

UOT 691.7

MƏMMƏDOVA İ.H., QURBANOVA İ.D.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
irada.mammadova@azmiu.edu.az, irada.gurbanova@azmiu.edu.az

TiO₂ İLƏ MODİFİKASIYA OLUNMUŞ YÜKSƏKMÖHKƏMLİKLİ GİPS YAPIŞDIRICILARININ XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI

Giriş. Tikinti sektorunda sürətin və həcmnin yüksəlməsi, yeni layihələrin sayının artması və infrastrukturun genişlənməsi nəticəsində inşaat materiallarına olan tələbat da əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu proses inşaat materialları bazarında materiallara olan tələbatın davamlı şəkildə yüksəlməsinə, həmçinin istehsal və təchizat zəncirinin daha intensiv şəkildə fəaliyyət göstərməsinə gətirib çıxarır. Müasir dövrimizdə tikintini materiallarına tələbat, onların çeşidinin və keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması günün vacib məsələlərinə çevrilmişdir.

Elm və texnika sahəsində nanotexnologiyalar və nanomateriallar adlandırılan yeni bir istiqamət formalaşmağa başladı. Hal-hazırda bu texnologiyalar digər sahələrdə olduğu kimi inşaat materialşünaslığının da əsas istiqamətlərini müəyyənləşdirir.

Nanohissəciklərin və ya onlara yaxın olan ultradispers hissəciklərin istifadəsi tikinti materiallarının xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirməyə və yeni materialların alınmasına imkan verir. Bu yeni texnologiyaların istifadəsi gips yapışdırıcıları müəssisələrinin də yenidən qurulması və inkişaf etdirilməsinə səbəb olmuşdur.

İnşaat materialları sənayesində TiO₂ nanomodifikatorların tətqinin üstün cəhətləri onların yalnız xassələrinin yaxşılaşdırılması deyil, həmçinin texnoloji prosesdə demək olar ki, heç bir ciddi dəyişikliyin edilməməsindədir ki, bu da mövcud sənaye müəssisələri üçün çox vacib amillərdən biridir.

Hal-hazırda digər inşaat materiallarında olduğu kimi gips yapışdırıcılarının istehsalında da müxtəlif növ modifikatorlardan istifadə edilir. Bu modifikatorlar içərisində nanomodifikatorlar materialların xassələrinin dəyişdirilməsində daha mühüm oynayır.

Gips əsaslı inşaat materiallarından - quru inşaat qarışıqlarından (QİQ) və gips-karton vəərəqlərdən tikintidə geniş istifadə olunur.

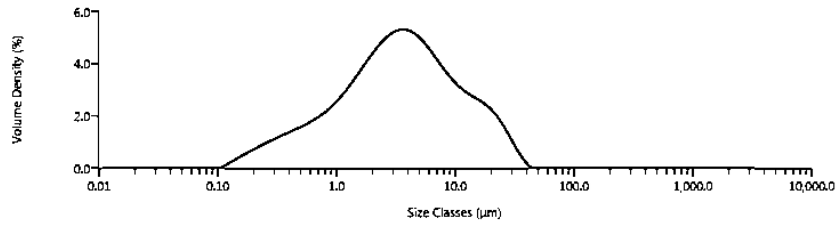
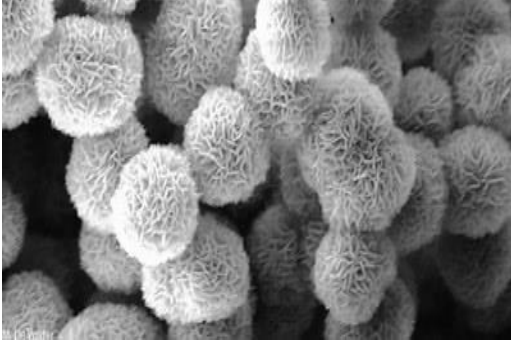
Lakin məlumdur ki, inşaat gipsinin möhkəmliyi kifayət qədər yüksək deyildir və onun əsasında hazırlanan məmulatların nəmədayanıqlığı aşağı olması onların istifadə sahəsinə əhəmiyyətli dərəcədə məhdudlaşdırır. [1,3]

Bu məqsədlə gips yapışdırıcılarının inşaat-texniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasında kimyəvi aktivliyi yüksək olan ultradispers əlavələrin istifadəsi aktual məsələlərdən biridir. Bu tip əlavələr texnoloji əməliyyatın müxtəlif mərhələlərində əlavə olunaraq yapışdırıcı materialların xassələrini tənzimləyir və standartların tələblərini ödəyən yüksəkkeyfiyyətli materialların alınmasını təmin edir.

Tədqiqat işində əsas məqsəd ultradispers hissəciklərin istifadəsi ilə gips yapışdırıcı materiallarının suyardayanıqlığının və möhkəmliyinin artırılmasıdır. Bu məqsədlə yüksəkmöhkəmlikli gips (0,5 MPa təzyiqdə 8 saat müddətində avtoklavda emal edilmiş), sönməmiş üyüdülmüş əhəng və yüksək reaksiyaya girmə qabiliyyəti olan nanomodifikatorlardan istifadə edilmişdir.

Son zamanlar inşaat materialları sənayesində geniş tətbiq edilən nanomodifikatorlardan biri də TiO₂-dir. TiO₂-nin xüsusi səthi 7000 q/m²-ə bərabərdir. Ədəbiyyatlardan [1,3] məlumdur və eyni zamanda elektron mikroskop analizi nəticəsində də müəyyən olunmuşdur ki (şəkil 1), TiO₂ nanohissəciklərinin səthi məsaməlidir və bu səbəbdən də hissəciklərin kimyəvi aktivliyi çox yüksəkdir [6]. TiO₂ nano ölçüyə qədər üyüdüldükdə onun fotokataliz xassəsi daha da güclənir. Fotokataliz - təhlükəli və çirkləndirici maddələrin parçalanaraq təhlükəsiz maddələrə çevrilməsi prosesidir. Fotokataliz xassələrinə malik inşaat materialları

yüksək inşaat-texniki xassələrə malik olmaqla yanaşı, eyni zamanda ətraf mühitin mühafizəsində də xüsusi əhəmiyyətə malikdir [6].



— [408] MK-05/06/2015 16:05:32

Size (µm)	% Volume Over	Size (µm)	% Volume Over	Size (µm)	% Volume Over	Size (µm)	% Volume Over	Size (µm)	% Volume Over
0.0100	100.00	0.146	99.63	2.13	65.31	31.1	0.84	454	0.00
0.0114	100.00	0.166	99.27	2.42	61.38	35.3	0.26	516	0.00
0.0129	100.00	0.188	98.79	2.75	57.23	40.1	0.00	586	0.00
0.0147	100.00	0.214	98.19	3.12	52.91	45.6	0.00	666	0.00
0.0167	100.00	0.243	97.49	3.55	48.49	51.8	0.00	756	0.00
0.0189	100.00	0.276	96.68	4.03	44.06	58.9	0.00	859	0.00
0.0215	100.00	0.314	95.76	4.58	39.69	66.9	0.00	976	0.00
0.0244	100.00	0.357	94.75	5.21	35.47	76.0	0.00	1110	0.00
0.0278	100.00	0.405	93.65	5.92	31.48	86.4	0.00	1260	0.00
0.0315	100.00	0.460	92.45	6.72	27.76	98.1	0.00	1430	0.00
0.0358	100.00	0.523	91.15	7.64	24.35	111	0.00	1630	0.00
0.0407	100.00	0.594	89.75	8.68	21.22	127	0.00	1850	0.00
0.0463	100.00	0.675	88.23	9.86	18.37	144	0.00	2100	0.00
0.0526	100.00	0.767	86.58	11.2	15.73	163	0.00	2390	0.00
0.0597	100.00	0.872	84.78	12.7	13.27	186	0.00	2710	0.00
0.0679	100.00	0.991	82.79	14.5	10.95	211	0.00	3080	0.00
0.0771	100.00	1.13	80.58	16.4	8.75	240	0.00	3500	0.00
0.0876	100.00	1.28	78.11	18.7	6.69	272	0.00		
0.0995	100.00	1.45	75.37	21.2	4.79	310	0.00		
0.113	100.00	1.65	72.32	24.1	3.14	352	0.00		
0.128	99.88	1.88	68.96	27.4	1.80	400	0.00		

Şəkil 2. TiO₂-nin dənəvər tərkibi

Metakaolinin hidravlik aktivliyi 1200 mq/q-a qədər olur.

Tədqiqat işində istifadə olunan TiO₂-nin dənəvər tərkibi isə lazer qranulometriyası vasitəsilə öyrənilmişdir. Təcrübə “NORM” Sement zavodunun laboratoriyasında MASTERSIZER 3000 (Malvern, Almaniya) aparatında həyata keçirilmişdir.

Qrafikdən görünür ki, metakaolin hissəciklərinin əsas hissəsinin ölçüsü 10 mkm-dən kiçikdir. Deməli, səthi məsaməli mikrohissəciklər bu əlavənin yüksək aktivliyi təmin edir.

Şəkil 1. TiO₂ mikroşəkili

Tədqiqat işində istifadə olunan nanomodifikator (TiO₂-in) tərkibi öyrənilmişdir. Bunun üçün mikrozond analiz üsulundan istifadə edilmişdir. Təcrübə AMEA-nın Geologiya İnstitutunun Analitik Mərkəzində aparılmışdır.

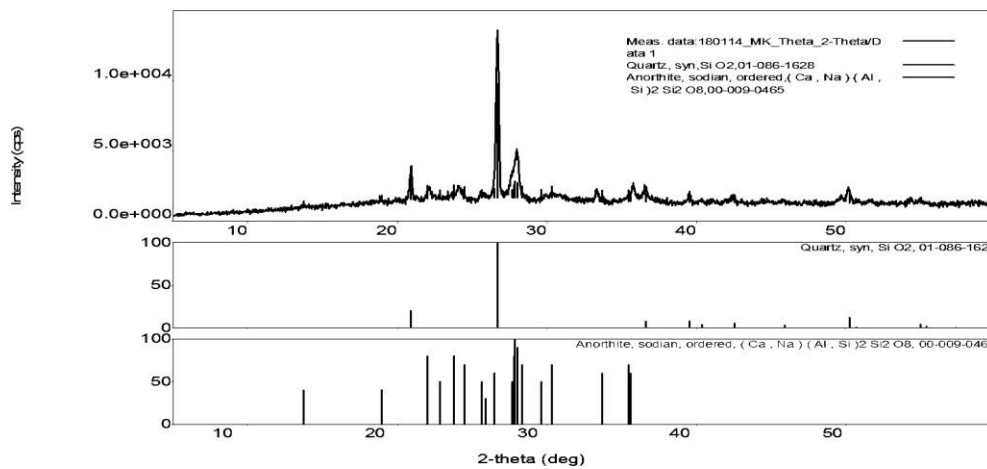
Şəkil 1-dən görünür ki, TiO₂-in [6] səthi aktiv mineral əlavələrin səthi kimi məsaməli quruluşa malikdir. Bu cür səth malik olması onun qarşılıqlı təsirdə asanlıqla reaksiyaya girməsini təmin edir ki, tərkibinin də SiO₂ və Al₂O₃-dən ibarət olduğunu nəzərə alsaq, CaO və ya Ca(OH)²-nin iştirak etdiyi sistemlərdə suyardanlıq daş materiallarının alınması labuddur.

Bu hissəciklərin müəyyən dərəcədə amorflaşması və tərkibinin də kvars və metakaolin hissəciklərindən təşkil olunması şəkil 2-də təqdim edilmiş difraktoqramla da sübut olunur. Şəkil 3-dən görüldüyü kimi TiO₂ nanomodifikasiyasının əlavəsi gips və əhəng qarışığından ibarət olan yapışdırıcının mexaniki möhkəmliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır və eyni zamanda suydavamlığına da müsbət təsir göstərir.

Gips, əhəng və TiO₂ qarışığı əsasında hazırlanmış materialın suydavamlığının artması,

TiO₂-nin kimyəvi tərkibi

Kimyəvi element	Kütlə üzrə, %	Atom, %	Birləşmədə, .%	Formulu
Na K	2.08	1.92	2.80	Na ₂ O
Mg K	2.17	1.89	3.61	MgO
Al K	12.66	9.94	23.93	Al ₂ O ₃
Si K	26.29	19.83	56.24	SiO ₂
K K	2.00	1.08	2.41	K ₂ O
Ca K	3.23	1.71	4.52	CaO
Ti K	0.39	0.17	0.66	TiO ₂
Fe K	4.54	1.72	5.84	FeO
O	46.63	61.74		
Cəmi	100.00			



Şəkil 3. *TiO₂ nanomodifikatorunun istifadəsi ilə yüksəkmöhkəmlikli gipsin difraktoqramı*

TiO₂ nanomodifikatorunun yüksəkmöhkəmlikli gipsin xassələrinə təsiri

s/s	Materialların miqdarı, %				Nümunələrin sıxılımda möhkəmlik həddi, MPa	Yumşalma əmsalı
	gips	əhəng	TiO ₂	su		
1	100	-	-	55	22,1	0,40
2	97	3	-	53	24,8	0,40
3	97	-	3	56	24,6	0,42
4	94	3	3	55	29,7	0,49
5	90	5	5	57	33,9	0,65
6	88	5	7	58	34,5	0,70

[5] həmçinin rentgenoqrafik analiz üsulu ilə də təsdiqlənmişdir. İlk öncə, bu qarışıq əsasında hazırlanan materialın difraktoqramında (şəkil 4) TiO₂-ə məxsus amorflaşmış quruluş müşahidə olunmur. Bu onu göstərir ki, istifadə olunan TiO₂ hamısı digər komponentlə (burada Ca(OH)₂ ilə) qarşılıqlı təsirdə olmuş və kristallik quruluşlu yeni birləşmə əmələ gətirmişdir. Belə ki, bu oksid

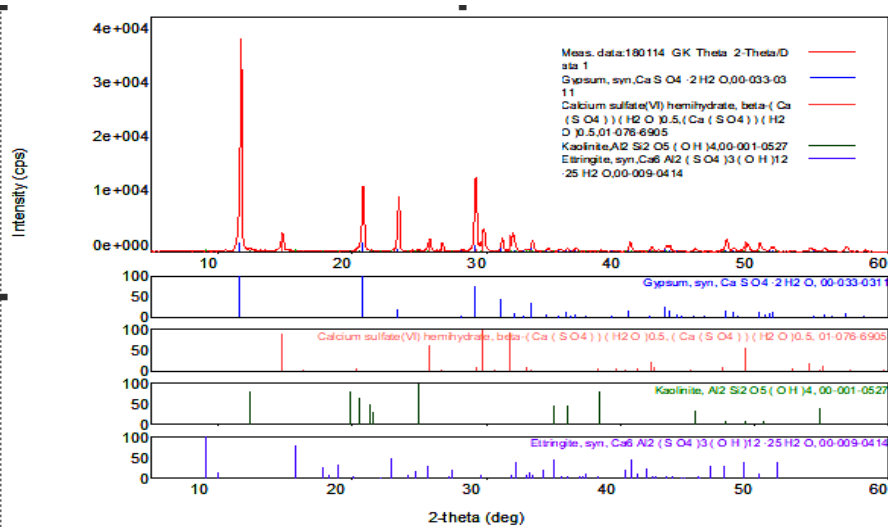
korund kristallarının əmələ gəlməsini sürətləndirir. İ.Q. Duderov və Q.M. Matveyevin fikrincə TiO₂-nin narınlığının yüksəlməsi bu əlavənin effektivliyini daha da artırır.

Məlumdur ki, mineral yapışdırıcılar əsasında hazırlanan süni daş materiallarına suya dayanıqlıq xassəsini kalsium hidrosilikatlar, kalsium hidroalüminatlar və s. hidrobirləşmələr verir. Difraktoqramdan kalsium hidro-

sulfoalüminatlarıməxsus kiçik də olsa xətlərə rast gəlinir.

TiO₂ nanomodifikatorunun gips materialının sıxlığına təsiri mikrosəkillərdən daha aydın görünür (şəkil 4).

Mikroskop analizindən də görüldüyü kimi (şəkil 4) kristal faza amorf fazadan daha çoxdur. TiO₂ mikrokristalların əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da gips materialların daha yüksəkmöhkəmliyini təmin edir.



Şəkil 4. TiO₂ nanomodifikatorunun istifadəsi ilə inşaat gipsinin difraktoqramı

NƏTİCƏ

TiO₂ nanomodifikatorunun gips yapıdırıcılarına əlavə edilməsi materialın sıxlığını, möhkəmliyini və suya davamlılığını əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bu effekt TiO₂-nin yüksək reaktivliyi və kristallik strukturların formalaşmasını gücləndirməsi ilə bağlıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Ağabəyli N.M. İnşaat materialları və məmulatları. Bakı, 2008, 533 s.
2. Ağabəyli N.M. İnşaat materialları və məmulatları fənnindən laboratoriya işləri. Bakı, 2011, 100 s.
3. İ.N. Şirinzadə. Materialşünaslıq. Bakı, AzMİU, 2018.316 s.
4. İ.N.Şirinzadə, N.Ə.Şirinzadə. İnşaat materiallarının fiziki-kimyəvi əsasları. Bakı-2006. 278s.
5. Бабков В.В., Латыков В. М., Ломакина Л.Н., Шигапов Р.И., Модифицированные гипсовые вяжущие повышенной водостойкости и гипсокерамзитобетонные стеновые блоки для малоэтажного жилищного строительства на их основе //Строительные материалы. №7, 2012, С.47.
6. Метакаолин <https://ru.wikipedia.org/wiki>

7. Алтыкис М.Г. Экспериментально-теоретические основы получения композиционных и многофазовых гипсовых вяжущих веществ для сухих строительных смесей и материалов: автореф. дис. доктора техн. наук. Пенза, 2003. 48 с.
8. Алтыкис М.Г. Экспериментально-теоретические основы получения композиционных и многофазовых гипсовых вяжущих веществ для сухих строительных смесей и материалов: автореф. дис. доктора техн. наук. Пенза, 2003. 48 с.
9. Булатов Б.Г., Недосеко И.В. Автоматизация системы управления производством стеновых изделий на основе фосфогипса // В сборнике: Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий. Материалы VIII международной научно-практической конференции. 2016.
10. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. Учебник для вузов/под ред. Тимашова В.В. М: Высшая школа. 1980, 472 с.
11. Гаркави М.С., Некрасова С.А., Трошкина Е.А., Кинетика формирования

контактов в наномодифицированных
гипсовых материалах//

UOT 691.7

Məmmədova İ.H., Qurbanova İ.D.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
irada.mammadova@azmiu.edu.az,
irada.gurbanova@azmiu.edu.az

**TiO₂ ilə modifikasiya olunmuş yüksək-
möhkəmlikli gips yapışdırıcılarının
xassələrinin tədqiqi**

XÜLASƏ

Hal-hazırda inşaat materialları sənayesində yapışdırıcı materialların xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün onların tərkibinin modifikasiyası geniş tətbiq edilir. Məqalədə TiO₂ nanomodifikatorunun tətbiqi ilə gips yapışdırıcılarının inşaat – texniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasını təmin etməkdir. Lakin məlumdur ki, inşaat gipsinin möhkəmliyi kifayət qədər yüksək deyildir və onun əsasında hazırlanan məmulatların nəmədayanlığı aşağıdır. Gips yapışdırıcılarının inşaat-texniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasında kimyəvi aktivliyi yüksək olan ultradispers əlavələrin istifadəsi aktual məsələlərdən biridir. İstifadə olunan TiO₂ nanomodifikator gips yapışdırıcının mexaniki möhkəmliyini və suyadavamlılığını əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır.

Məlumdur ki, inşaat gipsinin möhkəmliyi kifayət qədər yüksək deyildir və onun əsasında hazırlanan məmulatların nəmədayanlığı da aşağıdır. Gips yapışdırıcılarının inşaat-texniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasında kimyəvi aktivliyi yüksək olan ultradispers əlavələr istifadə edilmişdir.

Məqalə əsasən, TiO₂-nin gips yapışdırıcı materialların xassələrinə təsiri məsələsinə həsr olunmuşdur.

Açar sözlər: *yüksəkmöhkəmlikli gips, nanomodifikator, gips yapışdırıcısı material, möhkəmlik, yumşalma əmsalı, dənəvər tərkib.*

Redaksiyaya daxil olma/Received 21.04.2026

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 22.05.2026

UOT 691.7

Mammadova I.H., Qurbanova I.D.

*Azerbaijan University of Architecture and
Construction*
irada.mammadova@azmiu.edu.az,
irada.gurbanova@azmiu.edu.az

**Study of the properties of high-strength
gypsum adhesives modified with TiO₂**

SUMMARY

Currently, modification of the composition of adhesive materials is widely used in the construction materials industry to improve their properties. The article aims to improve the construction and technical properties of gypsum adhesives by applying a TiO₂ nanomodifier. However, it is known that the strength of construction gypsum is not high enough and the moisture resistance of products made from it is low. The use of ultradisperse additives with high chemical activity in improving the construction and technical properties of gypsum adhesives is one of the current issues. The TiO₂ nanomodifier used significantly increased the mechanical strength and water resistance of the gypsum adhesive.

It is known that the strength of construction gypsum is not high enough and the moisture resistance of products made from it is also low. Ultradisperse additives with high chemical activity were used to improve the construction and technical properties of gypsum adhesives.

The article is mainly devoted to the effect of TiO₂ on the properties of gypsum adhesive materials.

Keywords: *high-strength gypsum, nanomodifier, gypsum adhesive material, strength, softening coefficient, granular composition.*

*Məqaləyə AzMIU-nun
"Materialşünaslıq" klafedrasının
dosenti. S.M. Əkbərova rəy vermişdir.*