

AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ

Əlyazma hüququnda

**NƏSİROV ORXAN CAVANŞİR OĞLU**

**„ BAKI ŞƏHƏRİ QALA – PİRALLAHI AVTOMOBİL YOLUNUN  
TİKİNTİSİNDƏ ƏHƏNGDAŞI MATERIALININ TƏTBİQİNİN TƏDQIQI ”**

İxtisas: 060636 ”NƏQLİYYAT TİKİNTİSİ MÜHƏNDİSLİYİ”

İxtisaslaşma: „ AVTOMOBİL YOLLARI VƏ AERODROMLARIN  
TİKİNTİSİ”

**MAGİSTR DİSSERTASIYASI**

Elmi rəhbər: Texnika elmləri namizədi,

dosent MƏMMƏDOV A.H.

Bakı – 2017

## Giriş

Yerüstü nəqliyyat vasitələrinin icazə verilən yük və hesabi sürətlə hərəkət təhlükəsizliyinin təmin edilməsi, eləcə də müxtəlif tipli hava gəmilərinin uçuş və enişinə etibarlı şəraitin yaradılması üçün yol və aerodrom konstruksiyaları qüvvədə olan normativlərin və mövcud dünya standartlarının yüksək göstəricilərinə uyğun şəkildə tikilməlidir. Bununla əlaqədar olaraq, görülən işlərin maya dəyərinin əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salınması diqqətə alınmaqla, nəqliyyat tikintisi sahəsi mütəxəssislərinin qarşısında bir sıra təxirəsalınmaz problemlərin, o cümlədən alternativ inşaat materiallarının axtarışı və elmi-texniki tərəqqinin müasir nailiyyətlərinə əsaslanan qabaqcıl texnologiyaların tətbiqi məsələlərinin həlli durur.

**Mövzunun aktuallığı:** Azərbaycan ərazisində yol və aerodrom tikintisində istifadə olunan mineral materialların, o cümlədən əhəngdaşının keyfiyyət xarakteristikalarının operativ şəkildə müəyyən edilməsi üçün uzun illər ərzində birmənalı metodlar mövcud olmamışdır. Yalnız tətbiq olunan materialların, hazırlanan mineral qarışıqların, eləcə də asfaltbeton örtüklərin döşənməsi zamanı görülən işlərin keyfiyyətinə ekspress-metodla nəzarət üzrə professor Ə.Əliyev tərəfindən, bir sıra ixtiraların işlənilib hazırlanmasından sonra bu istiqamətdə pozitiv irəliləyişlər baş vermişdir. Hazırda əhəngdaşı Azərbaycan Respublikasında yolların və aerodromların tikintisində istifadə olunan əsas inşaat materiallarından (komponentlərdən) birinə çevrilmişdir. Müvafiq fiziki-kimyəvi xassələrə və kimyəvi tərkibə uyğun gələn əhəngdaşı süxuru yataqları demək olar ki, bütün dünya ölkələrinin ərazilərində kifayət qədərdir. Müəyyən emal texnologiyası ilə onlar yüksək davamlılığa və uzunömürlü istismar keyfiyyətlərinə malik yol və aerodrom konstruksiyalarının tikilməsi işində geniş şəkildə tətbiq oluna bilər.

**İşin məqsədi:** Əhəng daşı materialının tətbiqi nəticəsində torpaq yatağı möhkəmliyinin və əsas parametr göstəricilərinin öyrənilməsi.

**Elmi yeniliyi:** Nəmli mühitdə əhəngdaşı-su nisbətinin düzgün seçilməsi ilə sementləşmiş əhəngdaşların və onların əsasında hazırlanan əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının əldə edilmiş yüksək möhkəmlik parametrləri, bu materialların yüksək dərəcəli yol və aerodromların konstruktiv qatlarında istifadə edilməsinə əsas verir.

İstənilən dövlətin inkişafının müasir mərhələsində avtonəqliyyat vasitələrinin və hava gəmilərinin hərəkət intensivliyinin və yükdaşıma qabiliyyətinin daim yüksəlməsi ilə bağlı olan problemlərin həlli ön planda yer tutur. Müasir şəraitdə Azərbaycan Respublikasının yol təsərrüfatı öz inkişafının çətin bir mərhələsini yaşayır. Bu şəraitdə yeni yolların tikintisindən mövcud yolların istismarına, onların nəqliyyat-istismar vəziyyətinin yüksəldilməsinə, yenidən qurulmasına (rekonstruksiyasına) keçid səciyyəvidir.

Yol geyiminin möhkəmliyinin və əsaslılığının yüksəldilməsi, nəqliyyatın sürətinin artması, hərəkətin təhlükəsizliyinin və rahatlığının təmin olunması, yol avadanlıqlarının, qurğularının mühəndisi və memarlıq-estetik tərtibi və ümumiyyətlə, yolların kompleks istismarının tərkib hissələrini təşkil edən digər məsələlərin həlli ön plana çıxarılır.

Yaxın gələcəkdə Respublikamızda yol təsərrüfatı işçilərinin fəaliyyətinin əsas istiqaməti aşağıdakılardan ibarət olacaqdır:

1. Uzun məsafələrə yüksək sürətlə yük və sərnişin daşınmalarını təmin edə bilən avtomobil magistrallarının tikintisi; Belə magistrallar əsas avtomobil yolları şəbəkəsini təşkil edir.
2. Bərk örtüklü mövcud yollar şəbəkəsinin yenidən qurulması üzrə işlərin yerinə yetirilməsi və hərəkətin daimi artan tələblərinə, həmçinin, beynəlxalq norma və tələblərə uyğun təmin edilməsi. Bu işlərin zəruriliyi onunla əlaqədardır ki, Respublikanın yollar şəbəkəsinin əksər hissəsi köhnə normalar (1962 və 1972-ci illərin normaları) əsasında tikilmişdir.
3. Kənd təsərrüfatı yollarının tikintisi; Belə yolların sıx şəbəkəsinin yaradılması hal-hazırda Respublikamızda həyata keçirilən aqrar siyasətə uyğun olaraq böyük xalq təsərrüfatı əhəmiyyətinə malikdir. Bu yolların səciyyəvi xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar nisbətən qısa müddət ərzində çox yüksək hərəkət şiddəti və ağır yüklərin təsiri altında işləyir. Bu səbəbdən qüvvədə olan mövcud İNQ 2.05.02-85 normaları ilə müqayisədə bu cür yolların layihələndirilməsinə xüsusi tələblər qoyulmalıdır [13].

Respublikamızda mövcud olan bütöv yol şəbəkəsini qısa müddət ərzində müasir beynəlxalq texniki normalar səviyyəsinə gətirib çıxarmaq mümkün deyil və buna görə də yolda müntəzəm saxlanılma işlərindən başqa yolun nəqliyyat-istismar vəziyyətinin yüksəldilməsinə istiqamətlənmiş yenidən qurma işləri də yerinə yetirilməlidir.

Yolların nəqliyyat-istismar vəziyyətinin yüksəldilməsi üçün bu vəziyyəti xarakterizə edən göstəricilərin, hərəkət rejiminin dəqiq öyrənilməsi və yolların pasportlaşdırılmasının müntəzəm olaraq yerinə yetirilməsi zəruridir. Yalnız dəqiq müayinə əsasında tələb olunan təmir işlərinin növünün və onların yerinə yetirilməsinin növbəliliyinin düzgün müəyyən edilməsi mümkündür.

Yolların yenidən qurulması və hərəkətin təşkili üzrə tədbirlərin planlaşdırılmasının elmi əsasını hərəkətin sürəti və şiddəti, qəzalılıq qrafikləri, yol geyiminin möhkəmliyinin xətti qrafiki təşkil edir. Avtomobillərin hərəkət rejiminin öyrənilməsi və yolların nəqliyyat-istismar xarakteristikalarının müayinəsi ətraf mühitin mühafizəsinə yönəldilmiş, yəni nəqliyyat səs-küyünün, qazların atılması, vibrasiya səviyyəsinin aşağı salınması üzrə tədbirlər kompleksinin işlənilib hazırlanması sahəsində də böyük əhəmiyyətə malikdir. Bundan başqa, yüksək hərəkət şiddəti və ağır yüklü avtomobillərin sayının artdığı bir şəraitdə avtomobil yollarının və yol qurğularının deformasiyalardan və dağılmalardan qorunması da böyük əhəmiyyət kəsb edir.

## **FƏSİL 1**

### **YERLİ DAŞ MATERIALLARININ AVTOMOBİL YOLLARI TİKİNTİSİNDƏ İSTİFADƏSİ, ONLARIN TƏSNİFATI, STRUKTURU VƏ ƏSAS XASSƏLƏRİ**

#### **1.1 Yerli daş materiallarının avtomobil yolları tikintisində istifadəsi. Yol-inşaat materiallarının təsnifatı.**

Sənaye və kənd təsərrüfatı istehsalının yüksəlişi, yük və sərnişin daşınmasının

artması, istər ölkə, istərsə də region miqyasında sənaye, inzibati və mədəni əlaqələrin genişlənməsi avtomobil nəqliyyatının və yol şəbəkəsinin daha da inkişaf etdirilməsini zərurətə çevirir. Buna isə çox böyük miqdarda yol-inşaat materialları lazımdır. Təkcə 1 km uzunluqda asfalt-beton örtüklü yol geyiminin tikintisi üçün (hərəkət hissəsinin eni 7 m olduqda) təxminən 2200 m<sup>3</sup> qırmadaş, 1500 m<sup>3</sup> qum, 100 ton mineral toz, 90 ton bitum gərəkdir.

Yol-inşaat materialları təbii və süni olmaqla, iki qrupa bölünür:

- Təbii yol-inşaat materiallarını onların yerləşdikləri yerdən, adətən yer qabığının yuxarı laylarından hasil edirlər. Çox hallarda təbii yol-inşaat materialları əlavə təkrar emalsız da istifadə oluna bilər (məsələn, qum, çınqıl, təbii asfaltlar, oduncaq və b.).
- Süni tikinti materialları təbii xammaldan və yaxud sənaye tullantılarından xüsusi texnologiya əsasında hazırlanır. Bəzən süni tikinti materiallarını müxtəlif materialların qarışığından alırlar. Bu halda materialların xüsusiyyətləri fiziki-kimyəvi dəyişikliyə uğrayır və ilkin xammaldan fərqlənən yeni xassələrə malik materiallar alınır.

Tikinti rayonlarında yerli təbii xammaldan və ya sənaye tullantılarından, onların hasili və emalı üçün o qədər də mürəkkəb olmayan avadanlıqların köməyi ilə alınan inşaat materialları "yerli inşaat materialları" adlanır. Bu cür materiallar çox da böyük olmayan və iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun məsafəyə daşınır. Bu qrup materiallara qum, əhəng daşından alınan daş materialları, qumluca və başqa suxurlar, metallurgiya şlakları aiddir. Bir çox hallarda yerli xammaldan sadə texnologiya ilə alınan bəzi süni inşaat materiallarını da, məsələn, əhəng, kərpic qarışdırılmış sementləri də yerli inşaat materiallarına aid edirlər[1].

Nisbətən məhdud yayılmış və istehsalı üçün zavod avadanlıqları və ixtisaslaşmış işçi heyəti gərək olan materiallar "sənaye istehsalı inşaat materialları" adlanır. Bu qrupa tikintiyə hazır şəkildə daxil olan sementləri, bitumları, materialları, şüşəni aid etmək olar.

Xammalın tərkibindən və növündən, emal texnologiyasından və hazırlanma üsulundan asılı olaraq, inşaat materiallarının bir çox növlərini fərqləndirirlər.

Bütün inşaat materiallarını aşağıdakı əlamətlərə görə təsnifata ayırmaq olar.

- hazırlanması,
- istehsal təyinatı,
- ilkin xammalın növü,
- keyfiyyət göstəricisi (məsələn, möhkəmlik, kütlə və başqa.)

Materialın seçilməsi və tətbiqinin məqsədyönlülüynü əsaslandırarkən bütövlüynün və xarici əlamətlərinin pozulmaması şərtilə, təsir edən amillərə qarşı müqavimət göstərmək qabiliyyəti nəzərə alınır.

## **1.2. Yol-inşaat materiallarının strukturu**

### **və əsas xassələri**

Yol-inşaat materialları qurğuda (yol geyimi, körpü və s.) istismar müddətində xarici mexaniki təsirlərə, ətraf mühitin fiziki və kimyəvi amillərinin təsirinə məruz qalır. Xarici mexaniki təsirlərə nəqliyyat vasitələrindən düşən zərbə və statik yükləri, konstruksiya elementlərinin öz çəkisini, suyun, buzun, küləyin mexaniki işini aid etmək olar. Fiziki amillərə - atmosfer çöküntülərini, hava temperaturunun dəyişməsinə, günəş radiyasını, kimyəvi amillərə - əlverişsiz mühitin təsirini, həllolma qabiliyyətini, kristallaşmanı, köhnəlməni və s. aid edirlər.

Yol-inşaat materiallarının konstruksiyada göstərilən amillərə müqavimətini onların xassələri əsasında öyrənirlər.

**Materialın xassəsi** - Materialın ətraf mühitlə qarşılıqlı təsirini qiymətləndirmə göstəriciləri olub, özündə fiziki-kimyəvi, mexaniki qanunları əks etdirir.

**Fiziki xassələri** - Materialın fiziki vəziyyətini xarakterizə edir (fəza quruluşu, sıxlıq, struktur), habelə onun ətraf mühitin proseslərinə münasibətini müəyyən edir.

Bu halda materialdakı fiziki proseslər onun molekul quruluşunu dəyişdirmir. Adətən, bu cür xassələrə həqiqi və orta sıxlığı, məsaməlik, istilikkeçirmə, istilik tutumu, səskeçirmə, nəmlik, sukeçirmə, sıxlaşma, odadayanıqlıq, işıqadavamlılıq, elektrik müqaviməti və b. göstəricilər daxil edilir.

**Mexaniki xassələri** - Xarici qüvvələrin təsirindən yaranan deformasiya və dağılmaya qarşı materialın müqavimət göstərmək qabiliyyətidir (möhkəmlik, elastiklik, özlülük, plastiklik, kövrəklik, sürüşkənlik, materialların müqaviməti və b.).

**Kimyəvi xassələri** - Materialın, onun yerləşdiyi mühitin maddələri ilə kimyəvi qarşılıqlı tə'sirə girmək qabiliyyətidir. Bu halda yeni maddələr yaranır. Kimyəvi xassələrə həllolma və kristallaşma, aşınmaya davamlılıq, köhnəlmə, atmosfərə qarşı dayanıqlıq, adgeziya, yanma, zəhərlilik və s. aiddir.

Materialın mexaniki xassələri onun xarici qüvvələrin təsirindən dağılma və deformasiyaya müqavimət göstərmə qabiliyyətini xarakterizə edir. Materialın ən önəmli mexaniki xassəsi onun möhkəmliyi hesab olunur. Möhkəmlik - materialın, dağılmadan xarici qüvvələrin təsirini qəbul etmə xassəsidir.

**Möhkəmlik** - bərk materialın ibarət olduğu hissəciklərin bir-birilə ilişməsi ilə şərtlənir. Xarici yük təsir etdikdə materialda Nyuton mexanikasının üçüncü qanununun nəticəsi kimi, daxili elastiklik qüvvələri yaranır (təsir qiymətə əks təsire bərabər olub, istiqamətə onun əksinə yönəlir).

Cismin vahid kəsik sahəsinə düşən qüvvəyə bərabər olan kəmiyyətə *gərginlik* deyilir. Gərginliyi vahid sahəyə düşən qüvvə vahidi ilə ölçürlər. Beynəlxalq Vahidlər Sistemində gərginlik vahidi kimi 1 N qüvvənin 1 m<sup>2</sup> sahədə yaratdığı təzyiqə bərabər olan Paskal (Pa) qəbul edilmişdir.

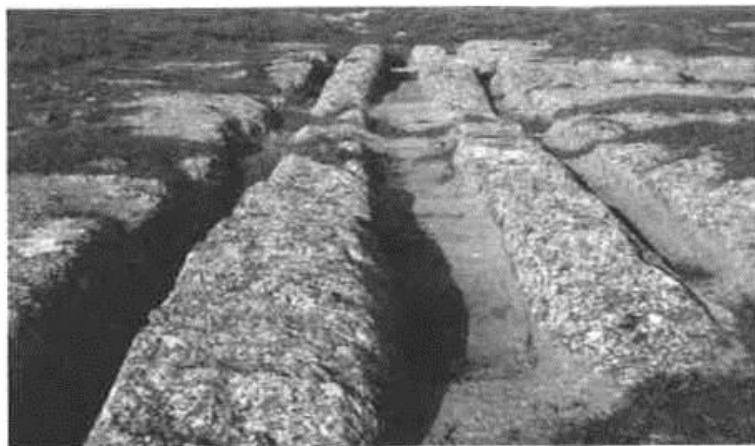
İnşaat materialları konstruksiyada müxtəlif qüvvələrin təsirindən sıxılma, dartılma və əyilmə gərginliyinə məruz qalır. Ona görə də materialların möhkəmliyini adətən sıxılmada, dartılmada və əyilmədə möhkəmlik həddi ilə xarakterizə edirlər.

"Möhkəmlik həddi" dedikdə material nümunəsinin onu dağıtmağa başlayan qüvvəyə uyğun gələn gərginlik başa düşülür.

İnşaat materialları bircins olmadığından möhkəmlik həddini ən azı nümunənin sınaqlarının orta nəticəsinə əsasən müəyyən edirlər. Sınağın nəticələrinə nümunənin forma və ölçüləri, habelə nümunənin yüklənmə sürəti təsir etdiyindən ölkəmizdə inşaat materiallarının sınağını standart nümunələrdə və standart yüklənmə sürəti şəraitində aparırlar [2].

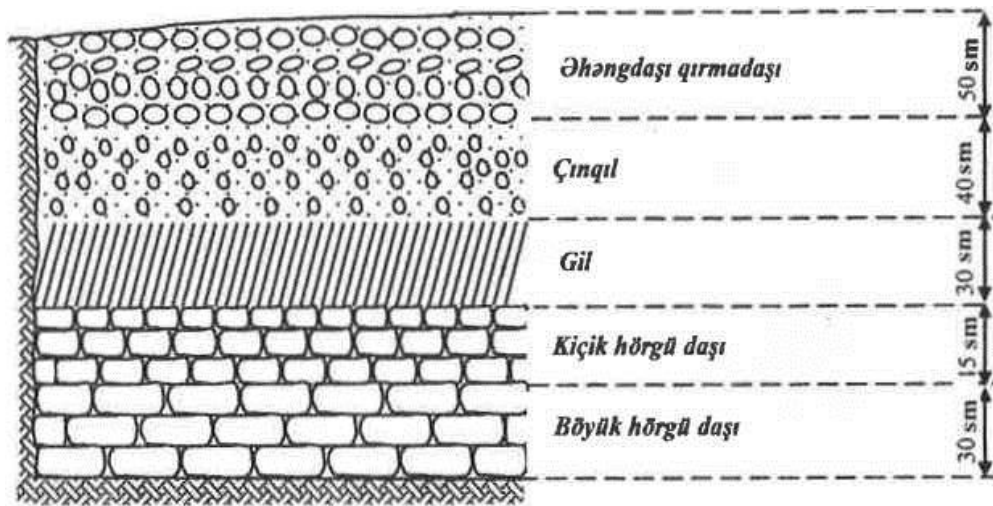
### 1.3 Yol tikintisində əhəndaşının tətbiqinin tarixi

Yol tikintisində əhəndaşının tətbiqinin çoxəsrlük tarixi var. Bunun kökləri eramızdan əvvəl III-IV minilliklərə gedib çıxır. Yunanıstan, Malta, İtaliya, Böyük Britaniya və Azərbaycanın Abşeron yarımadasında müxtəlif vaxtlarda aparılan arxoloji qazıntılar və tədqiqatlar da bunu sübut edir (şəkil 1). Ən qədim döşənmiş yollara Yunanıstanın Krit adasında tapılmış, qalınlığı 15 sm-ə qədər olan əhəndaşı pələtləri ilə örtülmüş yollar aiddir. Onların bizim eradan əvvəl III minillikdə salındığı güman edilir.



*Şəkil 1. Azərbaycanın Abşeron yarımadasında əhəndaşı-qaya yol*

Yolların əhəndaşı materiallarından istifadə olunmaqla tikilməsi işi qədim Romada daha geniş yayılmışdı. Roma yaxınlığında bir hissəsinin qalıqları bu günə qədər saxlanmış Appiem yolu isə əsl etalon idi (şəkil 2). Sonralar qədim roma yolları haqqında formalaşan təsəvvürlərin kökündə məhz bu yol dururdu. Bizim eradan əvvəl 312-ci ildə konsul Klavdiy Appiem zamanında salınmış həmin yol, yerli materiallardan, o cümlədən əhəndaşdan istifadə edilməklə apanlan yol tikintisi işinin konstruktiv həllinə bir nümunə idi. Yolun yuxarı örtük qatında bu materialın tətbiqini həmin dövrün çox cəsarətli mühəndis yeniliklərindən biri kimi qəbul etmək olar



Şəkil2. Qədim Romada Appiem yolunun konstruksiyası

Appiem yollarının sementləşmiş laylarından götürülən materialların kimyəvi analizi onu göstərir ki, qədim romalılar tərəfindən əhəngdaşının və vulkan püskürməsi nəticəsində əmələ gələn yumşaq materialların qarışığının sementləşməsinə əsaslanan betona bənzər material icad edilmişdir. Yolun çoxillik istismarı prosesində həmin material nəmli mühitin təsiri altında bərk, eyni zamanda daş kimi təbəqəyə çevrilmişdir ki, bu da həmin üsulun Qədim Romanın bir çox başqa şəhərlərinin yol tikintisində istifadə olunmasına imkan yaratmışdır (şəkil 3). Beləliklə, demək olar ki, qədim dövrün, xüsusilə də Qədim Romanın inşaatçılarına əhəngdaşı materialının atmosfer yağıntılarının (yağış suyunun) təsiri, yeraltı süxur qatlarından su çəkməsi, eləcə də yolla hərəkət edən döyüş arabalarının, yük arabalarının, insanların və heyvanların göstərdiyi ağırlıq təzyiqi altında kipləşməsi xassəsi məlum idi. Qədim dövr inşaatçıları yolların tikintisində əhəngdaşı materialının bu xassəsindən müvəffəqiyyətlə və hər yerdə istifadə etmələrinə baxmayaraq, yolların konstruksiyasına quru halda döşənən əhəngdaşıda baş verən və kipləşməyə - betona bənzər mineral strukturun yaranmasına səbəb olan dəyişikliklərin təbiətini izah edə bilmirdilər.



*Şəkil3. Pompeydə roma yolu*

Bəşəriyyətin inkişafının bütün tarixi boyu (ən qədim zamanlardan bu günlərə qədər) nəqliyyat vasitələri təkmilləşmiş, yolların tikintisində yeni materiallar tətbiq olunmaqla daim texniki tərəqi həyata keçirilmişdir. XX əsrdə avtomobil nəqliyyatının meydana gəlməsi ilə bağlı olaraq, yol tikintisinə tələbat kəskin surətdə artdığından, bu da öz növbəsində avtomobil yollarının tikintisinə yeni konstruktiv yanaşmalara, eləcə də tətbiq olunan materiallara fərqli tələbələr irəli sürmüşdür. Baş verən yenilənmələrin fonunda əhəngdaşı get-gedə daha tez-tez başqa materiallarla əvəz olunmağa başladı. Hətta iş o dərəcəyə çatdı ki, onu yalnız aşağı və bəzi hallarda isə oترا dərəcəli yolların konstruktiv laylarının tikintisi üçün nəzərdə tutmağa başladılar. Amma hələ XX əsrdə Avropanın şəhər yollarının tikintisində yol örtüyünün yeni tipinin - toxaclanıb kipləşdirilmiş tozsuz örtüklərin (bitum hopdurulmuş təbii əhəngdaşı və ya qumdaşının tiyanda qızdırılması və onun daş özül üzərinə döşənilib kipləşdirilməsi) tətbiqi təşəbbüsləri də olmuşdu. Əhəngdaşı süxurları əsasən bərkliyi az olan daş materiallarına aid edilir və “əhəngdaşının bərkliyi” anlayışı olduqca şərtidir, çünki əhəngdaşı materialında baş verən öz-özünə sementləşmə prosesini, eləcə də əhəngdaşı materiallarından istifadə olunmaqla qurulan yol və aerodrom konstruksiyalarının bu və ya digər layların gərginlik-

deformasiya vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsini qiymətləndirmədən o, faktik olaraq elə bir anlam kəsb etmir.

Bu gün yol-tikinti işlərində tətbiq edilən materialların demək olar ki, bir çoxu üçün möhkəmliyin normativ göstəriciləri müvafiq sınaqlar yolu ilə əhəmiyyətli dərəcədə müəyyənləşdirilib əsaslandırılrsa da, əhəngdaşı materialları üçün bu göstəricilər hələ kifayət qədər işlənib hazırlanmamışdır. Ona görə də müxtəlif möhkəmliklərə malik əhəngdaşı materiallarının yol və aerodrom tikintisində tətbiqi məqsədlə hər bir əhəngdaşı yatağı (tipi) üçün xüsusi tədqiqatlar və texniki-iqtisadi hesablamalar aparılması tələb olunur.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, son illərdə yerinə yetirilmiş çoxlu sayda eksperimental və təcrübi-istehsalat işlərinə baxmayaraq, bunlar hələ də kifayət deyil ki, əhəngdaşı materiallarının fiziki-mexaniki xassələrinin qiymətləndirilməsi probleminin tam həll edildiyini söyləmək mümkün olsun. Yol və aerodrom tikintisinin gələcək inkişafı zəruri tədqiqatlardan başqa, həm də istehsalatda elmi nailiyyətlərin, eləcə də əhəngdaşı materiallarının keyfiyyətinin yüksəldilməsi məqsədilə onun emalının texniki şərtlərinin təkmilləşdirilməsi işində toplanmış təcrübənin daha geniş və tam şəkildə istifadə olunmasını tələb edir.

## **FƏSİL 2**

### **ƏHƏNGDAŞI MATERIALININ MƏNŞƏYİ, ONLARIN XARAKTERİSTİKALARI VƏ ƏSAS PARAMETR GÖSTƏRİCİLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ**

#### **2.1. Əhəngdaşı təbii mineral material kimi mənşəyi, ehtiyatları, strukturu və fiziki kimyəvi xassələri.**

Məlum olduğu kimi, bir çox dövlətlərin böyük və cürbəcür ehtiyatlarına sahib olduğu təbii daş materiallarından istifadə edilmədən heç bir yol və aerodrom tikintisi həyata keçirilə bilməz. Yol və aerodrom tikintisində tətbiq olunan daş materiallarını karxana emalı və ya stasionar emal yolu ilə qayalardan və ovxalanmış dağ süxurlarından alırlar. Bu, həmin materialların ilkin kimyəvi tərkibinin dəyişməsinə

səbəb olmur. Belə materiallar əsasən özlərinin fiziki-mexaniki xassələrini də saxlayır, onların keyfiyyəti isə əldə olunduqları yataqdan və dağ süxurlarının tərkibindən asılıdır.

Dağ süxuru tərkibi və strukturu daimi olan, müstəqil geoloji cisim əmələ gətirən, çoxsaylı kimyəvi birləşmə və elementlərdən ibarət mineral kütlədir. O, kimyəvi tərkibi, strukturu, sınımağa davamlılığı, möhkəmliyi, rəngi, eləcə də digər xassə və xüsusiyyətləri ilə xarakterizə olunan, bir və ya bir neçə mineraldan təşkil olunan bərk birləşmədir. Dağ süxurlarının xassələrinin keyfiyyət xarakteristikası onları təşkil edən ayrı-ayrı materialların morfoloji xüsusiyyətləri, dənələrinin ölçü və formaları, eləcə də onların qarşılıqlı vəziyyətləri ilə müəyyən olunan strukturudur. Müxtəlif strukturlara malik olan dağ süxurları bir-birindən fiziki-mexaniki və texnoloji xarakteristikaları ilə fərqlənilir. Onları adətən qruplarda təsnifləşdirirlər. Bu, dağ süxurlarının öyrənilməsini asanlaşdırır və onları müxtəlif əlamətlərinə - mənşəyinə (genetik təsnifat), texniki xassələrinə (texniki təsnifat) və mineroloji tərkibinə görə sistemləşdirməyə imkan verir.

Genetik təsnifata əsasən, dağ süxurları mənşəyinə görə üç qrupa bölünür: püskürülmüş süxurlar, çöküntü süxurları və metamorfik süxurlar. Onlardan son zamanlar daha çox maraq doğuranı, yolları və aerodromların konstruktiv laylarının tikintisində praktik olaraq daha çox tətbiq olunanı isə çöküntü materiallarıdır. Çöküntü dağ süxurları Yer qabığının fiziki və kimyəvi dağılması, eləcə də müxtəlif bioloji orqanizmlərin həyat fəaliyyəti məhsullarının toplanması nəticəsində yaranmışdır. Çöküntü süxurlarının yaranması Yer səthində və hidrosferdə baş verən ekzogen proseslərlə bağlıdır. Burada temperaturun qalxıb- düşməsinin, suyun, küləyin, qazların və digər amillərin təsiri altında onların dağılması, yəni aşınma adlanan fiziki və kimyəvi proses baş verir.

Çöküntü dağ süxurlarının aşınma materiallarının tərkibində kalsium - oksid (CaO) əhəmiyyətli yer tutur. O, karbon anhidridi ilə birlikdə dəniz bitkiləri və heyvanlarının özləri üçün çanaq (balıqçulağı) düzəltməkdə istifadə etdikləri möhkəm və dayanıqlı birləşmələr yaradır. Bu heyvanların və bitkilərin məhv olması nəticəsində onların qalıqlarının - çanaqlarının və daxili skeletlərinin tərkibində olan

kalsium oksid dəniz hövzəsinin dibində çöküb yığılır, dağ süxurlarının və orqanogen əhəngdaşının yaranmasına ilkin təkan verir. Çöküntü dağ süxurlarının yaranma şərtlərindən asılı olaraq onlar qırıntılardan əmələ gələn, kimyəvi və orqanik süxurlara bölünürlər.

Su mühitində kimyəvi çöküntülər və ya canlı orqanizmlərin həyat fəaliyyəti, eləcə də məhv olması nəticəsində yaranan çöküntülərdən əmələ gələn kimyəvi və orqanik mənşəli süxurlar arasında tikinti üçün ikisi - karbonatlı və silisiumlu süxurlar daha çox maraq doğurur. Karbonatlı süxurlara əhəngdaşlar və dolomitlər aiddir. Onlardan tikintidə daş materialı kimi istifadə olunur.

Karbonatlı çöküntü süxurları əsasən kalsium karbonat və dolomitdən, eləcə də başqa kimyəvi elementlərdən ibarət olur, onların tərkibində az miqdarda müxtəlif mineral və orqanik aşqarlar, o cümlədən: silisium oksidi, gil, gips, karbon və bitumlu maddələrin aşqarları var. Sadalanan kimyəvi elementlərdən süxur əmələgətirmə əhəmiyyəti daha çox olanı, daha geniş yayılmışı karbonatlı çöküntü süxurları - əhəngdaşı və dolomitin əsas tərkib hissəsi olan CaO və MgO oksidləridir.

## **2.2. Respublikada yerləşən əhəngdaşı yataqları və onların xarakteristikaları.**

Bir yatağın hüdudlarında və ya hətta bir karxananın hüdudlarında əhəngdaşı süxuru bir qayda olaraq, öz xassələrini kifayət qədər böyük ölçüdə dəyişir ki, bunun da nəticəsində müxtəlif yataqlardan və fəaliyyətdə olan ayrı-ayrı karxana sahələrindən alınan əhəngdaşların xarakteristikaları öz aralarında xeyli fərqlənə bilər. Bu hal əhəngdaşı materiallarının yol və aerodrom tikintisində daha effektiv istifadə olunması üçün onların xarakteristikalarının müfəssəl xəritələrinin və siyahılarının tərtib edilməsi məqsədilə mövcud və yeni açılan əhəngdaşı süxuru yataqlarının daha dəqiq kəşfiyyatının aparılması zərurətini şərtləndirir (şəkil 4).

Dünyanın bir çox ölkələrində istismar olunan karxanalardakı əhəngdaşlarının ümumgeoloji ehtiyatları milyon kubmetrlərlə hesablanır. Məsələn, Azərbaycan Respublikasının ərazisində 15 əhəngdaşı karxanası fəaliyyət göstərir ki, onların da

hər birində kəsmə əhəngdaşdan hazırlanan divar materillərinin istehsal həcmi ilbəl artır. Təbii olaraq bunun nəticəsində materialın tullantıları da çoxalır. Kiçik blokların kəsilməsi zamanı əhəngdaşı karxanasında işlənən dağ süxuru kütləsinin orta hesabla 50%-i tullantı kimi yığılır. Bunun 60%-ini fraksiyasının dənə tərkibi 2 mm-dən 150 mm-ə qədər olan texniki qırmadaş və 40%-ini fraksiyasının dənəvər tərkibi 0,09 mm-dən 2 mm-ə qədər olan əhəngdaşı ovuntusu təşkil edir. Bu cür tullantıların illik ümumi həcmi isə 2,5 mln.m<sup>3</sup> olur.



*Şəkil 4. Qaradağ rayonu ərazisində əhəngdaşı karxanası*

Yol və aerodromların tikintisində əhəngdaşı materiallarından istifadə olunmaqla aparılan işlər göstərir ki, bu sahədə onların tətbiqinin müsbət amilləri həmin materialların fiziki-kimyəvi tərkibindən və onların təbii sementləşmə imkanlarından asılıdır. Əhəngdaşların tətbiqinin effektivliyi və məqsədəuyğunluğu ilk növbədə xammalın strukturundan, əhəngdaşı dənələrinin istehsal texnologiyası və modifikasiyasından asılı olan dənəvər tərkibi, eləcə də torpaq yatağı və yol və aerodrom geyimlərinin əsasının konstruktiv qatlarında əhəngdaşı materialının, əhəngdaşı qarışığının müvafiq şəkildə kipləşdirilməsi zamanı nəmi udduqda təbii sementləşmə qabiliyyəti ilə müəyyən olunur.

Hazırda Azərbaycan Respublikasında yol və aerodrom tikintisində texnoloji

prosesi konstruktiv qatların tikilməsi zamanı xırdalanmış və ya təbii qumun əhəngdaşının kəsilməsi zamanı yaranan tullantılarla əvəzlənməsini nəzərdə tutur. Bu material, mərhələlərlə su əlavə etməklə kipləşdirilməsi zamanı yapışdırıcı xassəyə malikdir, yol və aerodrom konstruksiyalarında bərk və möhkəm monolit təbəqələrin yaranmasına imkan verir. Müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycanın Respublikasının 15 əsas karxanasındakı əhəngdaşı materialları bir-birindən özlərinin fiziki- mexaniki və kimyəvi xüsusiyyətlərinə görə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir və tərkiblərində 27,2%-dən 57,37%-ə qədər kalsium oksid (CaO) var. Bu materialların vacib komponenti olan CaO-in miqdarından asılı olaraq, əhəngdaşı materialları aktivlik dərəcələrinə görə aşağıdakı üç tipə bölünür (təsnifləşdirilir) [2].

### **2.3. Əhəng daşı materialının möhkəmliyinin əsas parametr göstəricilərinin öyrənilməsi.**

*Əhəngdaşı* - əsasən 90... 100% CaCO<sub>3</sub>-dan, daha doğrusu yalnız bir mineraldan - kalsiumdan ibarət, müxtəlif orqanizmlərin balıqqulağı və qınının əhəngdaşılı qalıqlarından yaranan və onların qırıntılarından əmələ gələn karbonatlı dağ süxurudur. Əhəngdaşılarda tərkibindəki aşqarlar gil və qum hissəcikləri, dəmirin boz oksidləri, duzlar və digər maddələr ola bilər.

Çöküntü süxurlarında kalsium karbonatın və maqneziumun müxtəlif kəmiyyət nisbətləri bu süxurların mineral-petroqrafik və fiziki- mexaniki xarakteristikalarının cürbəcür olması səbəblərindən biridir. Onların adları tərkiblərindəki bu karbonatların faizlə miqdarından asılıdır(cədvəl 1).

**Cədvəl 1. Əhəngdaşı və dolomitin tərkibində kalsium karbonatın və maqneziumun miqdarı (kütlədə %-lə)**

Mineralın adı	Çöküntü süxurlarının adları					
	Təmiz əhəngdaşı	Dolomitli əhəngdaşı	Dolomit-vari əhəngdaş 1	Əhəngdaşılı dolomit	Əhəngdaşivari dolomit	Təmiz dolomit
	Karbonatın miqdarı (kütlədə %-lə)					
Kalsium karbonat CaCO <sub>3</sub>	90... 100	75...95	50...75	25...50	5...25	0 .5
Maqnezium karbonat MgCO <sub>3</sub>	0...10	5...25	25...50	50...75	75...95	95.. 100

Ümumiyyətlə bütün çöküntü süxurları kimi, karbonatların xassələri yalnız onların maddi və ya mineraloji tərkibindən asılı deyil, həm də strukturu və teksturasının xüsusiyyətlərindən də əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Burada süxurun sementləşmə möhkəmliyi də böyük əhəmiyyət kəsb edir. Karbonatlı süxurların bərk və sıx növləri adətən kristallaşmış və həddindən artıq kristallaşmış əhəngdaşılardan ibarətdir. Orta bərkliyə malik süxurlar (əhəngdaşı və dolomitlər) bir qayda olaraq, skelet, dispergen, dioblastik və başqa strukturlarla təmsil olunurlar. Aşağı bərkliyə malik süxurlar isə adətən orqanogen, orqanogen-qırıntılı, oolit, pelitomorf və digər strukturlara malik məsaməli əhəngdaşılar, əhəngdaşı tuflar və balıqqulağı əhəngdaşılardır. Süxuru əmələ gətirən hissəciklərin mineraloji tərkibində, strukturunda, teksturasında və sementləşmə möhkəmliyindəki fərqliliklər çöküntü dağ süxurlarının fiziki-mexaniki xassələrinin böyük müxtəlifliyini, eləcə də onların petroqrafik xarakteristikaları, kimyəvi-mineraloji tərkibi və fiziki-mexaniki tərkibi ilə əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən struktur- genetik tiplərini müəyyən edir.

Əhəngdaşılarda mexaniki xassələri onların tərkiblərindəki karbonatlı mineralların möhkəmlik və sementləşmə keyfiyyətlərindən, eləcə də hər bir ayrıca

halda konkret əhəngdaşı materialının kimyəvi tərkibi ilə xarakterizə olunan qeyri-karbonatların mövcudluğundan asılıdır. Ona görə də əhəngdaşların mexaniki xassələri yol və aerodromların tikintisində əhəmiyyətli rol oynayır.

Mənşəyinə görə əhəngdaşların aşağıdakı növləri olur:

- orqanogen, orqanik qalıqların toplanması nəticəsində yaranan;
- homogen, əhəngdaşı məhlullarından kalsitin çökməsi nəticəsində yaranan;
- qırıntılı, əhəngdaşı çöküntülərinin dağılması və onların toplanması nəticəsində yaranan

Əhəngdaşların əksəriyyəti dayaz sulu hövzələrdə orqanik qalıqların toplanması yolu ilə yaranır. Əhəngdaşların xassələri də müxtəlifdir - onların tərkibindən, struktur və teksturasından asılıdır.

Öz strukturlarına görə əhəngdaşlar daha çox qırıntılı süxurlar formasında olur və onların xüsusiyyətləri tərkiblərindəki kalsit dənələrinin ölçülərindən, onları əmələ gətirən skelet və balıqqulaqlarının formalarından, eləcə də onların öz aralarındakı qarşılıqlı əlaqələrdən asılıdır. Əhəngdaşı dağ süxurunun strukturu onun ümumi quruluşunu müəyyənləşdirən əlamətlərin məcmusudur. Əhəngdaşının strukturunu adətən mikroskop altında, süxurun xüsusi hazırlanmış lövhəcikləri - şlifləri üzərində öyrənirlər.

Yol və aerodrom tikintisində tətbiq olunan əhəngdaşı materiallarının keyfiyyəti onların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur və bu da onların mineraloji və kimyəvi tərkiblərindən, xüsusən də əhəngdaşının kristal qəfəsinin quruluşundan asılıdır. Uzunmüddətli diagenoz (kipləşmə və sementləşmə) prosesi keçmiş əhəngdaşlar məsaməli sıx süxurlara çevrilirlər. Onlarda bəzən balıqqulaqlarının ayrı-ayrı fraqmentlərini müşahidə etmək olar. Belə əhəngdaşları xarici görünüşünə görə mərmərə bənzəyirlər. Bu süxurlar bir qayda olaraq, fiziki-mexaniki xarakteristikalarına görə iri və izotropdurlar.

Əhəngdaşlardan ən geniş yayılanı orqanik və mexanik çöküntülərdən əmələ gələn qırıntı mənşəli əhəngdaşlardır. Orqanik çöküntülərin balıqqulaqları və skeletləri bütöv halda saxlana bilər, ya da sınımağa, dağılmağa və strukturun təzədən kristallaşmasına məruz qala bilər. Bunun nəticəsində əhəngdaşı bütöv və sınımış

balıqqulaqlarından ibarət ola, ağ, sarı, boz və krem rəngi ala bilər.

Kimyəvi mənşəli əhəngdaşlar adətən xırda dənəli, çox vaxt da oolit və konsentrik qurluşa malik (oolit əhəngdaşlar) olurlar. Adi suda əhəngdaşlar həll olunmurlar, lakin onlar karbon anhidriti ilə zənginləşdirilmiş və ya başqa turşular əlavə olunmuş sulara yaxşı həll olunurlar. Əhəngdaşdan kubik-daş, but-qırmadaşı, mineral toz və digər inşaat materiallarının alınmasında istifadə olunur.

Əhəngdaşların möhkəmliyinə əhəngdaşı süxurunun əsas massivini əmələ gətirən hissəciklərin ölçüləri də böyük təsir göstərir. İri və bütöv balıqqulaqlarından və ya iri qırıntılardan əmələ gəlmiş əhəngdaşlar möhkəmlik baxımından, xırda dənəli struktura malik süxurlardan geri qalırlar. Süxuru əmələ gətirən hissəciklər nə qədər kiçik olarsa, onun möhkəmliyi də bir o qədər yüksək olar. Əhəngdaşı süxurlarının bu xassəsi onların mənşəyi və inkişaf xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur. Bu da öz növbəsində əhəngdaşının sıxlıq, həcmi çəki və məsaməlilik kimi xarakteristikalarının öz aralarında asılılığını yaradır. Aşağıda əhəngdaşının tərfi verilmiş, onun orta və həqiqi sıxlığının, məsaməliliyinin, su ilə doyma və şaxtadayamlılığının hesablanması düsturları göstərilmişdir.

**Orta sıxlıq** - məsaməli və çatlı quru əhəngdaşı materialının təbii halda vahid həcmnin kütləsidir.

Əhəngdaşı materialının orta sıxlığını təyin etmək üçün daş formasında bütöv parçalar seçilir, onlardan hər biri 150... 200 qram olmaqla beş nümunə hazırlanır. Nümunələrin tozunu təmizləyir, daimi kütləyədək qurudur və texniki tərəzilərdə çəkirlər. Sonra isə hər bir nümunənin orta sıxlığını ( $\rho_{or}$ ) aşağıdakı düsturla müəyyənləşdirirlər:

$$\rho_{or} = \frac{m}{V}$$

burada  $m$  - daimi çəkisinə qədər qurudulmuş nümunənin kütləsi, q;  $V$  - nümunənin təbii halında həcmidir,  $sm^3$ .

**Həqiqi sıxlıq** - mütləq sıx əhəngdaşı materialının həcmnin kütləsidir. Əhəngdaşdan alınan daş materialları məsaməli olduqlarına görə, onların həqiqi sıxlığının müəyyən edilməsi məsamələrin dağıdılması və materialın həcmnin mütləq sıx halına nail olunması üçün qurudulmuş nümunənin toz kimi

xırdalanmasını nəzərdə tutur.

**Məsəməlilik** - əhəngdaşı materialının həcmnin məsəmələrlə dolma dərəcəsidir. Məsəməliliyi, vahid kimi qəbul edilən materialın həcmindən hissələrlə və yaxud həcmdən faizlə ifadə edirlər. Əhəngdaşının orta və həqiqi sıxlıqlarını bilməklə, onun məsəməliliyini (M) aşağıdakı düsturla hesablamaq olar

$$M = 1 - \frac{\rho_{or}}{\rho_h} \times 100\%$$

Əhəngdaşı daş materiallarının məsəməliliyi özündə materialların suya və şaxtaya damlılığına təsir göstərən açıq və qapalı məsəmələri ehtiva edir. Əhəngdaşların qapalı məsəmələrinin həcmnin açıq məsəmələrinin hesabına artırılması materialın həmin xüsusiyyətlərini xarakterizə edən əmsalların qiymətini yüksəldir.

**Su ilə doyma** -əhəndaşı materialının yüksək təzyiq altında suyu çəkib özündə saxlama qabiliyyətidir. Bu zaman əhəngdaşının açıq məsəmələri onlann daxilindəki havadan azad olur və su ilə dolurlar.

**Şaxtayadavamlılıq** - bu xassəsinə görə, əhəngdaşı materialı su ilə doymuş vəziyyətdə bir-birini əvəzləyən donma və ərimə proseslərinin tələb olunan sayda tsikllərinə davam gətirir. Həm də bu zaman normativ göstəricilərdə nəzərdə tutulduğunun 15%-inə qədər sıxılması və kütləsinin 5%-inə qədər itirilməsi halında əhəngdaşı materialının möhkəmliyinin azaldılmasına yol verilir.

Əhəngdaşı süxurlarının strukturunu və məsəməliliyini müəyyən dərəcədə onların absorbsiya xassələri, eləcə də kifayət qədər geniş diapazonda (3,0 MPa-dan 75 MPa-ya qədər) dəyişə bilən şaxtayadavamlılıq və möhkəmlik xarakteristikaları müəyyən edir.

#### **2.4. Əhəngdaşı materiallarının aktivliyinin əhəngdaşibetonun strukturuna təsiri.**

Yol və aerodrom geyimlərinin konstruktiv qatlarının tikintisi zamanı, yollarda nəqliyyat axınlarının, eləcə də hava daşımalarının intensivliyinin daha da artdığı

vaxtlarda hesabi təzyiqdən yüksək olan faktik təzyiqlərə tab gətirə bilən kifayət qədər möhkəm materialların seçiminin zəruriliyi ilə bağlı olan problemlər meydana çıxır.

Bununla bərabər, o da qeyd edilməlidir ki, həyata keçirilən çoxlu sayda eksperiment, məsələn, dənəvər qırmadaşdan istifadə olunmaqla tikilən yol və aerodrom qatlarının lazımı keyfiyyətinə yalnız bu materialın möhkəmliyi və bərkliyi, eləcə də onun əsasında hazırlanmış mineral qarışığın döşənməsi hesabına nail olmağın mümkün olmadığını göstərir. Burada onun tərkibinə qırmadaşlı mineral qarışıqdan daha az möhkəm olan, modifikasiya edilmiş əhəngdaşı materiallarından alınmış ən yeni komponentlərin daxil edilməsi hesabına həmin mineral qarışığın strukturunun digər xüsusiyyətlərinin formalaşması şərtlərini də diqqətə almaq lazımdır.

Qum-qırmadaş qarışığının, eləcə də əhəngdaşı materiallarından istifadə olunmaqla yaradılan qarışıqların tətbiqi ilə yol və aerodrom geyimləri qatlarının tikintisi üzrə yerinə yetirilən təcrübi-eksperimental işlər aşağıdakıları təsdiq edir: birincisi, tərkibində əhəngdaşı materialı olan qarışığın mexaniki üsulla kipləşdirilməsi zamanı kifayət qədər möhkəmləndiyini, ikincisi də əhəngdaşı materialı ilə hazırlanmış mineral qarışığın kipləşdirilməsi üçün yeni texnoloji prosesin tətbiqi nəticəsində baş verən fiziki-kimyəvi dəyişikliklər hesabına xırdalanmış əhəngdaşı materiallarından möhkəm qatların yaradılmasını.

Yol və aerodromların tikintisi təcrübəsi göstərir ki, əhəngdaşı materiallarına yeni yanaşmadan, daha doğrusu onların öz-özünə sementləşmə qabiliyyətindən istifadə etməklə nəmin qrunt sularından kapilyar sorulması problemini həll etmək olar. Bununla əlaqəli olaraq, tikintinin bataqlıqlaşmış sahələrində, eləcə də qruntun yüksək dərəcədə nəmli olduğu yerlərdə qurulan yol və aerodrom konstruksiyalarının qatlarında onların geniş tətbiqi imkanı yaranmışdır. Bu da öz növbəsində əhəngdaşı materiallarının praktik olaraq istənilən hidroloji və iqlim şəraitlərində (əbədi buzlaq şəraiti istisna olmaqla) istifadə oluna biləcəyini göstərir.

“AzVirt” MMC-də həyata keçirilən çoxsaylı tədqiqat və təcrübi-sınaq işləri prosesində Azərbaycan Respublikasının istismar edilən karxanalarından götürülmüş

müxtəlif əhəngdaşı materiallarının xassələri ətraflı öyrənilmiş və analiz edilmişdir. Nəmli mühitdə sementləşmiş əhəngdaşların və onların əsasında hazırlanan əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının əldə edilmiş yüksək möhkəmlik parametrləri bu materialların yüksək dərəcəli yol və aerodromların konstruktiv qatlarında istifadə edilməsinin geniş imkanlarını müəyyənləşdirmişdir (cədvəl 2).

**Cədvəl 2. Aktivliyindən və kimyəvi tərkibindən asılı olaraq əhəngdaşı süxurlarının təsnifatı**

Tipləri	Əhəngdaşların aktivlik dərəcələri	Yol və aerodrom konstruksiyalarında əhəngdaşlarının tətbiqi	Tərkibdə CaO, kütlədə %-lə	Tərkibdə gilli qarışıqlar, kütlədə %-lə
I	Yüksək aktivlikli	Geyim əsasının və torpaq yatağının bütün konstruktiv qatlarında: -I və II dərəcəli yollarda; "A" və "B" sinfindən aerodromlarda	>50 (orta hesabla 55,7)	1,3-7 (orta hesabla 4,1)
II	Orta aktivlikli	Torpaq yatağında və geyimin aşağı qatlarında: - I-V dərəcəli yollarda; "C" və "D" sinfindən aerodromlarda	35-50 (orta hesabla 47,5)	7,1-13 (orta hesabla 10,1)
III	Az aktivlikli	Geyim əsasının və torpaq yatağının bütün konstruktiv qatlarında: -III və V dərəcəli yollarda; ver- todromlarda	20-35 (orta hesabla 32,5)	> 13

Bu cədvəldən görünür ki, praktik olaraq əhəngdaşların bütün tiplərinin tərkibində CaO-nın azalması ilə eyni zamanda onların fiziki-mexaniki xassələrinə mənfi təsir göstərən gilli qatışıqların miqdan artır.

Laboratoriya-sınaq tədqiqatları ilə müəyyən olunmuşdur ki, tərkibində gilli qatışıqlar yüksək miqdarda (13%-dən artıq) olan az aktiv əhəngdaşlar və belə əhəngdaşlar əsasında hazırlanmış mineral qarışıqlar əhəngdaşbetonun strukturunda zəifliyə yol açır, yüksək dərəcəyə və siniflərə aid yol və aerodrom

konstruksiyalarının tikintisi üçün keyfiyyətli xammal ola bilməz. Bununla yanaşı, bu cür gilli əhəngdaşlar, tərkibində CaO 27%-dən az olan əhəngdaşlarla müqayisədə onların “su-gil” fazalarının ayrılma sərhədində təbii sementləşmə prosesinin gedişinə təsirini aydınlaşdırmaq üçün istifadə olunmuşlar. Burada, həm də əhəngdaşı materialının dənələrindəki radikal mütəhərrikliyin dəyişməsi, onların əhəngdaşının səthinin təbiətinin özündən asılılığını göstərmişdir.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində həm də müəyyən olunub ki, “su-gil” fazalarının ayrılma sərhədində su, qatışıqlarda ( $Al_2O_3+Fe_2O_3$ ) əhəngdaşının II tipinin tərkibində olan (7,1%-dən 13%-ə qədər) gilli dənələrlə hiss ediləcək dərəcədə təmasda olur. Əhəngdaşıda bu qatışıqların mövcudluğu onların mineral qarışıqda su ilə qarşılıqlı fiziki adsorbsiyası nəticəsində əhəngdaşibetonun xassələrinin dəyişməsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Məsələn, sıxlığın zəifləməsinə və şişməyə təsir edir, nəticədə isə onun bərkliyinin və möhkəmliyinin azalmasına səbəb olur [5].

Zəruri fiziki-mexaniki xassələrə malik əhəngdaşibetonun əldə edilməsi üçün həm təmiz halda, həm də başqa mineral maddələrlə kombinasiya halında müxtəlif karxanaların əhəngdaşları üzərində hərtərəfli eksperimentlər və təcrübələr tələb olunurdu. Aşağıdakı cədvəldən göründüyü kimi, tədqiq edilən mineral qarışıqların komponentlərinin qranulometrik tərkibinin eyniliyinə əməl olunması və onların lazımı dərəcədə sıxılması halında məsaməliliyin, sıxlığın və möhkəmliyin müvafiq göstəricilərinə nail olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarının sıxlığına onların mineral hissəsinin məsaməliliyi böyük təsir göstərir. Onların komponent və qranulometrik tərkibi qarışığın mineral tərkibinin strukturuna uyğun olaraq minimum məsaməliliyin əldə edilməsini təmin edir, suyun optimal miqdarında isə əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının ən yüksək sıxlığına nail olunur (cədvəl 3).



4	qırmadaş (2... 45 mm) - 40% yüksək aktivlikli əhəngdaşı (0,09 . . 2mm) - 60%	2,228	2,710	17,8	79,4	152,3
---	--	-------	-------	------	------	-------

dı çəkilən qarışıqların məsaməliliyi də öz növbəsində onları təşkil edən xırda fraksiyaların 0,09 mm-dən 2 mm-dək ölçüdə olan komponentlərinin xassələrindən asılıdır. Məsələn, xırda fraksiyalı kvarts qumu və qırmadaşdan ibarət qarışıqın tərkibində (1 №-li mövqe) - qırmadaş (2...45 mm fraksiyalı) - 60% və kvarts qumu (0,09...2 mm fraksiyalı) - 40% nisbətində olduqda, qarışıqın məsaməliliyi 28,7% təşkil edir, 40% aktiv əhəngdaşı xırdaları (0,09...2 mm fraksiyalı) və 60% qırmadaşla (2...45 mm fraksiyalı) hazırlanan qarışıqın (3 №-li mövqe) məsaməliliyi isə artıq 17,1% -ə qədər azalır.

Beləliklə, məsaməliliyin nümunə kimi təqdim olunan göstəriciləri onu göstərir ki, mineral qarışıqın tərkibində kvarts qumun olması halında onun minimum məsaməliliyi və yüksək sıxlığı təmin oluna bilməz. Deməli, bütövlükdə sistemin maksimum möhkəmliyi də təmin oluna bilməz. Kvarts qumun dənələri ilə müqayisədə xırdalanmış əhəngdaşda- nələri su ilə daha yaxşı islanılır və bu da mineral qarışıqın sıxlığının yüksəldilməsinə imkan verən modifikasiya olunmuş sistem yaratmaqla onlara kimyəvi plastikleşdirici təsir göstərir. Bundan başqa, əhəngdaşı- betonun struktur yaratmasında və onun möhkəmliyinin yüksək parametrlərinin əldə olunmasında tərkibində böyük miqdarda CaO olan əhəngdaşı materialının aktivliyi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

## **2.5. Əhəngdaşı-su qarışıqında bərk və maye fazaların səth hadisələri**

Əhəngdaşibetonun alınması texnologiyası iki fazanın qarşılıqlı əlaqəsini şərtləndirir. Burada nəmli faza sudur, dispersiya fazası isə əhəngdaşının suda demək olar ki, həll olunmayan, özünün ilkin təbii vəziyyətində olan, xırdalanmış və səthi açılmış hissəcikləridir.

Göstərilən fazaların təması zamanı yaranan su radikalları əhəngdaşı

dənələrinin təbəqələrinin səthinə daha böyük qüvvə ilə təsir göstərir, nəinki həmin materialın özünün daxilinə. Həm də bu zaman qüvvə sahəsinin gərginlik ölçüsü, daha doğrusu sərbəst enerjinin iki fazanın ayrılmasının səth vahidinə düşən, bəzən də fazalararası enerji adlandırılan xüsusi səth enerjisinin izafi hissəsinin  $G$  kəmiyyətidir. Bu enerjinin sistemdəki ölçüsü *din/sm* və ya *erg/sm* kəmiyyəti ilə müəyyənləşdirilir.  $G$  kəmiyyətini və onun yayıldığı  $S$  sahəsini bilməklə, fazalanın ayrılma sərhədində sərbəst səth enerjisini hesablamaq olar. Yəni  $F = G \times S$ .

Qeyd etmək lazımdır ki, fazaların ayrılma sərhədində yüksək inkişaf etmiş səth, bu səth qatında böyük miqdarda sərbəst enerjini şərtləndirir. Lakin xırdalanmış əhəngdaşının səthi açılmış dənələri sulu mühit olmadan əksər hallarda dayanıqsız olur və onlann təbii sementləşmə prosesi getmir [4].

Göstərilənlərdən belə çıxır ki, xırdalanmış əhəngdaşının səthi açılmış dənələri sulu mühitdə kipləşdirilmə zamanı öz dayanıqlığını yalnız “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində səth təbəqəsində sərbəst enerjinin izafi hissəsinin azalması hesabına artırır və bununla da onların sabitləşməsini və sistemin təbii sementləşmə prosesinin gedişini müəyyənləşdirə bilər. Bu faktın özü əhəngdaşı dənələrinin dispersiya fazası və dispersiya mühitinin (suyun) oxşarlığını xarakterizə edir. Belə ki, bu mühit əhəngdaşı dənələrinin hidrofiliyi səbəbindən onları yaxşı isladır.

Deməli, su mühiti əsasında əhəngdaşı dənələrinin öz aralarında birləşmələrinin möhkəmliyini yüksəltmək üçün əhəngdaşı dənələrinin səthi ilə su arasında qarşılıqlı təsir qüvvələrinin cəlb olunması ilə əhəngdaşı-su qarışığının öz-özünə sementləşməsi prosesinin, yəni radikal qarşılıqlı təsir qüvvələrinin qatışıqda təmasda olan fazalarının arasında kimyəvi əlaqələrin baş verməsi lazımdır. Bu prosesdə su təbəqəsinin və əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin qarşılıqlı təsire qabil olan, eləcə də fazalar arasında ziddiyyət qaydalarını nəzərə alan funksional qrupa malik olması halı da mühüm rol oynayır. Əhəngdaşı-su qarışığının intensiv öz- özünə sementləşməsi prosesinə yüksək polyarlığa malik su və əhəngdaşının qeyri-polyar hidrofob dənələri vasitəsilə nail olmaq mümkün deyil.

Əhəngdaşı süxurlarının öz-özünə sementləşməsi prosesinin ilkin nəzəri şərtləri

elə bir halı irəlicədən müəyyən edir ki, bu zaman əhəngdaşı və nəmli mühitin qarşılıqlı əlaqəsindən öncə onların radikalları arasında təmas yaranmış olsun. Həm də bu zaman su radikallarının əhəngdaşı radikallarına kifayət qədər güclü şəkildə cəzb olunması baş verməlidir. Həmin əlaqə özünü əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin açılması şərti ilə daha aktiv büruzə verir ki, bu da əhəngdaşı-su qarışığının təbii sementləşməsi prosesinin başlanğıcını asanlaşdırır və onun tam başa çatmasına nail olunmasına imkan yaradır. Həmin prosesin gedişində həm də əhəngdaşı-su qarışığında fazalararası səth enerjisi işinin sürətli azalması baş verir. Bu isə suyun və əhəngdaşı dənələrinin molekulyar (radikal) təbiətlərinin yaxınlığı şərti ilə mümkündür və son dərəcə minimum olmalıdır. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, əhəngdaşı-su qarışığında tərkibində suyun və əhəngdaşının poyarlığının fərqliliyi nə qədər az olarsa, orada fazalararası səth enerjisi də bir o qədər az olar. Bunun da nəticəsində qarışığın öz-özünə sementləşmə prosesi daha aktiv effektiv şəkildə gedəcək.

P.A.Rebinderin araşdırmalarına görə, belə hesab etmək olar ki, əgər əhəngdaşı dənələrinin (hissəciklərinin) özlərinin möhkəmliyi onların arasındakı təmasın möhkəmliyindən aşağıdırsa, onda əhəngdaşıbetonun möhkəmliyi ( $R_s$ ) əhəngdaşıbetonun özündəki ( $R_1$ ) struktur elementləri, yəni su ilə əhəngdaşı arasında tək-tək təmasların möhkəmliyi, eləcə də bu təmasların mineral qarışıqda səthi açılmış əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin sahə vahidindəki ( $N$ ) miqdan ilə müəyyən olunacaq:

$$R_s = R_1 \cdot N$$

Bu nisbət əhəngdaşıbetonun təbii sementləşmə prosesinə və yeni strukturuna imkan yaradan mineral qarışıqdakı komponentlər arasında qarşılıqlı təmas əlaqələrinin əsasını əks etdirir.

Hamıya məlumdur ki, əhəngdaşı süxurları uzun müddət - illərlə açıq havada onlara kifayət qədər təsir edə bilməyən ətraf mühitin təsiri altında qala bilər. Lakin elə həmin əhəngdaşı, xırdalanmış və dənələri səthi açılmış halda nəmli mühitdə su ilə sürətlə kimyəvi reaksiyaya girir. Bunun nəticəsində bu birləşmələr termodinamika baxımından nəmli mühitdə daha dayanıqlı olurlar, onlann hidratlı təbii sementləşməsi prosesi isə öz-özünə, suyun ( $H_2O$ ) və kalsium oksidin ( $CaO$ )

təsiri altında onun kalsium hidrokşidə ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) çevrilməsilə gedir, yəni  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

Bununla yanaşı, onu da qeyd etmək lazım gəlir ki, əhəngdaşların təbii sementləşmə proseslərinin nəzərdən keçirilməsi termodinamika baxımından bu mürəkkəb proseslərin fəaliyyət mexanizminə münasibətdə demək olar ki, heç nəyi aydınlaşdırmır. Əhəngdaşibeton qarışığının dielektrik parametrlərindən istifadə etməklə şərti olaraq yalnız qarışığın sementləşməsi zamanı baş verən fiziki dəyişikliklər və kimyəvi reaksiyalardan asılı olmayan “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində sərbəst səth enerjisinin dəyişilmə proseslərinin başlanğıc və son mərhələlərini müəyyənləşdirmək olar.

Qarışığın təbii sementləşməsi prosesində sərbəst səth enerjisinin artması zamanı ilkin əhəngdaşda dənələrin yeni səthləri - “rüşeym”ləri əmələ gəlir ki, bunlar da dənələrin sulu mühitlə təması zamanı əhəngdaşının dispersiyalı mineral dənələrindən yeni kimyəvi törəmələr yaratmağa imkan verir. Kimyəvi reaksiyanın bu təzahürü qarışığın təbii sementləşməsinin yaranması və davam etməsində həlledici rol oynayır. Reaksiyanın gedişində karbon qazının -  $\text{CO}_2$  təsiri altında kalsium hidrokşid -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  komponentlərinin kalsium karbonata -  $\text{CaCO}_3$  çevrilməklə birləşməsi və kipləşməsi başlayır.

Göstərilən kimyəvi dəyişmələr sulu mühitdə əhəngdaşının kipləşməsinin strukturyaradıcı və sürətləndirici reaksiyanı, xüsusilə də, bu prosesdə xırdalanmış və səthi açılmış dənələrin rolunu izah edir. Onlar kipləşmə və öz-özünə sementləşmə nəticəsində nəmin təsiri altında tamamilə yeni struktur - əhəngdaşibeton yaradırlar.

Praktikada, real şəraitlərdə, əhəngdaşibetonun strukturunun möhkəmliyi əhəngdaşının kimyəvi-mineraloji tərkibindən, onun dənələrinin xırdalanmasının effektivliyindən, suyun optimal miqdarından, eləcə də əhəngdaşı materialının kipləşmə davamlılığından və rejimlərindən asılı olur.

**Xırdalanmış əhəngdaşının səthi açılmış dənələrinin səthinə suyun təsiri mexanizmi (şəkil 5).** Artıq qeyd olunduğu kimi, sulu mühitdə əhəngdaşı materiallarının xırdalanması zamanı onun tərkibindəki kalsium oksid bu materialların aktivliyinin oyandırıcısı rolunu oynamaqla, onların öz-özünə

sementləşməsi prosesini müəyyənləşdirir. Həm də bu zaman kipləşdirici vasitələrin əhəngdaşibeton qarışığına mexaniki təsiri əhəngdaşılarda kimyəvi əlaqələrin pozulmasına və səthi açılmış dənələrin səthlərində radikalların yaranmasına gətirib çıxaran əhəmiyyətli amillərdən biridir.



*Şəkil 5. Xirdalanmış əhəngdaşı materialı*

Məlumdur ki, molekullar elektron təbəqələrlə dövrələnmiş atomlardan təşkil olunub. Bununla bərabər, elektronlar həm molekulun özü üzərində bərabər şəkildə paylana, həm də onun hansısa atomları üzərində toplanırlar. Birinci halda adətən molekulların qeyri-polyarlıqdan bəhs olunur. İkinci halda isə molekulda müsbət və mənfi yüklü sahələr yaranır. Əgər molekulda, bir tərəfində müsbət, digər tərəfində isə mənfi yüklərin yerləşdirilməsi mümkün olan istiqaməti fərqləndirə bilsək, onda belə molekul polyar və yaxud dipol molekul adlanacaq [7].

Sulu mühitdə dənələrinin səthləri açılmış əhəngdaşılarda gedən prosesləri analiz edərkən, belə hesab etmək olar ki, ehtimal ki, onların birgə xirdalanması zamanı radikal qarşılıqlı təsirdə, hər şeydən öncə, daha yüksək aktivliyə malik “qızğın-qısaömürlü” radikallar iştirak edirlər. Bu da, xüsusilə P.Y. Butyaginın tədqiqatları ilə təsdiq olunur. Belə ki, o, materialda müxtəlif ömür uzunluğuna malik bir neçə tip radikalın mövcudluğunun mümkünlüyünü sübut etmişdir.

“Su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində baş verən kimyəvi

reaksiyalarda yaranan radikalların əksər hissəsini “qısaömürlü”lər təşkil edir. Sulu mühitdə əhəngdaşı dənələrinin xırdalanması və səthlərinin açılması zamanı belə radikalların təsirinin müəyyənləşdirilməsi üçün sonuncuların aktivliyini və effektivliyini təsbit etməyə imkan verən dielektrik metodunun tətbiqi tövsiyə olunur. Məsələn, “AzVirt” MMC mütəxəssisləri bu metodun köməyi ilə “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində fərqli “ömür uzunluğu”na malik sərbəst radikalların, xüsusən də, “qısaömürlü” radikalların iştirakı ilə kimyəvi reaksiyanın getdiyini sübut etməyə və aşağıdakıları müəyyənləşdirməyə nail olmuşlar.

**Radikal əlaqələrin materialın aktiv səthindən asılılığı.** Əhəngdaşı-su qarışığının kipləşdirilməsi zamanı sulu mühitdə əhəngdaşı hissəciklərinin öz aralarında bir-birilə tədrici yaxınlaşması prosesi baş verir. Burada həmin hissəciklər arasındakı maye təbəqəsi dənələrin səthlərinin açılması zamanı qızmağa başlayır. Lakin bir müddətdən sonra əhəngdaşıda kimyəvi əlaqələrin pozulmasına gətirib çıxaran və bununla birlikdə onun hissəciklərinin daxilində və xaricində yüksək temperatur yaradan “parçalanma təzyiqi” adlandırılan təzyiq təsir göstərməyə başlayır. Bunun nəticəsində hissəciklərin səthi açılmış təbəqələrinin ətrafında radikallar yaranır və onların hər biri bu zaman dispersiya mühitinin və qanşıqdakı dispersiya fazasının radikal qarşılıqlı təsir qüvvəsi nəzərə alınmaqla onun sərbəst səth enerjisinin artmasına imkan yaradır. Sonrakı kipləşdirmə zamanı isə bu qarışıqda “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində səth enerjisinin izafi hissəsi vaxt keçdikcə azalmağa başlayır.

Əhəngdaşı-su qarışığında baş verən proses, əhəngdaşı-su qarışığında iki fazanın xüsusi səth enerjisinin onun temperaturu artdıqca azalması, su buxarının əmələ gəlməsi, eləcə də bunun nəticəsində radikalların yaranması və qatışıqda fazaların ayrılma sərhədində onların mövcudluğunun səth enerjisinin kəmiyyətinin azalmasına və müvafiq olaraq əhəngdaşıbctonun möhkəmlik göstəricilərinin yüksəlməsinə əsaslanan amillə bağlıdır. Başqa sözlə, qarışıqda əhəngdaşı dənələrinin açılmış səthlərinin sulu mühitlə təmasından suyun temperaturu yüksəlir, sonra isə hidrogenin sərbəst radikallarının ( $H^+$ ) və hidroksid radikallarının ( $OH$ ) yaranması ilə bağlı kimyəvi prosesə kömək edən su buxarına keçməsi ilə müşayiət olunan izafi

səth enerjisi yaranır. Sonuncuların energetik xassələri əhəngdaşı-su qarışığının kipləşməsi ilə xarakterizə olunan dayanıqlı birləşmələr yaratmağa imkan verir.

Nəmli mühitdə əhəngdaşların xırdalanması prosesində maddənin saxlanması qanununun əsas müddəalanna əməl etmək lazım gəlir. Bu müddəalara görə, müvafiq miqdarda hidrogen radikalları və hidroksid radikallarının əmələ gəlməsi üçün əhəngdaşı-su qarışığına lazım olan hansı miqdarda su daxil olursa, “su-buxar-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində kimyəvi reaksiyanın getməsi üçün də həmin miqdarda bu cür radikallar əmələ gəlir.

Qarışıqda kimyəvi reaksiya prosesində su buxarının hava məkanına uçub getməsini istisna etmək üçün əsas amillərdən biri kimi, belə bir halı da diqqətdən qaçıрмаq olmaz ki, qarışıqda “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində izafi səth enerjisinin əmələ gəlməsi zamanı əhəngdaşının səthi açılmış dənələrinin ətrafında əhəngdaşı-su qarışığında kimyəvi reaksiyanın getmə şəraitinə və kinetikasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərən qapalı qüvvə (enerji) sahəsi yaranır.

Həmin reaksiyanın getməsi üçün müvafiq şəraitin təmin edilməsi zamanı əhəngdaşı-su qarışığında köhnə əlaqələrin bir hissəsinin pozulması və yaxud əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin açılması üçün ilkin olaraq müəyyən miqdarda enerji sərf etmək, yəni bir miqdar potensial energetik maneəni aşmaq lazımdır. Məlum olduğu kimi, istənilən maddənin molekulları müxtəlif sürətlərlə hərəkət edirlər, yəni müxtəlif enerjiyə malik olurlar. Adi şəraitlərdə həmin energetik maneəni maddədə mövcud olan molekulların ümumi miqdarının ancaq çox cüzi bir hissəsi, reaksiya həcmində onların konsentrasiyasına proporsional olan hissə dəf edə bilir. Buna uyğun olaraq, qarışıqdakı belə molekulların miqdarına proporsional şəkildə gedən kimyəvi reaksiyanın sürəti də kifayət qədər aşağı olacaq, yəni praktik baxımdan hesab etmək olar ki, belə halların çoxunda bu cür reaksiyalar ümumiyyətlə getmir.

Deməli, qarışıqda kimyəvi reaksiyanın normal getməsi, bəzən həm də onun sürətləndirilməsi üçün orada mövcud olan potensial energetik maneəni dəf etmək məqsədilə enerji sərf etmək lazım gəlir.

## **2.6. Dəniz suyu əhəngdaşı süxurunun öz-özünə sementləşməsində səthi-aktiv komponent kimi.**

Əhəngdaşı materiallarının emalı texnologiyası və onlann əsasında kompozisiya qanşıqlarının hazırlanması əhəngdaşının nəmli mühitdə təbii yolla öz-özünə sementləşməsi hadisəsinə əsaslanır. Burada həmin prosesin aktivləşdiricisi rolunda əsasən adi (şirin) su çıxış edir. Lakin elə ərazilər var ki, orada şirin su defisitdir, ona görə də tikinti işləri üçün dəniz suyundan istifadə olunması məqsədəuyğun hesab olunur.

Atlantik okeanın sularında həll olunmuş bərk maddələrin (duzların) ümumi həcmi 32000 mq/l təşkil edir. Onlann 2000 mq/l-i sulfatlar və 18000 mq/l-i isə xloridlərdir. Bu informasiya mənbəyinin müəllifləri tərəfindən müəyyən olunmuşdur ki, atlantik okeanın portlandsementdə beton və məhlul hazırlanması üçün istifadə olunan sularında sulfatların mövcudluğu uzun müddət ərzində betonun möhkəmliyinin əhəmiyyətli dərəcədə aşağı düşməsinə gətirib çıxarmır. Xloridlər isə sementin ilişməsinə və kipləşməsinə sürətləndirirlər. Həmin mənbədən həm də belə məlum olur ki, dəniz suyundan istifadə olunduqda, sıxılma halında betonun möhkəmliyi 1 gündən 4 ilədək müddətdə şirin su ilə hazırlanmış betonun möhkəmliyini üstələyir.

Su, gil, əhəng, sement, dəniz suyu və köpükləndirici qarışığından ibarət köpükgilbetonun [RU 2098391, CO4B38/10, 10.12.1997] hazırlanması üsulu da məlumdur. Gillə su qarışığı gilin həcmində 1-3%-i miqdarında əhəngdaşı əlavə edilməklə neytrallaşdırılır. Sonra alınmış məhlul 1:0,5-2 gil/sement nisbəti əsas götürülməklə sementlə ardıcıl surətdə qarışdırılır. Bundan sonra qarışığı sementin kütləsinin 1-2%-i nisbətində dəniz suyu ilə qatışdırırlar. Sonra alınmış məhlulu köpükləndiricinin əsasında köpüklə qatışdırırlar. Dəniz suyunun tərkibində 14-17 q/l miqdarında duzun olması köpükgilbetonun kipləşməsinə və bundan hazırlanan məmulatlann möhkəmliyinin yüksəlməsinə imkan yaradır.

Hazırda praktikada yol və aerodrom tikintilərində inşaat məhlullarının hazırlanması üçün dəniz suyundan istifadə olunmasının mümkünlüyü bir çox

regionlarda, o cümlədən Azərbaycanda daha aktualdır. Bunun üçün “AzVirt” MMC-də artıq müvafiq təcrübi-sınaq və praktik işlər görülməkdədir.

Əhəngdaşibetonun istehsalında şirin sudan istifadə texnologiyasına tam oxşar texnologiya tətbiq etməklə, müəyyən olunmuşdur ki, bu məqsədlə şirin suyun tətbiqindən fərqli olaraq, dəniz suyunun tətbiqi əhəngdaşibeton qarışığının daha qısa müddət ərzində (5-15 gün) öz-özünə sementləşməsi və əhəmiyyətli dərəcədə yüksək (30-40%) möhkəmlik göstəricilərinə malik əhəngdaşibeton qatı alınmasına imkan verir. Beləliklə, qarışığın şirin su ilə möhkəmliyinin maksimum qiymətinə (140,8 MPa) sementləşmənin yalnız 25-ci günündə nail olunduğu halda, dəniz suyu ilə bu möhkəmliyin (140,0 MPa) əldə olunması üçün cəmi 5 gün vaxt lazım olur.

## **2.7. Əhəngdaşı-su sistemində baş verən fiziki-kimyəvi proseslərin nəzəri əsasları.**

Əhəngdaşı materiallarının keyfiyyəti onların fiziki-mexaniki xassələrindən, mineroloji və kimyəvi tərkiblərindən, xüsusilə də kristal quruluşlarının formasından asılıdır. Ona görə də əhəngdaşların fiziki və kimyəvi xassələrinin, eləcə də onların təbii sementləşmə imkanlarının hərtərəfli öyrənilməsi əhəngdaşının xırdalanmış və açılmış mineral hissəciklərinin su ilə qarışdırıldığı zaman təbiətinin və özünü necə göstərməsinin dərk edilməsi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Xırdalanan əhəngdaşı dənələrinin açılmış səthləri və onları əhatə edən nəmli mühit arasında, əhəngdaşı-su qarışığının “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində baş verən qarşılıqlı əlaqələr əhəngdaşı materiallarının təbii sementləşməsinin əsasını təşkil edir. Əhəngdaşı-su qarışığında əhəngdaşının təbii sementləşməsi prosesində aktivləşdirici komponent qismində yüksək polyarlıq xassəsinə malik olan su çıxış edir. Bununla bağlı olaraq, əhəngdaşların sulu mühiddə kipləşdirilməsi və xırdalanması zamanı müvafiq olaraq onun səthi açılmış dənələrinin polyarlılığı da artır, bu isə “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində dənələrin səthlərində sərbəst radikalların cəmləşməsi və nəticədə yüksək dərəcədə struklaşmış materialın yaranması ilə müşayiət olunur.

Bunu da qeyd etmək lazım gəlir ki, əhəngdaşı-su qarışığında əhəngdaşı dənələrinin açılmış səthlərində və mineral qarışıqlarda həyacanlanmış elektron halda olan sərbəst radikallar su radikalları ilə asanlıqla kimyəvi əlaqəyə girirlər. Əhəngdaşı dənələrinin xırdalanması və səthlərinin açılması prosesində və onların su radikalları ilə qarşılıqlı əlaqəsində səthi fiziki-kimyəvi hadisələr mühüm rol oynayır, həm də dispersiya fazaları hissəciklərinin öz aralarında və sulu mühitlə qarşılıqlı əlaqələri onlardan asılı olur və bu da dispersiya fazalarının (adsorbsiya, adgeziya, islanma) ayrılma səthində bu fazaların hissəcikləri arasında bəndləşməni geniş şəkildə dəyişdirməklə (zəiflətmək və ya gücləndirməklə) yanaşı, həm də əhəngdaşı materialının təbii sementləşməsi prosesinin arzu olunan istiqamətə yönləndirməyə imkan verir.

Dispersiya fazalarında adgeziya və kogeziya hadisələrini fərqləndirirlər. Əhəngdaşı materialında kogeziya əhəngdaşının həcm vahidində molekulların bir-biri ilə əlaqəli olduğu qüvvələrlə şərtlənir. Əhəngdaşı strukturunun kogeziya əlaqəsinin enerjisi onun möhkəmliyini müəyyən edir, lakin əgər əhəngdaşının iki dənənin ayrılma sərhədini saxlamaqla təmasda olurlarsa, onların səthlərinin qarşılıqlı əlaqəsi artıq adgeziya təbiəti qüvvələrinin üzə çıxması ilə bağlıdır.

Yol və aerodromların konstruktiv qatlarının tikintisi zamanı əhəngdaşı materiallarının xırdalanması prosesində əhəngdaşı dənələrinin bir- birilə əlaqələrinin həm adgeziya, həm də kogeziya xarakteristikaları vacib amillərdəndir, belə ki, onlar əhəngdaşı materialının təbii sementləşməsini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldirlər. Sulu mühitdə əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin açılması zamanı bu dənələrin adgeziya əlaqələrinin möhkəmliyi adi, məsaməli və möhkəmliyi az olan materialların kogeziya möhkəmliyindən kifayət qədər yüksək olur və bu halda əhəngdaşı dənələri arasında dağılma kogeziya xarakteri daşıyır. Yolların və aerodromların istismarı dövründə bu hadisə qarışıqın komponentlərinin qarşılıqlı, sıx və möhkəm adgeziya əlaqələrini yol konstruksiyalarının əhəngdaşıbeton qatlarında yerdəyişmə və çatlar zamanı baş verən kogeziya proseslərindən fərqli olaraq daha yaxşı nümayiş etdirir.

Adgeziya və kogeziya hadisələri, bir qayda olaraq, yol və aerodromların

əhəngdaşibeton konstruksiyalarının dağılmasının təbiətini müəyyənləşdirir. Sistemdə suyun optimal miqdarda olduğu halda onda adgeziya qüvvələrinin artması və “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində adgeziya əlaqələrinin zəruri davamlılığı təmin olunur, sulu mühitin həcmnin yüksəlməsi halında isə suyun miqdarından asılı olaraq sistemdə əhəngdaşı dənələrinin açılmış səthlərində sərbəst radikalların cəmləşməsində dəyişiklik baş verir ki, bu da mineral qarışığın təbii sementləşməsinin kəskin şəkildə yüksəlməsinə və nəticədə sistemin möhkəmliyinin azalmasına gətirib çıxarır.

Əhəngdaşının xırdalanmış dənələrinin açılmış səthlərinin nəmli mühitlə qarşılıqlı adgeziya əlaqələrinin dərəcəsi əhəmiyyətli dərəcədə mineral qarışığın səth enerjisi, yəni nəmli mühitdə sistemin səth enerjisinin azaldılması məqsədilə əhəngdaşı dənələrinin təmas edən yeni səthlərinin yaranması üçün vacib olan işlə müəyyən olunur. Müəllifin fikrincə, “əlaqəli su”yun (daha doğrusu, adi məhlulda) əhəngdaşı materiallarının xırdalanmış hissəciklərinin səthlərinə adsorbsiyası zamanı, aktivliyinə görə müxtəlif olan buxar (nəmli mühit) radikalları onun mineral qarışıqda optimal miqdarda olduğu halda struktur dəyişikliyinə məruz qalır və bütünlüklə adsorbsiya mühitinə yönəlir, bununla da buxaraoxşar nəmli mühitin birinci təbəqəsini əmələ gətirir. Qarışıqda suyun miqdarının optimal səviyyədə yuxarı qalxması halında adsorbsiya mühitində birinci buxar təbəqəsinin qüvvə sahəsi ilə nəmli mühitin ikinci təbəqəsi əmələ gəlir. Lakin bu, artıq başlanğıc mərhələdə olduğu kimi, elə də güclü olmur. Nəmli mühitin üçüncü və dördüncü yaranan təbəqələri ona daha zəif şəkildə yönəlir. Deyilənlərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, əhəngdaşı dənələrinin hissəciklərinin səthlərindən uzaqlaşdıqca, nəmli mühitin buxar radikalları get-gedə bu hissəciklərə daha az yönəlir, onlarla daha zəif əlaqədə olur və sonda diffuziya nəticəsində adi məhlula çevrilirlər. Bu da öz növbəsində əhəngdaşı-su sisteminin fiziki- mexaniki xassəsinə güclü təsir göstərir.

Bu məsələnin qeyd olunması da vacibdir ki, adsorbsiya olunmuş suyun adətən bərk cisimlərə xas olan struktur-mexaniki xassələrə malik təbəqələri bərkimiş səthlər yaradır, çünki “asılı su” adi “sərbəst su”dan yüksək özüllüyü ilə fərqlənir. Əhəngdaşının kütləsinə müvafiq həcmdə əlavə edilən “əlaqəli su”yun miqdarı isə

əhəngdaşı materialının hidrofillik dərəcəsini müəyyənləşdirir. Bunun qiymətləndirilməsi zamanı onun tərkibindəki kalsium oksidin (CaO) miqdarı mühüm rol oynayır.

Bununla yanaşı, belə bir fakt da diqqətə layiqdir ki, xırdalanmış əhəngdaşı materialına optimal səviyyə ilə müqayisədə daha yüksək miqdarda su qatıldıqda, sistemin möhkəmlik göstəriciləri kəskin şəkildə aşağı düşür. Deməli, əhəngdaşı-su qarışığında suyun optimal miqdarının müəyyənləşdirilməsi əhəngdaşı dənələrinin hissəciklərinin su mühiti ilə qarşılıqlı əlaqəsi prosesinin (yəni təbii sementləşmənin) keyfiyyət xarakteristikalarını əvvəlcədən müəyyən edən çox vacib amillərdən biridir. Həm də bu zaman əhəngdaşı hissəciklərinin dispersiya mühiti ilə qarşılıqlı əlaqəsi zamanı ən vacib mərhələ qarışıqda suyun təsiri altında əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin açılması müddətində yeni səthlərin əmələ gəlməsi anıdır. Su əhəngdaşını xırda məsamələrindən və telvari çatlarından daxilə nüfuz edərək onun su ilə bağlanmasına və öz-özünə sementləşməsinə imkan yaradır.

Əhəngdaşı-su qarışığının təbii sementləşməsi dövründə belə bir amili nəzərə almaq lazımdır ki, bu qarışığın su ilə doyma prosesi nə qədər optimal gedirsə, onun hidratlaşma və strukturyaratma prosesi də bir o qədər düzgün gedir. Sementləşmə prosesinin rütubətli mühitlə kifayət etməyəcək dərəcədə təmin olunması halında qarışıqda yeni fazanın “rüşeym”lərinin əmələ gəlməsi ilə bağlı olan hidratlaşmanın başlanğıc mərhələsi yavaş-yavaş gedir. Bununla əlaqədar olaraq qarışığın böyük hissəsi yalnız onun strukturyaratma dövründə - əhəngdaşının xırdalanmasının başlanğıcında hidratlaşır. Özü də yeni yaranan kiçik kristallar nə qədər böyük olarsa, qarışığın bütün həcmində bütöv strukturun yaranması üçün onlar bir o qədər çox tələb olunurlar.

Bu qeyd olunanlar yol və aerodrom geyimlərinin möhkəm konstruktiv qatlarının tikilməsi zamanı istifadə olunan əhəngdaşı materialları əsasında hazırlanmış mineral qarışığın təbii sementləşməsinin effektivliyində rütubətli mühitin başlıca rolunu bir daha təsdiq edir. Əhəngdaşı materialları nəqliyyat vasitələrinin təzyiqlərinin böyük sahəyə paylanması yolu ilə yol və aerodrom geyimlərinin daşıma imkanlarını ar- tırmağa imkan verir və bununla da ən əlverişsiz

təbii və iqlim şəraitlərində belə, bu geyimlərin istismarını və sabit fəaliyyətini şərtləndirir.

### **FƏSİL 3**

## **ƏHƏNG DAŞI MATERIALININ TƏTBİQİ İLƏ TORPAQ YATAĞININ TİKİNTİSİ TEXNOLOGİYASI VƏ MATERIALIN EMALI ÜSULU**

### **3.1.Əhəng daşı materialının tətbiqi nəticəsində torpaq yatağı möhkəmliyinin alınması.**

Əhəngdaşı materialları əsasında su ilə əlaqəli kompozisiya qarışıqlarının emalı və hazırlanması ilə bağlı bu professor Əli Əliyev tərəfindən təklif olunan texnologiyaların tətbiqi sayəsində “AzVirt ’ MMC şirkəti yolların və aerodromların tikintisi zamanı əhəngdaşı süxurlarından müvəffəqiyyətlə istifadə edir. Bu, digər mineral materialları rəşional şəkildə sərf etməyə imkan vermiş və bununla da yol və aerodrom konstruksiyalarının tikilməsində işlərin maya dəyərinin effektiv şəkildə aşağı salınmasını təmin etmişdir.

Torpaq yatağı çoxlaylı, eyni zamanda tikinti rayonun qrunu, hidro-geoloji və iqlim şəraitindən asılı olmadan qurulur. Torpaq yatağı möhkəm olmalı, tikilən yol və aerodromların xidmət göstərəcəyi müəyyən olunmuş istismar müddətində onların dayanıqlılığını təmin etməlidir. Lakin yerinə yetirilən tikinti işlərinin təcrübəsi göstərir ki, bu tələblərə əməl etmək həmişə mümkün olmur, çünki həm yolların, həm də aerodromların torpaq yataqlarının tikilməsi zamanı başlıca çatışmazlıq tozlu və asan deformasiya olunan süxurlardan istifadə olunmasıdır.

Tikintidə toplanmış təcrübə və bu cür süxurların tətqiqi göstərir ki, onların tərkibindəki (15-20%-dən artıq) giltorpaq və gil nəmləndikdə şişmə qabiliyyətinə malikdir və bunun da nəticəsində qatlann möhkəmliyi kəskin şəkildə azalır. Bu səbəbdən də yol və aerodromların tikintisi zamanı gilli süxurlardan istifadə olunması məqsədəuyğun hesab edilmir. Torpaq yatağının tikintisində kipləşdirilməyə tabe olmayan, olduqca quru və ya olduqca nəmli süxurlann keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və yaxud onlann əvəzlənməsi tədbirləri nəzərdə tutulmalıdır.

Bir qayda olaraq, torpaq yatağının layihələndirilməsi və tikilməsi onun tikintisində istifadə olunan süxurların mənşəyi nəzərə alınmaqla yerinə yetirilir. Onlar müvafiq normativlərə və ümumi mühəndis-geoloji təsnifata uyğun olaraq müxtəlif qrup, tip və növlərə bölünürlər.

Əgər torpaq yatağı yüksək dərəcəli süxurlardan qurulursa, yaxud da yol və aerodrom geyimlərinin tikintisi üçün əsas kimi istifadə olunan süxurlar sabitləşmiş, suvadavamlılıq və deformasiyanın dinamik modulunun normalaşdırılmış göstəricilərinə, kipləşmə əmsalının tələblərinə cavab verirsə, eləcə də icazə verilən gərginliyə davam gətirirsə, onda torpaq yatağının tikilməsində əhəngdaşı materialı tətbiq olunmaya da bilər.

Lakin çoxsaylı təcrübi-eksperimental işlərin nəticələri göstərir ki, əvvəllər möhkəmliyi az olan gilli süxurlardan tikilmiş torpaq yatağı konstruksiyalarının əksəriyyəti özlərinin fiziki-mexaniki və digər keyfiyyətlərinə görə, müasir mərhələdə artıq yol və xüsusən də aerodrom konstruksiyalarına qoyulan tələblərə uyğun gəlmir.

Hər il yüklənmə qabiliyyəti çoxalmaqla olan nəqliyyat vasitələrinin və hava gəmilərinin hərəkət intensivliyindən yaranan və get-gedə artan gərginliklər nəzərə alınmaqla, alternativ materialların axtarışına tələbat yarandı. Onların tətbiqi tikilməkdə olan yol və aerodromların möhkəmliyini və uzun ömürlülüyünü artırma bilərdi. Möhkəmliyi az olan süxurların və digər daş materiallarının, xüsusən də yol və aerodromlar üçün torpaq yataqlarının tikilməsi zamanı əvəzlənməsinin mümkünlüyü əhəngdaşı süxurlarından istifadə olunmasını aktuallaşdırdı.

Torpaq yataqlarının tikilməsi zamanı müxtəlif mineral materialların və texnoloji üsulların tətbiq olunması bir sıra prinsipial qaydalarla bağlıdır ki, onlara da mütləq əməl olunmalıdır. Məsələn, belə qaydalara yüksək dərəcəli yollar və yuxarı sinifə aid aerodromların geyim əsaslarının konstruktiv qatlarının tikilməsi aiddir. Bu qaydalara görə, torpaq yatağının üstünün (işçi qatın) möhkəmlik parametrləri 45 MPa-dan az olmamalıdır.

Torpaq yatağını “təknəsi”nin süxuru həddindən artıq qurudursa və yaxud da torpaq yatağının səthində deformasiyanın dinamik modulu  $D = 45 \text{ MPa}$  qiymətinə çatmırsa, onda torpaq yatağının davamlılığının sabitliyini yüksəldilməsi üzrə xüsusi

tədbirlər nəzərdə tutulmalıdır (şəkil 6). Bu tədbirlər isə əhəngdaşı materiallarından, onlann təbii sementləşməsinə imkan yaradan yeni texnologiyalarla emal edildikdən sonra istifadə olunmasını və bununla bağlı olaraq, nəticədə torpaq yatağının faktik möhkəmliyini 120 MPa-ya çatdırmağa nail olunmasını ehtiva edir .



*Şəkil 6. Qala-Pirallahı avtomobil yolunda qalınlığı 2m-dən artıq yararsız qrunnun çıxarılması*

Torpaq yatağının tikilməsi metodları onun laylarının yerləşməsindən, lazımı dərəcədə kipləşdirilməsindən və əhəngdaşı-su qarışığının optimal tərkibinin tənzimlənməsindən, eləcə də torpaq yatağının möhkəmliyinin və davamlılığının ona dəfələrlə təsir göstərən dinamik gərginliklərdən, iqlim şəraitindən və ilin fəsillərindən asılı olmayaraq layihədəki geometrik formasını uzun müddət saxlanılmasının təmin edilməsindən asılıdır.

Qurulan torpaq yatağının keyfiyyətini çöl müayinələrinin və xüsusi laboratoriyalarda yerinə yetirilən sınaqların nəticələrinə görə təsbit edirlər, həm də bu zaman həmin sınaqların həcmi normativ sənədlərin tələblərinə uyğun şəkildə, eləcə də torpaq yatağının konstruktiv həlli və onun təyinatı nəzərə alınmaqla

müəyyənləşdirilir.

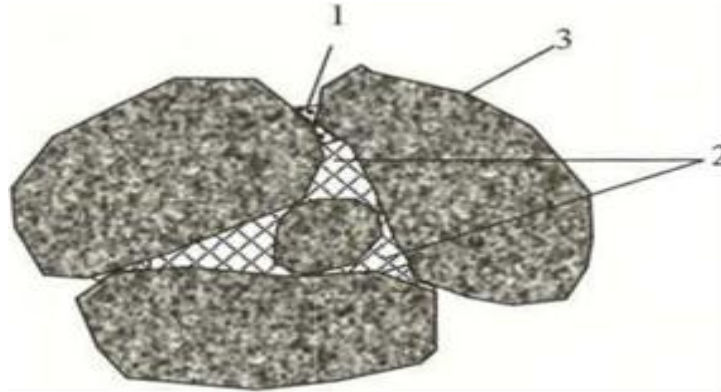
Nəzarət müayinələrinin keçirilməsi dövründə materialların fiziki- mexaniki xassələrinin normativ tələblərə uyğunluğuna xüsusi diqqət yetirilməlidir, çünki həmin materialların bu və ya digər xassələri sabit deyil və ilkin əhəngdaşı süxuru karxanalarının dərinliyindən, eləcə də onların yerindən asılıdır.

Bununla bağlı olaraq, istehsalat işləri praktikasında əhəngdaşı materiallarının aparılan müayinələrinin nəticələrinin dəqiqliyi əhəmiyyətli rol oynamağa başlayır, çünki həmin materiallar əsasında hazırlanmış qarışıqlardan istifadə olunmaqla torpaq yatağının, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının tikilməsi barədə konstruktiv qərarlar qəbul olunmalıdır. Qurulan torpaq yatağının möhkəmliyi və davamlılığı nə qədər yüksək olarsa, onun üzərində inşa edilən yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının konstruktiv laylarının istismar müddəti də bir o qədər çox olar. Həm də bu zaman torpaq yatağının texniki və istismar xarakteristikalarının etibarlılığı geyimlərin əsaslarının konstruktiv laylarının həmin göstəricisindən bir neçə dəfə yüksək olmalıdır. Bunlar, avtonəqliyyat vasitələrinin hərəkət intensivliyi və hava gəmilərinin yük tutumu artıqca gücləndirilə bilər.

Professor Əli Əliyev tərəfindən rəhbərlik edilən müəssisə torpaq yataqlarının tikilməsi zamanı əhəngdaşı materiallarının tətbiq olunması, onların laylarının kapilyarkəsici xassələrə malik və xüsusən də tikintinin bataqlaşmış sahələrində qrunt sularının yüksəlməsinin qarşısını alan iri qıntılı və xırda dənəli əhəngdaşı süxurları əsasında hazırlanan qarışıqlarla inşa edilməsi sahəsində əhəmiyyətli nailiyyətlər əldə etmişdir. Bataqlaşmış ərazilərdən keçidlərdə və digər su az olan qruntlarda torpaq yatağının tikintisinin bütün variantları yol konstruksiyasının “alt quruluşu”nun sərtliyinin (xarici təzyiqlərin təsirindən yaranan deformasiyaya müqavimətinin) yüksəldilməsinə yönəlmiş tədbirlərin yerinə yetirilməsinə gətirib çıxarmalıdır.

Nəmləndirilmiş torpaq yatağının tökməsinin əsasında gedən təbii sementləşmə zamanı baş verən proseslər nəticəsində, döşənən iriqırıntılı əhəngdaşı materialları tədricən monolit laya çevrilir, onun sərtliyi və davamlılığı əhəngdaşının iriqırıntılı və incədispersiyalı hissəciklərinin yaxınlaşması, arada qalan boşluqların isə həcmi təbii sementləşmə kütləsi ilə eynizamanlı dolması hesabına

təmin olunur(şəkil 7).



*Şəkil 7. İri qırıntılı əhəngdaşı mineral materiallarının təbii sementləşməsi sxemi: 1 - əhəngdaşının iri qırıntılı elementləri ilə narın dispersiya hissəciklərinin təmas nöqtələri; 2 - əhəngdaşı materialının həcmli təbii sementləşməsinin əmələ gələn kütləsi; 3- iri qırıntılı əhəngdaşı*

Bütün bu qeyd olunanlara ən yaxşı nümunə kimi, Bakı şəhərində beynəlxalq hava limanına aparan avtomobil magistralının kənarında, bataqlaşmış ərazidə inşasına başlanmış olimpiya stadionunun tikintisini göstərmək olar. Qrunt sularının dərinliyinin 1,5..1.8 m-ə çatdığı 50 ha bataqlaşmış ərazi 6 aydan da az bir müddətdə qurudulmuş və bərk qruntlu sahəyə çevrilmişdir. Eyni zamanda Qala-Pirallahı avtomobil yolunun bataqlıqdan keçən hissəsi yəni, Km 1+800.00–3+500.00 aralığı hündürlüyü 3m-yə yaxın iri qırıntılı əhəngdaşı materialı ilə dolğu verilərək lazımi möhkəmlik göstəricisi alınmışdır. Bu zaman nəmli mühitdə iriqırıntılı əhəngdaşı materiallarının mərhələ-mərhələ xırdalamnası və kipləşdirilməsi, sonra isə həmin prosesdə əzilib xırdalanan materialın qırıntıları arasında yaranan boşluqların yumşaq əhəngdaşı qarışığı ilə doldurulması üzrə texnoloji prosedən istifadə olunmuşdur [8].

Görülən həmin işlərin nəticəsində bu gün haqqında danışılan ərazilər tamamilə qurudulmuş, döşənmiş və kipləşdirilmiş əhəngdaşı materiallarının təbii sementləşməsi hesabına burada yaranmış əhəngdaşı qatı deformasiyasının dinamik modulu (möhkəmliyi) 115,0...117,0 MPa olan bərk qrunta çevrilmişdir ki, bu da həmin yerlərdə, xüsusəndə olimpiya kompleksinin bütün qurğularının, o cümlədən

ora aparən yeni avtomobil yollarının və kompleks daxilindəki ayırıcı yol şəbəkəsinin keyfiyyətlə tikilməsinə imkan yaradır.

Torpaq yatağının tikintisindən öncə onun əsasında yerləşən torpaq qatını müvafiq keyfiyyətə malik vəziyyətə gətirmək lazımdır. Çünki kipləşdirilmənin mükəmməlliyi və onun üzərində qurulan işçi qatın plana uyğunluğu daha çox bundan asılıdır, belə ki, yol və aerodrom geyimlərinin qatları sonra məhz bunun üzərinə döşənəcəkdir.

Qala-Pirallahı avtomobil yolunun tikintisi bütün texnoloji ardıcılığa riayət edilməklə yüksək səviyyədə tikilmişdir. Belə ki, yolun tikintisinin birinci mərhələsi həddindən artıq nəmlənmiş zəif qrunտun ekskavatorla kənarlaşdırılmasını və bununla eyni zamanda torpaq yatağının “tökmə”sinin eninə və uzununa istiqamətlərdə hazırlanmasını, qrunտ sularının kənarlaşdırılması üçün lazım olan yerlərdə elə həmin ekskavatorla yan qanovların düzəldilməsini əhatə edir (şəkil 8). Torpaq yatağının açıq “tökməsi” dərhal iri qırıntılı əhəngdaşı materialı ilə doldurulur ki, yeni inşa edilən yataq tökümünü qrunտ sularından təcrid edə bilsin.



*Şəkil 8. Qala-Pirallahı avtomobil yolunda yararsız qrunտun çıxarılması və əhəngdaşı materialı ilə əvəz olunması.*

Növbəti mərhələ özündə, gətirilən qırıntılı əhəngdaşının əvvəlcə buldozerlə yayılmasını və sonra isə onun avtoqreyderlə hamarlanmasını ehtiva edir. Yerli çökmələri istisna etmək məqsədilə kipləşdirilən “təknə”nin bütün eni boyunca sudaşıyanla vaxtaşırı şəkildə zəruru miqdarda sulama və əhəngdaşı materialının vərdənələrlə laysonrası kipləşdirilməsi işləri görülür. Su, məsaməli əhəngdaşının kapilyarlan ilə aşağı enərək ona hopmaqla bütün əhəngdaşı kütləsini əhatə edir.

Torpaq yatağının kipləşdirilmiş əsasının hazır olması halında lay- lay (14-15 sm olmaqla, iki mərhələdə) qurulan işçi qatın özünün inşasına başlamaq lazımdır (şəkil 9).



*Şəkil 9. Qala-Pirallahı avtomobil yolunda yol geyiminin inşası üçün torpaq yatağının əhəngdaşı materialı ilə hazır vəziyyətə gətirilməsi.*

Torpaq yatağının işçi qatının dayanıqlılığını su ilə əlaqəli optimal qarışıqın yaradılması prinsipi üzrə əhəngdaşı materialının dənəvər tərkibinin seçilməsi yolu ilə əvvəlcədən təmin etmək lazımdır. Burada əhəngdaşının iri hissələri arasındakı

boşluqlar (2-63 mm) onun kipləşdirilməsindən sonra əmələ gələn daha kiçik fraksiyalarla (0,09-0,25 mm) dolur. Bu prosesin nəticəsində belə qarışıq, sulu mühitdə əhəngdaşının xırdalanmış kiçik hissələrinin əlaqəliliyi hesabına yüksək bərklik və dayanıqlıq qazanır. Bu, torpaq yatağının mərhələlərlə inşa edilən işçi qatının kipləşdirilməsi dövründə əhəngdaş-su qarışığının təbii sementləşməsinə müəyyənləşdirir.

İşçi qatın tikintisi üçün obyektə gətirilən əhəngdaş materialları sudaşıyan avtosistemlər vasitəsilə yerində nəmləndirilir və sonra döşənmiş layın bütün eni boyunca avtoqreydrlə 10-12 gedişlə basılıb qarışdırılır. Qarışdırılan əhəngdaş-su qarışığının xarakterindən və nəmliliyindən, eləcə də onun layının qalınlığından asılı olaraq, avtoqreyderin onun üzərində gedişlərinin sayı dəyişə bilər.

Qarışığın avtoqreydrlə qarışdırılmasının başlanğıc mərhələsində, laboratoriya şəraitində təcrübə yolu ilə müəyyən olunduğu kimi, artıq su təbəqəsi ilə əhatə olunmuş əhəngdaşının mineral dənələri və avtoqreyderin qarışdırıcı mexanizmlərinin işçi orqanları arasında təmas nəmli mühitdə baş verir ki, bu da əhəngdaş materialında lokal nəmlilik zonalarının əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sonra bu qarışıq üzərindən dəfələrlə keçən kipləşdirici yumruqcucuqlu vərdənələrin təsiri altında zəruri fraksiyaya (2-63 mm) qədər xırdalanır (əhəngdaş dənələrinin səthi açılmaqla), nəticədə qarışığın tərkibində tələb olunan qranulometrik tərkibli əhəngdaş materialı və sonra hamar vallı vərdənələrlə kipləşdirildiyi halda müvafiq möhkəmliyə malik qat alınır.

Qarışdırma prosesi başa çatdıqdan sonra əhəngdaş-su kütləsini döşənmə yerində hamarlayıb plan üzrə düzəldir, sonra isə kipləşdirirlər. Torpaq yatağının işçi qatının tikilməsi zamanı əhəngdaş-su qarışığının kipləşdirilməsi, yol və aerodrom tikintisinin təcrübəsi ilə müəyyən olunduğu kimi, onun inşası işinin ən əhəmiyyətli və məsul hissəsidir. Xırdalanmış əhəngdaş materialının nəmli mühitdə son kipləşdirilmə işi əvvəlcə yüngül hamar vallı vərdənələrlə 7-10 gedişlə həyata keçirilir, sonra la- hiyələndirilmiş bu və ya digər dərəcəli avtomobil yollarının, yaxud fərqli siniflərə aid aerodromların tikintisi üçün zəruri olan müvafiq sıxlığa və möhkəmliyə (45-150 MPa) malik monolit qatın alınmasını təmin edən ağır

kipləşdirici vərdənələrlə başa çatdırılır.

Torpaq yatağının əhəngdaşı materiallarından ibarət möhkəm və kip işçi qatının alınması üçün onun tikilməsi zamanı texnoloji rejimə düzgün əməl olunması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Onun yerinə yetirilməsinin gedişində, quru əhəngdaşının qarışdırılması prosesinə optimal miqdarda suyun vaxtında verilməsinə xüsusi rol ayrılır. Bu üsul qarışıqın kipləşməsinə asılmaşdırır, başlıcası da, kipləşdirici vasitələrin (vərdənələrin) dinamik və statik təsiri ilə torpaq yatağının üst hissəsində bərk sementləşmiş əhəngdaşı təbəqəsinin əmələ gəlməsinə imkan yaradır.

Yuxarıda qeyd olunanlarla yanaşı, əhəngdaşı-su qarışıqının qranulometrik tərkibinin bərabər yayılması və onun nəmlik dərəcəsinin düzgünlüyünə əməl olunması üzrə işlərin yerinə yetirilməsi zamanı sistemin orta möhkəmliyinin müəyyən edilməsi zəruriliyini də nəzərə almaq lazımdır. Bu, torpaq yatağının işçi qatının tikintisində olduqca məsul mərhələdir. Əhəngdaşı-su qarışıqının nəmliyinə fasiləsiz nəzarət metodlarının olmaması son nəticədə torpaq yatağının bütün konstruksiyasının möhkəmlik göstəricilərinin aşağı düşməsinə gətirib çıxara bilər.

Bir qayda olaraq, torpaq yatağının möhkəmliyi əhəngdaşı materialının xassələrindən, xüsusən də onun aktivliyindən daha çox asılıdır. Müəyyən müddətdən (25 gündən) sonra əhəngdaşı-su qarışıqının təbii sementləşməsi və kipləşməsi nəticəsində alınmış monolit qat nəmliyin torpaq yatağının üst qatlarına qalxmasına mane olacaq və sonra da aqressiv qrunt sularından etibarlı müdafiə vasitəsi kimi xidmət göstərəcək.

Müxtəlif tipli əhəngdaşı materiallarından inşa edilmiş torpaq yatağının işçi qatının möhkəmlik göstəriciləri cədvəlini təqdim etməklə, nümunə üzərində, təbii sementləşmə prosesinin necə getdiyini nəzərdən keçirək (cədvəl 4).

#### **Cədvəl 4. Əhəngdaşı materiallarından inşa edilmiş torpaq yatağının işçi qatının deformasiyasının dinamik modulunun dəyişməsi**

Aktivlik üzrə əhəngdaşı	Sınaqların sayı	Əhəngdaşı materiallarının deformasiyalarının dinamik modulu (MPa)
-------------------------	-----------------	---

Cədvəldə I, II və	tipləri		Döşənmə	5-ci	10cu	15-ci	20-ci	25-ci
			günü	gün	gün	gün	gün	gün
	III tip	üç sınaq üzrə orta	79,5	87,5	92,3	99,3	108,2	124,9
	II tip	üç sınaq üzrə orta	81,7	88,2	94,9	103,8	116,7	129,8
	I tip	üç sınaq üzrə orta	82,7	89,7	96,0	109,7	124,0	137,9

III tip aktivliyə malik əhəngdaşlarla hazırlanmış su ilə əlaqəli qarışıqların təbii sementləşməsi prosesi dövründə işçi qatın möhkəmlik göstəricilərinin artım dinamikası əyani şəkildə əks olunmuşdur.

Belə ki, torpaq yatağının inşası zamanı üçüncü tip əhəngdaşı ilə hazırlanmış su ilə əlaqəli qarışıqın döşənmə günündən keçən 25 gün təbii sementləşmə müddəti başa çatdıqdan sonra deformasiyanın dinamik modulu göstəricisinin 79,5-dən 124,9 MPa-ya, II və I tip əhəngdaşlardan istifadə olunduqda isə müvafiq olaraq, 81,7-dən 129,8 MPa-ya və 82,7-dən 137,9 MPa-ya qədər artması müşahidə olunmuşdu.

Bu göstəricilər torpaq yatağında əhəngdaşı materiallarından istifadə olunmasının səmərəliliyini və effektivliyini əsaslı şəkildə sübut edir. Belə ki, onların öz-özünə sementləşməsi prosesində möhkəmliklərinin artması, tikilməkdə olan yol və aerodrom geyimlərinin istismar etibarlılığını əhəmiyyətli dərəcədə yüksəltməyə imkan yaradır.

Həm də bu zaman I tip aktivliyə malik əhəngdaşlardan istifadə olunması daha məqsəduyğundur, çünki kipləşmə müddətində onların möhkəmliyinin artımı faktik olaraq 67%-ə çatır.

Beləliklə, yuxarıda qeyd olunanları yekunlaşdıraraq bu nəticəyə gəlmək olar ki, torpaq yatağının tikilməsi zamanı aşağıdakı əməliyyatlar ardıcılıqla yerinə yetirilməlidir:

- a) torpaq yatağının qrunt əsasının avtoqreyderlə düzəldilməsi və ona layihədə nəzərdə tutulan eninə və uzununa mailliklərin verilməsi, yatağın “çala” profilinin tikilməsi zamanı əhəngdaşı-su qarışıqının tökülməsinə qədər isə onun dibini diqqətlə kipləşdirmək və vərdənəleyib hamarlamaq lazımdır.

“Çala”da əhəngdaşı-su qarışığının döşənməsi zamanı onun yayılmasına qədər bort daşlarından lent düzəldilməli və tikilən obyektin kənarları tərəfdən qrunla doldurulub və diqqətlə basılıb kipləşdirilməlidir;

- b) torpaq yatağının əsasında əhəngdaşı-su qarışığının paylanması qrun əsasının bütün defektləri bircinsli qrunun düzləşdirilməsindən və onun müvafiq şəkildə kipləşdirilməsindən sonra yerinə yetirilməlidir. Əhəngdaşı materialının quru qrun əsasına tökülməsinə yol vermək olmaz. Tökmənin qalınlığı inşa edilən torpaq yatağının oxları və kənarları boyunca qoyulan payalar vasitəsilə tənzimlənir. Əhəngdaşı-su qarışığının qalınlığının onun yumşaq halında tənzimlənməsi üçün onun kipləşmə əmsalını nəzərə almaq lazımdır. Bunu isə qarışığın yoxlama kipləşdirilməsi zamanı əsasən təcrübə yolu ilə müəyyənləşdirirlər. Əhəngdaşı materialları üçün bu göstərici təxmini olaraq 1,30-dur. Torpaq yatağında əhəngdaşı-su qarışığının plan üzrə döşənməsi və kipləşdirilməsi işlərinin başa çatmasından sonra onun üzərində hərəkət əhəngdaşı materialının təbii sementləşmə prosesinin tamamilə başa çatmasına, torpaq yatağının kip və möhkəm işçi qatının alınmasına qədər dayandırılmalıdır;
- c) torpaq yatağının işçi qatının maksimum möhkəmliyinin təmin olunması üçün əhəngdaşı materialının təbii sementləşməsi müddətinə əməl etmək lazımdır;
- d) hər gün, hər bir iş növbəsində 3-4 sınaq nümunəsi (işçi qatdan kernlər - kəsmələr) götürmək lazımdır. Laboratoriya şəraitində onların nəmliyinin müəyyənləşdirilməsi üzrə ələk analizi aparılmalıdır. Əgər bu analizdə nümunələrin nəmlilik göstəricilərinin tələb olunan parametrlərə uyğun gəlmədiyi müəyyən olunarsa, onda qarışığın hazırlanması və kipləşdirilməsi prosesində bu uyğunsuzluqların aradan qaldırılması üçün zəruri dəyişikliklər etmək lazımdır.

Əhəngdaşından istifadə etməklə işçi qatın inşası (25-30 sm) yalnız monolit təbəqə əldə etməyə yox, həm də ənənəvi yol-tikinti materiallarına qənaət edilməsinə, torpaq işlərinin həcmnin aşağı salınmasına, nəqliyyat xərclərinin və enerji sərfiyyatının azaldılmasına, nəticədə həm də obyektin tikinti müddətinin qısaldılmasına imkan

yaradır.

Əhəngdaşı materialından hazırlanmış torpaq yatağı layları qarışıqın hazırlanması və kipləşdirilməsinin texnoloji prosesi nəticəsində vahid bir bütöv şəkildə birləşmiş, 0,09-dan 63 mm-ə qədər xırda və iri fraksiyalı əhəngdaşı-su qarışıqıdır.

Növbəti işlərə başlamazdan əvvəl torpaq yatağının vəziyyəti, eləcə də onun bu işlərə hazır olub-olmaması yoxlanmalı və bəyənilməlidir. Yol və aerodrom tikintisinin çoxillik təcrübəsi göstərir ki, torpaq yatağının möhkəmliyinin normativə uyğun olmaması ilə bağlı nöqsanlar sonradan yol və aerodrom geyimlərinin konstruktiv qatlarının qalınlaşdırılması hesabına aradan qaldırıla bilməz. Ona görə də, inşa edilən torpaq yatağının keyfiyyəti kifayət qədər yüksək səviyyədə olmalı, möhkəmlik parametrləri isə yol və aerodrom konstruksiyalarının başqa elementlərinin xidmət göstərəcəyi müddətdə onların etibarlılığını təmin etməlidir .

### **3.2. Əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqından istifadə etməklə yol və aerodrom örtüyü əsasının konstruktiv qatlarının tikintisi.**

Yol və aerodrom geyimlərinin tikintisi zamanı alt və üst qatlardan ibarət olan əsasın tikilməsi xüsusi diqqət tələb edir. Bu qatların əsas funksiyaları avtomobil yollarının və aerodromların uçuş-eniş zolaqlarının (UEZ) asfaltbeton geyimlərində avtonəqliyyat vasitələrinin və hava gəmilərinin yaratdığı gərginliyin qəbul edilməsi və torpaq yatağına bərabər şəkildə paylanmasıdır.

Yol və aerodrom geyimləri əsaslarının konstruktiv qatlarının tikintisi zamanı keyfiyyətli mineral maddələr və kompozit qarışıqlar seçib istifadə etmək lazımdır. Belə ki, yalnız bu halda daha yaxşı möhkəmlik və istismar göstəricilərinin əldə olunması üçün imkan yaranır. Professor Əli Əliyev tərəfindən bu işlər üçün təklif edilmiş texnologiyaya görə, qranodiorit qırmadaşından (yaxud da müxtəlif çınqıl materiallarından alınan qırmadaşlardan) və tərkibində böyük miqdarda (45-55%) kalsium oksid (CaO) və az miqdarda (2-7%) gilli qarışıqlar olan I və II tipə aid

Əhəngdaşı süxurlarından istifadə edilməsi tövsiyə olunur. Belə materialların fiziki-mexaniki və kimyəvi tərkibi yüksək dərəcəli yolların və yuxarı sinifə aid aerodromların tikintisi üçün istifadə olunan mineral materiallara qoyulan normativ tələblərə kifayət qədər cavab verir.

Yol və aerodrom geyimlərinin əsas qatlarının tikilməsinə yalnız işçi qat (üst qat) da daxil olmaqla, bütövlükdə torpaq yatağının qəbulundan sonra icazə verilir. Həm də bu zaman qurulan torpaq yatağının sıxlığının və möhkəmliyinin, eləcə də eninə və uzununa mailliklərin layihəyə və normativ tələblərə uyğunluğuna diqqət yetirmək lazımdır.

Əhəngdaşı-qırmadaş qarışığından ibarət yol və aerodrom örtüyü- əsaslarının alt və üst qatlarını normativ tələblərə uyğun şəkildə və  $+5^{\circ}\text{C}$ -dən az olmayan temperaturda, quru havada inşa etmək lazımdır. Bu qatlar kipləşdirilmiş və optimal nəmli vəziyyətdə sementləşmiş torpaq yatağının üzərinə müəyyən parametrlərə uyğun şəkildə döşənməlidir (şəkil 10).



*Şəkil 10. Qala-Pirallahı avtomobil yolunda əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının döşənməsi və ilkin kipləşdirilməsi*

Yol və aerodrom geyimləri əsaslarının konstruktiv qatlarının inşası layihə

parametrlərinə əməl olunmaqla, geyiməsasının alt və üst qatları üçün əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarının fraksiyalaşdırılmış komponentlərinin optimal faiz nisbətindən seçimi ilə yerinə yetirilməlidir.

Təqdim olunmuş cədvəli nəzərdən keçirməklə, bunu qeyd etmək olar ki, müxtəlif modifikasiyalı qarışıqların nəmli vəziyyətdə təbii sementləşməsi nəticəsində komponentlərinin faiz nisbətindən asılı olmayan, qatlarda döşəndikləri gündən kipləşmə prosesinin başa çatmasına qədər keçən müddətdə onların möhkəmlik göstəriciləri 42%-dən 103,8%-dək, yaxud da 1,43-dən 2 dəfəyədək artır.

**Cədvəl 5. Qarışıqların komponentlərinin faiz nisbətindən və optimal nəmli mühitdə təbii sementləşmə vaxtından asılı olaraq geyimlərin konstruktiv qatları üçün mineral qarışıqların möhkəmlik göstəriciləri.**

№ mövqe	Mineral qarışıqların nəmli halda tərkibi	Təbii sementləşmə prosesində qarışıqların deformasiyalarının dinamik modulu Evd (MPa)						Möhkəmliyin artması nisbi göstəriciləri	
		Döşən mə	5-ci gün	10-cu gün	15-ci gün	20-ci gün	25-ci gün	Neçə dəfə	%
1	Qırmadaş qanşığı - 60% Qum qarışığı - 40%	54,8	60,4	65,4	70,2	75,1	77,9	1,43	42,1
2	Qırmadaş qanşığı - 60% Qum qarışığı - 30% Əhəngdaşı qarışığı - 10%	60,5	64,5	70,5	76,8	84,2	90,2	1,49	48,9
3	Qırmadaş qanşığı - 60% Qum qarışığı - 20% Əhəngdaşı qarışığı - 20%	65,4	69,9	76,4	84,9	105,6	114,5	1,75	74,8

4	Qırmadaş qanşığı - 60% Qum qanşığı - 10% Əhəngdaşı qanşığı -30%	72,4	76,5	81,2	95,6	116,8	135,4	1,87	86,9
5	Qırmadaş qarışığı -60% Əhəngdaşı qarışığı—10%	78,9	93,5	101,2	102,2	132,4	158,8	2,03	103,8
6	Qırmadaş qanşığı -50% Əhəngdaşı qanşığı -50%	76,9	91,0	96,5	110,0	125,8	149,8	1,95	94,7
7	Qırmadaş qanşığı -40% Əhəngdaşı qanşığı -60%	73,4	90,4	95,4	104,5	120,4	142,2	1,94	93,7
8	Qırmadaş qanşığı -30% Əhəngdaşı qanşığı -70%	72,5	89,0	94,6	103,5	119,8	139,8	1,93	92,8
9	Qırmadaş qanşığı -20% Əhəngdaşı qanşığı -80%	71,9	87,9	93,4	102,4	118,9	137,9	1,92	91,8
10	Qırmadaş qanşığı -10% Əhəngdaşı qanşığı -90%	71,1	84,5	91,9	100,9	116,8	134,5	1,87	88,2
11	Əhəngdaşı qanşığı- 100%	69,8	82,1	87,8	94,8	113,1	130,5	1,87	86,9

Əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarında qırmadaş və əhəngdaşının faiz nisbəti, nəmliyin aşağıdan yuxarıya yol və aerodrom konstruksiyaları laylarına daxil olmasının qarşısının alınması üçün tikinti rayonu ərazisində rütubət rejimi nəzərə alınmaqla seçilməlidir. Göstərilənlər, bir qayda olaraq, qarışığın tərkibində əhəngdaşı materialının möhkəmliyinin artırılması hesabına təmin olunur. Bu isə optimal nəmli mühitdə kipləşdirilən qatda əhəngdaşının miqdannın artırılması vasitəsilə əldə oluna bilər.

Buradan çıxış edərək, eləcə də respublikamızın yollarının II və III temperatur zonalarında havanın rütubətliyiinin müəyyən dərəcədə I zonada olduğundan yüksək olduğu nəzərə alınmaqla, yuxarıda göstərilən tələblərə əməl edilməsi üçün II zonadakı yol və aerodromların tikintisində əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarında əhəngdaşı materialının miqdannın 60%-ə qədər, III zonda isə 70%-ə qədər artırılmasını nəzərdə tutmaq lazımdır.

Əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarının döşənməsi texnologiyasında döşənən qatların

qalınlığının tənzimlənməsinə kifayət qədər böyük önəm verilir, burada məqsəd döşəyicinin işi zamanı ilkin kipləşdirilmə prosesində qarışıqda əhəngdaşı dənələrinin əlavə olaraq yenidən xırdalanması və səthlərinin açılmasında lazımi effektivliyə nail olunmasıdır.

Belə ki, döşəyici maşının işçi orqanı geyiməsasının döşənən qatlarının yalnız ilkin kipləşdirilməsini təmin edir, onların son kipləşdirilmə işi isə vərdənələrlə yerinə yetirilir.

Döşənən qatların qalınlığının hesablanması zamanı onların ilkin kipləşdirilməsi əmsalını, yəni  $S$  və  $h$  qiymətləri arasındakı fərqi nəzərə almaq lazımdır.

$$w = S - h$$

burada  $S$  -qatın verilmiş döşənmə qalınlığı,  $h$  - qatın döşənməsindən sonra nail olunmuş qalınlıq,  $w$  - kipləşdirilmə nəticəsində qatın çökməsidir (layın ilkin kipləşdirilmə əmsalı).

Tikinti meydançasında qarışıq döşəyən əsas maşın olduğuna görə, qalan bütün maşın və mexanizmlərin (kipləşdirici vərdənələrin, özüboşaldan avtomobillərin, qarışıq daşıyanların və s.) fəaliyyəti onunla uzlaşdırılmalıdır. Döşəyicinin işinin planlaşdırılması zamanı onun imkanlarının nəzərə alınması və bunkerinin qarışıqla fasiləsiz doldurulması üçün müvafiq şəraitin yaradılması vacib məsələlərdəndir. Bunun üçün qarışıqın tikinti obyektinə fasiləsiz daşınması təmin olunmalıdır. Bununla birlikdə, onu da nəzərə almaq lazımdır ki, qarışıqların döşənməsi üçün bir neçə döşəyicidən istifadə olunduğu halda onların ardıcıl döşənməsi texnoloji prosesinə əməl etmək lazımdır. Burada başlıca məqsəd yol və aerodrom geyimləri əsaslarının inşa edilən qatlarının kipləşdirilməsi prosesində qarışıqda əhəngdaşı dənələrinin bərabər şəkildə xırdalanması və səthlərinin açılmasıdır.

Qarışıqda əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin açılma dərəcəsinin yüksəldilməsi, eləcə də döşənmiş layda onun üçün nəzərdə tutulmuş daşıma qabiliyyətinə nail olunması üçün müvafiq şəkildə kipləşdirilməsi lazımdır. Kipləşdirilmiş qatlardan ibarət yol və aerodrom əsaslarının tam “skeletləşmə”sinin təmin edilməsi məqsədilə döşənmədən sonra onların 15-20 gün müddətində nəqliyyat vasitələrinin hərəkəti üçün bağlı vəziyyətdə saxlanması tövsiyə olunur. Yalnız deformasiyanın dinamik

modulunun normativ göstəricilərinin qəti şəkildə yoxlanmasından sonra, daha doğrusu onların kifayət qədər möhkəm olması təsdiqləndikdən sonra bu qatların üzərində asfaltbeton örtüyün inşasına icazə verilə bilər.

### **3.3. Əhəngdaşı-qırmadaş qarışığında mineral materialların emal olunması üsulu.**

Təsbit edilmiş normativlərə cavab verən, düzgün seçilmiş və müvafiq şəkildə emal olunmuş mineral (daş) materiallar olmadan yolların və aerodromların tikintisi zamanı torpaq yataqlarının tikilməsi və geyim əsasının konstruktiv qatlarının inşası mümkün deyil. Bununla bağlı olaraq, yol və aerodrom tikintisi sahəsinin zəruri və keyfiyyətli, eləcə də tələb olunan fiziki-mexaniki xassələrə malik materiallarla təminatı aktual məsələlərdən biridir.

Əvvəllər yol və aerodrom tikintilərində torpaq yatağının tikilməsi zamanı əsasən çınqıl-qum qarışığından, yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının alt və üst qatlarının tikintisi zamanı isə qırmadaş-qum qarışığından istifadə olunurdu. Müasir dövrdə avtonəqliyyat vasitələrinin və hava gəmilərinin daim artmaqda olan gərginliyi ilə əlaqədar olaraq, bu qarışıqların möhkəmlik göstəriciləri və istismar keyfiyyəti yol və aerodrom konstruksiyalarına qoyulan tələblərə uyğun gəlmir. Ona görə də alternativ mineral materialların axtarışı və həmin materialların tətbiqinin effektivliyini artırmaq üçün onlardan istifadə olunmaqla, yeni kompozit qarışıqların yaradılması lazım gəlir.

Qeyd etdiyimiz kimi, əsaslı təbii sementləşmə qabiliyyətinə malik əhəngdaşlar həm təmiz şəkildə, həm də fraksiyalaşdırılmış qırmadaşla kompozisiya halında, müvafiq emal texnologiyasından istifadə olunmaqla yüksək effektivliyə malik və möhkəm material olan əhəngdaşbetonun yaradılmasına imkan verir. Bu material isə özünün yüksək möhkəmlik göstəricilərinə görə, qüvvədə olan müvafiq normativ tələblərə kifayət qədər cavab verir.

Haqqında danışdığımız mineral materialların emalı - çınqılın qırmadaş kimi, doğranması və əhəngdaşların müvafiq fraksiyalara qədər xırdalanması ardıcılığını “AzVirt” MMC yol-tikinti şirkətinin asfalt- beton zavodunun fəaliyyəti nümunəsində müşahidə etmək təklif olunur. Onun ərazisində çınqıl materiallarının və əhəngdaşı süxurlarının lazımi fraksiyaya qədər mərhələlərlə xırdalanması üçün bir neçə daş doğrayandan ibarət, məhsuldarlığı 300 t/saat olan qurğu montaj edilmişdir.

Yol və aerodrom konstruksiyalarının (torpaq yatağının elementlərinin, eləcə də yol və aerodrom əsaslarının konstruktiv qatlarının) tikintisi prosesi tədarük mərhələsindən başlayır. Yəni istismar edilən karxanalarda mişrləmə zamanı yaranan əhəngdaşı tullantılarının və çınqıl materiallarının (xırda çay daşlarının, çay yatağı ilə bitişik olan dağ massivlərinin qaya parçaları və ovxantılarının) emal edilmək üçün asfaltbeton zavodu nəzdindəki doğrama-qarışdırma kompleksinin ayrı-ayrı anbarlarına daşınıb gətirilməsi anından başlayır.

Mütəxəssisləri tərəfindən icra üçün qəbul edilən texnoloji sxemə uyğun olaraq, əvvəlcədən tədarük edilmiş ilkin materiallar geniş çalovlu yükvuranla yığım ərazisindən daşdoğrayan qurğulara gətirilir və burada çınqılın doğranması zamanı müvafiq fraksiyalara uyğun qırmadaşlar alınır: örtüyün üst qatı üçün 2-45 mm fraksiyalı və örtüyün alt qatı üçün 2-31,5 mm və 2-22 mm fraksiyalı. Xırdalanmış əhəngdaşı tullantıların müxtəlif ələk dəstlərindən keçirilməklə 0,09 - 2 mm, 2-63 mm və 2-75 mm ölçülü fraksiyalara ayrılması nəzərdə tutulur (şəkil 11).



*Şəkil 11. Əhəngdaşı-qırmadaş materialının istehsalı zavodu*

Xırdalanmış 0,09-2 mm fraksiyalı əhəngdaşı materialı mineral toz kimi, asfaltbeton qarışıqlarının hazırlanmasında, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının alt və üst qatları üçün kompozit qarışıqların yaradılmasında istifadə olunur. 2-63 mm və 2-75 mm fraksiyalı əhəngdaşı materialları isə torpaq yatağının işçi qatının tikilməsi zamanı istifadə edilir. Torpaq yatağının əsasının tikilməsində tətbiq edilən iriqırıntılı əhəngdaşı süxurları karxanalardan birbaşa istifadə olunduqları tikinti obyektlərinə, xüsusilə də yüksək rütubətli qrunta malik yerlərə gətirilir [10].

Yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının konstruktiv qatlarının tikilməsi zamanı onların keyfiyyətinə nəzarət zamanı mineral qarışığın komponentlərin qranulometrik tərkibinə böyük diqqət yetirilməlidir. Onu əhəngdaşibeton qarışıqlarının istehsal olunduğu stasionar qarışdırıcı qurğulardan, yaxud da bilavasitə tikilən obyektədən götürülən nümunələrin seçilməsi yolu ilə yoxlayırlar. Qarışığın qranulometrik tərkibindən başqa seçilmiş nümunələrdə onların rütubətliliyi də müəyyənləşdirilməlidir. Onun göstəricisi və tərkibindəki suyun optimal dozalaşdırılmasının dəqiqliyi isə ilkin olaraq dənələşdirilib su ilə qarışdırılmış

qarışıqın vəziyyətinin yoxlanılması (müəyyənləşdirilməsi), eləcə də onların çəki baxımından müqayisə edilməsi yolu ilə təsbit edilir.

İstehsal olunmuş (istifadəyə hazır) qarışıqların tərkiblərində nəmliyin izafi olması və ya çatışmazlığı çəki baxımından laboratoriya qarışıqı nümunələri ilə müqayisə olunur və lazım gəldikdə, onların su ilə təminatına müvafiq korrektələr edilir.

Yerinə yetirilən işlərin təcrübəsi göstərir ki, əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqının ən yaxşı qarışdırılması (rütubətləndirilmə) prosesi stasionar şəraitdə, daha doğrusu asfaltbeton zavodundakı (ABZ) qanşdıncı qurğularda baş verir. Zavodda hazırlanmış qarışıqların və laboratoriya nümunələrinin çəki nisbətləri vahidə yaxınlaşdığından bu, praktik olaraq onların bərabərliyini göstərir.

Əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarının optimal nəmlilikləri hər bir qırmadaş və əhəngdaşı materialı üçün ayrılıqda müəyyən olunur. Qarışıqın komponentlərinin emalının (su ilə qarışdırılmasının) bu qanunauyğunluğuna həm ABZ-dəki stasionar qarışdırıcı qurğularda, həm də bilavasitə yol və aerodrom geyimlərinin qurulduğu sahələrdəki səyyar qarışdırıcılarda əməl olunur. Keçirilən yoxlama müayinələrilə müəyyən edilmişdir ki, müxtəlif tərkibli qırmadaş və əhəngdaşının qarışıqda eyni zamanda qarışdırılması üsulundan istifadə edərkən mineral materialların dənələrinin səthlərində suyun bərabər şəkildə paylanmasına nail olmaq çox çətinidir. Bu ona görə baş verir ki, qarışıqın komponentlərinin kiçik hissəcikləri ( $< 2$  mm) daha aktivdirlər və suyun əhəmiyyətli hissəsini adsorbsiya edərək, özlərinəməxsus “su-kiçik dənə” kompleksi yaradırlar. Bu kompleks isə yüksək su hopdurmaq xüsusiyyətinə malikdir və bununla da qarışıqdakı iri mineral dənələrin bərabər şəkildə nəmlənməsini və su ilə örtülməsini çətinləşdirir.

Bu və digər çatışmazlıqların aradan qaldırılması üçün qarışıqda mineral materialların su ilə ayrıca emalı üsulundan istifadə etmək lazımdır. Bu məqsədlə səyyar qarışdırıcı qurğuları tətbiq etmək olar. Bu cür texnoloji prosesdə əvvəlcə suyun müəyyən olunmuş hesabi miqdarı ilə 2-45 mm fraksiyalı qırmadaş emal olunur, sonra isə mineral qarışıq (normativə görə) 0,09-2 mm fraksiyalı əhəngdaşı materialı daxil edilir. Bu da öz növbəsində rütubətli mühitlə aktiv qarşılıqlı təsirə

girən, qarışıqdakı müxtəlif ölçüdə və formada olan qırmadaş materialını ayrılıqda əhatə edən xırda əhəngdaşı materiallarının effektiv istifadə edilməsinə imkan yaradır. Bunun nəticəsində qarışıqda kifayət qədər yaxşı möhkəmliklə, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının konstruktiv qatlarında gərginliyin paylanması qabiliyyəti ilə xarakterizə olunan qırmadaş və əhəngdaşının bərk monoliti yaranır.

Yol və aerodromların tikintisi sahəsində aparılan çoxsaylı tədqiqat və sınaq-axtəriş işləri, iqtisadi və texniki baxımdan yalnız əhəngdaşı-su və əhəngdaşibeton qarışıqları komponentlərinin optimal nisbətlərinin seçimində deyil, həm də torpaq yataqlarının tikilməsində, yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının konstruktiv qatlarının tikintisində istifadə olunan qarışıqların hazırlanmasında tətbiq edilən mineral materialların bilavasitə özlərinin fiziki-mexaniki xassələrinin təsbit olunmuş bütün normativ tələblərə uyğun şəkildə seçilməsində müsbət və effektiv nəticələr əldə olunmasına imkan vermişdir.

## **FESİL 4**

### **ƏHƏNG DAŞI MATERIALININ TƏTBİQİ İLƏ TİKİNTİ TEKNOLOGİYASININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ, ONLARIN PRAKTİK TƏTBİQİ, SINAQ METODLARI VƏ ONUN TİKİNTİSİNƏ NƏZARƏT**

#### **4.1.Əhəng daşı materialının tətbiqi ilə tikinti texnologiyasının xüsusiyyətləri, nəzəri müddəaları və onların praktik tətbiqi ilə bağlı tövsiyələr.**

Əhəngdaşı süxurlarından istifadə olunmaqla yol və aerodrom konstruksiyalarının tikintisi texnologiyası - təcrübi-eksperimental məlumatlar, eləcə də emal prosesində müəyyən edilmiş fiziki-mexaniki xarakteristikalara malik, müasir normativ tələblərə cavab verən yüksək keyfiyyətli material - əhəngdaşibeton alınması məqsədilə ilkin əhəngdaşılardan xassələrinə təsir metodları əsasında elmi cəhətdən işlənilib hazırlanmış məlumatların məcmusudur.

Bu proses özündə həm də əhəngdaşibeton sistemində onun komponentlərinin faizlə nisbətini və müvafiq olaraq əhəngdaşibetonun möhkəmlik parametrlərini

tənzimləməyə imkan verən dielektrik xarakteristikalarının qiymətləri ( $\text{tg}\delta$  və  $\epsilon$ ) vasitəsilə sistemin su ilə optimal əlaqəliliyinin (yəni xırdalanmış əhəngdaşının su ilə qarışmasını) tapılmasını da ehtiva edir.

Yuxarıda təsvir edilən texnoloji proses çərçivəsində aparılan tədqiqat işləri belə bir amilin zəruriliyini də göstərir ki, nəzərdən keçirilən sahədə müsbət nailiyyətlərin əldə edilməsi yalnız aşağıdakı istehsalat mərhələlərinin ardıcılığı ilə təmin olunan və planlaşdırılan işlərin mütləq şəkildə yənnə yetirilməsi ilə əhəngdaşibeton qarışığının məqsədyönlü şəkildə strukturyaratması halında mümkündür.

*Hazırlıq mərhələsi* - istehsalatda müəyyən texnologiyalara əməl etməklə, lazımı fiziki-mexaniki xassələrə malik monolit qatın alınması məqsədilə özündə mineral materialların, daha doğrusu, təsbit olunmuş qranulometrik ölçülərə, eləcə də mineral materiallar və nəmli mühit arasında rəşional faiz nisbətində malik əhəngdaşibeton qarışığı komponentlərinin, seçimi və hazırlanmasını ehtiva edir.

*Birinci mərhələ* - suyun xırdalanmış əhəngdaşı ilə birləşməsi anında əhəngdaşibeton sisteminin aktiv strukturyaratma prosesinin gedişidir. Bu mərhələdə sistemdə çoxstrukturlu əlaqələr formalaşmağa başlayır. Bu mərhələ əhəngdaşı səpintilərinin sıxılması və əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının ayrı-ayrı dənələrinin qatda ən sabit vəziyyətə gəlincəyə qədər qarışması prosesi, eləcə də mərhələnin sonuna doğru xeyli azalan qalıq deformatsiyaların mövcudluğu ilə xarakterizə olunur.

*İkininci mərhələ* - qarışığın döşənməsi və kipləşdirilməsi zamanı "su-əhəngdaşı" fazalarının ayrılma sərhədində əhəngdaşibeton sisteminin struktur komponentlərinin yaxınlaşmasıdır. Bu mərhələdə əhəngdaşibetonda mikrostruktur əlaqələrinin sonrakı formalaşması prosesi baş verir. Bu mərhələ əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının ayrı-ayrı dənələrinin qarşılıqlı bitişməsilə, eləcə də kipləşdirilmə zamanı əhəngdaşının ovxalanan hissəcikləri arasında yaranan boşluqların dolması ilə xarakterizə olunur. Bunun nəticəsində isə qatın məsaməli əsasının sərt dayanıqlı skeleti bərkiyir və mərhələnin sonunda qatdakı qalıq deformatsiya praktik olaraq yox olmalıdır.

*Üçüncü mərhələ* - əhəngdaşibeton sisteminin strukturunun və xassələrinin sabitləşməsi baş verir, burada kipləşdirici vasitələrin təsiri altında nəmli mühitdə

əhəngdaşı dənələrinin xırdalanması və səthlərinin açılması, eləcə də bunun davamı olaraq təbii sementləşmə prosesi gedir. Bu mərhələ 25 günədək davam edir, bərk qabığın əmələ gəlməsini və nəticədə inşa edilən əhəngdaşibeton təbəqənin etibarlılığını əhəmiyyətli dərəcədə şərtləndirir.

Əhəngdaşibetonun struktur yaratmasının sadalanan texnoloji mərhələlərinin hər biri əhəngdaşı süxurunun bir sıra xassələrinə təsir göstərir. Ona görə də müəyyən olunmuş xassələrə malik keyfiyyətli materialın alınması üçün torpaq yatağının tikilməsi, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin üst və alt konstruktiv qatlarının inşası zamanı nəticələri əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq və bu texnoloji prosesi idarə etməyi bacarmaq lazımdır.

Bu göstərilənlərdən başqa, əhəngdaşibetonun strukturyaratma ilə bağlı texnoloji prosesi bəzi səciyyəvi xüsusiyyətlərə malikdir. Xırdalanmış əhəngdaşılardan dənəvər tərkibinin düzgün seçilməsi ilə yanaşı, onların başqa komponentlərlə və su ilə optimal nisbətdə dozalaşdırılıb qarışdırılması müəyyən dərəcədə suyun əhəngdaşının açılmışda- nələrinin səthləri ilə fiziki və kimyəvi əlaqələrinin ilk aktıdır. Həm də bu zaman əhəngdaşı dənələrinin su ilə yaxşı isladılması təbii sementləşmə prosesinin başlanması üçün zəruri şərtədir. Bu mərhələdə onun normal şəkildə getməsi hər şeydən öncə əhəngdaşı materialının səthləri açılmış dənələrinin kifayət qədər hidrofiliyi ilə şərtlənir.

Əhəngdaşı dənələrinin açılmış səthlərinin su ilə tam əhatə olunması onların üzərində suyun absorpsiya təbəqəsinin formalaşmasına imkan yaradır, bunun nəticəsində “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində kimyəvi əlaqə baş verir, yəni sistemdə suyun bərabər şəkildə paylanması təmin olunur və bu da alınmış materialın - əhəngdaşı betonun möhkəmliyinə və uzunömürlülüyünə həlledici təsir göstərir.

Beləliklə, əhəngdaşı-su qarışığı yalnız onun müvafiq mexanizmlərlə (vərdənələrlə) müəyyən olunmuş rejimdə lay-lay kipləşdirilməsi qaydasına əməl olduğu halda əhəngdaşibetona çevrilir və bunun nəticəsində qarışığın xırdalanmış mineral hissəciklərinin qarşılıqlı yaxınlaşması baş verir, nəmli mühit isə bir növ qarışığın kipləşdirilməsi zamanı hissəciklərin daha yaxşı qarışmasına və

yerləşməsinə kömək edən sürtkü rolu oynayır. Eyni zamanda qarışıqın tərkibində sıxılıb qalmış havanın sıxışdırılıb çıxarılması və yaranan dənələrarası boşluqların təzədən paylanan dənələrlə dolması baş verir (şəkil 12).



*Şəkil 12. Qala-Pirallahi avtomobil yolunda əhəngdaşı materialından əsasın əlavə layının inşası*

Əhəngdaşibeton qarışıqının kipləşdirilməsi prosesində onun sıxlığı əhəmiyyətli dərəcədə artır, yol və aerodrom geyimləri əsaslarının döşənən konstruktiv qatları onlarda baş verən əhəngdaşı komponentinin təbii semenləşməsi nəticəsində zəruri möhkəmlik qazanır ki, bu da sonrakı işlərin yerinə yetirilməsini təmin edir.

Əhəngdaşı-su qarışıqlarının təbii sementləşməsi prosesində başlıca məqsəd müəyyən olunmuş struktur-mexaniki xassələrə malik tikinti materialının alınmasıdır. Ona görə də əhəngdaşibeton strukturunun formalaşdırılmasını müəyyən edən bu prosesin məqsədyönlü şəkildə tənzimlənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bununla birlikdə, müxtəlif əhəngdaşılardan dispersiya strukturlarının yeni mineral tikinti materialları yaradılmasının texnoloji prosesi çərçivəsində rütubətli mühitlə qarşılıqlı

fiziki-kimyəvi təsirə əsaslanan təbii sementləşməyə elmi yanaşmaların düzgün tətbiqi həlledici əhəmiyyət kəsb edir.

Məlumdur ki, istənilən xırdalanmış, deməli, həm də açılmış səth mineral materialın strukturunda fazaların ayrılma sərhədində mütləq şəkildə qüvvə sahəsinin mənbəyidir. “Su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində yaranan bu səth hadisəsi əhəngdaşı-su qarışığının kipləşdirilməsi zamanı qarışığın temperaturunun yüksəlməsinə və bunun nəticəsində yaranan su buxarından su molekullarının hidrogen radikallarına “H<sup>+</sup>” və hidroksid radikallarına “OH<sup>-</sup>” parçalanmasına imkan verir. Elə onların əhəngdaşının açılmış səthlərində qarşılıqlı əlaqələri zamanı da sistemin təbii sementləşməsi prosesi baş verir.

Təbii sementləşmə dedikdə, həm torpaq yatağında, həm də yol və aerodrom örtüyü konstruksiyalarının tikilməsi zamanı istifadə olunan əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının tərkibindəki fraksiyalaşdırılmış əhəngdaşların sıxlaşması və kipləşməsi nəticəsində süni monolit materialın əmələ gəlməsi prosesi nəzərdə tutulur. Bu materialdan kifayət qədər daşıyıcılıq qabiliyyətinə və sərtliyə malik, eləcə də üzərindən keçən hərəkətli yükün təzyiqini qəbul etməyə hazır olan, möhkəm monolit təbəqənin yaranması əhəngdaşı materiallarının təbii sementləşməsinin müsbət xüsusiyyətdir. Yeni təqdim edilən əhəngdaşı materialı torpaq yatağının tikilməsində normativlər üzrə istifadə olunan çınqıl-qum qarışığından və digər mineral qarışıqlardan kəskin şəkildə fərqlənir, qırmadaşla kompozisiyada isə yol və aerodrom geyimlərinin əsasqatlarının inşasında əvvəllər istifadə olunan qırmadaş-qum qarışıqlarını tamamilə əvəzləyir.

Müəyyən olunmuşdur ki, əhəngdaşibetonda struktur yaradan əsas komponent kalsium oksiddir (CaO) və bu mineralın xassələrinin tamamilə reallaşdırılması üçün onun dənələrinin sulu mühitdə bərabər şəkildə xırdalanması və açılması lazımdır. Qarışığın tərkibində qarışdırılan əhəngdaşı kütləsinin bütün hissələrinin eyni bərabərdə nəmləndirilməsi mineral qarışığın komponentlərinin qarışdırılması ilə bağlı görülən işlərin texnologiyası və müvafiq əməliyyatların yerinə yetirilməsinin keyfiyyəti ilə təmin olunur.

Əhəngdaşibetonun nəticə etibarilə son möhkəmliyi əhəmiyyətli dərəcədə

əhəngdaşibeton qarışığının kipləşdirilmə rejimindən və təbii sementləşməni təmin edən müddətdən asılıdır. Əhəngdaşibetonun möhkəmliyi həm də onun sıxlığından asılıdır. Əhəngdaşibetonun sıxlığı nə qədər yüksək olarsa, onun tərkibindəki əhəngdaşı dənələrinin xırdalanması və açılması prosesi də bir o qədər intensiv şəkildə gedər və əhəngdaşibeton qarışığında “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində fiziki-kimyəvi əlaqələrin baş verməsi üçün də yaxşı şərait yaranmış olar. Göstərilən amillər, müvafiq texnoloji prosesə əməl olunmaqla qurulduqda, yol və aerodrom konstruksiyalarının qatlarında bu qarışığın keyfiyyət göstəricilərində əhəmiyyətli dərəcədə əks olunur [12].

Bunu da nəzərə almaq lazımdır ki, əhəngdaşibetonun təbii sementləşməsi prosesinin vaxt limitini müəyyən edən başlıca amillər əhəngdaşı- beton qarışığında “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində fiziki-kimyəvi dəyişikliklərin sürəkliliyi, onun komponentlərinin bəndləşib kipləşmə müddəti, eləcə də emal olunma və döşənmə baxımından əlverişliliyidir.

Görülən işlərin texnoloji zəncirinin yerinə yetirilməsi dövründə obyektin tikintisinin ümumi təşkili şəraitində işlərin mexanikləşdirilməsinin keyfiyyət və kəmiyyət parametrlərinin əmələ gətirdiyi vaxt ləngimələrini məhdudlaşdırmaq lazımdır. Əsassız dayanmalara (yubanmalara) görə, əhəngdaşibeton qarışığının təbii sementləşməsi ilə bağlı bütün əməliyyatların əhəmiyyətli dərəcədə uzanması prosesinin özünün başlanğıc mərhələsinə əhəmiyyətli dərəcə təsir göstərə bilər. Bunun nəticəsində “su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində fiziki-kimyəvi təsirlərin pozulması da mümkündür.

Beləliklə, bilavasitə tikinti obyektində qarışığın komponentlərinin nəmləndirilməsi və qarışdırılması ilə bağlı əməliyyatlarda, eləcə də onun hamarlanması və kipləşdirilməsində yubanmalar deformasiyanın dinamik modulunun göstəricilərində və əhəngdaşibetonun fiziki-kimyəvi xassələrində özünü birmənalı olmayan şəkildə göstərir.

Yol və aerodrom tikintisində əhəngdaşibetonun hazırlanması və tətbiqinin texnoloji ardıcılığını 4 mərhələyə ayırmaq olar:

- 1) Əhəngdaşibeton qarışığının hazırlanması;

- 2) Hazır əhəngdaşibeton qarışığından torpaq yatağının tikilməsi, yol və aerodrom geyimlərinin əsasqatlarının döşənməsi;
- 3) Təzə döşənmiş əhəngdaşibeton qatlarının kipləşdirilməsi;
- 4) Əhəngdaşibeton konstruksiyaların tikintisinin keyfiyyətinə nəzarət, laboratoriya şəraitlərində və bilavasitə obyektlərdə əhəngdaşı-betonun sınaqması metodları.

Əhəngdaşibeton qarışığının hazırlanmasının texnoloji prosesi özündə aşağıdakıları ehtiva edir.

- əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının hazırlanması və döşənmə yerinə nəqlini, eləcə də qarışığın stasionar şəraitdə qarışdırılma imkanı və sonra onun tikinti obyektinə daşınmasını;
- qırmadaş qarışığının tərkibində kipləşdirilmə prosesində əhəngdaşılardan tələb olunan bircinsliyinin alınmasına qədər xırdalanması və dənələrinin səthlərinin açılmasını;
- xırdalanmış əhəngdaşılardan dənələrinin əhəngdaşibeton qarışığının hesabi nəmliyinə qədər su ilə qarışdırılmasını.

Əhəngdaşibeton qarışığının hazırlanması prosesində hər bir əhəngdaşı tipi üçün əvvəlcədən müəyyən olunmuş miqdarda nəmliyə malik əhəngdaşı materiallarından istifadə edilməsi, eləcə də onların seçiminin “Yol və aerodrom tikintisində əhəngdaşı süxurlarının tətbiqi üzrə texniki göstərişlər”in tələblərinə uyğun yerinə yetirilməsi tövsiyə olunur. Əhəngdaşibeton qarışığının hazırlanmasının keyfiyyəti tərkibindəki əhəngdaşı materialının bircinsliyindən və onun kristal strukturunun quruluş xarakterindən asılıdır.

İşin bu mərhələsində texnoloji əməliyyatlar aşağıdakıları əhatə edir:

- əhəngdaşı-su qarışığı layının döşənməsi və plana uyğun şəkildə düzəldilməsini;
- döşənmiş əhəngdaşibeton qarışığı layının əhəngdaşı dənələri nəmli mühitdə tələb olunan həddə qədər xırdalanmasına və açılmasınadək vərdənələrlə kipləşdirilməsini.

İşin bu mərhələsində su-əhəngdaşı qarışığının təbii sementləşməsinə onun

düzgün kipləşdirilməsi prosesi daha böyük təsir göstərir. Əslində bu proses əhəngdaşibetonun deformasiyasının dinamik modulunu və qalıq məsaməliliyini, onun döşənmə möhkəmliyini, eləcə də qarışıqda əhəngdaşının xirdalanmış dənələri arasında təmasların sahəsini müəyyənləşdirir. Əhəngdaşı-su qarışığının döşənməsi və kipləşdirilməsi üzrə tədbirlər aşağıdakı olan özündə cəmləşdirir:

- təzə hazırlanmış qarışıqdan ibarət əhəngdaşibeton layının bu qarışıqda əhəngdaşının əvvəlcədən xirdalanmış dənələri ilə birlikdə döşənməsi prosesini;
- əhəngdaşibeton qarışığının təbii sementləşməsi, xüsusən də qarışığın öz-özünə sementləşməsi prosesinin daha intensiv şəkildə getdiyi, deməli həm də əhəngdaşibetonun kristal strukturunun möhkəmliyinin artdığı dövrdə döşənmənin və kipləşdirilmənin ilkin mərhələsində bunun üçün optimal-nəmli rejimin yaradılması;
- əhəngdaşı beton qarışığının konstruktiv qata döşənməsindən sonra əhəngdaşibetonun hələ kifayət qədər möhkəm olmadığı və strukturunun formalaşmadığı dövrdə onun mexaniki zədələnmələrdən (hər şeydən öncə, bu qatlar üzərində avtomobillərin hərəkətinə yol verilməsindən) qorunması.

Əhəngdaşı materiallarından qurulmuş torpaq yatağı onun üzərinə döşənən yol və aerodrom geyimlərinin möhkəmlik xarakteristikalarını ümumilikdə o qədər yaxşılaşdırır ki, bu geyimlərin konstruktiv qatları yük avtomobillərinin və hava gəmilərinin yaratdığı gərginliyin gündəlik təsirindən uzun müddət “əziyyət çəkmirlər”. Bundan başqa, torpaq yatağında əhəngdaşının mövcudluğu onun kapilyar-bağlama xüsusiyyətinə görə, nəmliyin torpaqdan “sorulma”sına imkan yaradır, bu da torpaq yatağının alt hissəsinin möhkəmliyinin və davamlılığının yüksəlməsinə təsir göstərir. Öz növbəsində bu da yol və aerodrom konstruksiyalarının digər qatlarında nəmliyə qarşı müqavimətə, eləcə də xaricdən gələn yüksək gərginliyə qarşı davamlılığa müsbət təsir göstərir.

## **4.2. Əhəngdaşı-beton laylarının kipləşmə texnologiyası.**

Müəyyən olunmuşdur ki, əhəngdaşı materialı və xırdalanmış qırmadaş bir-birinə nisbətdə müəyyən möhkəmliyə malikdirlər və sulu mühitdə birlikdə qarışdırılmaları halında əhəngdaşı-qırmadaş qarışığı yaradırlar. Bu qənaətə gəlmək olar ki, belə qarışıqda müvafiq fraksiyaya malik qırmadaşdan istifadə edilməsi tövsiyə olunur. Əhəngdaşı materialı nəmlənməyə qarşı kapiyarbaqlama xassəsinə malik olduğuna görə, əhəng-daşibetonun strukturu qırmadaşla bəndləşmə hesabına daha sıx olur və əhəngdaşının həmin xassəsi xeyli güclənir.

Əhəngdaşı-qırmadaş qarışığı ilə yol və aerodrom əsaslarının tikintisi zamanı çalışmaq lazımdır ki, obyektin tikintisinin bütün dövrü ərzində əhəngdaşibeton komponentlərinin fraksiya tərkibinin dəyişdirilməsinə maksimum dərəcədə yol verilməsin, eləcə də mineral qarışıqda əhəngdaşı dənələrinin təsbit olunmuş xırdalanma və səthlərinin açılma faizinə, bu göstəricilərə belə tərkiblər üçün laboratoriyadan götürülmüş nümunələrin məlumatları ilə müqayisə edilməklə əməl olunsun.

Əhəngdaşibeton qarışığının döşənməsi və kipləşdirilməsi yol və aerodrom konstruksiyalarının yüksək keyfiyyət təmin edən ən vacib əməliyyatlardan biridir.

İşlərin yerinə yetirilməsi prosesində çalışmaq lazımdır ki, yol və aerodrom konstruksiyaları üçün əhəngdaşı materiallarından döşənən layların eni əhəngdaşidöşəyənin gediş saylarına bölünən olsun.

Əhəngdaşibeton qarışığının böyük həcmərdə döşənməsi və bunun üçün iki döşəyicinin eyni zamanda işləməsinin tələb olunması halında, sxemi elə tərtib etmək lazımdır ki, hər iki döşəyici layların ortaq zolaqlarını bir-birinin ardınca əhatə edə bilsinlər. Həm də bu zaman layın qalınlığı sonradan vərdənələrlə kipləşdiriləcəyi nəzərə alınaraq, layihə qalınlığından 15-20% artıq olmalıdır.

Yol və aerodrom konstruksiyalarının əhəngdaşibeton laylarının kipləşdirilməsindən əvvəl bir-iki yüngül və üç-dörd ağır vərdənədən ibarət dəstə təşkil olunur. Bu vərdənələrlə layların kipləşdirilmə işi o vaxta qədər davam

etməlidir ki, ağır vərdələrin gedişləri zamanı yaranan arxa valların izləri itmiş olsun. Həm də bu zaman vərdənlərlə kipləş- dirmə üçün əlçatmaz olan bütün yerlərdə bu işlər əl kipləşdiriciləri ilə yerinə yetirilməlidir. Belə kipləşdirmə prosesinin özü isə kipləşdiricinin izi itincəyə qədər davam etməlidir. İzlərin itməsi kipləşdirilmə prosesinin başa çatdığını və döşənmiş layın onun üzərində növbəti konstruksiyanın salınması proseduruna hazır olduğunu bildirir.

Sonuncu mərhələdə döşənmiş layın sıxlığını müəyyənləşdirmək tövsiyə olunur. Belə ki, onun möhkəmlik göstəriciləri normativ göstəricilərə uyğun olmalı, layın eninə və uzununa mailliklərinin mümkün fərqlilikləri isə təsbit edilmiş parametrlərdən  $\pm 2-4\%$  artıq (və ya az) olmamalıdır.

Döşənmiş və kipləşdirilmiş qatların möhkəmliyini təbii sementləşmə prosesinin sonunadək saxlamaq məqsədilə onların üzərində növbəti işləri görmək və ya kipləşdirilmədən keçən 20-25 gündən tez nəqliyyatın hərəkəti üçün açmaq olmaz.

### **4.3. Kipləşdirici vasitələrin əhəngdaşı materiallarının strukturuna təsiri.**

Yolların və aerodromların tikintisi zamanı torpaq yatağının konstruktiv qatlarında, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarında mineral materialların kipləşdirilməsinin texnoloji prosesinə həlledici rol düşür. Yolların və aerodromların konstruksiyalarının tikintisi zamanı birölcülü təbii materialların və fraksiyalaşdırılmış mineral qarışıqların ənənəvi yolla kipləşdirilməsi işi pərçimləmə üsulu ilə yerinə yetirilirdi.

1985-ci ildən başlayaraq Azərbaycanda yol tikintisində əhəngdaşı süxurlarıdan və qırmadaşla birlikdə onlardan hazırlanan mineral qarışıqlardan istifadə etməyə başladılar. Əhəngdaşı materiallarının xassələrinin və onlann əsasında hazırlanan mineral qarışıqların xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi yol və aerodromların torpaq yataqlarının əsaslarının yüksək keyfiyyətli və möhkəm konstruktiv qatlarının və işçi qatının alınması üçün lazım olan şəraiti yaratmağa imkan verir.

Tövsiyə edilən yeni texnologiyalar üzrə inşa edilən torpaq yatağı, eləcə də yol və aerodrom örtüyünün alt və üst qatları, bu qarışıqların təbii sementləşməsi prinsipi ilə qurulan konstruksiyalarda möhkəmlikləri və suyadavamlılıqları nəzərə alınmaqla nəmli mühitdə vahid kütlə halında birləşmiş müxtəlif fraksiyalı mineral qarışıqlardan ibarətdir.

Yol və aerodrom geyimləri qatlarının və torpaq yatağının kipləşdirilməsi prosesində güdülən məqsəd qarışıqların ən yüksək möhkəmliyinə nail olmaq, onun içərisindəki boşluqların layın basılıb kipləşdirilməsi zamanı dənələrin xırdalanması və kənarlarının ovxalanması nəticəsində yaranan xırda əhəngdaşı dənələri hesabına doldurulmasıdır. Əhəngdaşının vərdənələrlə xırdalanması prosesində yalnız alınan fraksiyanın ən kiçik hissəciklərini və bu zaman yaranan sıxılma qüvvələrini deyil, həm də əhəngdaşların əzilməsi zamanı onlann dənələrinin səthini açan sürtünmə qüvvələrini də nəzərə almaq lazımdır.



*Şəkil 13. Qala-Pirallahı yolunda əhəngdaşı-qırmadaş materialının döşənməsi və kipləşdirilməsi.*

Əhəngdaşı-su qarışığının kipləşdirilməsi prosesində vərdənələrdən istifadə zamanı onun hissəcikləri arasında daxili müqavimət kəskin şəkildə azalır. Bununla da onlar yüksək aktivliyə malik olmaqla parçalanırlar və qarışıq da iri dənəli haldan yüksək sıxlığa malik, yol verilən dispersisyalılıq halına keçir (şəkil 13). Əhəngdaşı materialının hissəcikləri kipləşdirilmənin, öz çəkisinin və kapilyar çəkmənin təsiri

altında aşağı enərək sistemin bütün boş məkanları doldurur və öz aralarında birbirinə yaxınlaşırlar. Bununla eyni zamanda təmasa girən dənələr və sulu mühit arasında kimyəvi reaksiya baş verir və nəticədə sistemin təbii sementləşməsi prosesi və sıx strukturun yaranması qanunauyğun hala çevrilir.

Əhəngdaşibeton qarışığını əhəngdaşı dənələrinin səthlərinin daha böyük mümkün həddə qədər açılmasına və onların daha kiçik fraksiyalara qədər xırdalanmasına nail olmaqla, tələb olunan maksimum sıxlığa qədər kipləşdirmək lazımdır. Eləcə də kipləşmə prosesində suyun qarışıqın tərkibində optimal miqdarda olduğu halda, əhəngdaşının dənəvər tərkibinin kipləşdirilməyə qədər və kipləşdirilmədən sonrakı əlaqələrini təcrübə yolu ilə müəyyənləşdirmək tələb olunur. Bütün bu göstərilənlərin mütləq şəkildə yerinə yetirilməsini, bəlkə də I tip əhəngdaşı və qranodiont qırmadaşı qarışıqlarının kipləşdirilmə göstəricilərinin müqayisəsi nümunəsində təsvir etmək mümkündür.

**Cədvəl 6. Kipləşdirici vasitələrin mineral materialların xırdalanmasına təsiri**

Tətbiq olunan materiallar	Mərhələ	Dənələrin kütlə payı, %		
		31,5-45 mm ölçülü fraksiyalar	0,25-31,5 mm ölçülü fraksiyalar	0,09 mm ölçülü fraksiyalar
I tip əhəngdaşı	döşənmə anında	100	-	-
	döşənmədən sonra	71,5	20,1	8,4
Qırmadaş	döşənmə anında	100	-	-
	döşənmədən sonra	96,9	2,5	0,6

Cədvəldən göründüyü kimi, əhəngdaşı-qırmadaş qarışığının bərabər şərtlərdə kipləşdirilməsi halında qırmadaşın qırıqlarının qismən, nisbətən azacıq dərəcədə ovxalanması baş verir. Belə ki, xırdalanma səviyyəsi yalnız 3,1% təşkil edir, onun da 2,5 %-i 0,25-31,5 mm-ə qədər xırdalanmış fraksiyaların, 0,6%-i isə 0,09 mm-ə qədər xırdalanmış fraksiyaların payına düşür. Bununla birlikdə, sulu mühitdə kipləşdirilən-əhəngdaşılar 28,5%-ə qədər xırdalanmış və onların tərkibində 0,25-31,5 mm-ə qədər

xırdalanmış fraksiyalar 20.1%, 0,09 mm-ə qədər xırdalanmış fraksiyalar isə 8,4% təşkil etmişdir. Bu məlumatları müqayisə etməklə, belə bir nəticəyə gəlirik ki, əhəngdaşı materialları böyük dərəcədə (9 dəfədən artıq) üstün xırdalanma nümayiş etdirir və buna da yol və aerodrom konstruksiyalarının qatlarında təbii semenləşməni şərtləndirən sulu mühit əhəmiyyətli dərəcədə imkan yaradır.

Əhəngdaşı materiallarının effektiv şəkildə xırdalanması üçün layların kipləşdirilməsi zamanı pnevmatik şinlər üzərində olan vərdənlərin tətbiqini istisna etmək lazım gəlir. Belə ki, onlar hətta xeyli böyük kütləyə malik olmalarına baxmayaraq, yumruqcuqlu vərdənlərdən daha az təzyiq göstərir. Yumruqcuqlu vərdənlərdən istifadə əhəngdaşı materialının dənələrinin xırdalanması dərəcəsini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldir. Belə ki, onların tətbiqi zamanı kipləşdirilən laya təzyiq kəskin sürətdə artır, kipləşdirmənin özü isə əhəngdaşı dənələrinin layda daha yaxşı yerləşməsi hesabına gedir.

Yuxarıda qeyd olunanları yekunlaşdıraraq, qeyd etmək olar ki, praktik olaraq əhəngdaşı materiallarından istifadə olunmaqla inşa edilən bütün yol və aerodrom konstruksiyalarının tikilməsində yekunlaşdırıcı və əsas istehsalat əməliyyatlarından biri, əhəngdaşı dənələrinin daha da xırdalanmasına və onların səthlərinin açılmasına imkan verən layların kipləşdirilməsi prosesidir.

#### **4.4. Əhəngdaşı materiallarının tətbiqi ilə inşa edilən yol və aerodrom konstruksiyalarının sınaq metodları və onun tikintisinə nəzarət.**

Torpaq yataqlarının, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin əsaslarının konstruktiv qatlarının tikilməsi zamanı istifadə olunan tikinti materiallarının normativ parametrlərinə əməl edilməsi üzrə qaydalar, bu materialların emalı və onların əsasında mineral qarışıqların hazırlanması ilə bağlı texnoloji prosesə nəzarət olunmasını tələb edir. Lazımi nəzarətin tətbiqində məqsəd hərəkətin intensivliyi, avtonəqliyyat vasitələrinin və hava gəmilərinin yaratdığı təzyiqlər, eləcə də təbii-iqlim amillərinin zərərli təsirləri nəticəsində yol və aerodrom konstruksiyalarının

vaxtından əvvəl sıradan çıxmasının qarşısının alınmasıdır. Məsələn, torpaq yataqlarının tikilməsi ilə bağlı işlərin ərazinin hidroloji şəraiti nəzərə alınmadan, bir-birindən fərqli və keyfiyyətsiz süxürlərdən istifadə edilməklə, eləcə də tikintinin texnoloji prosesinə əməl olunmamaqla yerinə yetirilməsi onun deformasiyasına gətirib çıxarır və bu da nəticədə yol və aerodrom geyiminin dağılmasına səbəb olur.

Yol və aerodrom tikintisində müxtəlif möhkəmliyə malik əhəngdaşı materiallarının istehsalı və tətbiqi ilə bağlı texnoloji prosesə nəzarət xüsusilə vacibdir. Haqqında danışılan texnoloji prosesin bütün tələblərinə və ardıcılığına əməl olunması şərtiylə yolların və aerodromların konstruktiv qatlarında onlardan istifadə olunmasının iqtisadi səmərəliliyi mübahisəsiz olduğunu sübut edir. Müxtəlif möhkəmliyə malik material anlayışı olduqca şərtidir, çünki bu nisbidir. “Su-əhəngdaşı” fazalarının ayrılma sərhədində mineral qarışıqda fiziki-kimyəvi prosesləri nəzərə almadan, eləcə də bu halda materialın yaranan yeni strukturunu torpaq yatağının və geyimlərin konstruktiv qatlarının işinə təsirini qiymətləndirmədən bu materialın tətbiqinin effektivliyindən danışmaq heç bir praktik anlamı yoxdur.

Son illərdə əhəngdaşı materiallarının xassələrinin yaxşılaşdırılması ilə bağlı bir sıra effektiv texnologiyalar işlənilib hazırlanmışdır. Onların arasında tikintinin keyfiyyətinə nəzarət zamanı sınaq nümunələrinin götürülməsi yolu ilə bu materialların qranulometrik tərkibinə nəzarət mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu nümunələr vasitəsilə qranulometrik tərkibdən başqa həm də aşağıdakılar müəyyən olunur: əhəngdaşı materialının parçalanması və xırdalanması (dənələrin səthlərinin açılması), həqiqi və orta möhkəmliyi, nəmliyi və digər parametrləri.

Tikinti təcrübəsi göstərir ki, ABZ-də qarışdırıcı qurğularda hazırlanan əhəngdaşı-su qarışığında (bilavasitə obyektə hazırlanan qarışıqla müqayisədə) suyun optimal miqdarı və onun bərabər paylanması istehsal olunan qarışıqların bir neçə mərhələdə nəzarətdən keçən daha yüksək keyfiyyətinə zəmanət verir.

Nəzarətin birinci mərhələsində əhəngdaşı materiallarının fiziki və kimyəvi xassələrini qiymətləndirmək lazım gəlir, belə ki, onlar sabit deyil və istismar olunan karxana yataqlarından, emal şəraitindən, əhəngdaşı-su qarışığının hazırlanmasında

istifadə olunan ilkin süxurların xassələrindən və onların hazırlanma rejimlərindən asılıdır. Bütün bu hallar nəzarətin haqqında danışılan mərhələsinin nəticələrinə görə böyük məsuliyyət yaradır.

Nəzarətin ikinci mərhələsində əhəngdaşibeton qarışıqlarının hazırlanma texnologiyaları yoxlanılır. Bu mərhələ müqayisədə daha mürəkkəbdir və onun aşağıda sadalanan bir neçə nəzarət pilləsinə ayrılması tövsiyə olunur:

- əhəngdaşibeton qarışığının komponentlərinin qarışdırıcı qurğuda qarışdırılması zamanı nəzarət. Bu pillə özündə qırmadaş və əhəngdaşı materialının quru halda tələb edilən nisbətlərində onların bircinsliliyinə, eləcə də suyun optimal miqdarda olmasına nəzarəti ehtiva edir;
- qarışığın komponentlərinin dozalaşdırılması pilləsində nəzarət, növbədə 1 dəfədən az olmamaqla yoxlamayı, qarışdırıcı qurğuda materialların dozasının dəqiqliyini (onların orta sıxlığı nəzərə alınmaqla) ehtiva edir;
- qarışığın komponentlərinin qarışdırılması pilləsində nəzarət, su daxil edilən zaman qarışığın tərkibindəki quru materialların qarışma bərabərliyini yoxlamayı təmin edir. Bu, nəzarətin çox məsuliyyətli mərhələsidir, çünki həmin mərhələdə qarışdırıcı qurğuda əhəngdaşibeton qarışığının hazırlanması prosesi başa çatır və ondan son yoxlama üçün nümunə götürülməklə laboratoriya şəraitində onun nəmliyinin tələb edilən göstəriciyə uyğunluğu yoxlanılır.

Əhəngdaşı materiallarından istifadə etməklə yol yataqlarının işçi qatının tikilməsi ilə bağlı işlərə başlamazdan əvvəl yerində müvafiq nəzarəti həyata keçirmək üçün, eləcə də həmin materialın öyrənilməsi məqsədilə, bir qayda olaraq, yol-tikinti laboratoriyasının əməkdaşları cəlb edilir və onların gücləri ilə torpaq yatağının tikilməsinin başlanğıc mərhələsində gündəlik nəzarət işi görülür. Bu nəzarət aşağıdakıları əhatə edir:

- bitki qrununun götürülməsi zamanı bircinsli qrunların, xüsusilə də torpaq yatağının əsası qismində istifadə olunan karbonatlı dəniz qumlarından ibarət qrunların təbii vəziyyətinin mümkün möhkəmliyinin və sıxlığının müəyyənləşdirilməsi;

- qrunut sularının və sürüşmə təzahürlərinin mövcudluğu ilə bağlı tədqiqatların aparılması;
- qrunutun təbii nəmlilik dərəcəsinin ölçülməsi və s.

Nəzarətin bütün bu növləri torpaq yatağının tikilməsi zamanı mümkün qüsurları, onların əmələ gəlmə səbəblərini vaxtında üzə çıxarmağa, eləcə də onların aradan qaldırılması üçün zəruri tədbirlərin görülməsinə imkan verir[13].



*Şəkil 14. Qala-Pirallahi avtomobil yolunda əsasın üst layının tikintisi üçün kipləşdirilərək hazır vəziyyətə gətirilmiş əhəngdaşı-qırmadaş materialından ibarət əsasın alt layı*

Əhəngdaşibetonun başlıca keyfiyyətlərindən biri bu materialın möhkəmliyidir, onu istər laboratoriya yolu ilə, istərsə də bilavasitə yol və aerodrom tikintisi obyektlərində müəyyənləşdirirlər. Həm də bu zaman, əvvəl qeyd olunduğu kimi, əhəngdaşibeton nümunələrinin “sıxılmağa qarşı möhkəmliyi” anlayışı nisbətən şertidir (şəkil 14).

Belə ki, əhəngdaşibetondan istifadə edilməklə tikilən yol və aerodrom geyimi əsasının konstruktiv qatlarının gərgin deformasiya olunmuş vəziyyətini onun real iş

şəraitində (istismarı zamanı) müəyyənləşdirmədən, eləcə də ətraf mühitin ona təsirini qiymətləndirmədən bu materialın keyfiyyət və istismar xarakteristikalarını düzgün qiymətləndirmək mümkün deyil.

Son illərdə yol yatağının daşıma qabiliyyətinin, eləcə də yol və aerodrom geyimi əsaslarının müxtəlif konstruktiv qatlarının kipləşmə dərəcələrinin operativ müəyyənləşdirilməsi metodu geniş şəkildə yayılmışdır. Bu məqsədlə “HMP” firması tərəfindən yüngül, daşma bilən LFG-SD-2913 cihazı təklif edilmişdir [14]. Onun işləmə prinsipi düşən yükün zərbə təsirinə əsaslanır. Bu cihaz vasitəsilə yalnız təbii və tökmə qrun qatının, əhəngdaşı və digər mineral qarışıqlardan inşa edilib kipləşdirilmiş laylarının çökmə dərəcələrini yox, həm də onların təbii sementləşməsi prosesində deformasiyanın dinamik modulunu da müəyyənləşdirmək olar.

LFG-SD-2913 cihazının üstünlüyü onun portativliyində, xidmət sadəliyində və ən başlıcası da, bir ölçmə müddətinin qısalığında (2-3 dəqiqədə) və yüksək məhsuldarlığındadır. Bundan başqa, cihazın məlumatlarını personal kompüterdə emal etmək də mümkündür. Bu, texnoloji prosesə nəzarət etməyə, yol və aerodrom konstruksiyalarının elementlərinin möhkəmlik xarakteristikalarına korrektələr etməyə imkan verir.

Yol və aerodromların tikintisi başa çatdıqda yekun qəbul nəzarəti yerinə yetirilir. Bu zaman yerinə yetirilmiş tikinti işlərinin xarakteristika və parametrləri yoxlanılır, layihə şərtlərindən və qərarlarından mümkün yayınmaların növləri və dərəcələri, eləcə də bu işlərin qüvvədə olan normativlərə uyğunluğu müəyyənləşdirilir.

#### **4.5. Qala-Pirallahı avtomobil yolunda əhəng daşı materialının tətbiqi ilə bağlı müvafiq təkliflər.**

Əhəngdaşı materialının Qala-Pirallahı avtomobil yolunda tətbiqinin məqsədəuyğunluğu və effektivliyi daha ucuz və əlçatan xammal kimi, müvafiq texnoloji emal nəticəsində qiymətli daş materiallarının mükəmməl əvəzləyicilərinin alınmasını təmin edən əhəngdaşının yerli təbii süxurlarından geniş şəkildə istifadə

olunması ilə bağlıdır. Həm də bu zaman ehtiyatları qeyri-məhdud miqdarda olan və Qala kəndinə yaxın ərazidə yerləşən karxanaların az aktivliyə malik (III tip), zərif dispersiyalı gilli əhəngdaşlardan effektiv istifadə olunması üzrə istehsalat işi metodlarına xüsusi diqqət yetirilməlidir.

“Azvirt MMC” nin həyata keçirdiyi təcrübələr, eləcə də yerinə yetirilən müqayisəli tədqiqatlar göstərir ki, torpaq yataqlarının səthinin, eləcə də yol və aerodrom geyimlərinin alt və üst qatlarının tikilməsi zamanı əvvəllər tətbiq olunan ovxalanmış çınqıllı və fraksiyalaşdırılmış qırmadaşlı qum-çınqıl və qırmadaş-qum qarışıqlarının əvəzinə, təbii sementləşməsi prosesində yaranan üstün möhkəmlik göstəriciləri ilə fərqlənən əhəngdaşı materiallarından istifadə olunması daha effektiv və praktikdir.

Əhəngdaşı materialı ilə tikilən Qala - Pirallahı avtomobil yolunun sınaq sahəsində döşənmiş və inşa edilən yol geyimləri konstruksiyalarının istismar keyfiyyəti, sıxlığı və möhkəmliyinə müntəzəm nəzarət edilmişdir. Sınaq sahəsində yol geyiminin üst qatı aktivliklərinə görə müxtəlif əhəngdaşlar əsasında hazırlanmış qarışıqlardan döşənmişdir, çünki yol və aerodromların konstruktiv qatları üçün mineral qarışıqlarda onlardan qırmadaşla birlikdə istifadə olunması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir və əhəngdaşı-qırmadaş qarışıqlarının tərkibində əhəngdaşı süxurunun aktivlik dərəcəni müəyyənləşdirməyə imkan verir. Bu cəhət yalnız mineral qarışıqların bərkimiş halda məsaməliliyinə və həcmi çəkisinə yox, həm də əhəngdaşı materialının aktivliyindən asılı olaraq onların deformasiyasının dinamik modulunun göstəricilərinə də təsir göstərir.

Bu gün döstərilən fiziki-kimyəvi proseslər və əhəngdaşı materiallarından əhəngdaşibetonun alınması texnologiyası Azərbaycan Respublikası ərazisində “AzVirt” MMC tərəfindən yerinə yetirilən yol və aerodrom tikintilərində özünə möhkəm yer tutmuş və hərtərəfli tətbiq edilməkdədir. Yol və aerodrom geyimlərinin torpaq yataqlarının və konstruktiv qatlarının tikintisi sahəsində əhəngdaşının yerli süxurlarının tətbiqi üzrə bu təşkilat tərəfindən kifayət qədər böyük təcrübə toplanmış, həmçinin yol və aerodrom tikintisi sahəsində əhəngdaşibetonun tətbiqi üzrə texnoloji qərarların təkmilləşdirilməsinə yönəldilmiş araşdırmaları və eksperimental

tədqiqat işləri də davam etdirilməkdədir.

## Nəticə

Beləliklə, bütün qeyd olunanları yekunlaşdırmaqla, aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar:

- 1) Əhəngdaşı materialının təbiətindən və tərkibindəki kalsium oksidin (CaO) miqdarından asılı olaraq, müxtəlif cür strukturyaradan proseslər əmələ gəlir;
- 2) Əhəngdaşı-su sistemlərində optimal miqdarda rütubətin tətbiqi nəticəsində bu sistemlərdə strukturyaratma proseslərini idarə etmək olar;
- 3) Əhəngdaşı materiallarına daxil edilən maye əlavələr əhəngdaşılarda effektiv təbii sementləşməsinə və sonradan əhəngdaşı-su sistemlərinin möhkəmliyinin artmasına kömək edir;
- 4) Əhəngdaşının çəki (kütlə) vahidinə aid edilən “əlaqəli su”yun miqdarı əhəngdaşının təbii sementləşməsinin effektivlik dərəcəsini xarakterizə edir;
- 5) Mineral qarışığın keyfiyyətli şəkildə öz-özünə sementləşməsi texnologiyasının işlənilib hazırlanması zamanı mühüm məsələlərdən biri, yol və aerodrom geyimlərinin konstruktiv qatları üçün materialların əhəngdaşı və digər materialların mineraloji və kimyəvi tərkiblərinə, eləcə də onların optimal miqdarına uyğun şəkildə seçilməsidir;
- 6) Bataqlaşmış sahələrdə və süxurların yüksək dərəcədə nəmli olduğu yerlərdə əhəngdaşı materiallarından istifadə həm iqtisadi həm də texniki cəhətdən əlverişlidir;
- 7) Xırdalanmış əhəngdaşının təbii sementləşməsi prosesini təmin etmək üçün sistemin su ilə optimal təchizatının müəyyənləşdirilməlidir;
- 8) Möhkəmlik göstəriciləri kipləşdirici vasitə və mexanizmlərin təsirinin rəşional ardıcılığından və metodlarından bir başa asılıdır;
- 9) Əhəngdaşı materialları ilə hazırlanmış qatların kapilyar bağlayıcı və

- buxarkeçirməzlik xassələri mövcuddur;
- 10) Torpaq yataqlarının tikilməsi zamanı layların keyfiyyətinə nəzarətin daha dəqiq və effektiv üsullarının həyata keçirilməlidir;
  - 11) Əhəngdaşibeton qarışığının xırdalanması və kipləşdirilməsi məqsədilə tikintidə effektiv innovasiya metodlarının və yeni ixtisaslaşdırılmış maşınların tətbiqi yolu ilə həmin qarışığın təbii sementləşməsinin texnoloji prosesinin öyrənilməsi və təkmilləşdirilməsi üzrə axtarış tədqiqatlarının həyata keçirilməlidir;
  - 12) Mineral qarışığın daha təkmil dozatorlarından istifadə etməklə, qarışıqda əhəngdaşı materialının təbii sementləşməsinə kömək edən bütün texnoloji əməliyyatların (xırdalanma, nəmləndirmə, qarışdırma və kipləşdirmə) yüksək səviyyədə yerinə yetirilməsini təmin etməli olan qarışdırıcı maşın və qurğuların konstruksiyasının yaxşılaşdırılmalıdır;
  - 13) Dəniz suyundan istifadə olunduqda, sıxılma halında əhəngdaşibetonun möhkəmliyi 1 gündən 4 ilədək müddətdə şirin su ilə hazırlanmış betonun möhkəmliyini üstələyir;
  - 14) Əhəngdaşı süxurlarının həm təmiz, həm də qırmadaş qarışıqlarının tərkibində optimal kipləşdirmə rejimi tətbiq olunmaqla kipləşdirilməsi üçün müxtəlif ağırlıq xarakteristikalarına malik daha təkmil özüyəriyən vərdənlərin, eləcə də vibrasiya zərb təsirinə malik mexanizmlərin tətbiqi önəmlidir;
  - 15) Əhəngdaşibeton qarışığının texnoloji əməliyyatına (qarışdırma, nəmləndirmə və kipləşdirmə) nəzarət üçün müasir çöl və laboratoriya ekspresmetodlarının işlənilib hazırlanması, eləcə də yol və aerodrom konstruksiyalarının hazır qatlarının möhkəmlik göstəricilərinin müəyyənləşdirilməlidir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Ə.M.Əliyev “Avtomobil yolları və aerodromların tikintisi”. Cild I,II,III,IV, Bakı – 2014
2. Əliyev Ə.M Yol İnşaat Materialları /Ə.M.Əliyev, K.Ə.Əliyev. - Bakı, 1997.- 448 s.
3. Y.M.Piriyev “Avtomobil yolları”. Bakı, “Azərbaycan” nəşriyyatı, 1999.
4. R.M.Əliyev “Avtomobil yollarının tikintisi”. Bakı, “Maarif ” nəşriyyatı,1992.
5. Y.M.Piriyev,R.M.Əliyev,F.M.Cəfərov,N.M.Qaraisayev “Avtomobil yollarının istismarı”. Bakı, “Təhsil” nəşriyyatı, 2003.
6. Алиев, А.М Строительство автомобильных дорог и аэродромов. Т.1 / А.М Алиев. - Баку, 2008. - 626 Б.
7. Алиев, А.М. Строительство автомобильных дорог и аэродромов. Т.П / А М. Алиев. - Баку, 2008. - 628 в.
8. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. - М.,1993
9. Алиев, А.М. Влияние состояния поверхности зерен известняковых материалов на физико-механические их свойства и характеристики возводимых на их основе конструктивных слоев для дорожного и аэродромного строительства /А.М. Алиев, К.К. Алиев - источник - 2011- №4-с. 92
- 10.Определение прочностных показателей известнякобетона диэлектрическим методом / А.М. Алиев, К.К. Алиев, М И. Алиев, С Н.
- 11.Алиев, А.М. Применение известняковых материалов в дорожном и аэродромном строительстве /А.М. Алиев. - Баку, 2011. - 386 с.
- 12.Алиев АМ. заявка на изобретение 201200571 от 19 04 2012 года «Известнякобетон и способ его получения». Уведомление Евразийского

Патентного Ведомства (ЕПВ) о положительном результате рассмотрения заявки по существу.

13.СНиП 2.05.02-85 "Автомобильные дороги"

14.[www.bibliotekar.ru/spravochnik-120zhbi-zhelezobeton/49 htm](http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-120zhbi-zhelezobeton/49.htm)

## MÜNDƏRİCAT

Giriş -----3

### **FƏSİL 1: Yerli daş materiallarının avtomobil yolları tikintisində istifadəsi, onların təsnifatı, strukturu və əsas xassələri**

- 1.1. Yerli daş materiallarının avtomobil yolları tikintisində istifadəsi. Yol-  
inşaat materiallarının təsnifatı. ----- 5
- 1.2. Yol-inşaat materiallarının strukturu və əsas xassələri-----7
- 1.3. Yol tikintisində əhəndaşının tətbiqinin tarixi -----9

### **FƏSİL 2: Əhəndaş materialının mənşəyi, onların xarakteristikaları və əsas parametr göstəricilərinin öyrənilməsi**

- 2.1. Əhəndaş təbii mineral material kimi mənşəyi, ehtiyatları, strukturu və  
fiziki kimyəvi xassələri.-----12
- 2.2. Respublikada yerləşən əhəndaş yataqları və onların xarakteristikaları.-----  
14
- 2.3. Əhəndaş materialının möhkəmliyinin əsas parametr  
göstəricilərinin öyrənilməsi-----16
- 2.4. Əhəndaş materiallarının aktivliyinin əhəndaşbetonun  
strukturuna təsiri.-----20
- 2.5. Əhəndaş-su qarışığında bərk və maye fazaların səth hadisələri-----25
- 2.6. Dəniz suyu əhəndaş süxurunun öz-özünə sementləşməsində  
səthi-aktiv komponent kimi.-----31
- 2.7. Əhəndaş-su sistemində baş verən fiziki-kimyəvi proseslərin nəzəri əsasları—  
32

### **FƏSİL 3: Əhəndaş materialının tətbiqi ilə torpaq yatağının tikintisi texnologiyası və materialın emalı üsulu**

3.1. Əhəng daşı materialının tətbiqi nəticəsində torpaq yatağı möhkəmliyinin alınması.....	36
3.2. Əhəngdaşı-qırmadaş qarışığından istifadə etməklə yol və aerodrom örtüyü əsasının konstruktiv qatlarının tikintisi .....	48
3.3 Əhəngdaşı-qırmadaş qarışığında mineral materialların emal olunması üsulu –	52

**FƏSİL 4: Əhəng daşı materialının tətbiqi ilə tikinti texnologiyasının xüsusiyyətləri, onların praktik tətbiqi, sınaq metodları və onun tikintisinə nəzarət**

4.1. Əhəng daşı materialının tətbiqi ilə tikinti texnologiyasının xüsusiyyətləri, nəzəri müddəaları və onların praktik tətbiqi ilə bağlı tövsiyələr .....	56
4.2. Əhəngdaşı-beton laylarının kipləşmə texnologiyası .....	64
4.3. Kipləşdirici vasitələrin əhəngdaşı materiallarının strukturuna təsiri .....	65
4.4.Əhəngdaşı materiallarının tətbiqi ilə inşa edilən yol və aerodrom konstruksiyalarının sınaq metodları və onun tikintisinə nəzarət.....	68
4.5. Qala-Pirallahı avtomobil yolunda əhəng daşı materialının tətbiqi ilə bağlı müvafiq təkliflər .....	72
Nəticə .....	74
Ədəbiyyat .....	76
Mündəricat .....	77