



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun  
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin  
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Layda su axınının qarşısını almaq və quyudibi ətrafı sahədə dinamik zərbələrə davamlı nano-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> maqnetit/poliakrilamid əlavə edilmiş sement əsaslı tamponaj sistemlərinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/05/2-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **07 aprel 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 may 2024-cü il**

**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

**Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır**

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

**1** Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

*Layihənin həyata keçirilməsi üzrə aşağıdakı elmi-tədqiqat işləri yerinə yetirilmişdir:*

*-Tamponaj sementinin elastiklik və mexaniki-kimyəvi göstəricilərində nəzərdə tutulan xassələri təmin etmək məqsədi ilə 0.50; 0.45 və 0.40 su/sement nisbətində hazırlanmış qarışıqlara yüksək molekulyar kütləli poli-N-vinilpirrolidon (PVPr) və poliakrilamid (PAA) əlavə etməklə qarışıqın ilkin və sərtiləşdikdən sement pastasının yayılması, tutuşmasının ilkin və son nöqtələri, hidratasiyası, betonun isə su adsorbsiyası, sıxılma və əyilməyə davamlılıq kimi parametrləri müəyyən edilmişdir;*

*-Həmçinin tərkibində sementin quru küləsinin 1% və 2%-i qədər polimerlər mühitində stabilləşmiş maqnetit nanohissəcikləri olan beton daşları hazırlanmış və bəzi struktur və spektroskopik tədqiqatları aparılmışdır;*

*-Eləcədə, 0.1-1.0% kütlə miqdarlarında PAA və PVPr ilə modifikasiya olunmuş beton nümunələrinin İQ, rentgen-XRD, termoqrammetrik göstəriciləri TQA, DTA, SEM, EİS ilə identifikasiya edilməklə polimer makromolekulları ilə sement hissəcikləri kimyəvi qarşılıqlı əlaqənin təbiəti müəyyən edilmişdir;*

*- Bundan başqa,, 1% (kütlə) PVPr ilə modifikasiya olunmuş sement pastasına 1.0 və 2.0% (kütlə) 30-50*

nm ölçülü maqnetit nanohissəcikləri əlavə edilmiş 28 günlük sərtləşmiş betonun lay və Xəzər dənizi suyunda adsorbsiya qabiliyyətləri tədqiq edilmişdir;

- Sonda tərkibində sementin 1-2%-i qədər PAA ilə stabilləşdirilmiş maqnetit nanohissəcikləri olan 0.5 su/semant amilində Portland sementinin su ilə qarışığından hazırlanmış 28 günlük sərtləşmiş betonların elektrik impedans spektroskopiyaya üsulu ilə müqavimət dəyərləndirilməsi aparılmışdır.

Layihədə nəzərdə tutulan eksperimentlərin yerinə yetirilməsi zamanı müsbət standartlara və uyğun tədqiqatlara əsaslanan üsul və yanaşmalardan istifadə olunmuşdur. Tədqiqatlar zamanı tətbiq olunmuş metod, analiz, prosedür və digər spektroskopik üsulların istifadə forması aşağıda verilmişdir:

❖ Beton qarışıqlarının hazırlanmasında G markalı quyu üçün nəzərdə tutulan Portland sementi (API Specification 10A-2011), yüksək orta molekulyar kütləli poli-N-vinilpirrolidon (CAS 9003-39-8,  $M_w = 1.3 \times 10^6$ ) və şirin suda istifadə edilmişdir.

❖ Plastikləşdirici əlavə kimi bütün nümunələrə 1% nisbətə polikarboksilatdan istifadə olunmuşdur ( $pH=6.5$ , sıxlığı 1.095 q/ml, açıq qəhvəyi mayedir). Tamponaj sementinin su ilə qarışımı üç nisbətə hazırlanmışdır: 0.5; 0.45 və 0.40. Hər bir hal üçün götürüləcək sementin quru kütləsinin 0.04; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 və 1.0 %-i qədər polimer PVPr məhlulundan istifadə olunmuşdur.

❖ Beton nümunələrinin su absorpsiyası AZS 572.3-2011 standartlarına uyğun qravimetrik üsulla təyin edilmişdir. Hazırlanmış təzə sement pastaları ölçüləri  $20 \times 20 \times 20$  mm olan qəliblərdə saxlanılmış, tam bərkimə gözlənilmişdir. Belə ki, 28 gündən sonra tam bərkimə beton nümunələri 2 gün ərzində  $40^\circ\text{C}$ -də tam qurudulur və 24 saat şirin suda saxlamaqla absorpsiya faizləri hesablanmışdır.

❖ Təzə sement pastasının yayılması Abrams konuslarından istifadə etməklə AZS 529-2011 standartına uyğun ölçülmüşdür.

❖ Polimer olmayan və PVPr əlavə edilmiş sement daşının sıxılmaya davamlılığı ASR-8503B (China) cihazında təyin edilmişdir. Bu məqsədlə ölçüləri  $40 \times 40 \times 40$  mm olan metal qəliblərdən istifadə olunmuş və, 3, 7, 14 və 28 gündən sonra 3000 kN yüklənmə altında sıxılmaya davamlılıq qiymətləri ölçülmüşdür.

❖ Əyilməyə davamlılıq parametrləri üçün isə  $40 \times 40 \times 160$  mm ölçülü qəliblərdən istifadə olunmuşdur.

❖ Nümunələrin dartılma gücü isə AZS 532-2011 standartına uyğun  $150 \times 150 \times 150$  mm ölçülü sement daşları üçün 28 gündən sonra test edilmişdir.

❖ Polimersiz və müxtəlif miqdar PVPr saxlayan sement pastalarının tutuşmasının ilkin və son nöqtələri Vik iynəsi ilə  $24^\circ\text{C}$  temperaturda 63-L0028 cihazında müəyyən edilmişdir.  $40^\circ\text{C}$ -də 48 saat qurudulmuş kontrol və PVPr saxlayan sement daşlarının məsaməliliyi isə AZS 572.4 - 2011 standartlarına uyğun aşağıdakı ifadəyə əsasən hesablanmışdır.

❖ Sadə sement daşı və PVPr əlavə edilmiş nümunələrdə makromolekul ilə sement hissəcikləri arasında kimyəvi əlaqənin təbiəti Furiye transformasiyalı infraqırmızı (FT-IR) spektrometr (Nicolet FT-IR Avatar 360) ilə idendifikasiya edilmişdir.

❖ Sement daşı və sement/PVPr nümunələrində kristal faza X' Pert-Pro MPD diffraktometrə (Cu-Ka mənbə,  $k=0.15405$  nm) tədqiq edilmişdir. Nümunələrin termiki davamlılığı (TQA) isə PerkinElmer TGA-7 termoqravimetrik cihazda yoxlanılmışdır.

❖ Maqnetit nanohissəcikləri almaq üçün dəmirin II və III valentli xlorid duzlarından, hidrogen formaya çevirmək üçün isə 25%-li  $\text{NH}_4\text{OH}$  məhlulundan istifadə edilmişdir.

❖ Elektrokimyəvi impedans spektroskopiyası Z-1500P İmpedans spektrometr cihazında ölçülmüşdür. Elektrokimyəvi impedans spektroskopik ölçmələrdə American Gamry sabit potensial potensiostat/DC sayğacından istifadə edilib, cari ölçmə diapazonu 100 mA-1 nA, cərəyan ölçmə dəqiqliyi 100 nA, giriş

	<i>müqaviməti isə 1013 Ω -dan çox idi. Prosesdə sınaq tezliyi 1MHz-100GHz-dir.</i>
2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)
	<i>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulan işlərin 85%-i yerinə yetirilmişdir.</i>
3	Hesabat dövründə alınmış <b>elmi nəticələr</b> (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)
	<p><i>Hesabat dövründə müxtəlif su/semənt nisbətində hazırlanmış qarışıqlara seməntin quru kütləsinin 0.04; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 və 1.0% miqdarında PVPr (eləcə də PAA) əlavə etməklə beton nümunələri hazırlanmışdır. Əldə edilən betonun fiziki-mexaniki xassələrinin və spektroskopik xarakterizə edilməsindən aşağıdakı elmi nəticələr əldə olunmuşdur:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>❖ PVPr-nun 0.6% miqdarda seməntə əlavə edilməsi təzə semənt pastasının yayılmasını artırır ki, bu da polimerin özlülüyü hesabına baş vermişdir. Göstərilən miqdar PVPr ilə modifikasiya hidratasiya prosesini ləngitdiyindən seməntin ilkin və son bərkimə nöqtələrinin uzanmasına səbəb olmuşdur;</i></li> <li><i>❖ Su-semənt nisbəti azaldıqca polimerin məhdud hidrofillaşması hesabına betonun məsaməliyinin azalması baş vermişdir. PVPr makromolekullarının semənt hissəcikləri arasında bərabər paylanması məsamələrin tutulmasına gətirib çıxarır. PVPr-nun əlavəsi bütün su-semənt nisbətlərində 28 gündən sonrakı daşlarda sıxılma və əyilməyə davamlılıq parametrlərin artmasına səbəb olmuşdur;</i></li> <li><i>❖ PVPr betonun dartılmaya müqavimət xassəsini 28 gündən sonra kontrol ilə müqayisədə 3.74 MPa-dan 4.89 MPa-a qədər artırmışdır. Betonun tərkibində PVPr-nun miqdarının 0.6-08 % olan nümunəsinin su absorbsiyası maksimum olmuş, 28 gündən sonra 21-23 % təşkil etmişdir;</i></li> <li><i>❖ Semənt və polimerə xarakterik udulma zolaqlarının İQ spektroskopik izlənilməsinə əsasən PVPr semənt hissəcikləri ilə kimyəvi qarışılıqlı əlaqəyə daxil olmuşdur. Belə ki, polimerdəki karbonil qrupuna aid <math>1646\text{ sm}^{-1}</math>-dəki absorbsiya zolağı betonda <math>1652\text{ sm}^{-1}</math> nahiyəsinə kimyəvi sürüşmə edir ki, bu da makromolekuldakı karbonil qrupunun <math>\text{Ca}^{2+}</math> və <math>\text{Al}^{3+}</math> ionları ilə koordinasiya rəbitəsinin mövcudluğunu sübut edir;</i></li> <li><i>❖ 1.0% PVPr əlavəli betonun XRD spektri kontrol ilə əksər nahiyələrdə identik olmuşdur. Kiçik qiymətli sürüşmə polimerin semənt strukturunda immobilizə olunduğunu sübut etmişdir. Bunun sübutu olaraq PVPr modifikasiyalı betonun termiki davamlılığının 2-3% artması olmuşdur;</i></li> <li><i>❖ Seməntin quru kütləsinin 0.6-1.0%-i qədər yüksək molekul şəkili PVPr ilə modifikasiya olunmuş semənt pastasının axıcılığı və adgeziyası yüksəlmişdir. Daha üstün nəticələr isə seməntə PAA və maqnetit nanohissəcikləri olan PAA/<math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> və PVPr/<math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> sistemlərinin kütləcə 1 və 2% əldə edilməsi ilə əldə edilmişdir.</i></li> </ul> <p><i>Əldə olunmuş nəticələr ədəbiyyat materialları ilə müqayisə edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, bu vaxta qədər semənt tozunun PAA/<math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> və PVPr/<math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> maqnetit nanohissəcikləri ilə modifikasiya etməklə beton daşının fiziki-mexaniki göstəricilərinin dəyişilməsinə aid heç bir tədqiqat işi aparılmamışdır. Bu nöqəti-nəzərdən əldə olunmuş nəticələri yeni qəbul etmək olar.</i></p> <p><i>Əldə olunan nəticələrin elmi yeniliyi barədə ətraflı olaraq aşağıdakıları qeyd edə bilərəm:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>➤ 0,5 su/semənt nisbətində PVPr ilə modifikasiya olunmuş betonun sıxılma və əyilməyə davamlılıq göstəriciləri 3-28 günlük bərkimələrdən sonra test edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, 0.04-1.0% PVPr-nun seməntə əlavə edilməsi onun sıxılmaya davamlılığına cüzi təsir edir. Belə ki, ən yaxşı halda 28 gündən sonra kontrol ilə müqayisədə sıxılmaya davamlılıqda 6.7-7.2% artım müşahidə olunur. Lakin əyilmədə davamlılıq həddində isə yaxşılaşma 23-24% təşkil etmişdir;</i></li> <li><i>➤ Dartılmada davamlılıq gərginliyi seməntin süxur səthlərinə yapışması, həm də dinamik təsirlərə</i></li> </ul>

müqavimət göstərməsi baxımdan vacib parametrdir. Əlavə edilmiş PVPr-nun miqdarından asılı olaraq müxtəlif yaşlanma (ageing) dövrlərindəki betonun dartılmada davamlılıq gərginlikləri öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, digər mexaniki xassələrlə müqayisədə PVPr betonun dartılmaya müqavimət xassələrinin artmasına güclü təsir etmişdir. 28 gündən sonra betonun dartılma gücü kontrol ilə müqayisədə 3.74 MPa-dan 4.89 MPa-a qədər yüksəlmişdir;

- Müqayisəli təhlillər aparmaq üçün həm polimerin, həm də (maqnetit nanohissəciklərin strukturda funksiyasını müəyyənləşdirmək üçün) PVPr-lu beton və PVPr/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-lu beton daşlarının rentgen analizləri də qeydə alınmışdır. Sementin 1% miqdarda PVPr ilə doldurulmasından hazırlanmış beton kontroldan cüzi fərqlənən XRD cizgilər formalaşdırmışdır;
- PVPr amorf maddə və tərkibdə 1% miqdarda olduğundan rentgen spektrdə fərqli ayrı pik əmələ gətirmir. Ancaq polimer sementdəki Ca-Al silikatlarla qarşılıqlı əlaqədə olduğundan bəzi 2θ-larda cizgilərin intensivliyinin azalmasına yaxud sürüşməsinə səbəb olur. Belə sürüşmələr 2θ = (39.32°), (43.42°) və (54.62°)-də xüsusilə seçilir. 2θ = (56-58°)-də isə ikinci cizginin formalaşması PVPr-nun sement strukturunda immobilizə olunduğunu sübut etmişdir;
- Betonun PVPr-la birlikdə maqnetit nanohissəcikləri ilə doldurduqdan sonra XRD spektri də incələnmişdir. Rentgen spektrdə maqnetit nanohissəciklərə xarakterik 2θ = (30.17°), (43.31°), (54.61°) və (62.75°)-də çox kiçik intensivlikli cizgilər müşahidə olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, betonun tərkibində maqnetit nanohissəciklərinin miqdarının artması rentgen spektrdə xarakterik piklərin aydınlaşmasına və intensivliklərinin müəyyən qədər yüksəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Həmçinin maqnetit nanohissəciklərinin daha sərt kristal strukturu betonun rentgen spektrini daha da gücləndirir. Məlumdur ki, maqnetit nanohissəciklərində dəmir atomları ion halında (yükli) deyil, ölçüsü 30-45 nm arası olan hissəciklərdən ibarətdir. Maqnetit nanohissəciklərə xarakterik piklərin aid olduğu 2θ-larda müşahidə olunması betonda nanohissəciklərin ölçü dəyişikliyinə məruz qalmadığını göstərmişdir. Dəmir ionlarının sement pastasına əlavə edilməsi onun hidratlaşma və bərkimə prosesinə ciddi təsir etmişdir. Metal ionları betonun sərtləşməsi prosesində strukturdakı Ca və Al silikatların hidratlaşmasına mane olur və kövrək bir quruluşun yaranmasına gətirib çıxarmışdır. Rentgen analizlər onu deməyə əsas vermişdir ki, 1% PVPr əlavəsi betonun kristal strukturuna təsir etmir. Əksinə sementdəki Ca və Al silikatlar arasında koordinasiya əlaqəsi yaratmaqla uzun məsafədə rabitə bağlılığını təmin edir. Maqnetit nanohissəciklərin polimerlə birlikdə betona daxil edilməsi daşın strukturunu daha da sərtləşdirməklə, məsələrdə müəyyən qədər boşluqları tutur.
- Beton tərkibinə PVPr makromolekullarının daxil edilməsi bəzi oblastlarda polimerə xas piklərin müşahidə olunmasına səbəb olmuşdur. Həmçinin PVPr-dakı funksional qrupların sementdəki elementlərlə kimyəvi əlaqəsi betona xarakterik bəzi oblastlarda kimyəvi sürüşmələrə gətirib çıxarmışdır. PVPr-lu betonun FTIR nəticələrinə əsasən polimer beton məsələlərində yerləşmiş və metal silikatlarla aktiv kimyəvi əlaqədə iştirak etmişdir. Əsas qarşılıqlı əlaqədə isə PVPr-dakı karbonil qrupları iştirak edir. Belə ki, təmiz PVPr üçün xarakterik olan 1646 sm<sup>-1</sup>-də olan karbonil qrupuna identik zolaq betonda 1653 sm<sup>-1</sup> oblastına qədər kimyəvi sürüşmə edir. Bu isə betonda silikatlara aid bəzi zolaqların cüzi kimyəvi sürüşməsinə gətirib çıxarır. Bütün bunlar onu sübut edir ki, PVPr makromolekulları beton məsələlərində silikatlarla immobilizə olunmuş formada;
- Beton tərkibinə PVPr-lu maqnetit nanohissəciklərinin daxil edilməsi isə FTIR spektrdə oksidə aid adsorbsiya zolaqlarının əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur. Maqnetit nanohissəciklərə xarakterik absorbsiya zolağı 541 sm<sup>-1</sup> oblastında izlənilir və Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanohissəcikləri ilə aktiv kimyəvi əlaqədə olan PVPr-dakı karbonil qrupuna aid pik 1635 sm<sup>-1</sup> oblastına qədər kimyəvi sürüşmə etmişdir. Digər

oblastlarda isə sementdəki silikatlara xarakterik absorbsiya piklərində isə kimyəvi sürüşmə cüzi baş vermişdir. Bu maqnetit nanohissəciklərin beton strukturunda PVPr-la daha aktiv, sement komponentləri ilə isə nisbətən passiv kimyəvi əlaqədə olduğunu sübut edir. Bunu sementin hidratlaşması mərhələsində Ca və Al silikatların su molekulları və PVPr ilə daha sürətli qarşılıqlı təsiri ilə izah etmək olar. Nəticələr onu deməyə əsas verir ki, PVPr zəncirləri betonda sement hissəcikləri ilə maqnetit nanohissəcikləri arasında körpü funksiyasını yerinə yetirir. Dəmir ionlarının tərkibdə miqdarının sementin kütləsinin 0.1%-i qədər olmasına baxmayaraq silikatlarla aktiv qarşılıqlı təsiri özünü spektrdə xarakterik cizgilərin izlənilməsində göstərmişdir. Dəmir ionlarının silikatlarla aktiv kimyəvi əlaqəsi Si-O-ya xarakterik 964  $sm^{-1}$  oblastındaki intensiv pikin kəskin azalmasına səbəb olmuşdur. Digər tərəfdən tərkibdə PVPr-nun passiv iştirakı 3400-3500  $sm^{-1}$  oblastında -OH qruplarına xarakterik enli zolağın itməsinə gətirib çıxarmışdır;

➤ Tədqiqatda 1% (kütlə) poli-N-vinilpirrolidon (PVPr) ilə modifikasiya olunmuş sement pastasına 1.0 və 2.0% (w/w) 30-50 nm ölçülü maqnetit nanohissəcikləri əlavə edilmiş və sərtləşmiş daşın 28 gündən sonra lay və dəniz suyunda adsorbsiya qabiliyyətləri yoxlanılmışdır. 1% PVPr və 2%  $Fe_3O_4$  nanohissəcikləri olan beton daşı eyni adsorbsiya qabiliyyəti göstərmişdirlər. 1% maqnetit nanohissəcikli beton isə həm dəniz, həm də lay suyunda 4-6% daha çox kütlə artımına malik olur. Maqnetit nanohissəcikləri beton strukturunda lokalizasiya zamanı protektə olunmur. Xüsusi səthin yüksək enerjisi hesabına nanohissəciklər hidratlaşmış ionlar ilə asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olurlar. Bu əlaqə miqdar baxımından maqnetit nanohissəciklərinin qatılığı ilə proporsional olduğuna görə hidratlaşmış ionların nüfuzu 1%  $Fe_3O_4$  olan PVPr/beton nümunəsində daha sürətli və yüksək miqdarda baş vermişdir;

❖ Nümunələrin səth morfologiyasının öyrənilməsi ZEISS EVO 40 markalı SEM elektron mikroskopunda tədqiq edilmiş və bəzi nümunələr üçün artıq səth morfoloji görüntüləri əldə olunmuşdur.

❖ Elektrokimyəvi impedans spektroskopiyası Z-1500P İmpedans spektrometr cihazında ölçülmüşdür. Elektrokimyəvi impedans spektroskopik ölçmələrdə American Gamry sabit potensial potensiostat/DC sayğacından istifadə edilib, cari ölçmə diapazonu 100 mA-1 nA, cərəyan ölçmə dəqiqliyi 100 nA, giriş müqaviməti isə 1013  $\Omega$  -dan çox idi. Prosesdə sınaq tezliyi 1MHz-100GHz-dir.

İlkin olaraq PAA-li maqnetit nanohissəcikləri ilə sərtləşmiş betonun bəzi fiziki-mexaniki parametrləri müəyyən edilmiş və sərbəst nümunə ilə müqayisə edilmişdir.

❖ PVPr olmadan və müxtəlif miqdar polimer əlavə edilmiş betonun temperaturdan asılı olaraq kütlə itgiləri 0-1000 °C temperatur aralıklarında öyrənilmişdir. 400 °C temperatura qədər betonun və PVPr əlavə edilmiş nümunələrin ümumi mənzərəsi eynidir. Betonda 400 °C-dən sonra müşahidə olunan kəskin endoeffekt polimer olan nümunələrdə eyni olmamışdır. Belə ki, həmin temperaturda baş verən 4-5%-lik kütlə azalması, PVPr ilə modifikasiya olunmuş betonda 0.5-1.2% ilə müşahidə olunmuşdur;

Tərkibə 2% miqdarında PAA/ $Fe_3O_4$  nano komponentin əlavə edilməsi sonda betonun həm mexaniki, həm elektrik, həm də tərkibdəki birləşmələrin ümumi payına təsir etmişdir. Keçirici maqnetit nanohissəciklərin və zəif polielektrolitin polimerin strukturunda immobilizə olunması betonun elektrik keçiriciliyini cüzi də olsa artırır. Polimer zəncirlərinin və nanohissəciklərin beton boşluqlarında yerləşməsi sonda onun məsələliliyinin azalmasına, sıxılmaya davamlılıq göstəricisinin isə 10.95% artmasına səbəb olmuşdur. İlkin olaraq qatqısız sement pastası və 1% PAA əlavə edilmiş sement məhlulunun tam sərtləşməsindən sonrakı betonların elektrik impedans spektrləri təhlil edilmişdir.

PAA-in betona əlavə edilməsi müxtəlif gərginlik qiymətlərindəki müqavimət göstəricilərinin yaxınlaşmasına və  $2 \times 10^6$  Z`-nin yüksəlməsinə gətirib çıxarmışdır. Polielektrolit

olan PAA makromolekulunu sement strukturunda immobilizə olunması hissəciklərin uzun məsafədə əlaqələnməsini və onlar arasından keçiriciliyi təmin edir. Həmçinin müqavimət nöqtələrinin yaxın məsafədə nizamlanması betondakı kalsium və alüminosilikatların PAA zəncirləri boşluğunda strukturlaşdırıldığını sübut etmişdir.

Beton tərkibinə PAA-in dəmir duzları ilə kompleksinin əlavə edilməsi onun həm mexaniki xassələri, həm də elektrik impedans spektrinə təsir etmişdir. Dəmir duzlarının PAA və silikatlarla müqayisədə üstün elektrolit xassəsinə malik olması onun elektrik müqavimətinə kəskin təsir etmişdir.

Təcrübələr zamanı betonun elektrik müqavimətinə maqnetit nanohissəciklərinin təsiri PAA olmadan adi duzlar iştirakı ilə də müqayisə edilmişdir.

Dəmir duzları iştirakında müxtəlif tezlik göstəricilərində müqavimət dəyişikliyi düzxətti asılılıq verir. Bu tərkibin elektrolit komponentlərindən ibarət olması ilə əlaqədardır. Beton kompozitdə maqnetit nanohissəciklərin olması nümunənin EİS müəyyən qiymətə qədər artım, daha sonra isə azalıb-artma tendensiyası ilə davam edir. Strukturda maqnetit nanohissəcikləri ilə yanaşı müəyyən miqdar elektrolit hissəciklərinin olması EİS spektrinin təbiətini bu formada olmasına gətirib çıxarmışdır. Əldə olunmuş EİS nəticələrinə əsasən maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrindən elektrikə həssas keçirici beton nümunələri yaxud betonda korroziya prosesinin elektrokimyəvi təbiətini, baş verməsini kinetik olaraq dəyərləndirmək olar.

4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmaller, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) *(surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!)*

1. Shamo T., Samira M., Jamila G. Effect of Temperature on the Mechanical Properties of Polyacrylamide Modified Cement Concrete. 8th International European Conference on Interdisciplinary Scientific Research, Rome, Italy. 2023, p.241.

[https://www.eucongress.org/\\_files/ugd/614b1f\\_2a9b61b7d4a2402bb5c1cf0a61074bcb.pdf](https://www.eucongress.org/_files/ugd/614b1f_2a9b61b7d4a2402bb5c1cf0a61074bcb.pdf)

2. Seadet H., Shamo T., Samira M., Jamila G., Fariz A. The effect of magnetite nanoparticles on the adsorption behavior of poly-N-vinylpyrrolidone added concrete. Ankara International Congress On Scientific Research-IX, December 26-28, 2023, Ankara – Turkiyə. 2023, p.836-837.

[https://753d5f54-1e4f-437a-9e75-](https://753d5f54-1e4f-437a-9e75-f5baa8a89b3f.filesusr.com/ugd/d0a9b7_3e89be0b54fb4d47879f0a665d996206.pdf)

[f5baa8a89b3f.filesusr.com/ugd/d0a9b7\\_3e89be0b54fb4d47879f0a665d996206.pdf](https://753d5f54-1e4f-437a-9e75-f5baa8a89b3f.filesusr.com/ugd/d0a9b7_3e89be0b54fb4d47879f0a665d996206.pdf)

3. Shamo Z.T., Elvin Y.M., Fariz F.Ah., Sevdə Sh.K., Ayaz M.G., Samire M.M., Seadat F.H., Jamila E.G. The physical-mechanical behavior and chemical bonding nature of poly-N-vinylpyrrolidone modified cement concrete. Heliyon, 2024, Vol.10, Iss.4, e26039.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402402070X>

4. Seadet H., Samira M., Shamo T., Jamila G., Fariz A. Mass Gradient Study of Polyacrylamide/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetite Nanoparticle added Concrete in Caspian Sea Water. Tokyo 8<sup>th</sup> International Innovative Studies & Contemporary Scientific Research Congress, January 12-14, 2024, p.14-15.

[https://www.tokyosummit.org/\\_files/ugd/614b1f\\_0f718477c8754fa89077afe33de2fa09.pdf](https://www.tokyosummit.org/_files/ugd/614b1f_0f718477c8754fa89077afe33de2fa09.pdf)

5. S.F. Humbatova, Sh.Z. Tapdyqov, J.E. Guliyeva, A.M. Gulamirov, E.Y. Malikov, S.M. Mammadova, A.A. Fariz, S.Sh. Kazimova. Investigation of mass Gradient of Concrete Filled With Polyacrylamide/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetite Nanoparticles in Caspian Sea and Formation Water Medium. Chemical Problems, 2024, Vol 22,

No2, p.95-102.

<https://chemprob.org/wp-content/uploads/2024/01/95-102.pdf>

6. Shamo Zokhrab Tapdigov, Elvin Yashar Melikov. *The Physical-Mechanical Behavior of Poly-N-Vinylpyrrolidone Modified Concrete: The Nature of The Chemical Interaction Between Polymer and Cement Particles.* 9th International European Conference On Interdisciplinary Scientific Research. January 19-21, 2024/Valencia, Spain, p. 56.

[https://www.eucongress.org/files/ugd/614b1f\\_83592efd348b4e8d9bf0ef5202d4ceff.pdf](https://www.eucongress.org/files/ugd/614b1f_83592efd348b4e8d9bf0ef5202d4ceff.pdf)

7. Tapdiqov Sh.Z., Mammadova S.M., Guliyeva J.E., Humbatova S.F. *Adsorption Behavior of Poly-N-Vinylpyrrolidone added Cement Concrete in Different ionic strength Waters.* XXVII Всероссийская Конференция Молодых Учёных-Химиков (С Международным Участием) Нижний Новгород, 16-18 апреля 2024 г, с.263.

<http://www.youngchem-conf.unn.ru/wp-content/uploads/2024/04/%D0%9A%D0%9C%D0%A3%D0%A5-2024-%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D1%84%D0%B8%D0%BD.pdf>

8. Guliyeva J.E. *Spectroscopic Study of Poly-N-Vinylpyrrolidone/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Magnetite Nanoparticles Added Cement Concrete.* Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2024» Москва, Россия 2024, с. **(çapa qəbul olunub).**

9. Şamo Tapdiqov, Ayaz Güləliyev, Samirə Məmmədov, Cəmilə Quliyeva, Səadət Hübətova, Sevdə Kazımova. *Poliakrilamid-Nano Maqnetit Hissəcikləri İlə Doldurulmuş Beton Kompozitin Elektrokimyəvi İmpedans Tədqiqi. "Modern problems of macromolecular compound technology" Dedicate to the 60<sup>th</sup> anniversary of the Department of Technology of Organic Substances and High Molecular Compounds, 18-19 April, 2024, Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions Journal, 2024, Baku, Azerbaijan, Vol.26, Special Iss.2 (148).p.219-226.* **(çapa qəbul olunub).**

10. Ş.Z.Tapdiqov, C.E.Quliyeva, S.M.Məmmədov, S.F.Hübətova. *Poli-N-Vinilpirrolidon/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Maqnetit Nanohissəcikləri Əlavə Edilmiş Sement Daşının Spektroskopik Tədqiqi. "Gənc tədqiqatçıların VIII beynəlxalq elmi konfransı". Bakı, 2024, s..* **(çapa qəbul olunub).**

11. Shamo Tapdiqov, Seadet Humbatova, Samira Mammadova, Jamila Guliyeva, Elvin Malikov, Sevdə Kazımova, Fariz Akhmed. *FTIR and X-ray Investigation of Poly-N-vinylpyrrolidone and nano Magnetite-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Modified Concrete Structure.* Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions Journal, 2024, Vol.40, No 5, p.144-152.

<https://zenodo.org/records/11067078>

12. Shamo Z. Tapdigov, Jamila E. Guliyeva, Samira M. Mammadova, Saadat F. Humbatova, Elvin Y. Malikov, Ayaz M. Gulamirov. *Spectroscopic Investigation of Poly-N-Vinylpyrrolidone Modified Magnetite Nanoparticles Added Concrete.* Slovak international scientific journal, 2024, No 83, p. **(çapa qəbul olunub).**

13. Sh.Tapdiqov, E.Malikov, S.Mammadova, J.Guliyeva, A.Gulaliyev, F.Akhmed, S.Humbetova, S.Kazımova. *How metal nanoparticles and polymer chain immobilized into the cement paste? Magnetite iron oxide role on the mechanical, structural and bonding behavior of Portland cement concrete: A short Review.* Cement and Concrete Research, 2024,Vol, p. **(çapa göndərib).**

6	Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərməlidir)
	<p><i>Layihə üzrə 5 ezamiyyə baş tutmuşdur:</i></p> <p>1. <i>Layihə icraçısı Güləliyev Ayaz Mətləb oğlu, 28.08.2023-01.09.2024 tarixlərində Rusiya Federasiyası Moskva oblastı Dubna şəhərindəki Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutuna exam olunmuşdur. Ezamiyyə müddətində hazırlanmış polimer və maqnetit nanohissəcikli beton daşlarının - Rentgen-faza difraksiya, Termoqravimetrik və differensial termiki analiz, Skanedici Elektron Mikroskopiyası, Furiye transformasiyalı infraqırmızı spektroskopiyaya ilə spektroskopik və quruluş tədqiqi, eləcə də volt-ampere xarakteristikaları öyrənilmişdir.</i></p> <p>2. <i>Layihə rəhbəri Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu, 04.09.2024-08.09.2024 tarixlərində Türkiyə, İstanbul Universitetinə 5 günlük ezamiyyəti baş tutmuşdur. Ezamiyyət dövründə Prof. Dr. Zeyneb Aydoğmuş ilə görüşlər baş tutmuş, əldə olunmuş spektroskopik, rentgen, derivatoqrammaların təhlili, müzakirəsi aparılmışdır.</i></p> <p>3. <i>Layihə rəhbəri Şamo Tapdıqov 04.12.2023-08.12.2023 tarixlərində Karlsruhe Texnologiya İnstitutu Polimer Kimyası və Kimya Texnologiya Universitetində (Almaniya) elmi ezamiyyətdə olmuşdur. Səfər zamanı İnstitutu direktoru Prof. Dr. Patrick Theato ilə məhsuldar görüşlər olmuşdur.</i></p> <p>4. <i>Layihə icraçısı Elvin Məlikov 20.11.2023-24.11.2023 tarixlərində Szeged Universiteti, Elm və İnformatika fakültəsi, Kimya İnstitutunda (Macarıstan) elmi ezamiyyətdə olmuşdur. Ezamiyyə müddətində O, Prof. Dr. Akos Kukovecz ilə görüşmüşdür.</i></p> <p>5. <i>Layihə rəhbəri Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlunun 11.03.2024-15.03.2024 tarixlərində Türkiyə, Mərmərə Universitetinə ezamiyyəti baş tutmuşdur. Ezamiyyət dövründə Prof. Dr. Mehmet Eroğlu və laboratoriyanın digər əməkdaşları ilə görüşlər keçirilmiş, əldə olunmuş spektroskopik, rentgen, derivatoqrammaların təhlili, müzakirəsi aparılmışdır.</i></p>
7	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)
8	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak
	<i>Layihə üzrə "Gənc tədqiqatçıların VIII beynəlxalq elmi konfransı" və Üzvi maddələr və Makromolekullu birləşmələr texnologiyasının müasir problemləri Beynəlxalq tədbirdə çıxış edilmişdir.</i>
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq)
	<i>Layihə üzrə Türkiyə, Yaponiya, Rusiya, İtaliya, Azərbaycan və İspaniyada keçirilmiş Beynəlxalq konfranslarda həm canlı, həm də Zoom platforması üzərindən çıxışlar olmuş və məruzələr təqdim olunmuşdur.</i>
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr
	<i>Layihə mövzusu üzrə, həmçinin əldə olunmuş nəticələrin müzakirəsi və təhlili məqsədi ilə Bakı Dövlət Universitetinin professoru, k.e.d. Oqtay Əkbərov və SOCAR NQETLİ-nun elmi işlər direktor müavini t.e.d., prof. Bağır Süleymanov ilə görüşlər keçirilmişdir. Eləcə də, nəticələrin müzakirəsi məqsədi ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi-işlər üzrə rektor</i>



	<i>müşaviri k.e.d. İsmayıl İsmayilov və Xəzər Universitetinin əməkdaşı f.ü.f.d. Fəridə Tatardar ilə görüşlər keçirilmiş və əldə olunmuş maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrinin volt-ampere və elektrokimyəvi impedans spektrləri təhlil edilmişdir.</i>
<b>12</b>	Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>Tədqiqatların müəyyən mərhələsində elmi müzakirə və fikir mübadiləsi məqsədi ilə Karlsruhe İnformasiya Texnologiya İnstitutunun professoru Patrick Theato (Almaniya) və Milli Tsinq Hua Universitetinin professoru İ-Ming Chu (Tayvan) ilə əlaqələr yaradılmışdır. Həmçinin tədqiqatların müəyyən mərhələsində elmi müzakirə və fikir mübadiləsi məqsədi ilə İtaliya Milli Tədqiqatlar Şurası, Polimerlər Kompozitlər və Biomateriallar İnstitutunun əməkdaşı Dr. Maria Grazia Raucci və İstanbul Universitetinin professoru Zeyneb Aydoğmuş ilə Zoom platforması üzərindən müzakirələr aparılmışdır.</i>
<b>13</b>	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) <i>Layihədən əldə edilən nəticələr layihə icraçıları t.e.n. Fariz Əhmədin elmlər doktoru və Hümbətova Səadətın kimya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiya işlərinin tədqiqat mövzusunə uyğun gəldiyindən materiallar gələcəkdə dissertasiya işində öz əksini tapacaqdır.</i>
<b>14</b>	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa)
<b>15</b>	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa)
<b>16</b>	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

### SİFARİŞÇİ:

**Azərbaycan Elm Fondu**

**Şöbə müdiri**

**Quliyeva Mülayim Sahib qızı**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024-cü il

### İCRAÇI:

**Layihə rəhbəri**

**Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024-cü il



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Elm Fondunun  
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin  
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQİQATLARDA İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **Layda su axınının qarşısını almaq və quyudibi ətrafı sahədə dinamik zərbələrə davamlı nano-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> maqnetit/poliakrilamid əlavə edilmiş sement əsaslı tamponaj sistemlərinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/05/2-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **07 aprel 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 may 2024-cü il**

**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

#### Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

Layihədə müxtəlif su/sement nisbətində hazırlanmış qarışıqlara sementin quru kütləsinin 0.04; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 və 1.0% miqdarında poli-N-vinilpirrolidon əlavə etməklə tamponlayıcı kütlənin nümunələri hazırlanmış və əldə edilmiş materialların fiziki-mexaniki xassələrinin və spektroskopik xarakterizə edilməsindən aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur:

-PVPr-nun 0.6% miqdarda sementə əlavə edilməsi təzə sement pastasının yayılmasını artırır ki, göstərilən miqdar PVPr ilə modifikasiya hidratasiya prosesini ləngitdiyindən sementin ilkin və son bərkimə nöqtələrinin uzanmasına səbəb olur;

-PVPr makromolekullarının sement hissəcikləri arasında bərabər paylanması məsamələrin tutulmasına gətirib çıxarır. PVPr-nun əlavəsi bütün su-sement nisbətlərində 28 gündən sonrakı daşlarda sıxılma və əyilməyə davamlılıq parametrlərin artmasına səbəb olmuşdur.

-PVPr tamponlayıcı kütlənin dartılmaya müqavimət xassəsini 28 gündən sonra kontrol ilə müqayisədə 3.74 MPa-dan 4.89 MPa-a qədər artırmışdır. Betonun tərkibində PVPr-nun

miqdarının 0.6-08 % olan nümunəsinin su absorpsiyası maksimum olmuş, 28 gündən sonra 21-23 % təşkil etmişdir;

-1.0% PVPr əlavəli tamponlayıcı kütlənin XRD spektri kontrol ilə əksər nahiylərdə identik olmuşdur. Kiçik qiymətli sürüşmə polimerin sement strukturunda immobilizə olunduğunu sübut etmişdir. Nəticədə PVPr modifikasiyalı tamponlayıcı kütlənin termiki davamlılığı 2-3% artmışdır;

-Sementin quru kütləsinin 0.6-1.0%-i qədər yüksək molekul şəkilli PVPr ilə modifikasiya olunmuş sement məhlulunun axıcılığı və adgeziyası yüksəlmişdir;

Aparılan laboratoriya tədqiqatlarının nəticələri göstərir ki, asanlıqla vurula bilən, süxur səthinə davamlı yapıya bilən, adgeziya qabiliyyəti yüksək olan bu tamponlayıcı kütlədən neft-qaz quyularında qum və su axınına qarşı mübarizə tədbirlərində istifadə etmək olar.

Həmçinin, sement strukturuna poli-N-vinilpirrolidonlu maqnetit nanohissəciklərinin daxil edilməsi ilə mexaniki xassələrin daha da gücləndiyi və betonun elektrik impedans keçiriciliyinin formalaşdığı baş vermişdir ki, bu da maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrindən elektrیکə həssas keçirici beton nümunələri yaxud betonda korroziya prosesinin elektrokimyəvi təbiətini, baş verməsini kinetik olaraq dəyərləndirilməsinə imkan verir.

Eləcə də, portland sementinin tərkibinə poliakrilamid mühitində sintez olunmuş maqnetit nanohissəcikləri əlavə etməklə beton nümunələrinin Xəzər dənizi suyunda kütlə dəyişikləri qiymətləndirilmiş və kontrol betonla müqayisə edilmişdir. 2%li PAA/betonda ionların nüfuzunu limitlənməsi və daha kiçik kütlə dəyişikliyinə məruz qaldığı müəyyən edilmişdir. Maqnetit nanohissəciklərinin 1% (kütlə) qatılıqda səthdə paylanması su molekullarının daxiləki qatlara nüfuzunu təmin etməyə səbəb olan məsamələr yaratmasına imkan vermişdir. Maqnetit nanohissəciklərin qatılığı artdıqca beton səthi hidrofoblaşdığına görə duz ionları və su molekullarının nüfuzu çətinləşir. Adsorbsiya yalnız səthdə baş verdiyindən dəmir oksidləri hidrat ionların beton daxilinə nüfuz etməsini protektə etmiş olur.

Bundan savayı, məlumdur ki, neft-qaz sektorunda quyudibi zonalarda su və qumun təcridi üçün sement məhlullarından istifadə texnologiyası uzun illərdir ki, ən perspektivli üsul kimi qəbul edilir. Sement məhluluna müxtəlif keçid metalların, onların polimerlər ilə kompozitlərini, eləcə də metal nanohissəcikləri əlavə etməklə betonun fiziki-mexaniki xassələrini gücləndirmək mümkündür. Layihədə 1% (kütlə) poli-N-vinilpirrolidon (PVPr) ilə modifikasiya olunmuş sement pastasına 1.0 və 2.0% 30-50 nm ölçülü maqnetit nanohissəcikləri əlavə edilmiş və sərtləşmiş daşın 28 gündən sonra lay və dəniz suyunda adsorbsiya qabiliyyətləri yoxlanılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, 1% PVPr və 2% Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanohissəcikləri olan beton daşı eyni adsorbsiya qabiliyyəti göstərirlər. 1% maqnetit nanohissəcikli beton isə həm dəniz, həm də lay suyunda 4-6% daha çox kütlə artımına malik olur. Maqnetit nanohissəciklərin miqdarının proporsional artması ilə kation və anion hidratların nüfuzunun artması başqa bir faktorla bağlıdır. Ehtimal ki, maqnetit nanohissəcikləri beton strukturunda lokalizasiya zamanı protektə olunmur. Xüsusi səthin yüksək enerjisi hesabına nanohissəciklər hidratlaşmış ionlar ilə asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olurlar. Bu əlaqə miqdar baxımından maqnetit nanohissəciklərinin qatılığı ilə proporsional olduğuna görə hidratlaşmış ionların nüfuzu 1% Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> olan PVPr/beton nümunəsində daha sürətli və yüksək miqdarla baş verir.

Nəticələrə əsasən PVPr və PAA ilə modifikasiya olunmuş maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrindən dəniz suyuna davamlı üstün materiallar hazırlamaq olar. Bir il ərzində yerinə yetirilmiş eksperimental tədqiqatların təhlilinə əsasən tərkibində 1-2% (kütlə) maqnetit nanohissəcici və 0.1-1.0% polimerlər olaraq poliakrilamid və poli-N-vinilpirrolidon olan məhlulların sement tozu ilə qarışdırılmasından alınan qarışıqlardan quyudibi zonada effektiv tamponlayıcı material kimi istifadə etmək mümkündür. Belə ki, tərkibdə yüksək özlülüyə malik polimerin mövcudluğu sement kütləsinin asanlıqla inyeksiya olunmaq imkanını artıracaq ki, bu da enerji xərclərinə qənaət etmiş olacağıq. Bundan başqa kütlənin adgeziya xassəsinin yüksəlməsi onun süxur məsamələrinə əlverişli yapışmasını təmin etməklə daha dərin nüfuzuna kömək edəcəkdir.

Hazırlanmış sement məhlulundan nəinki neft-qaz sənayesində quyudibi zonaların uzunmüddətli və effektiv bərkidilməsi üçün, eləcə də tikinti sahəsində də istifadəsini mümkün edir. Belə ki, elastiki xassələrə malik sement daşı mexaniki zərbələr və seysmik aktivliyə davamlı olmaqla yanaşı, tərkibindəki maqnetit nanohissəcikləri hesabına metal avadanlıqlarla yüksək dərəcədə bağlanmaq xassəsi yaradacaq. Həmçinin sement məhlulunun adgeziya və özlülüyü hesabına kütlənin səthinin hamar olması müşahidə olunacaq ki, bu da onun xarici təsirlərə davmalılığını artırmış olur.

2 Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

Layihə üzrə aparılmış tədqiqatların nəticələri ixtira səviyyəsində dəyərləndirilmiş və tərkiblər hazırlanaraq iki fərqli ixtira sənədinin patentləşdirilməsi tövsiyyə olunmuşdur. Belə ki, yüksək sıxılmaya və əyilməyə davamlılıq göstəricilərinə, eləcə də korroziyaya davamlı dəmir-beton hazırlamaq üçün yeni polimer-metal oksidi nanohissəcikli sementə əlavə ediləcək kompozitin hazırlanması üçün tərkibin seçilməsi patentin əsas mahiyyəti olacaqdır. Bu istiqamətdə işlər davam etdirilir və patent müraciəti üçün məlumatların toplanılması, prototiplərin müəyyən edilməsi, anoloji tərkiblərin axtarışı, tərkiblərin konkretləşdirilməsi və müəyyən edilməsi işlərinə başlanılmışdır.

Digər ixtiranın isə xüsusi əlavə edicilərin təsiri ilə dəniz suyu və lay suyuna davamlı beton dirəklərin hazırlanması üçün sement kompozisiyaların təklif edilməsinə aid olacaqdır.

### 1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1 Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri olaraq aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- ❖ Təklif etdiyimiz və üzərində tədqiqatlar apardığımız tərkib bir polimer və bir nanohissəcik prinsipinə əsaslanmışdır. Nəticələr ona əsas verir ki, gələcək bu tədqiqatları digər metal oksid nanohissəcikləri ilə birlikdə binar sistemlərdə tədqiq etməklə daha maraqlı nəticələr əldə etmək olar;
- ❖ Daha konkret olaraq maqnetit nanohissəciklərlə müqayisədə  $TiO_2$ ,  $SiO_2$ ,  $ZrO_2$  və Ag nanohissəciklərindən istifadə etməklə antibakterial, ultrabənövşəyi şüalara davamlı sement əsaslı örtük və dayaq materiallarının hazırlanması üzrə elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasına zəmin yaradır;
- ❖ Eləcə də, tərkibdə istifadə olunan polimerləri digər polimer və sopolimer nümunələri ilə əvəzləməklə daha yüksək istismar göstəricilərinə malik sement qarışımı hazırlamaq və bu sahə üzrə betonların mexaniki, fiziki və elektrik xassələri üzrə tədqiqatlar aparmaq olar;
- ❖ Həmçinin, maqnetit nanohissəciklərin sintez metodikasında dəyişiklik etməklə daha ultra və kiçik nanometrli maqnetit nanohissəcikləri almaq, onun təbii və sintetik polimerlərlə modifikasiya olunmuş formalarından sement qarışımı hazırlanacaq həlledicisi üzrə tədqiqatları genişləndirmək mümkündür;

- ❖ Bundan başqa, maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrinin elektrik impedans spektroskopik tədqiqini nanohissəcik və polimerin miqdarından asılılığını öyrənməklə dəmir-beton konstruksiyalarda korroziya prosesini limiylənməyə yönəlik optimal tərkib hazırlanması üzrə eksperimental və təbii işlər aparmaq olar;
- ❖ Tədqiqatlar zamanı polimer və maqnetit nanohissəciklərlə sement tərkibindəki kalsium və alüminium silikatlar arasında kimyəvi rəbitənin təbiəti qismən açıqlanmış, bəzi informasiyaların əlavə tədqiqata ehtiyac qaldığı müəyyən edilmişdir. Belə ki, gələcəkdə komponentlərin qatılığı, temperatur və qarışdırılma şəraitini dəyişməklə alınan polimer/maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrin ətraflı FTİR analizini aparmaqla hissəciklər arasında kimyəvi rəbitənin nəinki təbiətini, hətta tərtibini və bəzi termodinamik parametrləri tədqiq etmək mümkün olacaqdır. Bu isə daha qənaətcil və davamlı beton materiallarının hazırlanması və asan inyeksiya şəraitini müəyyən etməyə imkan verəcəkdir;
- ❖ Poliakrilamid, poli-N-vinilpirrolidon və maqnetit nanohissəcikli beton nümunələrinin kristal quruluşunun rentgen analizinə əsasən hissəciklərin sementdə paylanması, kristallıq dərəcəsi və tərkibdəki nanohissəciklərin ölçülərinin şəraitdən asılı olaraq dəyişilməsinin öyrənilməsi gələcəkdə beton effektiv sərtləşmə müddətinin təyininə, metal silikat strukturları boşluqlarında maqnetit nanohissəciklərin yerləşməsinin onun mexaniki-fiziki xassələrinə təsir imkanlarını tədqiq etməyə imkan verəcəkdir. Bu isə hissəciklərin ölçü və qatılığından, eləcə də polimerlərin təbiətindən asılı olaraq optimal strukturlaşdırılmış fazaya malik beton materiallarının hazırlanmasına imkan verəcəkdir;
- ❖ Layihə üzrə tədqiqatların nəticələrinə görə polimer və metal oksidi nanohissəciklərinin beton strukturunda bərabər paylanmasını təmin etmək üçün polimer/nanohissəcik sistemlərinin sement tozuna deyil, qarışım hazırlanacaq suya əlavə edilməsi metodikası təklif edilmiş, və son mexaniki xassələrin güclənməsi eksperimental olaraq sübut edilmişdir. Təklif edilən üsul gələcəkdə daha stabil, davamlı fiziki göstəricilərə malik beton nümunələrinin tədqiqi üzrə istinad ədəbiyyatı kimi istifadə olunacaqdır;
- ❖ Sement qarışımı hazırlanacaq suyun tərkibində polimerli maqnetit nanohissəciciyin olması betonda nano armaturların formalaşmasına gətirib çıxarır. Bu isə betonun termiki işlənməsi zamanı istiliyin bərabər paylanmasına kömək edir. Bundan gələcəkdə neft sənayesində quyudibi zonaların bərkidilməsi zamanı perforasiya əməliyyatında betonda lokal termiki közərmələrin qarşısının alınmasında və betonun bismə zamanı çartlaması-kövrəkləşməsinin qarşısının alınması məqsədi ilə istifadə etmək mümkündür.

#### **SİFARİŞÇİ:**

**Azərbaycan Elm Fondu**

#### **Şöbə müdiri**

**Quliyeva Mülayim Sahib qızı**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ ” \_\_\_\_\_ 2024-cü il

#### **İCRAÇI:**

#### **Layihə rəhbəri**

**Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

\_\_\_\_\_  
(imza)

“ ” \_\_\_\_\_ 2024-cü il



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Elm Fondunun  
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin  
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

### ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT (Qaydalar üzrə Əlavə 17)

Layihənin adı: **Layda su axınının qarşısını almaq və quyudibi ətrafı sahədə dinamik zərbələrə davamlı nano-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> maqnetit/poliakrilamid əlavə edilmiş sement əsaslı tamponaj sistemlərinin tədqiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/05/2-M-05**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **07 aprel 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **12 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 may 2024-cü il**

**Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır**

#### 1. Elmi əsərlər (sayı)

No	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
1.	Elmi məhsulun növü			
	Monoqrafiyalar həmçinin, xaricdə çap olunmuş			
2.		2		

		1	1	1
	həmçinin xarici nəşrlərdə			
3.	Konfrans materiallarında məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	5	2	1
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda			
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

## 2. İxtira və patentlər (sayı)

Nö	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

## 3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

Nö	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenary, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	Konfrans	Beynəlxalq	Plenary	5

**SİFARIŞÇI:****Azərbaycan Elm Fondu****Şöbə müdiri****Quliyeva Mülayim Sahib qızı**

---

*(imza)*

" \_ " \_\_\_\_\_ 2024-cü il

**İCRAÇI:****Layihə rəhbəri****Tapdıqov Şamo Zöhrab oğlu**

---

*(imza)*

" \_ " \_\_\_\_\_ 2024-cü il

