

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**NƏQLİYYAT QURĞULARININ TİKİNTİSİNDƏ İSTİFADƏ
OLUNAN BETONLARIN DEFORMATİV
XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN YAXŞILAŞDIRILMASI
ÜSULLARININ TƏDQIQI**

İxtisas: 3305.07 – İnşaat materialları və məmulatları

Elm sahəsi: Texnika

İddiaçı: **Nizami Mahamayeviç Əhmədov**

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 namizədi, dosent
Yaqub Maksim oğlu Piriyev

Elmi məsləhətçi: texnika elmləri doktoru, professor
İradə Nüsrət qızı Şirinzadə

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, professor
Tahirə Axi qızı Haqverdiyeva
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Məmməd Ələkbər oğlu Qafqazlı
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
Fərid Ramiz oğlu Hacı

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
Məhriban Zabit oğlu Yusifov

Birdəfəlik Elmi seminarın sədri:



Elm və Təhsil Nazirinin birinci müavini, texnika elmləri doktoru, professor
Əhməd Əhməd oğlu Abdurrahman oğlu Quvalov

AZƏRBAYCAN MEMARLIQ
VƏ İNŞAAT UNIVERSİTEYİ
PUBLİK HÜQUQİ ŞƏXS

İMZASINI TƏSDİQ EDİRƏM
ELMİ KATİB



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Son illərdə Azərbaycan Respublikasının avtomobil yolu şəbəkəsi yüksək sürətlə inkişaf etməkdədir. Yol geyiminin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması (möhkəmliyinin və əsaslığının yüksəldilməsi), nəqliyyat axınının hərəkətin təhlükəsizliyinin və rahatlığının təmin olunması, yol qurğularının texniki və memarlıq-estetik tərtibatı və ümumiyyətlə, yolların kompleks istismarının tərkib hissələrini təşkil edən digər məsələlərin həlli ön plana çıxarılır. Eyni zamanda, Qarabağın işğaldan azad edilməsi ilə əlaqədar bu iqtisadi zonada yeni aerodromların tikintisi bu istiqamətdə aparılan işlərin zəruriliyini bir daha vurğulayır. Qarabağ iqtisadi rayonunun beynəlxalq daşımalar üçün əlverişli bir əraziyə çevrilməsində yol örtükləri və beynəlxalq hava limanlarının tikintisində yüksək keyfiyyətli inşaat materiallarından istifadə edilməsi aktual məsələlərdən biridir.

Tikintinin effektivliyinin təmin edilməsi üçün inşaatçı mühəndislər qarşısında duran əsas məsələlərdən biri - inşaat materiallarının keyfiyyətini yüksəltməklə yanaşı inşaat materiallarına qənaət edilməsi və ya iqtisadi cəhətdən daha səmərəli inşaat materiallarından istifadə edilməsidir. Bununla yanaşı, inşaat, yol və körpü konstruksiyalarının möhkəmlik dərəcəsinə və uzunömürlülyünə verilən Dövlət Standartlarının tələbləri əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu minimum xərc tələb edən, etibarlı və uzunömürlü materialların və konstruksiyaların daha da təkmilləşdirilməsi zəruriliyini diktə edir. Tikinti sənayesinin bütün sahələrində olduğu kimi, nəqliyyat qurğularının tikintisində də istifadə olunan betonların xassələrinə qoyulan tələblər daha da sərtləşdirilmişdir. Buna səbəb bir tərəfdən sementbetonların nəqliyyat qurğularında məruz qaldığı yüklərin təsirinə dayanıqlığının yüksək olmaması, digər tərəfdən də ətraf mühitin aqressiv təsirlərinin daha da güclənməsidir.

Məlumdur ki, sementbetonun sıxılmada möhkəmliyi nisbətən yüksək olsa da, onun dartılmada və əyilmədə möhkəmliyi aşağı olur. Eyni zamanda, nəqliyyat qurğularında betonlar mütəmadi olaraq dinamik yüklərin təsirinə, qış mövsümündə şaxtanın təsirinə və çayların üzərindəki körpülərdə aqressiv suların təsirinə məruz qalır.

Bu tip qurğularda istifadə olunan betonlar yüksək sıxlığa, yüksək möhkəmliyə malik olmalı, onların çatadayanıqlıqları da yüksək olmalıdır. Betonun əsas çatışmazlıqlarından biri olan çatadayanıqlığını artırmaq üçün yüksək modullu liflərdən istifadə edilməsinin effektivliyi nəzəri əsaslandırılmış və eksperimental yolla sübut edilmişdir.

Beləliklə, betonun çatadayanıqlığının artırılmasının vacibliyi məsələsi meydana çıxır ki, bu problemin həllinin ən effektiv yollarından biri betonda dispers liflərlərin istifadə edilməsidir. Bu zaman betonun mexaniki xassələrinin (möhkəmliyi, çatadayanıqlığı və zərbəyədayanıqlığı) əsaslı şəkildə yüksəlməsi baş verir, nəticədə konstruksiyanın uzunömürlülüüyü artır, aqressiv mühitlərin təsirinə dayanıqlığı yüksəlir (sıxlığın artması aqressiv maddələrlə beton matrisinin qarşılıqlı təsirini zəiflədir) və beton matrisində yayılan dispers armaturlar çatların əmələgəlməsinə və yayılmasına mane olurlar.

Son zamanlar müxtəlif növ qurğuların tikintisində fibrobetonun tətbiqi bu problemlərin həllində əhəmiyyətli dərəcədə irəliləyişə səbəb olmuşdur. Lakin, qeyd etmək lazımdır ki, fibromateriallar betonun möhkəmlik, çatadayanıqlıq kimi xassələrini yalnız makrosəviyyədə artırır. İri doldurucular, xırda doldurucular və sement hissəciklərinin arasında əhəmiyyətli dərəcədə boşluqlar mövcud olur. Bu boşluqları doldurmaq üçün sement hissəciklərindən daha kiçik hissəciklərin istifadəsi sement betonlarının quruluşlarının daha da sıxlaşmasına səbəb olur.

Yüksək texniki-istismar xassələrə malik nəqliyyat qurğularının yaradılması üçün isə fibrobeton qarışıqlarının kompleks əlavələrlə modifikasiyası - yəni, fibrobetonun mikrosəviyyədə möhkəmliyinin artırılması zəruri məsələlərdən biridir. Başqa sözlə, yüksək deformativ xassələrə malik fibrobetonu onun mikroquruluşunu tənzimləməklə almaq mümkündür və bu cür betonların tətbiqi ilə sərt yol örtüklərinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və həmçinin də hesablanma metodikasının işlənməsi aktual məsələlərdən biridir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqat işinin obyektı fibrobetondur, tədqiqat işinin predmeti isə yol tikintisi üçün fibrobetonların xassələrinin mikrosəviyyədə yaxşılaşdırılmasıdır.

Tədqiqat işinin məqsədi və vəzifələri. Tədqiqat işinin məqsədi nəqliyyat tikintisində istifadə olunan betonların deformativ xüsusiyyətlərinin yaxşılaşdırılması üçün fibrobetonun istifadəsinin effektivliyinin nəzəri, təcrübi və hesabi yolla əsaslandırılmasından ibarətdir. Bu məqsədin həyata keçirilməsi üçün aşağıdakı məsələlərin həlli vacibdir:

- yüksək çatadayanıqlığa malik fibrobetonun optimal tərkibinin seçilməsi;
- fibrobetonun möhkəmlik və deformativ xassələrinin tədqiqi;
- kompleks əlavələrlə modifikasiya olunmuş fibrobetonların tərkibinin fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları vasitəsilə öyrənilməsi;
- fibrobeton tərkibli yol örtüyünün və tunel geyim konstruksiyasının möhkəmlik parametrlərinin dəyişməsinin və iqtisadi səmərəliliyinin öyrənilməsi;
- fibrobeton tərkibli nəqliyyat qurğularının kompüter modelinin hazırlanması və yük təsirindən işləmə prosesinin öyrənilməsi;
- fibrobetonun hazırlanma texnologiyasının işlənməsi;
- fibrobetondan nəqliyyat qurğularında istifadə texnologiyasının işlənilməsi.

Tədqiqat metodları. Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsində fiziki, mexaniki və fiziki-kimyəvi analiz üsullarından, həmçinin də fibrobeton konstruksiyalı yol geyiminin və tunelin üst örtük tavanının hesabatında SAP 2000V4 programından istifadə edilmişdir. Fiziki-kimyəvi tədqiqat metodlarından rentgenospektroskopiya, rentgenoqrafiya, diferensial-termiki analiz, mikrozonnd və elektron mikroskopiyası analiz üsullarından istifadə edilmişdir. Eksperimental tədqiqatlar Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Materialşunaslıq” kafedrasının nəzdindəki İSO 17025-2020 sistemində akkreditasiya olunmuş “İnşaat Materialları Elmi-Tədqiqat və Sınaq Laboratoriyası”nda həyata keçirilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan müddəalar:

- 1) sərt yol geyiminin çatadayanıqlığının, aqressiv təsirlərə dayanıqlığının artırılmasında fibrobetonun istifadəsinin məqsədəuyğunluğu;
- 2) yüksək texniki-istismar xassələrə malik fibrobetonun işlənməmiş optimal tərkibi;

3) fibrobeton xassələrinin fibromaterialın miqdarından asılılığı tədqiqinin eksperimental nəticələri;

4) fibrobetonun yüksək texniki xassələrini təmin edən kimyəvi və mineroloji tərkibi;

5) kompleks əlavələrlə modifikasiya olunmuş fibrobeton əsasında yüksək keyfiyyətli yol geyiminin hesabı metodikası;

6) betonun bütün həcmi boyunca bərabər armaturlanmanı və bununla da konstruksiyaya düşən gərginliyin bərabər paylanmasını təmin edən yol geyimi və tunelin örtük tavaşının konstruksiyası.

Tədqiqat işinin elmi yeniliyi. İlk dəfə olaraq kompleks əlavələrin nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadə olunan fibrobetonların xassələrinin yaxşılaşdırılmasına təsiri tədqiq edilmiş və onların tətbiqinin effektivliyi nəzəri və təcrübi yolla sübuta yetirilmişdir.

1. Yol betonlarının ən mühüm çatışmayan cəhəti olan çatadayanıqlığın aradan qaldırılmasında yüksək modullu liflərin, kimyəvi modifikatorların və ultradispers əlavələrin kompleks istifadəsinin effektivliyi nəzəri olaraq əsaslandırılmış, armatur-matris qarşılıqlı əlaqəsi qurulmuş və əlaqənin betonun mexaniki xassələrə təsiri qiymətləndirilmişdir.

2. Yüksək istismar xassələrinə malik fibrobetonların optimal tərkibi işlənmiş, fibromaterialın fibrobetonun deformativ xassələrinin yaxşılaşması təcrübi yolla sübuta yetirilmişdir.

3. Yüksək narınlığa malik mineral əlavələrin və kimyəvi əlavələrin fibrobetonun quruluş əmələ gətməsinə təsiri qanunauyğunluqları öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, kompleks əlavələrin istifadəsi fibrobetonun daha sıx quruluşlu, mikroçatsız matrisin alınmasına səbəb olan kalsium hidrosilikatların alınmasını təmin edir.

4. İlk dəfə olaraq fibrobetonların yol tikintisində tətbiqinin effektivliyinin artırılmasının mümkünlüyü onun tərkibinin mikrosəviyyədə optimallaşdırılması yolu ilə həyata keçirilmişdir ki, bu da kompozisiya materialının möhkəmliyinin 30 % artmasına səbəb olmuşdur.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Yüksək inşaat-texniki xassələrə malik (sıxılmada möhkəmlik həddi 60 MPa, əyilmədə möhkəmlik

həddi 28 MPa) fibrobeton tərkibi seçilmiş, alınma texnologiyası işlənmiş və onun əsasında yol geyimləri konstruksiyasında və tunelin örtük tavaşında istifadəsi əsaslandırılmışdır. Bu yol örtükləri və digər nəqliyyat qurğularının tikintisi üçün material bazasının genişlənməsinə imkan verir. Fibrobeton tərkibli sərt yol örtüklərinin hazırlanma texnologiyası işlənmişdir.

Nəticələrin etibarlılığı. Alınan nəticələrin etibarlılığı müasir analiz üsulları (fibrobetonun yüksək deformativ xassələrinə malik olması fiziki-mexaniki və fiziki-kimyəvi analiz üsulları ilə təsdiqlənmişdir) və riyazi modelləşdirmə üsulu vasitəsilə təsdiq edilmişdir.

İşin aprobeşiyası və tətbiqi. Təqdim edilən dissertasiya işinin mühüm nəticələri aşağıdakı beynəlxalq və respublika əhəmiyyətli konfranslarda müzakirə və məruzə edilmişdir:

Beynəlxalq konfranslar:

- “World Science” Proceeding of the II International Scientific and Practical Conference “Methodology of Modern Research”, Dubai, UAE, 28-29 mart 2016.

- III Международная азербайджанско-украинская научно-практическая конференция. Баку – Полтава. 01-02 июня 2020.

- STRAHOS 2022, 19th Seminar of Track Management Proceedings – Žilinská univerzita v Žiline. Poprad, Slovakiya. Part 1. 2021.

- STRAHOS 2022, 19th Seminar of Track Management Proceedings - Žilinská univerzita v Žiline. Poprad, Slovakiya. Part 2. 2022.

Respublika konfransları:

- Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin 40 illik yubileyinə həsr edilmiş “Azərbaycanda inşaat materialları sənayesinin inkişaf perspektivləri” mövzusunda beynəlxalq konfrans. Bakı, Azərbaycan. 15 dekabr 2015 il.

- “Memarlıq, inşaat və nəqliyyat sahəsində progressiv texnologiyalar” mövzusunda Elmi-praktiki konfrans. Bakı, Azərbaycan. 02 fevral 2016.

- “Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat-yol kompleksinin inkişaf perspektivləri” mövzusunda Respublika Elmi praktik konfrans. Bakı, Azərbaycan. 14-15 dekabr 2017.

- “Tikinti istehsalatında texnoloji maşınların istifadəsinin müasir problemləri” mövzusunda Respublika Elmi-praktiki konfransı. Bakı, Azərbaycan. 2019.

Tədqiqat işi Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Nəqliyyat və logistika” kafedrası iclaslarında müzakirə edilmişdir (2015, 2016, 2017, 2022).

Dissertasiya işinin əsas müddəaları 14 elmi məqalədə çap olunmuşdur.

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

Dissertasiya işinin nəticələri. 2015-ci ildə “Sumqayıt Kimya Sənaye Parkı” MMC-nin 94,3 hektarlıq ərazisində təklif olunan fibrobeton örtüklü sərt yol konstruksiyalı avtomobil yolunun layihələndirilməsində və tikintisində istifadə olunmuşdur. Həmçinin, 2023-cü ildə Gürcüstan Respublikasının Poti şəhərində “Poti TransTerminal” ASC-nin ərazisində təklif olunan fibrobetondan istifadə etməklə konteyner terminalının layihəsi işlənib hazırlanmışdır.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi: Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, istifadə olunan 121 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işi 146 səhifə kompüter mətnində əks olunmuşdur, özündə 34 cədvəl, 16 qrafiki və 23 şəkili əks etdirir. Tədqiqat işinin əsas hissəsi 192845 işarədən ibarətdir, girişdə 10256 işarə, I fəsildə 56027 işarə, II fəsildə 47088 işarə, III fəsildə 55576 işarə, IV fəsildə 21010 işarə və nəticədə 2888 işarə vardır.

İŞİN ƏSAS MƏZMUNU

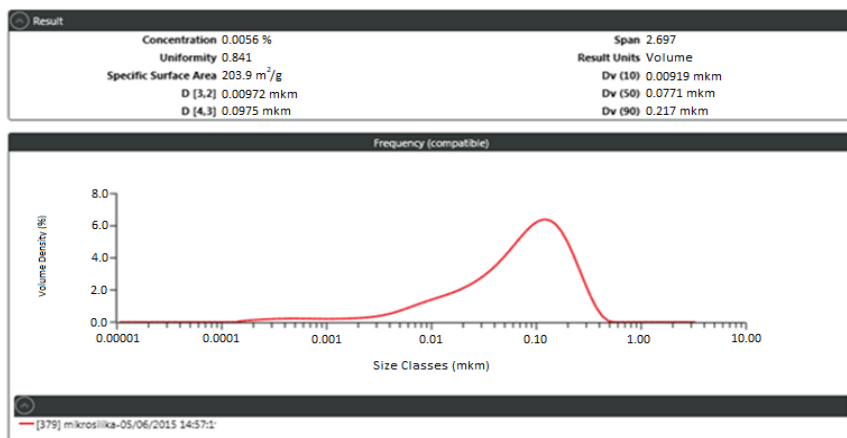
Girişdə işin aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqat işinin məqsəd və vəzifələri, tədqiqatın metodları təqdim edilmiş, müdafiəyə çıxarılacaq müddəalar verilmiş, işin elmi yeniliyi və alınan nəticələrin praktiki dəyəri qiymətləndirilmişdir.

Birinci fəsilə ədəbiyyatların analitik şərhı verilmişdir. İlk öncə tikintidə fibrobetonların tətbiq sahələrinin perspektiv istiqamətləri araşdırılmış və geniş məlumatlar təqdim edilmiş, sement betonlarının dispers armaturlanmasının xüsusiyyətləri və fibrobetonların quruluşunun onların xassələrinin proqnozlaşmasında rolu və nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadə olunan fibrobetonların xüsusiyyətləri araşdırılmış və əldə edilən məlumatlara əsasən dissertasiya işinin əsasını təşkil edən iki aspekt müəyyən edilmişdir: sementbeton örtüklü sərt yol geyimlərinin istismar müddəti asfaltbeton örtüklü sərt olmayan yol geyimlərinin istismar müddətindən çox olması və fibrobetonların deformativ xassələrinin, çatadayanıqlığının, şaxtayadavamlığının və digər inşaat-texniki xassələrinin yüksək olması.

Ədəbiyyatların analizindən belə nəticəyə gəlmək olar ki, nəqliyyat qurğularında yol örtüklərinin mütəmadi olaraq aqressiv təsirlərə məruz qalması onların istismar müddətini azaldır. Bunun qarşısının alınması məqsədi ilə nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadə olunan betonların deformativ xassələrinin yaxşılaşdırılması, şaxtayadavamlığının və çatadayanıqlığının artırılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Eyni zamanda, geniş miqyaslı ədəbiyyat analizi nəticəsində betonun xassələrinin müxtəlif kompleks əlavələrin istifadəsi ilə inqilabi sürətdə dəyişikliklərə uğramasını nəqliyyat qurğularının tikintisində nəzərə alınmasının labüd olması qənaitinə gəlinmişdir. Bu halda nəqliyyat qurğularının hesablanması da fərqli olacaqdır. Kompleks əlavələrlə modifikasiya olunmuş yeni nəsil yol örtüyü materialları əsasında nəqliyyat qurğularının deformativ xassələrinin tədqiqi və hesablanması zərurəti meydana çıxır ki, bu dissertasiya işinin əsas məqsədi olmuşdur.

İkinci fəsilə istifadə olunan materialların xarakteristikaları və tədqiqat üsulları verilmişdir. Fibrobeton hazırlanmasında xırda dənəli və ağır beton qarışığından istifadə edilmişdir. Xırdadənəli beton

hazırlanmasında CEM II/A-P 42,5N sinifli portlandsementdən, ortadənəli qumdan, 5-15 fraksiyalı qırmaşağdan, havacəlbədic MasterAir 125 (SikaControl-125 AER MA) əlavəsindən, mikrosilikadan və CΦB tipli metal fibromaterialdan istifadə edilmişdir. Kimyəvi əlavə dispers əlavələrin birlikdə istifadəsi su-sement nisbətini aşağı salaraq quruluşu daha da sıxlaşdırır. Məlumdur ki, məsələliyin azalması sement daşının və betonun korroziyasının qarşısının alınmasında istifadə olunan ən effektiv üsullardan biridir. Bunun nəticəsində də betonun deformativ xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir¹. Mikrosilika əlavəsinin dənəvər tərkibi və kimyəvi tərkibi təcrübi yolla müəyyən edilmişdir (qrafik 1).



Qrafik 1. Mikrosilikanın dənəvər tərkibi.

Analizin nəticələrindən görünür ki, mikrosilikanın hissəciklərinin ölçüsü 0.01-0.1 mkm intervalındadır. Bu ultradispers hissəciklər betonun mikroquruluşunun formalaşmasında mühüm rol oynayır. Həmçinin, mikrosilikanın kimyəvi tərkibi də öyrənilmişdir və nəticədə əlavənin tərkibində SiO₂-nin miqdarı 89% olması müəyyən edilmişdir.

Bu fəsilə fibrobeton nümunələrinin hazırlanması və xassələrinin təyini üsulları da təqdim edilmişdir. Burada fibrobetonun

¹Пути повышения эффективности фибробетона. Ахмедов, Н.М., Ширинзаде, И.Н.

sıxılmada və əyilmədə möhkəmliyinin, elastiklik modulunun, çatadayanıqlığının və digər deformativ xüsusiyyətlərinin təyini üsulları təqdim edilmiş, fibrobeton tərkibinin hesablanması metodikası verilmiş və seçilmiş ilkin materiallardan istifadə etməklə fibrobeton tərkibi hesablanmışdır.

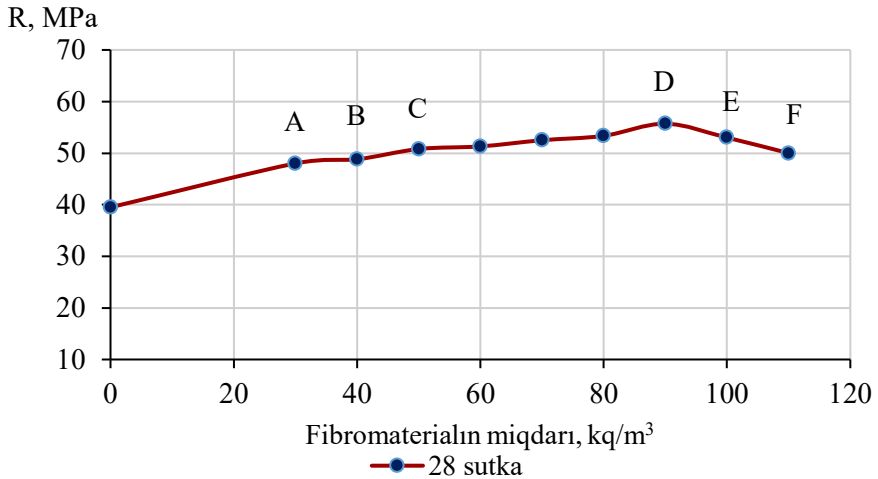
II fəsildə həmçinin, beton matrislə fibromateriallar arasında qarşılıqlı əlaqənin tədqiqinə də geniş yer verilmişdir. Bu əlaqənin öyrənilməsinin həm nəzəri, həm də təcrübi üsullardan istifadə edilmişdir.

Üçüncü fəsil nəqliyyat qurğuları üçün fibrobeton tərkiblərinin işlənməsinə, onların xassələrinin tədqiqinə və modifikasiya olunmuş müasir fibrobetonlar əsasında yol örtüklərinin hesablanmasına həsr edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, fibrobetonun plastiki deformasiyası beton tərkibini təşkil edən komponentlərin təbiətindən və fazaların nisbətindən asılıdır. Tədqiqat işində fibromaterialın miqdarının betonun möhkəmliyinə təsiri öyrənilmişdir. Qrafik 2-dən görüldüyü kimi qrafikin AB sahəsində fibrobetonun möhkəmliyi demək olar ki, betonun (matrisin) möhkəmliyindən fərqlənmir. Bu zonada fibromaterialın miqdarı (1 m^3 üçün) 30-40 kq intervalındadır. Metal fibroların miqdarının 40 kq-dan çox istifadəsi zamanı artıq düşən yükün bir hissəsini də fibromaterial daşıyır və fibrobetonun yükötürməsi əhəmiyyətli dərəcədə artmış olur². BC zonasında liflərin təsir gücü artıq özünü göstərmiş olur. Qrafikin CD sahəsində isə fibromaterialın miqdarının artması ilə kompozit materialın möhkəmliyinin artması daha intensivləşir.

Xaotik yerləşmiş fibroları bir-birinə xırdadənəli beton matrisi birləşdirir. D nöqtəsindən E nöqtəsinə qədər fibrobetonun möhkəmliyində əhəmiyyətli dərəcədə dəyişiklik baş vermir və bu nöqtədə fibrobetonun tərkibində fibromaterialın miqdarı 1 m^3 -də 90-100 kq təşkil edir. Fibromaterialın miqdarının 100 kq-dan 110 kq-a çatması isə fibrobetonun möhkəmliyinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Bu fibroların arasını dolduran matris qatının azalması və nəticədə yüklərin təsirindən də fibrobetonun laylanması ilə izah olunur. Bu səbəbdən də dağıdıcı yükün hətta zəif təsirindən də (5-10 MPa)

²Yol betonlarının dinamik yüklərin təsirinə dayanıqlığının artırılması üsulları. Əhmədov, N.M., Şirinadə, İ.N..

materialın dağılması baş verir.



Qrafik 2. Fibrobetonun möhkəmliyinin metal fibroların miqdarından asılılığı.

Yol örtüklərində beton istismar zamanı mütəmadi olaraq müxtəlif yüklərin (nəqliyyat vasitələrinin hərəkəti zamanı) təsirinə məruz qalır. Bu cür gərginliklər betonun quruluşunu deformasiyaya uğradır, əvvəlcə mikroçatlar əmələ gəlir, bunlar da zamanla makroçatlara çevrilir və betonu dağıdır³. Konstruksiyalarda betonun dayanıqlığı onun mexaniki xassələrindən (çatadayanıqlığın əsas göstəricisi olan dartılmada möhkəmlik həddindən, sıxılmada möhkəmlik həddindən, sürtülməsindən), sement daşının doldurucularla əlaqəsinin xarakterindən, elastiklik modulundan və ətraf mühitin təsirindən asılı olur⁴.

Bu şərtləri nəzərə alaraq fibrobeton üçün yüksək möhkəmlikli matrisin yaradılmasında kompleks əlavələrdən də istifadə edilmişdir. Beton qarışığının hazırlanmasında onun sıxlığını, şaxtayadavamlığını, möhkəmliyini və digər inşaat-texniki xassələrini təmin edən narın dispers əlavədən (mikrosilika kimi) və havacəlbədicə əlavədən istifadə edilmişdir. Fibrobetonun xassələri cədvəl 1-də verilmişdir.

³Особенности эксплуатации дорог с жесткими покрытиями. Ахмедов, Н.М., Ширинзаде, И.Н..

⁴Применение фибробетона в транспортном строительстве. Ахмедов, Н.М..

Eyni zamanda fibrobetonun sürtülməsi də öyrənilmişdir və müəyyən olunmuşdur ki, metal fibroların istifadəsi fibrobetonun sürtülməsini 22% azaltmışdır. Fibrobetonun hazırlanmasında narın dispers əlavələrin istifadəsi isə onun sürtülməsini ilkin beton qarışığına nisbətən 25% azaltmışdır⁵.

Cədvəl 1. Betonun xassələri

№	Göstəricilər	Sınaq nəticələri	
		Adi beton	Fibrobeton
1	Sıxlığı, kq/m ³	2200	2700
2	Sıxılda möhkəmlik həddi, MPa	50	60
3	Əyilmədə möhkəmlik həddi, MPa	-	4.8
4	Sukeçirməsi	W6	W8
5	Şaxtaya davamlığı	F200	F300

Yol örtüklərinin tikintisində istifadə olunan betonların deformativ xassələrinin yüksək olması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Materialların ən mühüm deformativ xassələrindən biri onların elastikliyidir. Məlumdur ki, fiziki mənada beton elastik material hesab olunmur, ona görə də beton üçün “elastiklik modulu” termininin istifadəsi düzgün hesab edilmir. Burada şərti olaraq gərginliyin təsir etdiyi sahələrdə betonun elastiki xassələrini xarakterizə edən “başlanğıc elastiklik modulu” terminindən istifadə edilə bilər.

Fibrobetonun elastiklik modulunu təyin etmək üçün qarışıqdan ölçüləri 15x15x60 sm olan 8 ədəd nümunə hazırlanaraq marka möhkəmliyini standart şəraitdə yığana qədər saxlanılmışdır.

Deformasiya nümunələrin tillərinə metal çərçivənin köməyi ilə bərkidilmiş indikatorun köməyi ilə ölçülmüşdür. Nümunələrin yüklənməsi (hidravlik presdə) mərhələli şəkildə həyata keçirilmişdir. İlkin yükləmə gözlənilən dağıdıcı yükün 2%-ini təşkil etmişdir.

Deformasiya yüklənmə anında və yük təsir etdikdən 5 dəqiqə sonra ölçülmüşdür. Nümunələrin elastiklik modulunun təcrübi yolla alınan nəticələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Nəticələrin təhlili göstərir ki, fibrobeton nümunələrinin möhkəmliyi adi beton nümunələri ilə müqayisədə 9.3% çoxdur.

⁵ Research of ways increase of constructive durability of concrete in modern transport constructions. Ahmadov, N.M., Shirinzade, İ.N..

Bundan başqa, fibrobeton nümunələrinin elastiklik modulu da adi beton nümunələri ilə müqayisədə 2.7 % artıqdır. Betonun şərti sinfi uyğun beton sinfindən yüksəkdir, bu da onu göstərir ki, betondakı liflər nümunələrin möhkəmlik xüsusiyyətlərinə heç bir təsir göstərmir. Belə hesab etmək olar ki, nümunələrdəki liflərin miqdarı betonun sinfinə uyğun deyil, yəni azdır. Nümunələrdəki liflərin miqdarı B30 sinifli beton üçün seçilib, ancaq liflərin miqdarı B60 sinifli beton üçün qəbul edilməlidir. Nümunələr içərisində ən yüksək gərginlik qiymətləri N 4-1 və N 4-2 olub. Buna baxmayaraq deformasiya göstəriciləri bütün nümunələrdə təxmini eynidir. Nümunələrdə liflərin olması onların içərisində deformasiyanın inkişaf etməsinə, dağılma xarakterinə təsir göstərir, kövrək dağılmanı plastiki dağılmaya çevirir.

Cədvəl 2. Nümunələrin elastiklik modulunun təyini

Nümunənin adı	Fibromaterialin miqdarı, kg/m^3	Dağıdıcı yük, P_d , kN	Prizmatik möhkəmlik, R_{pr} , MPa	Elastiklik modulu, E_b , MPa	Deformasiya ϵ_i
N 1-1	0	1218	54.13	35685	0.0020
N 1-2	0	1220	54.22	36992	0.0021
N 2-1	20	1380	61.33	37474	0.0023
N 2-2	20	1320	58.67	37830	0.0021
N 3-1	50	1380	61.33	37083	0.0022
N 3-2	50	1295	57.56	38237	0.0019
N 4-1	80	1400	62.22	41335	0.0022
N 4-2	80	1430	63.55	39511	0.0023

Bundan əlavə, elastiklik modulunun sınaqlar nəticəsində əldə edilən parametrləri ilə hesabi parametrlər müqayisə edildi. Bu müqayisə nəticəsində müəyyən edildi ki, B30 sinifli fibrobetonun sınaqlar nəticəsində əldə edilən elastiklik modulunun qiymətləri hesabi yolla təyin edilmiş qiymətlərdən 2,1% yüksəkdir.

Yuxarıda da qeyd edildiyi kimi fibrobetonun deformativ xassələri onun tərkibini təşkil edən komponentlərin təbiətindən asılılığı aparılan təcrübələr vasitəsilə təsdiq edildi. Əgər metal fibroların elastiklik modulu $1,9 \times 10^5$ MPa və fibrobetonun elastiklik modulu 39.51×10^3 MPa olarsa, onda $E_f/E_m > 1$ olar, bu isə o zaman fibrobetonun dartılmada möhkəmliyi yüksək olacaq və fibrobetonun dağılması plastik deformasiya üzrə baş verəcəkdir.

Aydındır ki, bu halda kompozitin dağılması fibromaterialla matris arasındakı əlaqənin pozulması hesabına baş verir. Yəni, fibrobetonun dağılmasına sərf olunan enerjinin əsas hissəsi fibromaterialın matrisdən çıxmasına sərf olunur. Deməli, fibrobetonun dağılmasına sərf olunan yük fibromaterialın miqdarından, fibromaterialla matris arasındakı əlaqədən və fibroların formasından əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

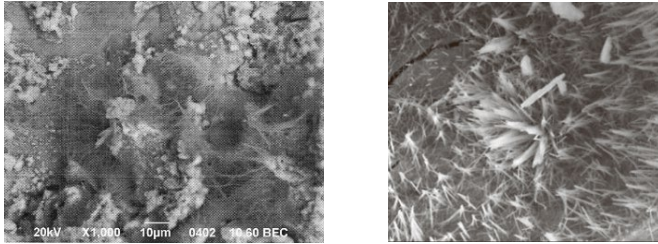
Tədqiqat işinin bu bölməsində məqsəd fibrobeton üçün yüksək möhkəmlikli matrisin yaradılmasıdır. Təcrübi yolla təsdiq edilmişdir ki, yüksək dispers hissəciklərlə və kimyəvi əlavələrlə modifikasiya olunmuş betonlar fibrobeton üçün ən möhkəm matris ola bilər. Yüksək istismar-texniki xassələrə malik və uzunömürlü fibrobeton alınması üçün metal fibro ilə sement matrisin texnoloji uzlaşmasını əldə etmək və bu matrisdə fibromaterialın korroziyadan qorunmasını təmin etmək lazımdır. Bu məqsədlə beton matrisin quruluşunun mikrosəviyyədə möhkəmləndirilməsi üçün istifadə olunan mikrosilika ferrosilisiyum istehsalı zamanı alınan tullantıdır və tərkibin 90%-dən çoxu sferik formalı amorf SiO_2 -dən ibarətdir.

Mikrosilisiyum əlavəsinin sement betonlarının quruluşunu sıxlaşdırması onun hissəciklərinin sementlə doldurucu dənələri arasındakı boşluqları doldurması və yeni maddə əmələ gətirə bilməsi ilə bağlıdır. Eyni zamanda yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, sıx quruluşlu daşın əmələ gəlməsinə istifadə olunan havacəlbədic MasterAir 125 (SikaControl-125 AER MA) əlavəsi də müsbət təsir göstərir. Belə əlavələrin istifadəsi su-sement nisbətini aşağı salaraq quruluşu daha da sıxlaşdırır. Eyni zamanda əlavə kontakt zonasında sement ilə doldurucu hissəcikləri arasındakı adgeziyanı artırır. Məlumdur ki, məsaməliyin azalması sement daşının və betonun korroziyasının qarşısının alınmasında istifadə olunan ən effektiv üsullardan biridir. Bunun nəticəsində betonun deformativ xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir⁶.

Seçilmiş əlavələrlə modifikasiya olunmuş betonun və həmçinin də fibrobetonun mikroquruluşu skanedici elektron mikroskopda FE-CEM QVANTA 400F (Filips, Hollandiya) (Azərbaycan Milli Elmlər

⁶Development of effective fiber-reinforced concrete compositions used in transportation structures. Ahmadov, N.M., Shirinzade, I.N..

Akademiyasının Geologiya və Geofizika İnstitutunda) öyrənilmişdir. Beton matrisin mikroquruluşu şəkil 1-də təqdim edilmişdir.



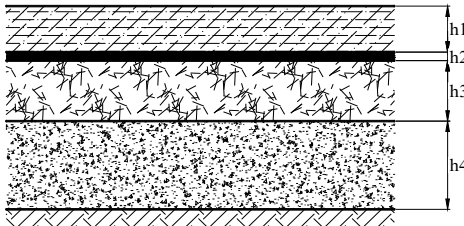
Şəkil 1. FE-CEM QVANTA 400F markalı elektron mikroskop altında fibrobetonun hazırlanmasında istifadə olunan beton matrisin mikroquruluşunun görüntüsü.

Şəkildən görüldüyü kimi, betonun mikroquruluşunu iynəvari sıx yerləşmiş kristallar təşkil edir ki, bu da portlandsementin aktiv silisium oksidi ilə reaksiyaya girməsi nəticəsində sistemdə əmələ gələn aşağı əsaslı möhkəm kalsium hidrosilikatların kristallarıdır və onların da sement matrislərinə yüksək möhkəmlik verməsi elmi cəhətdən sübut olunmuşdur⁷.

Üçüncü fəsilə həmçinin fibrobeton örtüklü sərt yol geyiminin hesablanması və işləmə prosesinin öyrənilməsi məsələsinə baxılmışdır. Yol geyiminin konstruksiyası kimi aşağıdakı laylardan ibarət konstruksiya qəbul edilmişdir (şəkil 2).

Torpaq yatağı qruntunun hesabi nəmliyi $0.88W_t$, qruntun elastiklik modulu $E_{qr}=25$ MPa, $\varphi_{qr}=11^0$, $c = 0.008$ MPa.

1. Əsasın əlavə layının ekvivalent qalınlığının və əsasın əlavə layı üzərində ekvivalent elastiklik modulunun təyin edilməsi.



Şəkil 2. Konstruktiv layların materiallarının və qruntun hesabi xarakteristikalarının təyin edilməsi:

⁷The modified fiber concrete for railway structures. Ahmadov, N.M., Sadiyev, R.B., Yusifzade, E.N..

1 – Örtük – fibrobeton, $h_1 = 22$ sm, betonun sinfi $B_{btb}=5.97$ MPa, $E_b=39000$ MPa;

2 – Hamarlayıcı lay – bitumla emal olunmuş qum, $h_2 = 3$ sm;

3 – Əsas – fraksiyalı qırmadaş – $h_3 = 24$ sm, $E=350$ MPa;

4 – Əsasın əlavə layı – çınqıl-qum qarışığı – $h_4 = 25$ sm, $E=180$ MPa, $\varphi=32^0$, $c = 0.004$ MPa.

Yol geyiminin hesabı aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

$$E'_e = \frac{E_i}{0.71 \cdot \sqrt{\frac{E_{qr}}{E_3}} \arctg\left(\frac{1.35h_e}{D}\right) + \frac{E_3}{E_{qr}} \cdot \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{h_e}} =$$

$$= \frac{180}{0.71 \cdot \sqrt{\frac{25}{180}} \arctg\left(\frac{1.35 \cdot 53}{50}\right) + \frac{180}{25} \cdot \frac{2}{3.14} \arctg \frac{50}{53}} = 47.24 \text{ MPa}$$

$$h'_e = 2 \cdot h_4 \sqrt[3]{\frac{E_3}{6E_{qr}}} = 2 \cdot 25 \sqrt[3]{\frac{180}{6 \cdot 25}} = 53 \text{ sm}$$

2. Fraksiyalı qırmadaş layından ibarət əsas üzərində elastiklik modulu:

$$h''_e = 2 \cdot h_4 \sqrt[3]{\frac{E_3}{6E_{qr}}} = 2 \cdot 24 \sqrt[3]{\frac{350}{6 \cdot 47.24}} = 51.5 \text{ sm}$$

$$E''_e = \frac{E_i}{0.71 \cdot \sqrt{\frac{E''_e}{E_2}} \arctg\left(\frac{1.35h''_e}{D}\right) + \frac{E_2}{E''_e} \cdot \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{h''_e}} =$$

$$= \frac{350}{0.71 \cdot \sqrt{\frac{47.24}{350}} \arctg\left(\frac{1.35 \cdot 51.5}{50}\right) + \frac{350}{47.24} \cdot \frac{2}{3.14} \arctg \frac{50}{51.5}} = 87.60 \text{ MPa}$$

Fibrobetonun əyilmədə dartılmaya qarşı hesabi möhkəmliyi təyin edilmişdir.

Təkrar yükləmə zamanı fibrobetonun yorğunluq əmsalı:

$$K_y = 1.08 \left(\sum N_h^{25} \right)^{-0.063}$$

burada, N_h^{25} - 25 il istismar müddəti ərzində yol geyimi səthi üzərində yükün cəm hesabi verilməsinin sayı; n_c - il ərzində müsbət temperaturu günlərin sayı;

$$K_y = 1.08(3487153)^{-0.063} = 0.42$$

Tavanın əyilmədə dartılma gərginliyi tavanın əsas ilə əlaqəni və tavanın yükləmə şərtlərini nəzərə alaraq birinci yükləmə sxeminə əsasən təyin edilir.

3. Fibrobetonun əyilmədə hesabi müqaviməti:

$$R_{\text{əd}}^{\text{hes}} = 5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95 \cdot 0.42 = 2.382$$

4. Yol geyiminə təsir edən hesabi yükün təyin edilməsi. Yol geyimi birinci yükləmə sxeminə görə hesablanır.

$$Q = Q_h \cdot m_d = 57.5 \cdot 1.3 = 74.74 \text{ kN}$$

5. Təkər izinin radiusunun təyin edilməsi:

$$R = \sqrt{\frac{10 \cdot Q}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 74.75}{3.14 \cdot 0.6}} = 19.92 \text{ kN}$$

6. Örtüyün qalınlığının təyin edilməsi. Örtüyün bir neçə qalınlığı təyin edilir: $h = 16 \text{ sm}, 18 \text{ sm}, 20 \text{ sm}, 22 \text{ sm}, 24 \text{ sm}, 26 \text{ sm}$.

Bütün qalınlıqlar üçün tavanın elastiki parametrləri təyin edilir:

$$l_y = h \cdot \sqrt[3]{\frac{E_b(1 - \mu_0^2)}{6E_e''(1 - \mu^2)}} = 16 \cdot \sqrt[3]{\frac{39000(1 - 0.3^2)}{6 \cdot 87.60(1 - 0.2^2)}} = 74.52 \text{ sm}$$

$$l_y = 18 \cdot \sqrt[3]{\frac{39000(1 - 0.3^2)}{6 \cdot 87.60(1 - 0.2^2)}} = 66.24 \text{ sm}$$

$$l_y = 20 \cdot \sqrt[3]{\frac{39000(1 - 0.3^2)}{6 \cdot 87.60(1 - 0.2^2)}} = 82.80 \text{ sm}$$

$$l_y = 22 \cdot \sqrt[3]{\frac{39000(1 - 0.3^2)}{6 \cdot 87.60(1 - 0.2^2)}} = 91.08 \text{ sm}$$

$$l_y = 24 \cdot \sqrt[3]{\frac{39000(1 - 0.3^2)}{6 \cdot 87.60(1 - 0.2^2)}} = 99.36 \text{ sm}$$

$$l_y = 26 \cdot \sqrt[3]{\frac{39000(1 - 0.3^2)}{6 \cdot 87.60(1 - 0.2^2)}} = 107.64 \text{ sm}$$

Birinci yükləmə sxemində tavada olan gərginliklər σ_{pt} , MPa elastiklik nəzəriyyəsinə əsasən tava ilə əsas arasında əlaqəni əks etdirən asılılıq ilə təyin edilir.

Hər bir qalınlıq üçün tavada olan məlum gərginliklərdə betonun yorğunluq əmsalları təyin edilir:

$$K_y = \frac{3.150 \cdot 1.0}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.555$$

$$K_y = \frac{2.797 \cdot 1.0}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.493$$

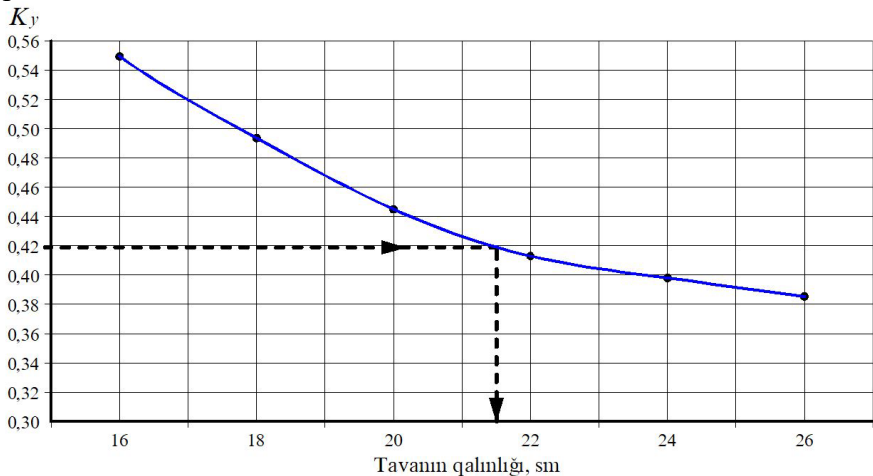
$$K_y = \frac{2.529 \cdot 1.0}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.446$$

$$K_y = \frac{2.356 \cdot 1.0}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.416$$

$$K_y = \frac{2.261 \cdot 1.0}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.399$$

$$K_y = \frac{2.181 \cdot 1.0}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.384$$

Təyin edilmiş betonun yorğunluq əmsallarına əsasən yorğunluq əmsalı ilə tavanın qalınlığı arasında asılılıq qrafiki qurulmuşdur (qrafik 3). Təkrar yükləmədə betonun tələb olunan yorğunluq əmsalına $K_y=0.42$ əsasən fibrobeton tavanın qalınlığı qrafikdən təyin edilir və aşağıda göstərilən hesablamə sxemlərinə əsasən $h = 22$ sm qəbul olunur.



Qrafik 3. Fibrobeton örtüyünün qalınlığının təyini qrafiki.

Qrafikdən təyin olunmuş fibrobeton tavanın qalınlığına əsasən yol geyimi örtüyünün möhkəmliyinin yoxlanılması aparılır:

$$K = \frac{R_{\text{əd}}^{\text{hes}}}{\sigma_{\text{pr}}} = \frac{2.382}{2.356} = 1.01 \geq K_m = 1.0$$

Fibroboton tavanın möhkəmlik şərti təmin olunmuşdur.

Sərt yol geyimi konstruksiyasının əlavə olaraq, həm də, SAP2000V14 proqram təminatı ilə hesablama modeli hazırlanmış və konstruksiyanın ən kəsiyində yaranan daxili qüvvələr və gərginliklər təhlil edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, sərt yol geyimi konstruksiyası hesablanarkən süni qurğuların hesabında tətbiq edilən AK-15 müvəqqəti normativ yükün təsiri nəzərə alınmışdır. Bir modeli kimi qalınlığı 22 sm, uzunluğu 60 m, eni isə 9.0 m olan fibroboton sərt yol geyimi konstruksiyası qəbul edilmişdir (şəkil 2). Konstruksiyanın ən kəsiyində maksimal daxili qüvvələr təyin edilmişdir: $M_{\text{max}}^1=23.8$ kNm, $M_{\text{max}}^2=24.5$ kNm, $Q_{\text{max}}=24.9$ kN təyin edilib. Alınmış nəticələr uyğun inşaat norma və qaydaları ilə müqayisə edilmiş və nəticələrin təhlili aparılmışdır.

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{24.5}{0.0081} = 3025 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 3.02 \text{ MPa}$$

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{1.0 \cdot 0.22^2}{6} = 0.0081 \text{ m}$$

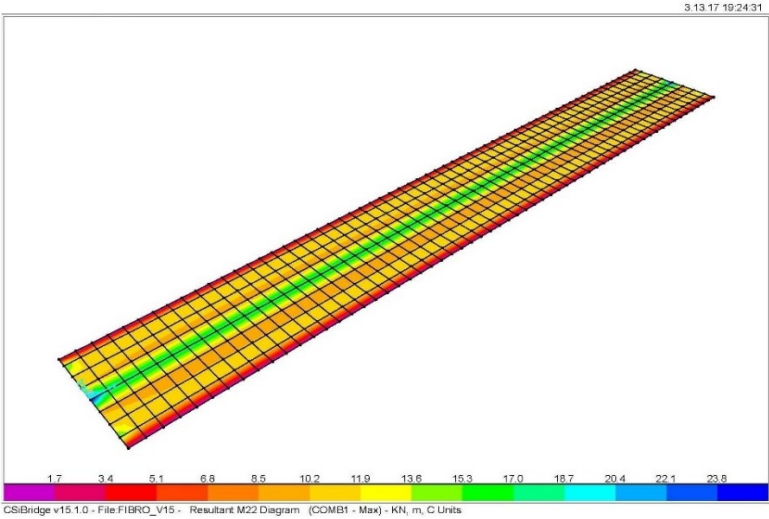
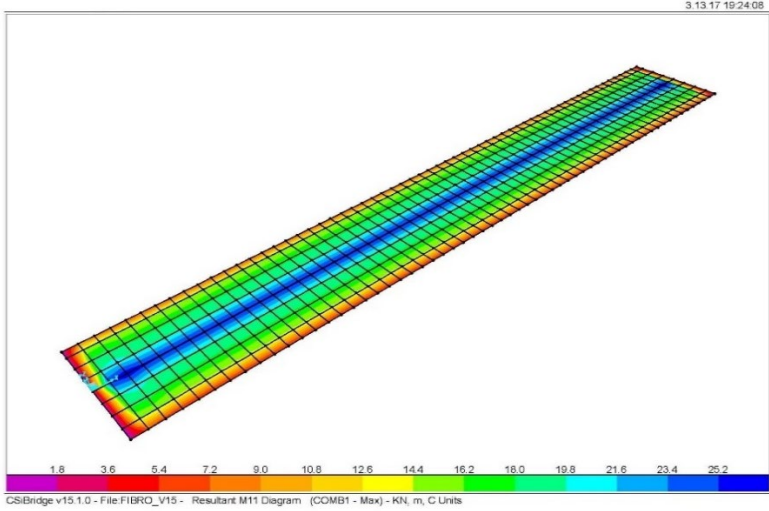
$$K_y = \frac{3.02 \cdot 0.94}{5.97 \cdot 1.0 \cdot 0.95} = 0.500$$

Təyin olunmuş betonun yorğunluq əmsalı hesabi yolla təyin edilmiş əmsaldan ($K_y=0.42$) böyükdür və qrafik 3-ə əsasən bu yorğunluq əmsalına uyğun fibrobotonun qalınlığı $h=22$ sm təşkil edir.

Dördüncü fəsil təklif olunan modifikasiya olunmuş fibrobotonun istehsal texnologiyasına, fibroboton örtüklü yol örtüklərinin hazırlanma texnologiyasına və fibroboton yol örtüklərinin iqtisadi səmərəliyinin hesablanmasına həsr edilmişdir.

Fibroboton yeni nəsil betonlara aid olsa da, onun hazırlanma texnologiyası adi betonların hazırlanma texnologiyasından çox fərqli deyildir. Digər betonlarda olduğu kimi onun da texnologiyası materialların hazırlanması və qarışdırılması mərhələlərindən ibarətdir. Lakin materialların hazırlanmasının adi betonlardan bəzi fərqli xüsusiyyətləri vardır. Fibrobotonun hazırlanması zamanı bir sıra şərtlərə əməl olunmalıdır:

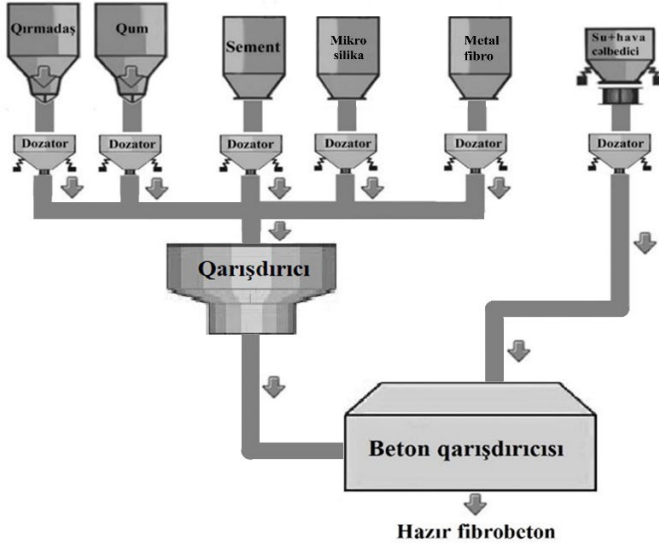
- fibromaterialın beton qarışığında bərabər paylanmasını təmin etmək;
- beton matris ilə fibromaterialın xassələrinin optimal uzlaşmasının seçilməsi.



Şəkil 2. Sərt örtüklü yol geyiminin modeli.

Fibrobeton qarışığının hazırlanması əvvəlcədən hesablanmış miqdarda qum, qırmadaş, sement, metal fibrolar və mikrosilika

qarışdırıcıya tökülür, əvvəlcə quru halda qarışdırılır, sonra su ilə havacəlbədi əlavə qatılaraq 15 dəqiqə yenidən qarışdırılır. Fibrobetonun hazırlanmasının texnoloji sxemi şəkil 3-də göstərilmişdir. Dozlaşma zamanı xəta yapışdırıcı material, su, fibromaterial və əlavə üçün $\pm 1\%$ -dən, doldurucular üçün isə $\pm 2\%$ -dən çox olmamalıdır⁸.



Şəkil 3. Fibrobetonun hazırlanmasının texnoloji sxemi.

Fibrobeton yol örtüklərinin tikintisi quru hava şəraitində (havanın temperaturu 5°C -dən aşağı olmamalıdır) və quru əsas üzərində həyata keçirilməlidir.

Fibrobeton yol örtüklərinin tikintisi quru hava şəraitində (havanın temperaturu 5°C -dən aşağı olmamalıdır) və quru əsas üzərində həyata keçirilməlidir.

Fibrobeton örtüklü yol geyiminin tikintisi müəyyən texnoloji ardıcılıqla yerinə yetirilir. Yol geyiminin tikintisi VI turumda yerinə yetirilir. Hər bir tutumda görülən işlər və iş həcmələri aşağıdakı kimidir:

⁸Modifikasiya olunmuş betonun nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadəsi. Öhmədov, N.M., Şirinzadə, İ.N..

- I-ci tutumda əsas işçi əməliyyatlar: hərəkət hissəsinin hər iki tərəfindən nəqlidedici simin yerləşdirilməsi və ayırıcı araqaatının planlaşdırılması və kipləşdirilməsi.

- II-ci tutumda əsas işçi əməliyyatlar: fibrobeton qarışığının beton daşıyan maşınlarla daşınması və betondöşəyici maşın vasitəsi ilə fibrobeton qarışığının bərabər paylanması və döşənməsi.

- III-cü tutumda əsas işçi əməliyyatlar: fibrobeton örtüyünün hamarlanması və fibrobeton örtüyünə qulluq edilməsi.

- IV-cü tutumda əsas işçi əməliyyatlar: bərkimiş fibrobeton örtüyü üzərində eninə və uzununa deformasiya tikişlərinin açılması.

- V-ci tutumda əsas işçi əməliyyatlar: eninə və uzununa deformasiya tikişinin bitum mastikası ilə doldurulması.

- VI-cı tutumda əsas işçi əməliyyatlar: hərəkət hissəsinin hər iki tərəfindən yerləşdirilmiş təqlidedici simin çıxarılması.

Adi betona nisbətən fibrobetonun maya dəyərinin yüksək olmasına baxmayaraq onun istifadəsi zamanı əldə edilən iqtisadi səmərə əhəmiyyətli dərəcədə yüksəkdir. Bu iqtisadi səmərə konstruksiyalarda armaturlardan istifadə olunmaması hesabına əldə edilir. Lakin iqtisadi səmərənin yüksək olmasının əsas səbəbi fibrobetonun istifadəsinin konstruksiyanın uzunömürlülüyünün artmasına səbəb olmasıdır.

Fibrobetonun iqtisadi səmərəliyi 2 müxtəlif nəqliyyat qurğularında istifadəsi nəzərdən keçirilmişdir:

- 1) fibrobeton materiallı tunelin üst örtük tavasında;
- 2) fibrobeton örtüklü sərt yol geyimi konstruksiyasında.

I variantda qalınlığı 60 sm olan üst örtük tavası üçün nəzərdə tutulmuşdur. Avtomobil yolu tunelinin örtük tavasının texniki-iqtisadi əsaslandırılmasının aparılması üçün qalınlığı 60 sm olan B40 markalı adi betonlu və fibrobeton örtük tavaları hesablanmış və bir-biri ilə müqayisə edilmişdir.

II variantda isə fibrobeton yol örtüyü nəzərdə tutulur ki, aparılan hesablama əsasən bu cür yol örtüyünün qalınlığı isə 22 sm-ə bərabərdir. 1m² tunelin örtük tavası üçün həm də fibrobeton materiallı yol geyiminin örtüyü üçün istifadə olunan materialların miqdarı hesablanmışdır. Fibrobetonun istifadəsi ilə tunel tikintisində eni 12,5m olan tunelin hər 10 m-də 1825 kq armatura qənaət edilmişdir. Deməli

1m²-də 14,4 kq armatura qənaət edilmişdir ki, bu da 125 m²-də 2368.85 AZN səmərə deməkdir.

Fibrobetonun istifadəsindən alınan iqtisadi səmərə dəmirbeton konstruksiyada əsasən armaturun hesabına olsa da, yol geyiminin qalınlığının fibrobeton istifadə etdikdə azalması da iqtisadi səmərəliyi artırır. Armatur istifadə etdikdə 100 m² tunelin örtük tavası üçün istifadə olunan materialların qiyməti 22298.378AZN, fibrobeton tunelin örtük tavasında istifadə olunan materialların qiyməti isə 24555.378AZN-dir. Bu 100 m²-də 2257. AZN (10.1 %) əlavə vəsait deməkdir. Lakin armaturlama işlərinə çəkilən xərclər də ümumi işlərin dəyərinin ~15%-ni təşkil edir ki, bu da fibrobetonun tətbiqinin iqtisadi səmərəliyini təmin edir.

Sementbeton örtüklü yol geyiminin istifadəsi zamanı isə örtüyün qalınlığının azalması (24 sm-dən 22 sm-ə qədər) hesabına demək olar ki, istifadə olunan materialların qiyməti az dəyişir. 24 sm qalınlığında sementbeton örtüyünün 100 m² üçün istifadə olunan materialların qiyməti 2206.315AZN, fibrobeton istifadə olunan və qalınlığı 22 sm olan örtüyün materiallarının qiyməti isə 2737.246AZN-dir. Bu 100 m²-də 530.93AZN (24.0%) əlavə vəsait deməkdir. Aydınır ki, iqtisadi səmərə məhsul vahidinə çəkilən xərclə ifadə olunsa da, yüksək keyfiyyətli materialların istifadəsi konstruksiya və qurğuların səmərəliyinin yüksəldilməsində daha mühüm rol oynayır.

Bu zaman əldə edilən iqtisadi səmərə isə betonun texniki göstəricilərinin yüksəlməsi hesabına onun istismar müddətinin uzanması ilə əldə edilir ki, bunu da rəqəmlərə çevirsək daha da yüksək iqtisadi səmərə əldə etmiş olarıq.

Deməli, yol geyimlərinin və digər nəqliyyat qurğularının tikintisində fibrobetonun tətbiqi zamanı gözlənilən illik iqtisadi səmərə təkcə yol geyiminin maya dəyərinin aşağı salınması hesabına yox, konstruksiyanın keyfiyyətinin yüksəldilməsi hesabına da əldə edilir ki, rəqabətin güclü olduğu bir iqtisadi məkanda bunun əhəmiyyəti çox böyükdür.

Nəticə

Nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadə olunan betonların deformativ xassələrinin yaxşılaşdırılması məqsədi ilə fibrobetondan istifadə edilməsi və bununla bağlı aparılmış tədqiqatlar nəticəsində aşağıdakı ümumi nəticələrə gəlmək olar:

1. Nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadə olunan betonların deformativ xassələri tədqiq olunmuş və müəyyən olunmuşdur ki, fibrobetonun xassələri onu təşkil edən fazaların təbiətindən və nisbətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Fibrobetonun tərkibinin seçilməsi zamanı fibromaterialın miqdarı elə intervalda olmalıdır ki, bu intervalda məmulatın kövrək deformasiyası baş verməsin.

2. Müəyyən olunmuşdur ki, beton matrisi ilə fibromaterialın texnoloji uzlaşması fibromaterialın beton matrisdə bərabər paylanması, matrisi təşkil edən beton qarışığının miqdarının kifayət qədər olması və eyni zamanda, fibrobeton qarışığının qəlibə rahat qoyulması hesabına təmin edilə bilər.

3. Təcrübi yolla müəyyən olunmuşdur ki, fibrobeton üçün yüksək möhkəmlikli matrisin yaradılması kompleks əlavələrdən (kimyəvi və dispers əlavələrdən) istifadə edilməklə həyata keçirilə bilər.

4. Fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları vasitəsilə müəyyən olunmuşdur ki, kompleks əlavələrdən istifadə edilməsi daha sıx quruluşlu beton matrisin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Mikrosilisiyum əlavəsi boşluqları dolduraraq keçid zonasının quruluşunun sıxlaşmasına və möhkəmliyinin artmasına səbəb olur. Eyni zamanda mikrosilikanın sementin hidratasiya məhsulları ilə reaksiyası nəticəsində kalsium hidrosilikatların əmələ gəlməsi də quruluşu sıxlaşdırır. Həmçinin havacəlbəddici əlavə də su/sement nisbətini aşağı salaraq quruluşu daha da gücləndirir.

5. Metal fibroların betonun bütün həcmi boyu bərabər paylanması konstruksiyaya düşən gərginliyin də bərabər paylanmasını təmin edir ki, bu da nəqliyyat qurğularının uzunömürlülüyünün təmin edilməsi üçün zəmin yaratmış olur.

6. Müəyyən olunmuşdur ki, lifli materialların betonda istifadəsi onun dağılması zamanı plastik deformasiyasını artırır ki, bu da

çatadayanıqlığın artmasına səbəb olur və nəticədə təmirlər arası müddəti 1.8-2 dəfə artır. Eyni zamanda, fibrobetondan istifadə edilməsi qurğuların əyilmədə və dartılmada möhkəmliyini (30%) sürtülüb-yeyilməsini də əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bu da, yüksək dinamik və zərbə yükünə məruz qalan konstruksiyaların və qurğuların etibarlılığını artırır.

7. Avtomobil yolunun tikintisində fibrobetondan istifadə edilməsi yol geyiminin və örtüyün xidmət müddətinin artmasına və bununla istismar xərclərinin azalmasına səbəb olur. Süni qurğularda fibrobetondan istifadə etməklə armatur işlərinin tam və ya qismən azaldılması hesabına kapital qoyuluşuna 30%-dək qənaət etmək olar.

8. Fibrobeton yol geyiminin konstruksiyasında istifadə edilmiş və örtüyün qalınlığının azalmasına (2 sm) nail olunmuşdur. Sementbeton örtüklü yol geyiminin istifadəsi zamanı örtüyün qalınlığının azalması (24 sm-dən 22 sm-ə qədər) hesabına istifadə olunan materialların qiyməti az dəyişir. Ancaq iqtisadi baxımdan əlverişli olmamasına baxmayaraq, yüksək keyfiyyətli materialların istifadə edilməsi istismar xərclərinin azalmasına, təmirlərarası müddətin artmasına gətirir.

Əhmədov Nizami Mahamayeviçin dissertasiya mövzusu üzrə çap edilmiş elmi əsərlərinin siyahısı

1. Əhmədov, N.M., Qaraisayev, N.M., Piriye, Y.M. Yol örtüklərinin tikinti texnologiyalarının bəzi məsələləri // Ekologiya və su təsərrüfatı jurnalı, - Bakı: Tİ-MEDIA şirkətinin mətbəəsi, - 2012, №1 (37). - s. 52-54.

2. Əhmədov, N.M., Şirinzadə, İ.N. Yol betonlarının dinamik yüklərin təsirinə dayanıqlığının artırılması üsulları. // «Azərbaycanda inşaat materialları sənayesinin inkişaf perspektivləri» mövzusunda beynəlxalq Konfrans. – Bakı: Nəşriyyat-Poliqrafiya mətbəəsi, - 18 dekabr 2015 il. - s. 50-53.

3. Əhmədov, N.M. Müasir nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadə olunan betonların konstruktiv möhkəmliyinin artırılması üsulları. // «Memarlıq, inşaat və nəqliyyat sahəsində progressiv texnologiyalar» mövzusunda elmi-praktik Konfrans. – Bakı: Nəşriyyat-Poliqrafiya mətbəəsi, - 2016. - s. 132-135.

4. Ахмедов, Н.М. Применение фибробетона в транспортном строительстве. // «Nəzəri və tətbiqi mexanika» jurnalı, - Bakı: Elm nəşriyyatı, - 2016, №1 (41). - s. 119-122.

5. Ахмедов, Н.М., Ширинзаде, И.Н. Особенности эксплуатации дорог с жесткими покрытиями // «World Science» Proceeding of the II International Scientific and Practical Conference «Methodology of Modern Research», ISSN2413-1032, - Dubai: UAE, - april 2016, №4(8). - с. 74-76.

6. Ahmadov, N.M., Shirinzade, İ.N. Research of ways increase of constructive durability of concrete in modern transport constructions // «Наука та будівництво» Науково-технічний, виробничий та інфор-маційно-аналітичний журнал, ISSN 2313-6669, - Kiev: Ukraine - 2016, №2(8). - p. 21-23.

7. Ахмедов, Н.М., Ширинзаде, И.Н. Пути повышения эффективности фибробетона // Международный научно-исследовательский журнал, ISSN 2303-9868, - Екатеринбург: - март 2017, №03 (57), часть 4. - с.107-109.

8. Əhmədov, N.M. Fibrobetondan istifadə etməklə nəqliyyat tunellərinin hesablama modelinin hazırlanması və yük təsirindən işləmə prosesinin öyrənilməsi // Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat-yol kompleksinin inkişaf perspektivləri mövzusunda Respublika Elmi-praktik Konfrans. – Bakı: Nəşriyyat-Poliqrafiya mətbəəsi, - 14-15 dekabr 2017. - s. 16-20.

9. Əhmədov, N.M. Sementbeton örtüklü yol geyimlərinin xarakteristikaları və təmir növünün seçilməsi // «Nəzəri və tətbiqi mexanika» jurnalı, - Bakı: “Politex” MMC-nin mətbəəsi, - 2018, №3-4. - s. 51-55.

10. Əhmədov, N.M., Şirinzadə, İ.N. Modifikasiya olunmuş betonun nəqliyyat qurğularının tikintisində istifadəsi // «Elmi əsərlər» jurnalı, - Bakı: Nəşriyyat-Poliqrafiya Mərkəzi, - 2019, №1. - s. 136-141.

11. Əhmədov, N.M. Müasir nəqliyyat qurğularında istifadə olunan betonların xüsusiyyətləri // İstehsalatda texnoloji məşinlərin istifadəsinin müasir problemləri mövzusunda Respublika Elmi-praktik Konfrans, - Bakı: Tikinti Nəşriyyat-Poliqrafiya mətbəəsi, - 2019. - s. 148-153.

12. Ahmadov, N.M., Shirinzade, İ.N. Development of effective fiber-reinforced concrete compositions used in transportation structures // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - Kiev: Ukraine, - 2021, 2(1 (110)). - p. 6-11.

13. Ahmadov, N.M., Sadiyev, R.B., Yusifzade, E.N. Analysis of optimized selection of bearing types, under reinforced-concrete beams of railway bridges. Analýza optimalizovaného výberu typov ložísk v železobetónových nosníkoch železničných mostov // STRAHOS 2022, 19th Seminar of Track Management Proceedings –Žilinská univerzita v Žiline, - Poprad: Slovakiya, - 2021, Part 1. - p. 62-69.

14. Ahmadov, N.M., Sadiyev, R.B., Yusifzade, E.N. The modified fiber concrete for railway structures. Modifikovaný vláknobetón pre železničné stavby // STRAHOS 2022, 19th Seminar of Track Management Proceedings - Žilinská univerzita v Žiline, - Poprad: Slovakiya, - 2022, Part 2. - p. 148-154.

Çap edilmiş işlərdə iddiaçının şəxsi töhfəsi:

[3, 4, 8, 9, 11] sayılı elmi işlər müəllifin sərbəst olaraq hazırladığı işlərdir.

[1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14] sayılı elmi işlərdə məsələlərin qoyuluşu, təcrübələrin aparılması, alınmış nəticələrin inteqrasiyası və məqalə yazılışı müəllifə məxsusdur.

Dissertasiyanın müdafiəsi “24” yanvar 2025-ci il tarixində saat 10:00-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: 36520 işarə

Tiraj: 100