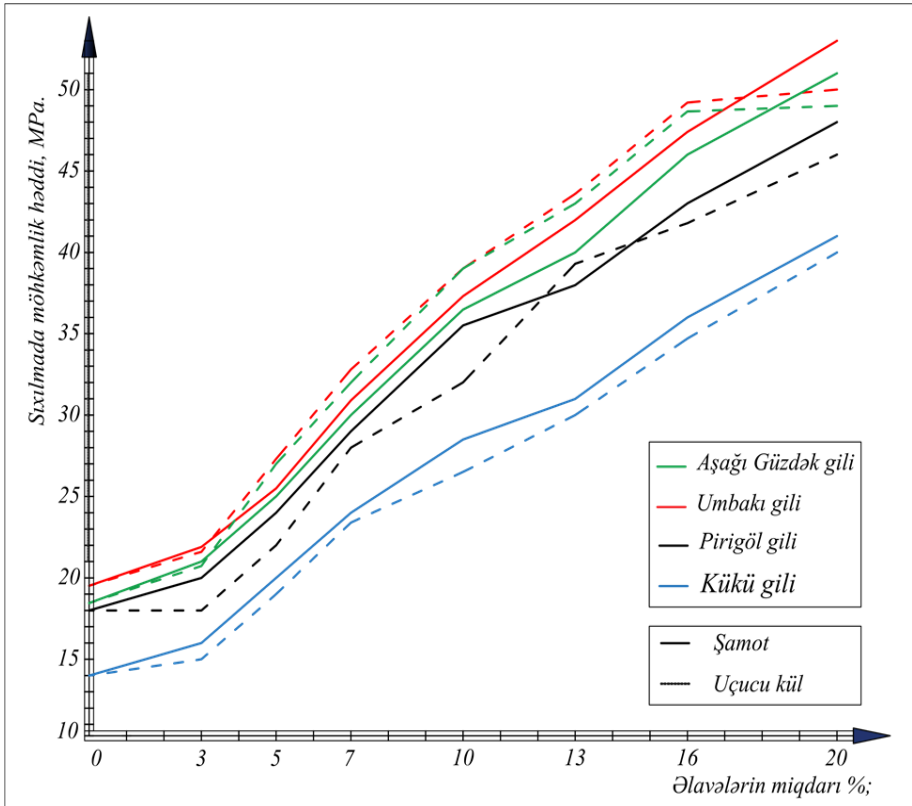
Cədvəllərdən (cədvəl 2 və cədvəl 3) də göründüyü kimi Aşağı Güzdək gilinin əlavəsiz laxtalaşma temperaturu 1340⁰C, şamot əlavəsi ilə yandırdıqda isə 1250⁰C olmuşdur.

Tədqiqat işində istifadə olunan digər gillər və alümosilikat tərkibli əlavələr əsasında hazırlanan keramik materialların da laxtalaşma temperaturu müəyyən edilmişdir ki, bu Umbakı gili üçün 1390⁰C və əlavəli 1300⁰C, Pirigöl gili üçün 1380⁰C və 1280⁰C, Kükü gili üçün isə 1250⁰C və 1190⁰C olmuşdur.

Cədvəl 3-dən göründüyü kimi temperaturun artması ilə nümunələrin suhopması aşağı düşür. Suhopmanın aşağı düşməsi daş materiallarda digər xassələrin də dəyişməsinə səbəb olduğundan, (məsələn: möhkəmliyin və şaxtayadavamlığın artmasına, sürtülmənin azalmasına, sıxlığın artmasına) bu xassəni əsas götürərək hesab etmək

olar ki, 1250⁰C Aşağı Güzdək gili əsasında klinker kərpicinin alınması üçün optimal temperaturdur.

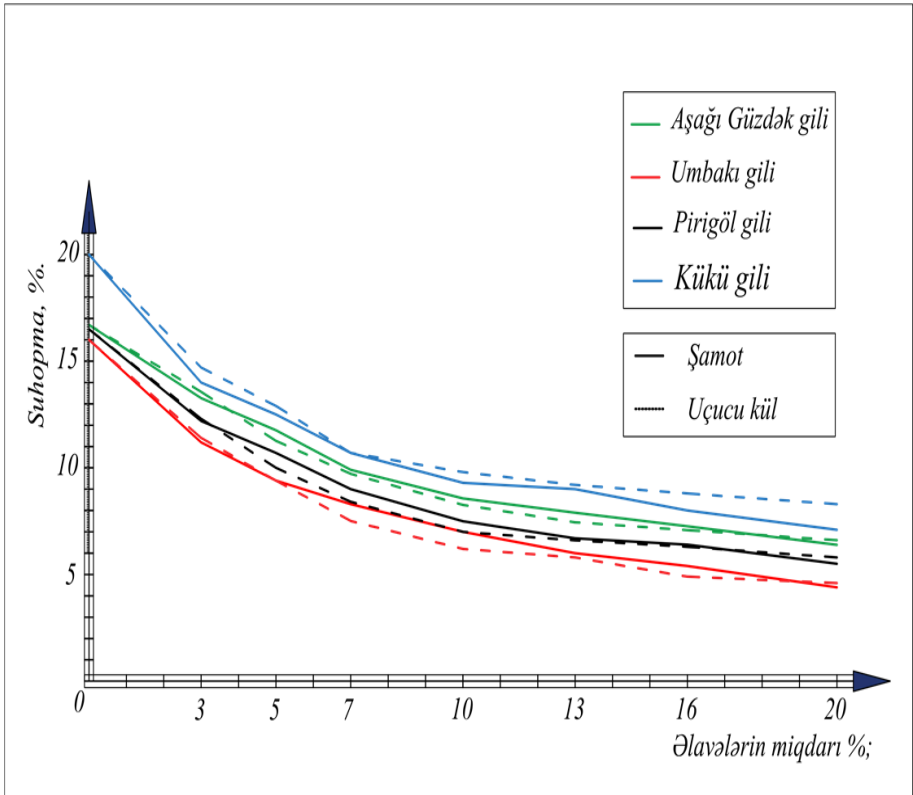
Klinker kərpicini üçün materialın suhopması (standarta görə) 6%-dən aşağı olmalıdır. Bu göstərici də 1250⁰C-də yandırılmış nümunələrdə təmin edilir.



Qrafik 2. Alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrin keramik materialın möhkəmliyinə təsiri.

Ultradispers əlavələrin optimal miqdarının müəyyən edilməsi seçilmiş 4 növ gilin hər biri üçün təcrübələr aparılmış və təcrübələrin nəticələri qrafik 2 və qrafik 3-də təqdim edilmişdir.⁴

⁴ Selection of Ceramic Mass for Clinker Brick by Modification of Azerbaijan Clays with Ultradisperse Additives. Baghirov B.I., Mammadova I.H., Shirinzade I.N.



Qrafik 3. Alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrin keramik materialın suhopmasına təsiri.

Tədqiq olunan gillərdən Aşağı Güzdək, Umbakı və Pirigöl yatağının gillərinə 10% alümosilikat tərkibli əlavə (şamot və uçucu kül) qatmaqla alınan keramik materialların sıxılmada möhkəmliyi klinker kərpicinin möhkəmliyinə qoyulan normaları ödəyir. Kükü yatağının gili əsasında alınan materialda bu 13% əlavə qatmaqla təmin olunur.

Həmçinin, daha yüksək möhkəmlik xassəsinə malik materiallar Umbakı və Aşağı Güzdək gilləri əsasında alınmışdır. Alümosilikat tərkibli ultradispers əlavəli materialların sıxılmada möhkəmlik həddi əlavəsiz materialdan əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Belə ki, 20% şamot əlavəsi Aşağı Güzdək gili əsasında materialın möhkəmliyini 2,8 dəfə, Umbakı gili əsasında materialın möhkəmliyini 2,7 dəfə, Pirigöl

gili əsasında materialın möhkəmliyini 2,5 dəfə və Kükü gili əsasında materialın möhkəmliyini isə 2,9 dəfə artırmışdır.

Həmçinin, uçucu kül əlavəsi isə uyğun olaraq 2,6; 2,5; 2,4 və 2,8 dəfə qeyd olunan gillər əsasında materialların möhkəmliyini artırmışdır. Təcrübələrin nəticələrindən görüldüyü kimi nisbətən yüksək enerji tutumlu material olan şamotla, sənaye tullantısı olan uçucu külün istifadəsində demək olar ki, cüzi fərq vardır.

Yuxarıda da qeyd edildiyi kimi artıq 10% ultradispers əlavə istifadə etməklə alınan keramik materialın sıxılmada möhkəmliyi klinker kərpicini üçün olan normaları ödəyir, lakin bu miqdar optimal hesab edilməmişdir. Bunun səbəbi keramik kərpicin daha bir mühüm xassəsi olan suhoptmasına qoyulan tələblərin 10% əlavə istifadə edərək ödənilməməsidir.

Təcrübənin nəticələri göstərir ki, suhoptmanın tələb olunan göstəricisi 15-16% dispers əlavə istifadə edildikdə təmin olunur.

Çox zaman doyma əmsalına əsasən klinker kərpicinin şaxtadayamlığı müəyyən olunur. Bu üsulla klinker kərpicinin şaxtadayamlıq üzrə markası dəqiq təyin edilməsə də materialın şaxtadayamlığı olub və ya olmaması müəyyən edilə bilər. Doyma əmsalı material nümunələrinin adi halda kütlə üzrə suhoptmasının nümunələrin qaynadıldıqdan sonra suhoptmasına nisbəti ilə təyin edilir.

Əgər materialın doyma əmsalı 0,8-dən yüksəkdirsə deməli, material şaxtanın təsirinə davamlı olacaqdır.

Cədvəl 3.1.5-dən görüldüyü kimi tədqiq edilən bütün növ gillərin alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrlə modifikasiyasında alınan keramik materialın doyma əmsalları əvvəlki paraqrafda təyin olunmuş optimal tərkibli nümunələr üçün təyin edilmişdir. Bu zaman bütün 4 növ gildən (ayrı-ayrılıqda) 84%, alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrdən isə 16%, 82% gil və 18% (9+9) hər 2 əlavədən istifadə etməklə nümunələr hazırlanmışdır. Materialların normal şəraitdə və qaynadıldıqdan sonra kütlə üzrə suhoptması təyin edilmiş və bu göstəricilərə əsasən doyma əmsalı hesablanmışdır.

Bütün tərkibli nümunələrin doyma əmsalı 0,8-dən yuxarı olmuşdur. Ən yaxşı doyma əmsalına malik nümunələr Umbakı yatağının gili və ultradispers əlavələr, nisbətən aşağı doyma əmsalına

malik nümunələr isə Kükü yatağının gili əsasında hazırlanmış nümunələr olmuşdur.

Cədvəl 5. Klinker kərpici üçün keramik materialının doyma əmsalı

S/s	Materialların tərkibi, %			Materialların kütlə üzrə suhopması, $W_k, \%$	Materialların qaynadıldıq- dan sonrakı suhopması, $W_q, \%$	Materi- alların doyma əmsalı
	Gi 1	Şamot	Uçucu kül			
Aşağı Güzdək gili əsasında						
1	84	16	-	6,0	6,8	0,88
2	84	-	16	5,8	6,5	0,89
3	82	9	9	5,7	6,4	0,89
Umbakı gili əsasında						
4	84	16	-	6,0	6,8	0,88
5	84	-	16	5,5	6,1	0,90
6	82	9	9	5,6	6,1	0,91
Pirigöl gili əsasında						
7	84	16	-	6,4	7,3	0,87
8	84	-	16	6,3	7,4	0,85
9	82	9	9	6,1	7,0	0,87
Kükü gili əsasında						
10	84	16	-	6,0	6,9	0,87
11	84	-	16	6,8	8,2	0,82
12	82	9	9	6,5	7,4	0,87

Tədqiqat işinin III fəsilində həmçinin, qəlibləmə üsulunun və optimal yanma temperaturunun materialın xassələrinə təsiri tədqiq

olunmuşdur. Bunun üçün 2 optimal tərkib seçilmişdir: I tərkib (gil – 84%, şamot – 16%), II tərkib (gil – 84%, uçucu kül – 16%).

Seçilmiş tərkibdə nümunələr həm plastik qəlibləmə üsulu ilə (nəmlik 23%), həm də yarımquru presləmə üsulu ilə (nəmlik 12%) hazırlanmışdır. Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yarımquru presləmə üsulu ilə qəliblənən keramik kütlənin möhkəmliyi 40% plastik üsulla qəliblənən materialın möhkəmliyindən çox olmuşdur. Həmçinin, yarımquru presləmə üsulu ilə qəlibləməklə alınan materialın digər texniki göstəriciləri də (sıxlıq, suhopma, suyadavamlılıq) əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olmuşdur.⁵

Plastik kütlənin nəmliyinin 23% qiymətində nümunələrin hazırlanması texniki cəhətdən çətinlik törətmir. Lakin nəmliyin daha aşağı qiymətində materialın qəliblənməsi çətinləşir. Yanma zamanı deformasiyanın qarşısının alınması məqsədi ilə qurudulmadan sonra materialın nəmliyi 3-5%-ə qədər azaldılmalıdır. Nəmliyin azaldılması keramik materialın keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Buna görə də gil kütləsinin nəmliyi nə qədər aşağı olarsa, hazır məmulatın keyfiyyəti bir o qədər yüksək olar.

Keramik kütlənin hazırlanması prosesində mövcud olan bu ziddiyyətin aradan qaldırılması məqsədi ilə tədqiqat işləri aparılmışdır. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, anoloji olaraq beton qarışığının su tələbatının azaldılması məqsədi ilə istifadə olunan səthi aktiv əlavələr (SAƏ) keramik materialların isrehsal texnologiyasındakı bu ziddiyyətin də aradan qaldırılması üçün də effektivdir.

Eyni zamanda, keramik üzlük materialın səthində ağ rəngli duzların əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üçün də kimyəvi əlavələrdən istifadə edilməsi məqsəduyğun hesab edilir. Klinker kərpic kimi materiallarda (xüsusən də divar üçün nəzərdə tutulan klinker kərpiclərində) belə qüsurlar məmulatın görünüşünə xələl gətirdiyi üçün kimyəvi əlavələrdən istifadə edilmişdir.

Tədqiqat işində Umbakı (Qobustan rayonu) və Aşağı Güzdək (Abşeron rayonu) yataqlarının gillərindən istifadə olunmuşdur. Səthi aktiv əlavə olaraq keramik kütlənin 0,3 %-i miqdarında C-3-dən (naftalinsulfat turşusu və formaldehidin natrium duzu) istifadə

⁵ Investigation of the technological properties of Clinker brick. Bağırov B.İ., Şirinzadə İ.N.

edilmişdir. Bu nümunələrin hazırlanmasında istifadə olunan ultradispers əlavələrin miqdarı 20% olmuşdur. Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, səthi aktiv əlavələrin istifadəsi keramik kütlənin nəmliyini 25%-dən 20%-ə qədər aşağı salır. Nəmliyin aşağı düşməsi plastikliyi nisbətən yüksək olan Aşağı Güzdək yatağının gili istifadə edildikdə daha effektiv nəticə verir. Keramik şixtaların hazırlanmasında səthi aktiv əlavələrin miqdarının artırılması məqsədəuyğun hesab edilməmişdir. Səthi aktiv əlavələrin (xüsusilə də tərkibində qələvi kationları olan kimyəvi əlavələr) az miqdarda istifadəsi keramik şixtanın qəliblənməsini yaxşılaşdırır, lakin səthi aktiv əlavələrin miqdarının artması gil hissəciklərinin aqlomerasiyasına səbəb olur ki, bu proses də kütlənin sıxlaşmasını pisləşdirir.

Təcrübə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, şamot əlavəli Umbakı gili əsasında keramik materialın sıxılmada möhkəmlik həddi kimyəvi əlavə istifadə edildikdə 49,6 MPa-dan 54,5 MPa-a qədər artmışdır. Bu Aşağı Güzdək gili əsasında hazırlanmış keramik materialda uyğun olaraq 48,6 MPa-dan 52,3 MPa olmuşdur.

Səthi aktiv əlavələr istifadə olunmuş keramik nümunələrdə yanmadan sonra çatların miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə aşağı düşmüş, bişmiş keramik materialın biricinsliyi artmış və nəticədə də materialın möhkəmliyi əhəmiyyətli dərəcədə artmış olur. Həmçinin də nəmliyin az olması istehsala sərf olunan yanacağın da azalmasına səbəb olur ki, bu da enerji daşıyıcılarının sürətlə bahalaşdığı bir dövrdə məmulatın maya dəyərini aşağı salmış olur.

Keramik materialların mühüm texnoloji xassələrindən biri də onların quruma və yanma zamanı yığışmalarıdır. Bu göctərici xüsusən də klinker kərpici kimi dekorativlik vacib olan materiallarda mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Təcrübə yolu ilə müəyyən edilmişdir ki, alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr keramik materialın həm quruma zamanı, həm də yanma zamanı yığışmasını əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salmışdır. Aşağı Güzdək gili əsasında hazırlanmış keramik materialın havada quruyub-yığışması əlavələrin istifadəsi ilə 8%-dən 3,5%-ə qədər, yanma zamanı yığışma isə 10%-dən 2,3%-ə qədər, Umbakı gili əsasında hazırlanmış keramik materialın havada quruyub-yığışması

əlavələrin istifadəsi ilə 6%-dən 2%-ə qədər, yanma zamanı yığışma 6%-dən 4%-ə qədər, Pirigöl yatağının gili əsasında hazırlanmış keramik materialın havada quruyub-yığışması əlavələrin istifadəsi ilə 6%-dən 4%-ə qədər, yanma zamanı yığışma isə 8,5%-dən 4,5%-ə qədər, Kükü yatağının gili əsasında hazırlanmış keramik materialın havada quruyub-yığışması isə əlavələrin istifadəsi ilə 8%-dən 5,6%-ə qədər, yanma zamanı yığışma isə 12%-dən 7,2%-ə qədər aşağı düşmüşdür.

Keramik materialların texniki xassələrinin formalaşmasına təsir edən ən mühüm amillərdən olan yanma rejiminin də təsirinin öyrənilməsi bu bölmədə təqdim edilmişdir.

Ultradispers əlavəli keramik materiallarda optimal yanma rejiminin seçilməsi yandırılmış materialın suhopması əsasında müəyyən edilmişdir. Keramik materialların 6% aşağı suhopmasına uyğun yanma temperaturları tədqiq olunan gillər üçün aşağıdakı kimi olmuşdur:

Aşağı Güzdək, Umbakı və Pirigöl gilləri əsasında 1250⁰C, Kükü gili əsasında alınan materialda isə 1100⁰C müəyyən edilmişdir.

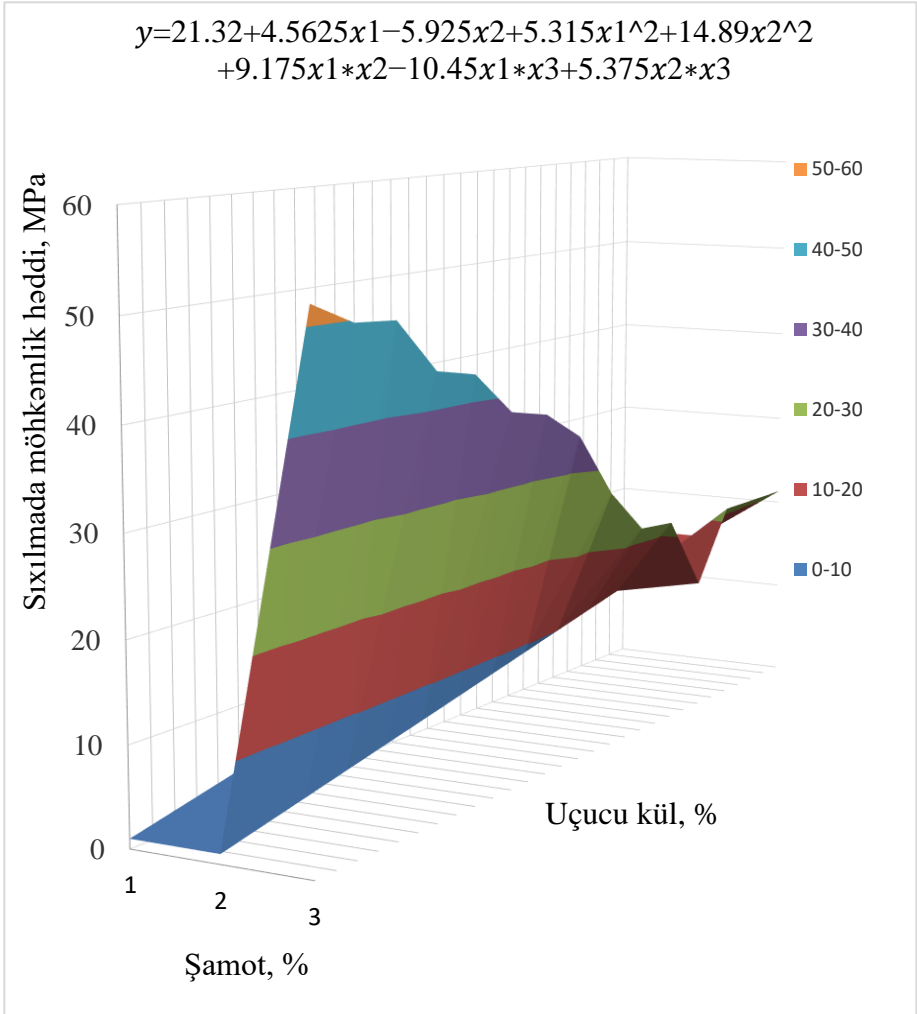
Ölkəmizin keramik materiallar sənayesində adətən 2 komponentli keramik kütlə tərkiblərindən istifadə edilir. 3 komponentli keramik kütlə tərkiblərinin tədqiqində daha müasir sistemli yanaşmalardan istifadə edilməlidir.

Klinker kərpicinin belə sistemli şəkildə tədqiqinin aparılması onun istehsalının daha səmərəli təşkilini həyata keçirilməsi üçün vacib məsələlərdən sayılır.

Üç komponentli keramik kütlə tərkibini təşkil edən komponentlərin hər birinin ayrılıqda xüsusiyyətlərinin və bu komponentlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gələn xüsusiyyətlərin öyrənilməsində Boks-Benkin planını tətbiq etməklə riyazi-statistik analiz aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, aktiv eksperiment nəticəsində alınmış reqressiya tənliklərinin əmsallarına görə şixtanın optimal tərkibi təyin edilir və bu optimal tərkib sıxılmada möhkəmlik həddinin maksimum 58,66 MPa qiymətini təmin edir.⁶

⁶ Проведение активного эксперимента при разработке состава шихты для производства клинкерного кирпича на основе местных глин. Багиров Б.И., Мамедова И.Г., Аббасова Н., Ширинзаде И.Н.

Tədqiqat işinin III fəsilinin sonuncu paragrafı ultradispers əlavəli keramik kütlə əsasında hazırlanmış klinker kərpicinin tərkibinin müasir fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları vasitəsilə tədqiqinə həsr edilmişdir.



Qrafik 4. Sıxılmada möhkəmlik həddinin ultradispers əlavələrin miqdarından asılılığı

Keramik materialların xassələrinin onun tərkibini təşkil edən amorf və kristallik fazanın nisbətindən asılı olduğuna görə kimyəvi

tərkibə əsasən materialın faza tərkibi müəyyən edilmişdir və cədvəl 6-da təqdim edilmişdir.

Bu Aşağı Güzdək gili və seçilmiş alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrdən hazırlanmış və 1250⁰C-də yandırılmış nümunələrdə həyata keçirilmişdir.⁷

Cədvəl 6. Klinker kərpici üçün keramik materialın mineroloji tərkibi

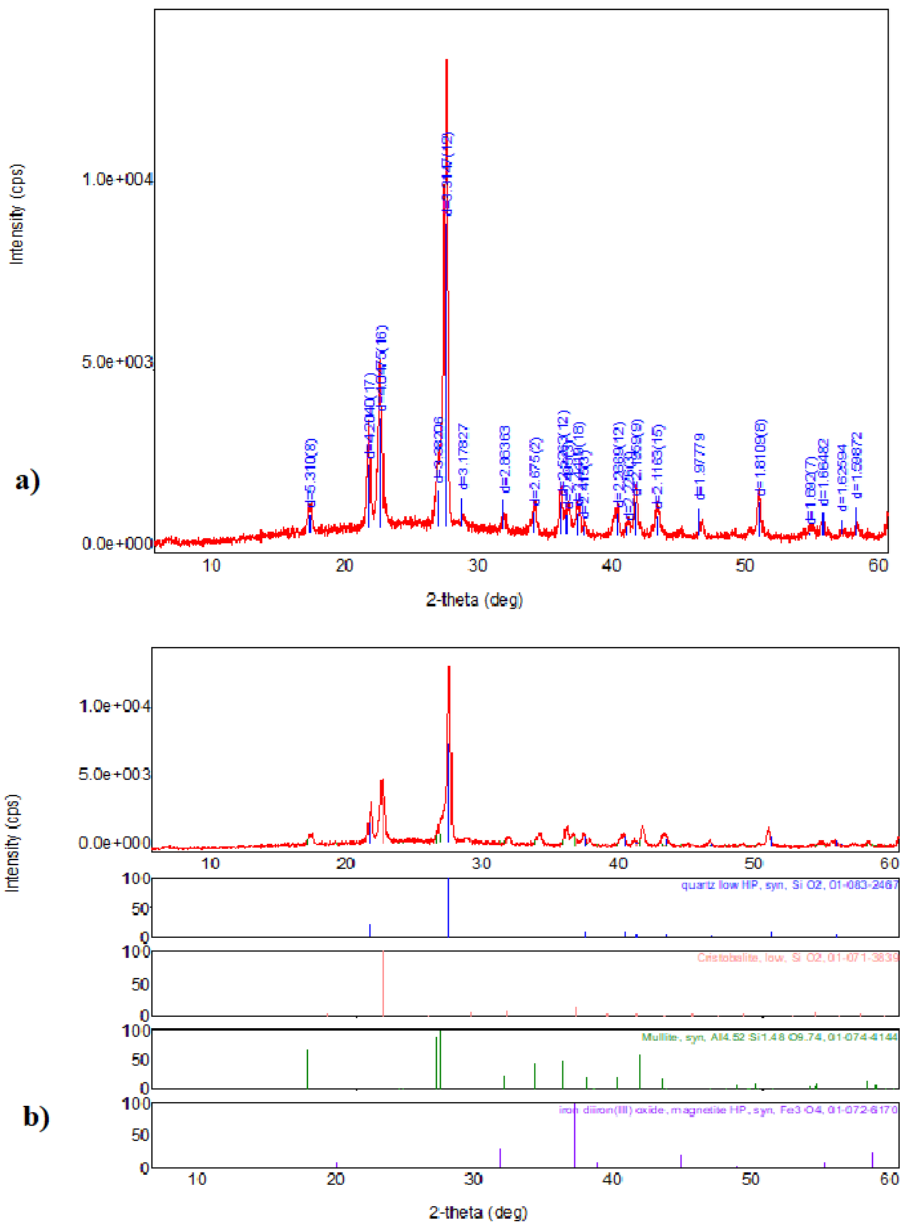
Keramik kütlənin tərkibinə daxil olan komponentlər, %			Keramik materialın mineroloji tərkibi, %		
Gil	Şamot	Uçucu kül	Mullit	Sərbəst SiO ₂	Şüşə faza
80	10	10	34,67	52,0	12,7

Cədvəldən də görünür ki, tədqiq olunan materialın tərkibi əsasən kristallik fazadan (87,3%) ibarətdir. Kristallik faza müllit mineralından və sərbəst SiO₂-dən təşkil olunmuşdur. Az miqdarda şüşə faza (12,7%) keramik materialın daha da sıxlaşmasına səbəb olur. Bu onların şəkil 1-da təqdim olunmuş dervatoqramlarından və mikroşkillərindən də (şəkil 2) aydın görünür.

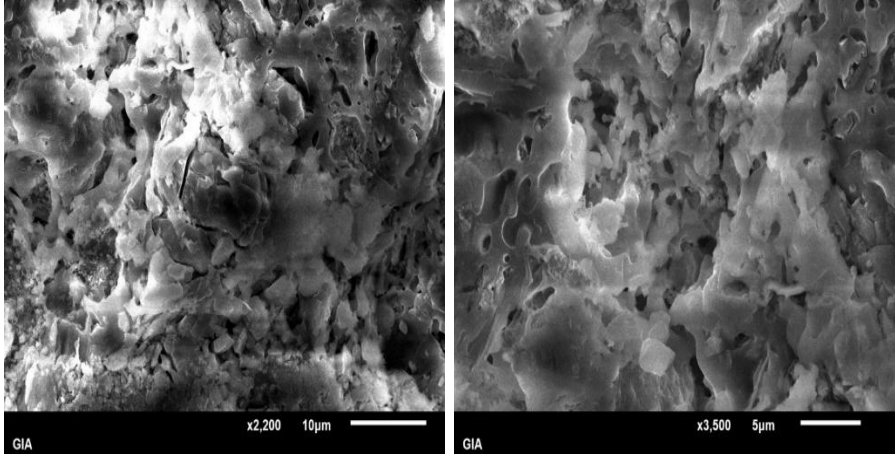
Dissertasiya işinin IV fəsli ultradispers əlavələrlə modifikasiya olunmuş keramik kütlə əsasında klinker kərpici texnologiyasının işlənməsi və texniki-iqtisadi əsaslandırılmasına həsr edilmişdir. Burada ilk öncə klinker kərpici istehsalı üçün texnoloji əməliyyatlar qeyd olunmuş, xammallar seçilmiş və xammal qarışığı hazırlanmışdır.

Təcrübi-sınaq həyata keçirilən müəssisəyə (Keramika və dulusçuluq fabriki. Xırdalan şəhəri) yaxın olduğu üçün laboratoriya sınaqlarında da istifadə olunan Aşağı Güzdək gilindən istifadə edilmişdir. Ultradispers əlavə olaraq həm şamot, həm də uçucu küldən istifadə edilmişdir.

⁷ Klinker kərpicinin kimyəvi mineroloji tərkibinin tədqiqi. Bağırov B.İ., Şirinzadə İ.N., Məmmədova İ.H., Xəlilov E.V.



Şəkil 1. Aşağı Güzdək gili və şamot əsasında keramik materialın difraktoqramı.

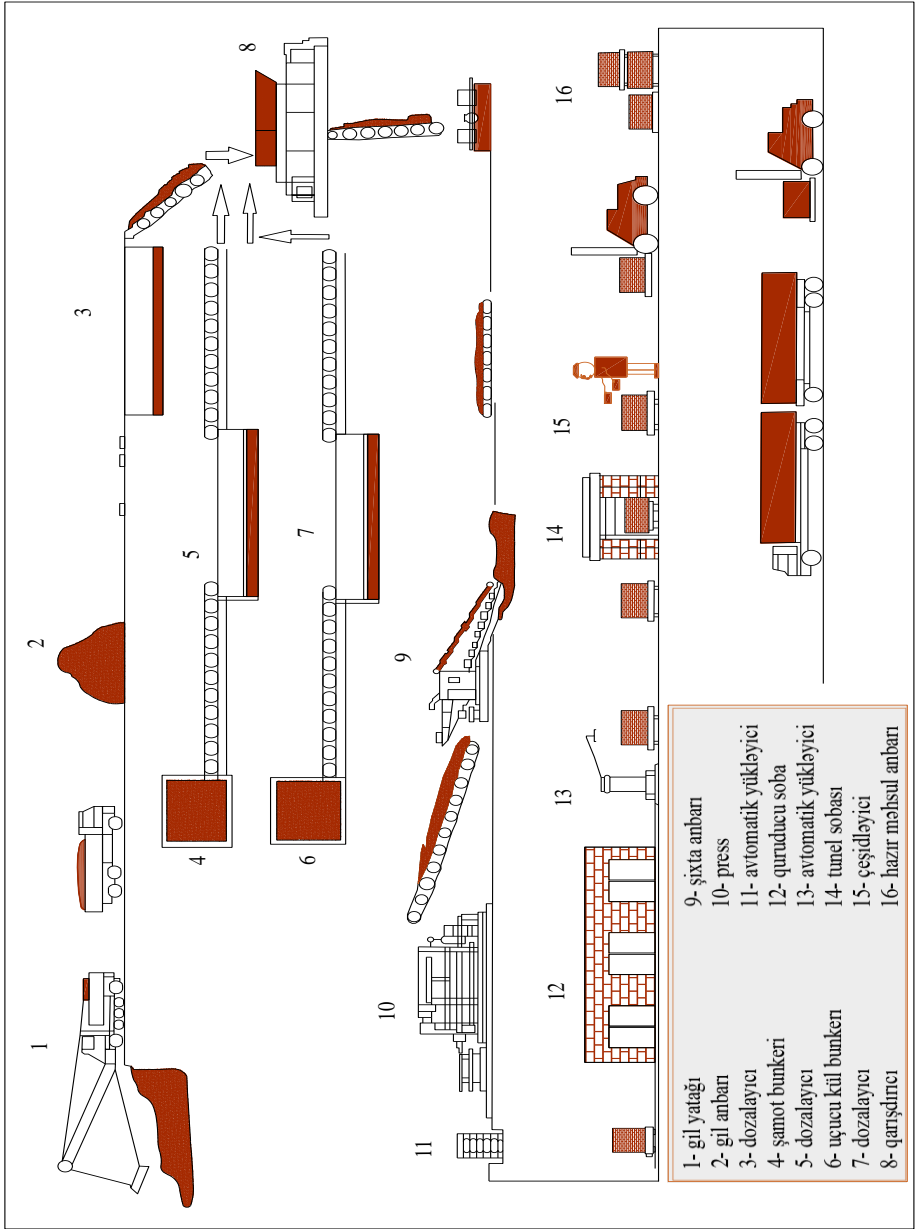


Şəkil 2. Aşağı Güzdək gili, şamot və uçucu kül tərkibli keramik materialın mikroşəkilləri

- Gilin üyüdülməsi – 2 saat;
- Xammalların dozalanması – 2 dəq ;
- Keramik kütlənin quru halda qarışdırılması – 5 dəq;
- Keramik kütlənin su ilə qarışdırılması – 5 dəq;
- Klinker kərpicinin preslənməsi – 1 dəq;
- Kərpiclərin qurudulması 80-90⁰C-də - 7 saat;
- Kərpiclərin yandırılması 1250⁰C-də – 2 saat.

İstehsal şəraitində alınmış klinker kərpicinin inşaat-texniki xassələri ГОСТ 32311-2012-yə əsasən təyin edilmiş və standartın tələblərini ödədiyi müəyyən edilmişdir.

Dissertasiya işinin IV fəsilində klinker kərpic istehsalının texniki-iqtisadi göstəricilərin nəticələri də təqdim edilmişdir. İlk öncə 1 ədəd kərpicin maya dəyəri hesablanmış, daha sonra bu ölkəmizə Rusiya və İrandan gətirilmiş klinker kərpiclərinin qiyməti ilə müqayisə edilərək iqtisadi səmərəlilik hesablanmışdır. İllik iqtisadi səmərəlilik 1 mln manat təşkil edir.



Şəkil 3. Yerli polimineral gillər və alümosilikat tərkibli ultra-dispers əlavələrlə modifikasiya olunmuş klinker kərpic istehsalının texnoloji sxemi.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Klinker kərpicinin alınma texnologiyasının xüsusiyyətləri analiz edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, yerli polimineral gilləri alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrlə modifikasiya etməklə yüksək texniki xassələrə malik üzlük məmulat almaq mümkündür.
2. Klinker kərpicinin alınmasında istifadə olunan gillərin və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrin tərkibi müasir fiziki-kimyəvi tədqiqat metodları vasitəsilə öyrənilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, Umbakı və Pirigöl yatağının gilləri yarım turş, Aşağı Güzdək və Kükü yatağının gilləri isə turş gil qrupuna aiddir. Həmçinin, Umbakı və Pirigöl yataqlarının gilləri odadavamlılıqına görə çətinəriyə gillərdir. Alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələrin tərkibinin rentgenoqrafik analizinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, şamot, uçucu kül və susuzlaşdırılmış gilin tərkibi amorflaşmış kütlədən (SiO_2) ibarətdir ki, bu da onların termiki prosesdə aktivliyinin yüksək olmasını təmin edir.
3. Klinker kərpicinin alınmasında istifadə olunan gillərin texnoloji xassələri də öyrənilmiş və təcrübi yolla müəyyən olunmuşdur ki, gil hissəciklərinin miqdarı Kükü yatağının gilində digər yataqlara nisbətən daha azdır (kükü yatağında 46%, digərlərində 50-60%). Həmçinin, gillərin laxtalaşma temperaturu da təyin edilmişdir: bu Aşağı Güzdək gili üçün – 1340°C , Umbakı gili üçün – 1390°C , Pirigöl gili üçün - 1380°C , Kükü gili üçün isə - 1250°C olmuşdur.
4. Tədqiqat işində istifadə olunan 4 növ gil (Aşağı Güzdək, Umbakı, Pirigöl və Kükü yataqlarının gilləri) və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr əsasında keramik materialın xassələrinə əlavənin miqdarının təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, Aşağı Güzdək, Umbakı və Pirigöl yataqlarının gilləri əsasında hazırlanan keramik şixtaya 15-20%-ə qədər ultradispers əlavə qatıldıqda alınan materialın fiziki-mexaniki göstəriciləri klinker

kərpici üçün standartın verdiyi normaları ödəyir. Yəni, bu materialların suhoptmaları 6%-dən az, sıxılmada möhkəmlikləri isə 30 MPa-dan çox olur. Kükü yatağının gili və 20%-ə qədər əlavə əsasında alınan keramik materialın isə suhoptması bu normadan yuxarı alınır.

5. Təcrübə nəticəsində sübut olunmuşdur ki, şamot və uçucu kül əsasında alınan keramik materialın texniki xassələri bir-birindən kəskin fərqlənir. 20% şamot istifadə etməklə alınan keramik materialın sıxılmada möhkəmliyi eyni miqdarda uçucu kül istifadə etməklə alınan keramik materialın sıxılmada möhkəmliyindən 5-6% çoxdur.
6. Klinker kərpicinin xassələrinin keramik kütlənin qəliblənmə üsulundan asılılığı tədqiq edilmiş, müəyyən olunmuşdur ki, 12% nəmlikdə 15 MPa təzyiqlə qəliblənmiş (yarımquru presləmə üsulu) keramik materialın sıxılmada möhkəmlik həddi plastik üsulla (23% nəmlikdə) qəliblənmiş materialın sıxılmada möhkəmlik həddindən 30% yüksəkdir.
7. Plastik üsulla qəlibləmənin effektivliyinin artırılması məqsədilə seçilmiş optimal keramik şixta tərkibinin hazırlanmasında səthi aktiv əlavələrdən istifadə edilmişdir. 0,3% C-3 plastikleşdirici əlavənin istifadəsi ilə keramik kütlənin nəmliyi 25%-dən 20%-ə qədər aşağı salınmışdır ki, bu da keramik materialın sıxlığının və uyğun olaraq da möhkəmliyinin artmasına (10-15%), suhoptmasının isə əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olmuşdur.
8. Yerli polimineral gillər və alümosilikat tərkibli ultradispers əlavələr əsasında yüksək texniki xassələrə malik klinker kərpici almaq üçün keramik kütlənin 1250⁰C-də yandırılması təcrübə yolla təyin olunmuşdur.
9. Üç komponentli keramik kütlə tərkibini təşkil edən komponentlərin hər birinin ayrılıqda xüsusiyyətlərinin və bu komponentlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gələn

xüsusiyyətlərin öyrənilməsində Boks-Benkin planını tətbiq etməklə riyazi-statistik analiz aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, aktiv eksperiment nəticəsində alınmış reqressiya tənliklərinin əmsallarına görə şixtanın optimal tərkibi müəyyən edilmiş və bu optimal tərkib sıxılmada möhkəmlik həddinin maksimum 58,66 MPa qiymətini təmin edir.

10. Alınmış klinker kərpici üçün keramik materialın tərkibi və quruluşu müasir fiziki-kimyəvi analiz üsulları vasitəsilə öyrənilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, yüksək keyfiyyətli keramik materialın tərkibi 25-30% kristallik fazadan, 70-75% isə şüşə fazadan təşkil olunmuşdur. Kristallik faza əsasən mullit mineralından və SiO_2 -dən (kristobalit) ibarətdir.
11. Klinker kərpicinin sənaye şəraitində istehsalı Xırdalan şəhərində yerləşən “Keramika və dulusçuluq” fabrikində həyata keçirilmişdir. Alınan klinker kərpiclərinin fiziki-mexaniki xassələri ГОСТ 32311-2012-nin tələblərinə uyğun olmuşdur. İstehsal şəraitində alınan klinker kərpicinin iqtisadi göstəriciləri hesablanmış və müəyyən olunmuşdur ki, xarici ölkələrdən gətirilmiş klinker kərpici ilə müqayisədə təklif olunan texnologiya ilə alınmış məmulat 2 dəfə ucuz başa gəlir.

Bulud İbrahim oğlu Bağirovun dissertasiya mövzusu üzrə çap edilmiş elmi əsərlərinin siyahısı

1. Bağirov, B.İ. Klinker kərpicinin səkilərin, meydançaların, piyada keçidlərinin və velosiped yollarının tikilməsində tədqiqi // Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat-yol kompleksinin inkişaf perspektivləri mövzusunda Elmi-praktiki konfrans, - Bakı: - 2017. - s. 24-27.
2. Bağirov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. Klinker kərpicini istehsalı üçün xammalların kimyəvi tərkibinin tədqiqi // – Bakı: AzMİU-nun Elmi Əsərləri, – 2018. №1, – s. 69-71.
3. Bağirov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. Uçucu küllərin klinker kərpicinin xassələrinə təsirinin tədqiqi // - Bakı: Ekologiya və su təsərrüfatı, Elmi-texniki istehsalat jurnalı, - 2019. № 4, ISSN 2818.1513 - s. 89-95.
4. Bağirov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. The research of the radioactivity of the raw materials for klinker brick productions // Radiasiya və kimyəvi təhlükəsizlik problemləri Beynəlxalq Elmi-praktiki Konfrans, - Bakı: - 2019. - s. 47-48.
5. Bağirov, B.İ. Xammal və materialların xüsusiyyətlərinin klinker kərpicinin xassələrinə təsiri //Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXIII Respublika elmi konfransının materialları. AzMİU, - Bakı: - 2019. II buraxılış - s. 327-328.
6. Bağirov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. Investigation of the technological properties of Clinker brick //III Beynəlxalq Azərbaycan-Ukrayna Konfransı, - Baku-Poltava: - 2020. № 3, - s. 9-11.
7. 4. Bağirov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. Gil-ultradispers əlavə qarışığı əsasında alınan materialların quruluş-sorbsiya xüsusiyyətlərinin tədqiqi // III Beynəlxalq Azərbaycan-Ukrayna konfransı, – Baku-Poltava: – 2020, – s. 41-43
8. Bağirov, B., Şirinzadə I., Mykhailovska, O. Study of Structural-Sorption Properties of Materials Made on the Basis of Clay-Ultradispers Additional Mixture // Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations, ICBI2020, Poltava: – 2022, – p. 375-381
9. Bağirov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. Qarabağda şəhərsalma işlərində klinker kərpicinin tətbiqi // Qarabağ və Şərqi Zəngəzur

memarlığına həsr olunmuş Beynəlxalq konfransın materialları, – Bakı: – 2022, – s. 206-208

10. Bağırov, B.İ. Ultradispers əlavələrlə modifikasiya olunmuş klinker kərpicinin istehsal texnologiyasının işlənməsi // Təhsil İnstitutu tərəfindən keçirilmiş Şuşa ilinə həsr edilmiş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXV Respublika Elmi Konfransı (XXV NASCQ), – Bakı: – 2022, – s. 123-126
11. Bağırov, B.İ. Ultradispers əlavələrlə modifikasiya olunmuş keramik materiallar texnologiyasının işlənməsi və texniki-iqtisadi əsaslandırılması // AzMİU-nun “Nəqliyyat və Logistika” kafedrasının “Azərbaycan Respublikasında nəqliyyat, yol və logistika kompleksinin inkişaf perspektivləri” mövzusunda Elmi praktik Konfrans, - Bakı: - 2022. - s. 79-81.
12. Bağırov, B.İ., Şirinzadə, İ.N., Məmmədova, İ.H., Xəlilov, E.V. Klinker kərpicinin kimyəvi mineroloji tərkibinin tədqiqi // Tikintidə izolyasiya problemləri mövzusunda Respublika Elmi konfransının materialları, – Bakı: – 2022, – s. 32-35
13. Багиров, Б.И. Проведение активного эксперимента при разработке состава шихты для производства клинкерного кирпича на основе местных глин / Б.И. Багиров, И.Г. Мамедова, И.Н. Ширинзаде [и др.] // Публикация в рецензируемом научном журнале Тенденции развития науки и образования, RB316483162RU, – Москва: 2023. – № 98(1), с. 9-19.
14. Bağırov, B.İ., Şirinzadə, İ.N. Klinker kərpicinin xassələrinin keramik materialın tərkibindən asılılığının tədqiqi // – Bakı: AzMİU-nun Elmi əsərlər jurnalı, – 2023. №1, – s. 89-94
15. Baghirov, B.I. Selection of Ceramic Mass for Clinker Brick by Modification of Azerbaijan Clays with Ultradisperse Additives / B.I. Baghirov, I.H. Mammadova, I.N. Shirinzade // Межрегиональная общественная организация, “Фонд развития науки и культуры”, Components scientific and technological progress, – Москва: – 2023. №12(90), – p. 38-44.
16. Baghirov, B.I., Şirinzadə, İ.N. Study of the effect of ultradisperse additives containing alumosilicate on the properties of road bricks. // “Российская наука в современном мире” LX

Международная научно-практическая конференция ISBN 978-5-6051429-7-3 – Москва: Научно-издательский центр “Актуальность РФ”. – 2024, – p. 50-51.

Çap edilmiş işlərdə iddiaçının şəxsi töhfəsi:

[1; 5; 10; 11] sayılı elmi işləri iddiaçı sərbəst yerinə yetirmişdir.

[2; 3; 4; 6; 7; 8; 9; 12; 13; 14; 15; 16] sayılı elmi işlərdə məsələnin qoyuluşu, təcrübələrin aparılması, nəticələrin inteqrasiyası və məqalənin çapa hazırlanması iddiaçıya məxsusdur.

Dissertasiyanın müdafiəsi "24" yanvar 2025-ci il tarixində saat 12:00-da Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.37 Dissertasiya Şurasının bazasında yaradılmış BFD 2.37 Birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1073, Bakı şəhəri, Ayna Sultanova küçəsi 11, AzMİU, korpus-I, auditoriya-508.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat "18" dekabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:10.12.2024

Kağız formatı: A5

Həcm: 36848 işarə

Tiraj: 100