

YOT: 624.131.1

## TAXTAKÖRPÜ-CEYRANBATAN KANALININ TƏSİR ZONASINDAKI GİLLİ QRUNTLARIN SƏCİYYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

t.e.f.d. dos. Ə.Ə. Verdiyev

“AzHvəM” EİB

ahliman.verdiyev@mail.ru

*Məqalə redaksiya heyətinin 10.12.2020-ci il tarixli iclasında (protokol № 04) t.e.d., dos.S.T. Həsənovun təqdimatı əsasında müzakirə olunaraq, onun Birliyin “Elmi əsərlər toplusu”nun XLII cildinə daxil edilməsi qərar alınmışdır.*

**Xülasə.** Məqalədə Taxtakörpü-Ceyranbatan magistral kanalının təsir zonasındakı ərazilərdə yayılmış gilli qruntlar üzrə kanalın layihələndirilməsi və istismarı zamanı mühəndisi-geoloji şəraitin öyrənilməsi ilə əlaqəli aparılmış çöl və laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinə nəzər yetirilir. Gilli qruntların su-fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri və mineraloji tərkibləri mühəndisi-geologiyada və mineralogiyada ümumi qəbul edilmiş metodikalar əsasında tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, bu qruntların tərkibində montmorillonit gilləri 10-40%, kaolinit gilləri isə 10-20% iştirak edir. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, gilli qruntların qalınlığı artdıqca, nisbi sərbəst şişmə deformasiyası azalır və bu şişmə zamanı qrunտun həcmi üzrə nəmliyin qeyri-bərabər paylanması ilə əlaqədardır, yəni şişmə deformasiyası artdıqca süzülmə əmsali azalır.

Qruntların fiziki-mexaniki xarakteristikalarının korrelyasiya təhlili aparılmış və gilli qruntların şişmə xarakteristikaları ilə ilkin su-fiziki xarakteristikaları arasında əlaqə müəyyən edilmişdir. Şişmə xarakteristikaları qrunտun ilkin su-fiziki xarakteristikaları əsasında tez və asan (3)-(4) və (9) düsturları ilə təyin oluna bilər.

**Açar sözlər:** qrunт, kanal, gil, qrunտun şişməsi, nisbi şişmə deformasiyası, şişmə təzyiqi, reqressiya, korrelyasiya.

**Giriş.** Taxtakörpü su anbarı kompleksinin, o cümlədən su qovşağına daxil olan Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalının təsir zonasında gilli qruntlar geniş yayılmaqla, su ilə qarşılıqlı təsirdə onlarda yaranan dəyişiklik həmin qruntlar üzərində inşa olunmuş müvafiq qurğuların və infrastrukturun istismarında bəzi problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır. Bu daha çox dik yamaclarda sürüşmənin yaranması, kanalın trasında üzlüyün dağılması, qurğularda dağıdıcı deformasiyaların yaranması və s. arzu edilməz hadisələrin baş verməsi şəklinə özünü göstərir. Adətən, təbii geoloji mühitdə iştirak edən gilli qruntların əmələ gəlmə şəraiti ilə əlaqəli olan müvafiq səciyyəvi xüsusiyyətləri onların su ilə qarşılıqlı təsirdə şişməsi, strukturunun tez pozulması, axıcı vəziyyətə gəlməsi, özlü maye şəklinə axması, səthinin yağlanması və s. şəklinə təzahür edir.

Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalının təsir zonasında təsadüf edən gilli qruntlar öz xüsusiyyətlərinin səciyyəviliyi ilə respublikanın digər ərazilərində təsadüf edən gillərdən kəskin şəkildə fərqləndiyinə görə, onların hərtərəfli tədqiqi bu qruntlar üzərində

layihələndirilən və istismar olunan qurğuların etibarlılığının təmin olunması istiqamətində tədbirlərin hazırlanmasına imkan verməklə, elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

**Tədqiqat obyektı, tədqiqatın aparılma metodikası və məsələnin qoyuluşu.** Tədqiqat obyektı kimi Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalının təsir zonasında təsadüf edən şişən gilli qruntlar, onların səciyyəvi xüsusiyyətlərini yaradan amillər və fiziki-mexaniki xassələrinin sürətli təyini üsulu isə tədqiqat predmeti kimi seçilmişdir.

Nəzərdə tutulan tədqiqat məsələləri çöl və laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinin riyazi-statistikanın və ehtimal nəzəriyyəsinin metodları ilə işlənilməsi əsasında həll edilmişdir. Çöl və laboratoriya tədqiqatları mühəndisi-geologiyada istifadə edilən metodlar, mövcud dövlət standartları əsasında yerinə yetirilmiş, nəzərdə tutulmuş məsələlərin həlli zamanı sistemli yanaşma və təhlil metodundan istifadə edilmişdir.

Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalının təsir zonasında şişən gilli qruntların yayılma sərhədləri, qalınlıqları, litoloji və mineral tərkibi, çatlı zonanın qalınlığı, şişmə ilə əlaqəli olan xarakterik relyef formalarının, proses və hadisələrin varlığı, nisbi sərbəst şişmə-büzülmə və mexaniki xassələr aparılmış tədqiqatlar zamanı tədqiq olunmuşdur [СП 11-105-97 Свод правил по инженерным изысканиям для строительства, часть 1. Общие правила производства работ инженерно-геологические изыскания для строительства].

Şişən gilli qruntların fiziki xassələrinin [ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик], qranulometrik tərkibinin [ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава], sərbəst şişmə deformasiyasının ПНГ cihazı ilə [ГОСТ 24143-80 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки], mexaniki xassələrinin [ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости] təyini müvafiq metodlar ilə yerinə yetirilmişdir. Aparılmış təcrübə sınaqlarının nəticələri riyazi-statistik işlənilmiş [ГОСТ 20522-96 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний], qruntlar təsnifləndirilmişdir [ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация].

Nəzərdə tutulmuş məsələnin həlli üçün çoxhədli müvafiq asılılıqların təcrübə məlumatları əsasında tədqiqi məqsədəuyğun hesab olunmuşdur.

### **Tədqiqatların nəticələri, təhlili və müzakirəsi.**

Gilli qruntların mineraloji tərkibi onların su ilə qarşılıqlı təsirdə şişmə xüsusiyyətinə malik olmasını müəyyən edən amil olduğundan [3], tədqiqat obyektindən götürülmüş gilli qruntların mineraloji tərkibləri ilkin olaraq təyin edilmişdir. Alınmış nəticələr əsasında müəyyən edilmişdir ki, gilli qruntların tərkibində montmorillonit mineralının miqdarı 7-50 %, kaolinit mineralı 6-30 %, α-kvars (SiO<sub>2</sub>) 20-40 %, kalsit (CaCO<sub>3</sub>) 0-60 %, çöl şpatı isə 5 %-dək iştirak edir. Tünd boz rəngli argillitlərdə 3 %-ədək gipsə təsadüf edilir.

Məlum olduğu kimi qrunnt tərkibində gil mineralının tərkibi və miqdarından və CaCO<sub>3</sub>-ün iştirakından asılı olaraq [7, 9, 10, 11, 13], onun xüsusiyyətləri və şişmə qabiliyyəti dəyişir. Tədqiqata cəlb edilmiş qrunntların tərkibində montmorillonit gili 10 %-dək olduqda belə, CaCO<sub>3</sub>-nin miqdarı 15 %-dən 60 %-ədək artdıqda sərbəst nisbi şişmə deformasiyası 0,151-dən 0,003-dək, şişmə təzyiqi isə 7,1 KQ/sm<sup>2</sup>-dan 0-ədək azalmışdır.

Kanalın trası üzrə şişən qrunntlara daha çox təsadüf edilir və həmin qrunntların şişmə ilə əlaqəli xassə göstəriciləri respublika ərazisinin digər hissələrində təsadüf edən şişən gilli qrunntlara nisbətən daha geniş intervalda dəyişir. Bundan əlavə olaraq, şişən qrunntlar gillərdən, argillitlərdən, əhəngli gillərdən, gilli mergellərdən və mergellərdən ibarətdirlər.

Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalı trasının 110,33 km uzunluğu boyu qazılmış dağ qazmalarından (quyulardan və şurflardan) götürülmüş qrunnt nümunələrindən laboratoriya sınaqlarına cəlb edilmiş gilli qrunntların 21,10 %-ində şiddətli (0,120-0,186), 23,30 %-ində orta (0,082-0,114) və 39,10 %-ində isə zəif (0,042-0,079) şişmə qeydə alınmış, yalnız 16,5 %-ində isə sərbəst nisbi şişmə deformasiyası  $\epsilon_{sv} < 0,04$  olmuşdur. Ümumilikdə isə kanal boyu mühəndisi-geoloji tədqiqatlar aparılmış ərazidə müxtəlif nisbi sərbəst şişmə deformasiyasına və şişmə təzyiqinə malik gilli qrunntlar yayılmışdır və ərazisi üzrə sərbəst nisbi şişmə deformasiyası ( $\epsilon_{sv}$ ) 0,040-0,186 olmaqla, şişmə təzyiqi ( $P_f$ ) isə 0,1-7,1 kQ/sm<sup>2</sup> intervalında dəyişmişdir.

Məlum olduğu kimi gilli qrunntların kimyəvi tərkibində əsasən, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> və H<sub>2</sub>O iştirak edir. SiO<sub>2</sub>-nin müxtəlif gilin tərkibində miqdarı 30-35 %-dən 75-85 %-ədək dəyişir. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nin miqdarı isə 5-6 %-dən 40-50 %-ədək olur. Gilli qrunntun mineral tərkibini onun kimyəvi tərkibində SiO<sub>2</sub>-nin və R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-nin molyar miqdarı əsasında  $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$  nisbətində görə də müəyyən etmək mümkündür. Həmin nisbət allofondada 1, kaolinit, nakrit, dikkit, qalluazit, hidromuskovit, illit, monotermit, serisit, hidrobiotit və qlaukonitdə 2, beydellitdə 3, montmorillonit və nontronitdə isə 4-dən az olmur [1].

Tədqiqat obyektinin gilli qrunntlarının mineral tərkibi<sup>1</sup> tədqiq edilmiş, alınmış laboratoriya təhlilinin nəticələri əsasında onların kimyəvi tərkibində  $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$  nisbəti də araşdırılmış və cədvəl 1-3 tərtib olunmuşdur.

<sup>1</sup> "Qrunnt GeoLtd" şirkəti tərəfindən 2011-ci ildə aparılmış mühəndisi-geoloji axtarış-kəşfiyyat işləri əsasında tərtib edilmiş "Taxtakörpü-Ceyranbatan su kanalı boyu aparılmış mühəndisi-geoloji tədqiqatların nəticələrinə dair" Hesabat, Bakı, 2011.

**Cədvəl 1**  
Taxtakörpü-Ceyranbatan magistral kanalının trasının gilli qrunntlarının mineraloji tərkib analizlərinin nəticələri, %-lə

Quyuların nömrəsi və piketlər	Götürülmə dərinliyi, m	S.Q. Vişnyakova görə qrunntun adı	Rəngi	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	YTI
1 (PK780+00-PK790+00)	5,3-5,5	Əhəngli gil	Qırmızı	1,66	1,46	11,62	58,41	0,014	0,134	2,950	9,05	0,69	0,229	5,54	8,22
7 (PK770+00-PK660+00)	5,2-5,5	Əhəngli gil	Tünd boz	1,76	1,06	11,19	60,35	0,075	0,650	2,510	7,39	0,771	0,216	6,19	7,45
2 (düker)	2,0-2,2	Əhəngli gil	Qırmızı	1,85	1,53	13,28	52,45	0,075	0,035	2,892	12,95	0,880	0,259	5,57	8,21
4 (PK 660+00)	5,5-5,8	Gilli mergel	Açıq boz	0,68	1,56	10,61	48,34	0,014	0,229	2,459	18,21	0,693	0,092	3,83	13,25
3 (PK660+00)	5,2-5,4	Mergel	Açıq sarımtıl	0,25	1,35	4,28	35,64	0,070	0,189	2,356	30,91	0,407	0,070	2,27	22,13
PK770+00-PK790+00	4,0-5,0	Mergel	Açıq qırmızı	0,34	1,46	3,28	34,06	0,183	0,021	1,438	33,16	0,367	0,101	2,16	23,37
1(PK560+00-PK570+00)	5,4-5,6	Əhəngli gil	Tünd boz	1,96	1,54	12,46	52,92	0,073	0,992	2,926	12,54	0,825	0,498	5,14	8,02
PK660+00-PK770+00	4,0-6,0	Əhəngli gil	Boz	1,89	1,56	12,07	55,53	0,070	0,043	2,340	12,25	0,790	0,069	5,12	8,26
6(PK660+00-PK770+00)	5,7-6,0	Gilli mergel	Boz	0,36	1,06	7,34	46,01	0,014	0,124	2,379	22,31	0,610	0,064	3,79	15,86
5(PK660+00-PK770+00)	2,5-2,7	Gilli mergel	Tünd boz	0,74	1,41	12,06	52,34	0,075	0,496	2,542	14,64	0,782	0,206	4,31	10,36

Qeyd: YTI-950 °S -də uçan komponentlərin miqdarı

**Mineraloji tərkibi, %-lə**

Sıra № si	Quyuların nömrəsi və piketlər	Götürülmə dərinliyi, m	S.Q. Vişnyakova görə qrunntun adı	Rəngi	SiO <sub>2</sub> (α-kvars)	CaCO <sub>3</sub> (kalsit)	Gil qrupu		Çol şpatu	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O (gips)
							Montmorillonit	kaolinit		
1	1(PK780+00-PK790+00)	5,3-5,5	Əhəngli gil	Qırmızı	35	15	25	20	5	-
2	7(PK770+00-PK660+00)	5,2-5,5	Əhəngli gil	Tünd boz	35	15	20	20	5	3
3	2 (düker)	2,0-2,2	Əhəngli gil	Qırmızı	30	25	25	15	5	-
4	4 (PK 660+00)	5,5-5,8	Gilli mergel	Açıq boz	20	35	30	10	5	-
5	3 (PK660+00)	5,2-5,4	Mergel	Açıq sarımtıl	20	55	10	10	5	-
6	PK770+00-PK790+00	4,0-5,0	Mergel	Açıq qırmızı	20	60	10	-	5	-
7	1(PK560+00-PK570+00)	5,4-5,6	Əhəngli gil	Tünd boz	40	20	20	15	5	3
8	PK660+00-PK770+00	4,0-6,0	Əhəngli gil	Boz	25	20	40	15	-	-
9	6(PK660+00-PK770+00)	5,7-6,0	Gilli mergel	Boz	25	40	20	10	5	-
10	5(PK660+00-PK770+00)	2,5-2,7	Gilli mergel	Tünd boz	35	30	15	15	5	-

**Cədvəl 3**

Tədqiqat obyektinin qrunntlarının mineraloji tərkibində SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Nümunələrin № si	Götürülmə dərinliyi, m	S.Q. Vişnyakova görə qrunntun adı	Rəngi	SiO <sub>2</sub> , mol	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , mol	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , mol	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , mol	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1 (PK780+00-PK790+00)	5,3-5,5	Əhəngli gil	Qırmızı	0,972	0,114	0,035	0,149	6,54
7 (PK770+00-PK660+00)	5,2-5,5	Əhəngli gil	Tünd boz	1,004	0,110	0,039	0,149	6,76
2 (düker)	2,0-2,2	Əhəngli gil	Qırmızı	0,873	0,130	0,035	0,165	5,29

4 (PK 660+00)	5,5-5,8	Gilli mergel	Açıq boz	0,805	0,104	0,024	0,128	6,28
3 (PK660+00)	5,2-5,4	Mergel	Açıq sarımtıl	0,593	0,042	0,014	0,056	10,56
PK770+00-PK790+00	4,0-5,0	Mergel	Açıq qırmızı	0,567	0,032	0,014	0,046	12,41
1(PK560+00-PK570+00)	5,4-5,6	Əhəngli gil	Tünd boz	0,881	0,122	0,032	0,154	5,71
PK660+00-PK770+00	4,0-6,0	Əhəngli gil	Boz	0,924	0,118	0,032	0,150	6,14
6(PK660+00-PK770+00)	5,7-6,0	Gilli mergel	Boz	0,766	0,072	0,024	0,096	8,00
5(PK660+00-PK770+00)	2,5-2,7	Gilli mergel	Tünd boz	0,871	0,118	0,027	0,145	6,00

Cədvəl 3-ə əsasən, demək olar ki, gilli qruntların mineraloji tərkibində iştirak edən gil mineralı qrupunda montmorillonit gilləri üstünlük təşkil edirlər. Tədqiqat obyektindən götürülmüş qrunnt nümunələrinin kolloid-kimyəvi xüsusiyyətləri və plastikliyi arasında əlaqə, yəni V.A.Prikloniskiyə [2] (Prikloniski V.A., Qruntovedeniye, 1949, s. 277) görə plastiklik göstəricisi, A.V.Skemptona [12] görə (Skempton A.V., 1953) isə kolloid aktivliyi göstəricisi də araşdırılmışdır. Məlum olduğu kimi bu göstərici müxtəlif kolloid-kimyəvi aktivliyə malik olan mineralların gilli qrunntun incə dispers hissəsində nisbi tərkibini səciyyələndirir. Həmin göstərici aşağıdakı düstur ilə təyin olunur.

$$A_k = \frac{W_L - W_P}{M_c} = \frac{J_p}{M_c} \quad (1)$$

Burada  $A_k$ -kolloid aktivliyi göstəricisi,  $W_L$ -plastikliyin yuxarı (axıcılıq) həddi (%),  $W_P$ -plastikliyin aşağı həddi (%),  $M_c$ -qrunntda gil hissəciklərinin (<0,002 mm) miqdarı (%),  $J_p$ -plastiklik ədədidir (%).

$A_k$  göstəricisinə görə gilli qrunntlar üç qrupa ayrılırlar:

- 1)  $A_k > 1,25$ -yüksək kolloid aktivliyinə malik olan qrunntlar (yüksək aktiv hidrofily gillər, adətən montmorillonitlər);
- 2)  $1,25 > A_k > 0,75$ -orta kolloid aktivliyinə malik olan qrunntlar (normal aktiv gillər);
- 3)  $A_k < 0,75$ - az kolloid aktivliyinə malik olan qrunntlar (aktiv olmayan, zəif hidrofily gillər, adətən kaolinitlər).

Plastiklik ədədi (kolloid aktivliyi göstəricisi) qrunnt tərkibində iştirak edən gil hissəciklərinin plastiklik xüsusiyyətini səciyyələndirir və bütövlükdə qrunntun plastiklik xüsusiyyətini müəyyən edir. Yüksək kolloid aktivliyinə malik olan gillər yüksək nəmlik tutumuna malikdirlər və su ilə islandıqda şişirlər.

Tədqiq edilən qrunntlarda hidrofilylik göstəricisi də araşdırılmışdır. Hidrofilylik göstəricisi dedikdə qrunntun plastikliyinin yuxarı həddi (axıcılıq həddi) nəmliyinin qrunnt tərkibindəki gil hissəciklərinin miqdarına nisbəti nəzərdə tutulur. Aparılmış müvafiq tədqiqatlar əsasında cədvəl 4 tərtib edilmişdir. Cədvəl 4-ə əsasən demək olar ki, tədqiq olunan qrunntlar, əsasən, orta kolloid aktivliyinə malik olub, hidrofilydirlər. Baxmayaraq ki, qrunnt tərkibində gil minerallarının ümumi miqdarı 55 %-ə qədərdir, montmorillonit gil minerallarının miqdarı 40 %-ə qədər çatır. Bu isə onların yüksək şişmə təzyiqinə və yüksək

şişən olmasına səbəb olmuşdur.

Tədqiqat obyektı qrunntlarının fiziki xüsusiyyətləri, plastiklik göstəricisi və hidrofilyliyi Cədvəl 4

Kanalın başlanğıcından hesab lənə qrunnt nümunəsinin götürüldüyü məntəqə	nümunənin götürülmə dərinliyi, m	Plastiklik, %			Təbii nəmlik, %	Nəmlik dərəcəsi	Qrunntun məsəməliliyi	Qrunntun məsəməlilik əmsəli, v.h.	Sərbəst tənəş şişmə, v.h.	Qrunntun şişmə təzyiqi, kQ/sm <sup>2</sup>	qrunntun kolloid aktivliyi (plastiklik göstəricisi)	qrunntun hidrofilyliyi	Qrunntun adı
		Yuxarı həddi	Aşağı həddi	Plastiklik ədədi									
		W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	J <sub>p</sub>									
PK560+00-PK570+00	5,4-5,6	49,0	19,0	30,0	13,0	0,56	38,69	0,631	0,134	3,4	0,857	1,400	Bark gil
PK410+00-PK410+442 Dükər	2,0-2,2	45,0	15,0	30,0	11,0	0,36	45,30	0,828	0,095	3,0	0,750	1,125	Bark gil
3 (PK570+00-PK660+00)	5,2-5,5	52,0	21,0	31,0	14,0	0,46	45,60	0,838	0,128	2,6	1,500	2,600	Bark gil
6(PK570+00-PK660+00)	5,5-5,8	48,0	20,0	28,0	10,0	0,39	41,20	0,701	0,073	2,0	0,700	1,200	Bark gil
7 (PK660+00-PK770+00)	2,5-2,7	42,0	19,0	23,0	12,0	0,50	39,42	0,651	0,133	3,90	0,767	1,400	Bark gil
5 (PK660+00-PK770+00)	5,2-5,5	50,0	20,0	30,0	13,0	0,54	39,8	0,661	0,151	3,8	0,750	1,250	Bark gil
4 (PK660+00-PK770+00)	5,7-6,0	47,00	17,00	30,00	11,00	0,36	45,30	0,828	0,112	1,5	1,000	1,567	Bark gil
PK770+00,Dükər	2,0-2,1	48,0	20,0	28,0	15,0	0,60	40,5	0,681	0,079	2,4	0,700	1,200	Bark gil
PK780+00-PK790+00	5,3-5,5	51,0	19,0	32,0	13,0	0,59	37,6	0,603	0,127	>6	0,711	1,133	Bark gil
PK790+00-PK1000+00	5,2-6,0	46,0-66,0	21,0-30,0	25,0-40,0	16,0-29,0	0,61-0,96	42,0-45,3	0,691-0,828	0,110-0,176	2,9-3,6	0,556-0,889	1,022-1,467	Bark gil

Cədvəl 2, cədvəl 3 və cədvəl 4-ə əsasən demək olar ki, tədqiq olunan magistral kanalın PK410+00-PK410+442 və PK780+00-PK790+00 hissələrində qırmızı-rəngli əhəngli gillər, PK560+00-PK570+00 və PK660+00-PK770+00 hissələrində tünd boz əhəngli gillər, PK660+00-PK770+00 hissəsində boz rəngli əhəngli gillər, PK660+00-PK770+00 hissəsində boz gilli mergellər həm kolloid aktivliyinə, həm hidrofilyliyinə, həmçinin plastiklik ədədinə görə yüksək göstəriciyə malik olub, bu qrunntlar xarici təsirə qarşı həssas xüsusiyyətli qəbul edilməlidirlər.

Qeyd edildiyi kimi, tədqiqat obyektı qrunntlarının tərkibində gil qrupu minerallarından montmorillonit və kaolinit gilləri iştirak edirlər. Montmorillonit gillərinin kaolinit gillərindən fərqli xüsusiyyətlərindən biri onlarda absorbsiyanın baş verməsidir. Belə ki, onların nəmliyi artdıqca mineralın kristallik strukturunu təşkil edən paketlərin aralarına su molekulları daha çox daxil olur və biri-birindən daha çox aralanırlar. Montmorillonit gil qrupunun kristallik strukturunda tetraedrik və oktaedrik torlar arasında qarşılıqlı təsirdə olan atomlar biri-birinin valentliyini tam kompensasiya etmədiyindən, adətən 0,66-ya bərabər



mənfi yük artıqlığı (bu əlavə yükün qiyməti kimyəvi tərkibdən asılı olaraq dəyişə bilər) əmələ gəlir ki, mineralın strukturuna daxil olan iki qonşu laylar biri-birini elektrostatik qüvvə ilə itələyirlər [4, 5]. Nəticədə su molekulları və ya əks işarəli ionların (kationların) daxil olması, absorbsiya etməsi üçün əlverişli şərait formalaşmış olur. Bu kationlar mənfi yük artıqlığını neytrallaşdırmaqla bərabər, ətraf mühitin məhlulları ilə mübadilə etmək imkanına malikdirlər və mübadilə kationları adlanırlar. Bu kationlar həm mineral əmələ gələrkən, həm də sonradan tərkibə daxil ola və mübadilə edə bilərlər. Bu səbəbdən həmin gillərin uducu kompleksində  $Na^+$  ionunun iştirakı ilə onların şişmə qabiliyyəti yüksəlir. Ona görə də, şişən qruntlarda şişmə deformasiyasının tədqiqi həmin qruntların mineraloji tərkibinin, uducu kompleksində iştirak edən kationların təyini ilə birlikdə aparılmalıdır.

Bəzi tədqiqatçılar tərəfindən aparılmış tədqiqatlarla [6] müəyyən olunmuşdur ki, su ilə qarşılıqlı təmasda olan şişən qruntların qalınlığı artdıqca şişmə prosesinin davam etmə müddəti də uzanır. Belə ki, laboratoriya şəraitində 2-2,5 sm qalınlığında nümunələrdə şişmənin 70-80 %-i birinci sutka ərzində, tam şişmə isə 3-4 sutkadan sonra başa çatdığı halda, qalınlığı 6-8 m və daha çox olan gil təbəqələrində həm şişmə, həm də konsolidasiya prosesi illərlə davam edir.

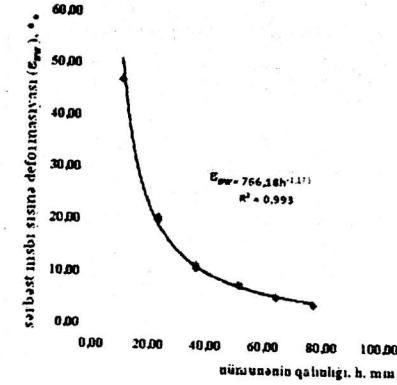
Yuxarıda qeyd edilən məsələlərin öyrənilməsi, həmçinin qrunտun fiziki xassə göstəriciləri ilə onların şişmə deformasiyası və şişmə təzyiqi arasında riyazi-statistik asılılığın müəyyən edilməsi məqsədi ilə tədqiqat obyektindən götürülmüş qrunт nümünələrinin üzərində müvafiq tədqiqatlar aparılmışdır. Eyni mineraloji tərkibə malik olan qrunт nümünələrinin müxtəlif hündürlüyünə, məsaməlilik əmsalına, plastiklik ədədinə uyğun şişmə deformasiyası və şişmə təzyiqi təyin edilmiş və onlar arasında empirik asılılıqlar müəyyən edilmişdir.

Müvafiq tədqiqatlar aşağıdakı kimi yerinə yetirilmişdir:

Eyni petroqrafik xüsusiyyətli gilli qrunт nümünələrinin ümumi qəbul edilmiş metodikalar əsasında fiziki xassələri təyin edildikdən sonra, onların şişmə deformasiyası PNQ cihazında, şişmə təzyiqi isə kompressiya (odometrə) cihazında öyrənilmişdir. Şişmə təzyiqinin təyini zamanı odometrə su ilə islanmaqla şişmiş qrunт, pillələrlə xarici yük verməklə, tələb olunan təzyiq altında sıxılmışdır. Qrunтun üzərinə ötürülən yükün hər bir pilləsi altında onda yaranan deformasiya stabilləşdikdən sonra, yükün növbəti pilləsi əlavə edilmişdir. Şişmə deformasiyasının sönməsinə uyğun gələn xarici yükün qiyməti şişmə təzyiqinin qiyməti kimi qəbul olunmuşdur.

Başlanğıc nəmliyi eyni olan qruntların sərbəst nisbi şişmə deformasiyası qrunт nümünələrinin hündürlüyündən asılı olaraq tədqiq edilmiş, alınmış sınaq nəticələrinin riyazi-statistik təhlili yerinə yetirilmişdir. Aparılmış təhlil əsasında sərbəst nisbi şişmə deformasiyasının qrunт nümünələrinin hündürlüyündən asılı olaraq dəyişməsinin natural

üstlü qüvvət funksiyası şəklində asılılığı üzrə approksimasiyanın dəqiqliyinin  $R^2=0,993$  olduğu müəyyən edilmişdir və həmin riyazi-statistik asılılıq aşağıdakı kimidir (şəkil 1).



Şəkil 1. Qrunтun qalınlığı ilə sərbəst nisbi şişmə deformasiyası arasında asılılıq

$$\varepsilon_{sw} = 766,18h^{-1,176} \quad (2)$$

Burada:

$\varepsilon_{sw}$  – sərbəst nisbi şişmə deformasiyası, %;  
h – nümunənin qalınlığı, mm.

Aparılmış laboratoriya tədqiqatları əsasında məlum olmuşdur ki, tədqiq olunan qruntlarda sərbəst nisbi şişmə zamanı şişmə deformasiyası qrunт səthindən daxilinə doğru nümunənin qalınlığının yalnız müəyyən hissəsində baş verir. Bu qruntlarda şişmə zamanı nəmliyin qrunтun qalınlığı üzrə bərabər paylanmasına şərait yaranmır. Çünki islanma sahəsində qrunтun şişməsi hesabına süzülmə əmsalının azalması ilə əlaqədar olaraq, növbəti təbəqənin islanması üçün imkan yaranmır. Məsələn, əgər qrunтun 10 mm-lik təbəqəsində (qrunт altından və üstündən islandıqına görə 5 mm-lik qat islandıqından) daha çox sərbəst mütləq şişmə deformasiyası (4,7 mm) yarandıqı halda, 77 mm-lik təbəqədə də həmin sərbəst mütləq şişmədən cüzi fərqli şişmə deformasiyası yaranır. Qrunт məsamələrində suyun hərəkəti şişmə ilə əlaqədar olaraq çətinləşdiyindən, su ilə təmasda olan hissədə qrunтun şişməsi səthdən qrunтun mərkəzinə doğru getdikcə azalır və səthdən müəyyən uzaqlıqda qrunтun şişməsi sıfır qədər azalır.

Tədqiqat obyektini qruntlarında şişmə təzyiqi ilə onların xassə göstəriciləri arasında riyazi-statistik asılılığın müəyyən edilməsi üçün aparılmış laboratoriya tədqiqatlarının nəticələri MS Excel elektron cədvəl prosessoru vasitəsilə təhlil edilmişdir. Həmin təhlillər

əsasında məlum olmuşdur ki, nisbi sərbəst şişmə deformasiyası ilə şişmə təzyiqi və plastiklik ədədi arasında daha sıx əlaqə mövcuddur. Korrelyasiya təhlili cədvəl 5-də təsvir edilmişdir.

**Cədvəl 5**  
Şişən gilli qruntun şişmənin son həddinə uyğun məsaməlilik əmsalı ilə xassə göstəricilərinin korrelyasiya təhlili

	$J_p$	$W$	$\rho_w$	$e_0$	$e_{p=0, sat}$
$J_p$	1				
$W$	0,352337	1			
$\rho_w$	-0,14193	0,090296	1		
$e_0$	0,337588	0,274895	0,003973	1	
$e_{p=0, sat}$	0,585616	0,340943	-0,00269	0,866912	1

**Cədvəl 6**  
Qruntun şişmə təzyiqi ilə xassə göstəricilərinin korrelyasiya təhlili

	$W$	$\rho_w$	$e_0$	$J_p$	$P_s$
$W$	1				
$\rho_w$	0,241244	1			
$e_0$	0,274895	-0,86143	1		
$J_p$	0,352337	-0,12826	0,337588	1	
$P_s$	0,214208	0,375198	-0,24521	0,524609	1

Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalı trası boyu şişən qrunut nümunələri üzərində laboratoriya sınaqlarının nəticələri əsasında sərbəst şişmə zamanı şişmənin son qiymətinə uyğun məsaməlilik əmsalı ilə qrunutun təbii yatımda malik olduğu müvafiq xassə göstəriciləri arasında çoxhədli reqressiya təhlili aparılmışdır. Qrunutun sərbəst şişməsinin son qiymətinə uyğun məsaməlilik əmsalına təsir edən amillər arasında mineral tərkiblə bərabər, təbii yatımda sıxlıq, təbii nəmlik, plastiklik ədədi və təbii məsaməlilik əmsalı əsas kimi götürülmüşdür. Reqressiya təhlili 133 sınağın nəticələri əsasında yerinə yetirilmişdir. Bu halda alınmış reqressiya əlaqəsi sıx və funksional asılılığa yaxın olmuşdur. Yəni çoxhədli  $R \approx 0,99$ ,  $R^2 \approx 0,99$ , korrekte edilmiş  $R^2 \approx 0,99$ , standart xəta  $\approx 0,055$  olmuşdur. Alınmış asılılıq aşağıdakı kimidir.

$$e_{p=c, sat} = 0,6612 \cdot J_p + 0,08786 \cdot W + 0,00036 \cdot \rho_w + 0,9349 \cdot e_0 \quad (3)$$

Eyni qayda ilə həmin məlumatlar əsasında qrunutun şişmə təzyiqi ilə fiziki xassə göstəriciləri arasında asılılıq isə

$$P_s = 14,62263 \cdot J_p + 2,700071 \cdot W + 1,203006 \cdot \rho_w - 5,51593 \cdot e_0 \quad (4)$$

şəklində ifadə olunmuşdur. Bu halda  $R \approx 0,928$ ,  $R^2 \approx 0,861$ , normalaşdırılmış  $R^2 \approx 0,85$ , standart xəta  $\approx 1,186$  olmuşdur.

(3)–(4) riyazi-statistik asılılıqlarında şərti işarələr:

$P_s$  - qrunutun şişmə təzyiqi,  $kQ/sm^2$ ;

$e_0$  və  $e_{p=0, sat}$ -uyğun olaraq qrunutun təbii şəraitdə və su ilə islandıqdan sonra sərbəst şişmənin son həddinə uyğun məsaməlilik əmsalı, ədəd (tamın hissələri ilə);

$J_p$  - qrunutun plastiklik ədədi, ədəd (tamın hissələri ilə);

$W$  - qrunutun nəmliyi, ədəd (tamın hissələri ilə);

Beləliklə, kanalın trası üzrə təşəkkül tapmış və onun istismar şəraitini çətinləşdirən şişən gilli qrunutların şişmə ilə əlaqəli müvafiq xassə göstəricilərini lazımi dəqiqliklə ilkin xassə göstəriciləri əsasında hesablamaq olar.

Qrunutlarda sərbəst nisbi şişmə deformasiyasını şişmənin sonuna uyğun qrunut skeletinin sıxlığını və ya məsaməlilik əmsalını bilməklə də hesablamaq olar. Bunun üçün aşağıdakı məsələnin həllinə nəzər salaq.

Fərz edək ki, oturacağıın sahəsi  $S$ , başlangıç hündürlüyü  $h_0$  olan qrunut su ilə isladıldıqda, onda yana genişlənmə baş vermir və həcm artımı yalnız hündürlük artımı hesabına yaranır. Bu zaman onun hündürlüyü  $h$  olur. Onda şişmədən əvvəl və sonra qrunut skeletinin sıxlığı ilə qrunut nümunəsinin başlangıç hündürlüyü arasında riyazi əlaqə aşağıdakı kimi olacaqdır.

$$\rho_{d0} = \frac{g_{sk}}{V_q} = \frac{g_{sk}}{S \cdot h_0}; \quad \rho_{d5} = \frac{g_{sk}}{S \cdot p_{d0}}; \quad \rho_{d5} = \frac{g_{sk}}{V_c} = \frac{g_{sk}}{S \cdot h}; \quad h' = \frac{g_{sk}}{S \cdot \rho_{d5}} \quad (5)$$

Burada:

$\rho_{d0}$  və  $\rho_{d5}$  - uyğun olaraq, islanmadan əvvəl və şişmənin sonunda qrunutun skeletinin sıxlığı,  $q/sm^3$ ;

$V_q$  və  $V_c$  - uyğun olaraq, götürülmüş qrunut nümunəsinin şişmədən əvvəl və sonra həcmi,  $sm^3$ ;

$g_{sk}$  - qrunut skeletinin kütləsi,  $q$ ;

Onda sərbəst nisbi şişmə deformasiyasını aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\varepsilon_{sw} = \frac{h' - h_0}{h_0} = \frac{\frac{g_{sk}}{S \cdot \rho_{d5}} - \frac{g_{sk}}{S \cdot \rho_{d0}}}{\frac{g_{sk}}{S \cdot \rho_{d0}}} = \frac{\frac{g_{sk}}{S} \cdot \frac{\rho_{d0} - \rho_{d5}}{\rho_{d5} \cdot \rho_{d0}}}{\frac{g_{sk}}{S \cdot \rho_{d0}}} = \frac{\rho_{d0} - \rho_{d5}}{\rho_{d5}} \quad (6)$$

Qrunutun təbii vəziyyətinə uyğun məsaməlilik əmsalı ilə skeletinin sıxlığı arasında aşağıdakı asılılıq mövcud olduğundan,

$$e_0 = \frac{\rho_s - \rho_{d0}}{\rho_{d0}}; \quad e_0 \cdot \rho_{d0} = \rho_s - \rho_{d0}; \quad \rho_{d0} = \frac{\rho_s}{1 + e_0} \quad (7)$$

Burada:

$\rho_{d5}$  - qrunutun bərk fazasının sıxlığı (mütləq sıxlıq),  $q/sm^3$ ;

$e_0$  və  $e_s$  - uyğun olaraq, qrunutun şişmədən əvvəl və sonra məsaməlilik əmsalı, ədəd;

Digər şərti işarələr əvvəlki düsturlarla eynidir.

(7) düsturuna analogi olaraq, şişmiş qrunutun skeletinin sıxlığını aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\rho_{d_s} = \frac{\rho_s}{1 + e_s} \quad (3)$$

Əgər (6)-də (7) və (8) asılılıqlarını nəzərə alsaq, onda sərbəst nisbi şişmə deformasiyasını qruntun təbii şəraitdəki və şişmə nəmliyinə uyğun məsaməlilik əmsalları əsasında aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\epsilon_{sv} = \frac{\frac{\rho_s}{1 + e_0} - \frac{\rho_s}{1 + e_s}}{\frac{\rho_s}{1 + e_s}} - \frac{\frac{\rho_s(1 + e_s - 1 - e_0)}{(1 + e_0) \cdot (1 + e_s)}}{\frac{\rho_s}{1 - e_s}} - \frac{e_s - e_0}{1 + e_0} \quad (5)$$

(9) düsturunu başqa riyazi asılılıq əsasında da almaq olar. Məlum olduğu kimi yana genişlənmə olmadan yük altında şişən qruntlarda hər bir yük artımına uyğun məsaməlilik əmsalının hesablanma düsturu aşağıdakı kimidir [5, 8]:

$$\epsilon_i = e_0 + \frac{\Delta n}{h_0} (1 + e_0) \quad (10)$$

Burada:

$\epsilon_i$  - deformasiyasına uyğun məsaməlilik əmsalı, ədəd;

$\Delta h$ -qruntun şişmə deformasiyasının mütləq qiyməti, *mm*;

$h_0$ -qrunt nümunəsinin ilkin hündürlüyü, *mm*;

$\frac{\Delta h}{h_0}$ -xarici yükün hər bir qiymətinə uyğun nisbi deformasiya;

• Digər şərti işarələr əvvəlkilərlə eynidir.

Əgər (10) düsturunda  $\frac{\Delta n}{h_0}$  sərbəst nisbi şişmə kimi qəbul olunarsa, onda (9) düsturu alınır.

Qruntun şişmə deformasiyasının sonuna uyğun məsaməlilik əmsalı üçün (10) düsturunda  $\epsilon_i = e_s = e_{p=0.5at}$  və  $\frac{\Delta h}{h_0} = \epsilon_{sv}$  olduğundan, (9) düsturu alınır. Deməli, qruntun başlanğıc və son məsaməlilik əmsalını bilməklə, sərbəst nisbi şişmə deformasiyasını (9) düsturu ilə hesablamaq olar. Bunun üçün qruntun təbii struktura və nəmliyə uyğun məsaməlilik əmsalını təyin etməklə, şişmənin son həddinə uyğun məsaməlilik əmsalını isə (3) empirik asılılığı əsasında hesablamaqla, (9) düsturu əsasında sərbəst nisbi şişmə deformasiyasını hesablamaq olar.

**Nəticə.** Aparılmış təhlillər əsasında aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar:

-Taxtakörpü-Ceyranbatan kanalının keçdiyi ərazilərdə gilli qruntların üstünlük təşkil etməsi, yüksək şişmə xüsusiyyətinə malik olması kanalın istismarı üçün daim çətinlik yaradıcı amil kimi qiymətləndirilməlidir;

-gilli qruntların sərbəst şişməsi zamanı şişmə deformasiyasının mütləq qiyməti təbəqənin qalınlığı artdıqca artsa da, sərbəst nisbi şişmə deformasiyası qrunt təbəqəsinin

qalınlığının artması ilə üstlü qanunla azalır və bu səthdən daxilə doğru nəmliyin paylanması azalması ilə əlaqədardır;

-qruntun başlanğıc məsaməlilik əmsalının qiymətini təyin etməklə və sərbəst şişmənin son həddinə uyğun məsaməlilik əmsalının qiymətini isə (3) düsturu ilə hesablamaqla nisbi sərbəst şişmə deformasiyasının qiymətini (9) düsturu ilə hesablamaq olar;

-qruntun şişmə təzyiqini isə qruntun müvafiq başlanğıc xarakteristikaları əsasında (4) düsturu ilə hesablamaq olar.

#### İstifadə olunmuş ədəbiyyat:

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная петрология. Л.: «Недра», 1981, 511 с.
2. Приклонский В.А. Грунтоведение. Москва: ГОСГЕОТЕХИЗДАТ, 1955, часть первая. 430 с.
3. Рентгеноскопические методы изучения и структуры глинистых минералов. (под ред. Г.Брауна) Мир. М.: 1965, 599 с.
4. Теоретические основы инженерной геологии. Физико-химические основы /Под ред. Акад. Сергеева Е., М.: Недра, 1985.-288 с.
5. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А., Голодковская Г.А., Васильчук Ю.К., Зиангиров Р.С. Грунтоведение. Москва: «Наука», 2005, 1024 с.
6. Сарма В.Б. Изменение физико-механических свойств глинистых грунтов при набухании и их замачивание в фундаментостроении (на примере исследования Хвалынских глин). Докторская дисс. Москва, 1967.
7. Gratchev I., Towhata I., Compressibility of soils containing kaolinite in acidic environments // KSCE Journal of Civil Engineering. -2016. -V. 20. № 2. - pp 623–630
8. Holtz, W.G. Expansive Clas-Properties and Problems. Quartely of the Colorado School of Mines, 1973. 54(4). pp. 89-125.
9. Ilknur B., Sanan G. Effects of soil pulverization quality on lime stabilization of expansive clay // Environ Earth Sciences. – 2010. -V.60, pp.1137–1151,
10. Muzahim M., Suhail K, Jean-Francois A. Microstructure and geotechnical properties of lime-treated expansive clayey soil // Engineering Geology. - 2012. -V.118, pp.17–27.
11. Reyes Martinez Belchior, I.M.; Casagrande, M.D.T.; Zomberg, J.G. Swelling Behavior Evaluation of Lime-Treated Expansive Soil through Centrifuge Test. J.Mater. Civ. Eng. 2017, 29, 04017240
12. Skempton, A.W., The Colloidal activity of clays; Proc. 3rd Int. Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering (London), 1953.-1, 47–61.
13. Wang, Y. and Siu, W. Structure characteristics and mechanical properties of kaolinite soils. 1. Effects of structure on mechanical properties // Canadian Geotechnical Journal.-2006. Vol. 43, No. 6, pp. 587–600, DOI: 10.1139/t06-026.

#### ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КАНАЛА ТАХТАКЕРПЮ-ДЖЕЙРАНБАТАН

**Резюме.** В данной статье рассматриваются материалы результатов полевых и лабораторных исследований по глинистым грунтам, распространенным на территориях зоны влияния магистрального канала Тактакерпю-Джейранбатан, проведенные в ходе изучения инженерно-геологических условий трассы канала при его проектировании и эксплуатации. Водно-физико-механические свойства и минералогический состав глинистых грунтов

изучены по общепринятой в инженерной геологии и минералогии методике. Выявлено что в составе данных грунтов монтмориллонитовых глин 10-40 %, каолиновых глин 10-20 %. Также выявлено, что увеличение толщины слоя глинистых грунтов приводит к уменьшению относительной деформации набухания и это связано с неравномерным распределением влаги по объему грунта при его набухании, т.е. уменьшается коэффициент фильтрации с увеличением деформации набухания.

Был проведен корреляционный анализ физико-механических характеристик грунтов и определена связь между характеристиками набухания и исходными водно-физическими характеристиками грунтов. Характеристики набухания с достаточной точностью быстро и легко можно определить с помощью уравнения (3)-(4) и (9), на основе исходных водно-физических характеристик грунтов.

**Ключевые слова:** грунт, канал, глина, набухание грунта, относительная деформация набухания, давление набухания, регрессия, корреляция.

### CHARACTERISTIC FEATURES OF CLAY SOILS IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE TAKHTAKORPU-JEYRANBATAN CANAL

The article deals with the materials of the results of field and laboratory studies on clay soils available in the territories affected by the Takhtakorpu-Jeyranbatan main channel, as performed in the course of the study of the geotechnical conditions of the channel upon its design and operation. The aqua-physicomechanical properties and the mineralogical composition of clay soils are studied according to the common engineering geology and mineralogy procedures. It has found that the composition of such soils includes 10-40% montmorillonite clays, and 10-20% kaolinite clays. It has also found that an increase in the thickness of a layer of clay soils results in a decrease in the relative swelling deformation and this is due to the uneven distribution of moisture throughout the soil during its swelling, i.e. decreases the filtration coefficient as a result of increasing the swelling deformation.

A correlation analysis of the physicomechanical characteristics of the soil was carried out and the relationship between the swelling characteristics and the initial water-physical characteristics of the soil was determined. The swelling characteristics can be quickly and easily determined with sufficient accuracy, using equation (3) - (4) and (9), based on the initial water-physical characteristics of the soil.

**Keywords:** soil, channel, clay, soil swelling, relative deformation of swelling, pressure of swelling, regression, correlation.

Redaksiyaya daxil olma: 27.11-2020-ci il  
Təkrar işlənməyə göndərilmə: 04.12-2020-ci il  
Çapa qəbul edilmə: 10.12-2020-ci il