

է, այնուհետև՝ պակասում, որի հետևանքով դիտվում է ամրացման ինտենսիվության նվազում: Արդեն մի քանի ամիս անց այդ գոյացությունները հանդիպում են միայն համեմատաբար խոշոր ծակոտիներում, իսկ տարիներ անց դադարում են գոյություն ունենալ՝ վերափոխվելով ժելանման և ցանցանման վիճակի [4]:

Տևական ամրացումից հետո ավազային և խոշոր փոշային մասնիկների մակերևույթին դիտվում են պուցցոլանային ռեակցիաներ: Հատկապես այդ գործընթացներն առավել ակտիվ են ընթանում, երբ իրար հետ փոխազդեցության մեջ են մտնում ցեմենտի միներալները և կավային մասնիկները :

Հարկ է նշել, որ, չնայած ցեմենտագրումտի ամրացման գործընթացի ինտենսիվության վրա կմախքի սկզբնական խտության և նրանում ցեմենտի պարունակության ազդեցության կարևորությանը, այդպիսի ուսումնասիրություններին վերաբերող աշխատանքները սակավաթիվ են:

Տվյալ աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել ցեմենտագրումտների ամրացման գործընթացը ժամանակի ընթացքում՝ հաշվի առնելով կմախքի նախնական խտությունն ու ցեմենտի պարունակությունը:

Փորձարարական մաս: Որպես ուսումնասիրության օբյեկտ ծառայել են Իրանի Իսլամական Հանրապետության Էյբաքաբադի տարածաշրջանի Արաք քաղաքի տարածքից վերցված կավային գետնահողերը, որոնք մեր փորձերում հանդիսանում են ցեմենտագրումտների հիմնական կավային բաղադրիչ:

Մինչև ցեմենտագրումտների խառնուրդների ստացումը Իրանի Իսլամական Հանրապետության Արաք քաղաքի բաց համալսարանի գետտեխնիկական լաբորատորիայում իրականացվել են կավային գետնահողի գետտեխնիկական հատկությունների կոմպլեքս ուսումնասիրություններ: Ջրաֆիզիկական հատկություններից որոշվել են հատիկաչափական կազմը, միներալային մասնիկների խտությունը, պլաստիկության սահմանները, օպտիմալ խոնավությունը, կմախքի առավելագույն խտությունը:

Գետտեխնիկական հատկությունների միջինացված ցուցանիշները բերված են աղյ. 1-ում (հատիկաչափական կազմ) և աղյ. 2-ում (ջրաֆիզիկական հատկություններ):

Աղյուսակ 1

Մասնիկների տրամագիծը, մմ	20–10	10–5	5–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,005	<0,005
Պարունակությունը, %	7,6	2,6	2,9	1,5	1,0	1,9	0,8	19,3	38,9	23,5

Կավային գետնահողի, ինչպես նաև ցեմենտագրումտների օպտիմալ խոնավությունը և կմախքի առավելագույն խտությունը որոշվել են ստանդարտ խտացման եղանակով Պրոկտորի խտացման փորձասարքի միջոցով:

Համաձայն գետտեխնիկական հատկությունների ցուցանիշների՝ գետնահողերը ներկայացված են ավազակավերով:

Աղյուսակ 2

Բնական խոնավությունը, W , %	Միներալ մասնիկների խտությունը, ρ_s , q/ud^3	Պլաստիկության վերին սահմանը, W_L , %	Պլաստիկության ստորին սահմանը, W_P , %	Պլաստիկության թիվը, I_P	Օպտիմալ խոնավությունը, W_{opt} , %	Կմախքի առավելագույն խոնավությունը, ρ_{qmax} , q/ud^3	Լուծվող աղերի պարունակությունը, %
8,0	2,68	31,3	22,2	9,1	20,5	1,68	0,510

Ցեմենտագրուտների ստացման համար օգտագործվել է M400 պորտլանդցեմենտ: Նմուշներում ցեմենտի պարունակությունը կազմել է 3, 5, 7, 9%: Յուրաքանչյուր նմուշի համար որոշվել են օպտիմալ խոնավությունը և կմախքի առավելագույն խտությունը (աղյ. 3):

Աղյուսակ 3

Ցեմենտի պարունակությունը, %	Օպտիմալ խոնավությունը, %	Կմախքի առավելագույն խոնավությունը, q/ud^3
3,0	20,0	1,63
5,0	18,4	1,65
7,0	19,3	1,65
9,0	20,6	1,61

Ցեմենտագրուտների սեղմման ժամանակավոր դիմադրությունը որոշելու համար պատրաստվել են նրանց 7, 21, 28 և 60 օրական, 5 սմ տրամագծով և 12 սմ բարձրությամբ գլանաձև նմուշներ և սեղմվել հիդրավիկ մամլիչով: Բեռնավորման արագությունը բոլոր փորձերում կազմել է 3 մմ/րոպե:

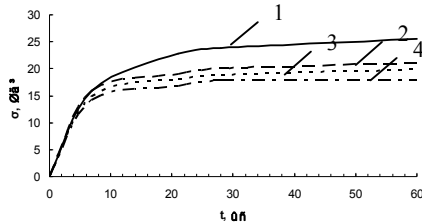
Նկարում բերված են ցեմենտի տարբեր պարունակությամբ և կմախքի տարբեր խտությամբ ցեմենտագրուտների միառանցք սեղմման ժամանակավոր դիմադրության (եռակի փորձարկմամբ որոշված) կորերը կախված հասակից:

Համաձայն փորձարարական ուսումնասիրության արդյունքների՝ 28 օրվա համար որոշված սեղմման ժամանակավոր դիմադրությունն իր առավելագույն արժեքին (5,1 ՄՊա), հասնում է ցեմենտագրուտի մեջ ցեմենտի 7% պարունակության դեպքում, երբ նրա սկզբնական խտացումը հասցված է առավելագույնի (տես նկարը):

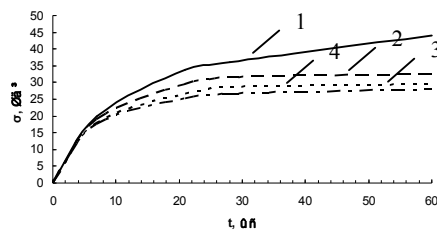
Ինչպես երևում է նկարից, ստացված կախվածությունները ունեն կորագիծ բնույթ, ի տարբերություն նախկինում այլ հեղինակների կողմից ստացված գծային կախումների՝ պայմանավորված ամրացման տարբեր փուլերում ընթացող ֆիզիկական, ֆիզիկաքիմիական և քիմիական բարդ գործընթացներով [5]: Կարելի է սպասել, որ մի քանի տարի հետո այդ փորձանմուշների

համար ստացված կորերը իրենց բնույթով կնոտենան Պ. Ռեբինդերի տեսական կորին [6]:

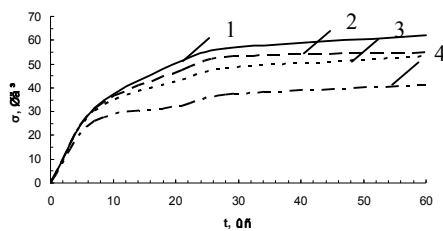
ա) ցեմենտի պարունակությունը 3%



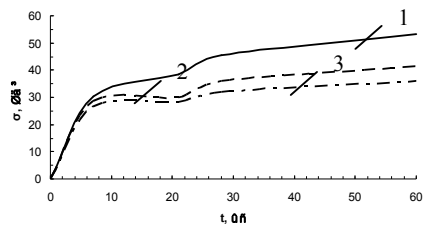
բ) ցեմենտի պարունակությունը 5%



գ) ցեմենտի պարունակությունը 7%



դ) ցեմենտի պարունակությունը 9%



Ցեմենտագրուտների ամրացման գործընթացի ինտենսիվության կորերը: Ցեմենտագրուտների սկզբնական ինտենսիվության ($\rho_d, q/սմ^3$) արժեքներն են: ա) 1 – 1,63; 2 – 1,6; 3 – 1,55; 4 – 1,5; բ, գ) 1 – 1,65; 2 – 1,6; 3 – 1,55; 4 – 1,5; դ) 1 – 1,61; 2 – 1,55; 3 – 1,5:

Ամրացման սկզբնական փուլում՝ մինչև առաջին յոթ օրը, ցեմենտագրուտի կմախքի սկզբնական խտության ազդեցությունը միառանցք սեղմման ժամանակավոր դիմադրության վրա աննշան է: Այդ փաստը ակնհայտորեն երևում է ցեմենտագրուտների կմախքի ամենացածր (ρd) և ամենաբարձր (ρd_{max}) խտությունների համար որոշված սեղմման ժամանակավոր դիմադրության արժեքների հարաբերությունից: Մասնավորապես, 3% ցեմենտի պարունակության դեպքում նշված հարաբերությունը կազմում է 0,888, 5%-ի դեպքում՝ 0,884, 7%-ի դեպքում՝ 0,824, և 9%-ի դեպքում՝ 0,881:

7-րդ օրից մինչև 28-րդ օրը ցեմենտագրուտների կմախքի սկզբնական խտության ազդեցությունը միառանցք սեղմման ժամանակավոր դիմադրության վրա աստիճանաբար աճում է: Ցեմենտի 3% պարունակության դեպքում 28 օրական հասակ ունեցող նմուշների համար $\rho d/\rho d_{max}$ հարաբերությունը հասնում է՝ 0,714, 5%-ի դեպքում՝ 0,740, 7%-ի դեպքում՝ 0,656, 9%-ի դեպքում՝ 0,702: Գիտարկվող բոլոր ցեմենտագրուտների համար 28-րդ օրից մինչև 60-րդ օրը ընկած ժամանակահատվածում նկատվում է ամրացման գործընթացի ինտենսիվության նվազում: Այդ հարաբերությունը 60 օրվա համար 3% ցեմենտի պարունակության դեպքում կազմում է՝ 0,702; 5%-ի դեպքում՝ 0,636; 7%-ի դեպքում՝ 0,659 և 9%-ի դեպքում՝ 0,680:

Փորձարարական հետազոտությունների արդյունքում կարելի է եզրակացնել, որ ցեմենտագրուտների կմախքի սկզբնական խտությունը էապես ազդում է ժամանակի ընթացքում ամրացման գործընթացի ինտենսիվության

վրա, հետևաբար, նաև ամրության վերջնական մեծության վրա: Ամրացման գործընթացները առավել ինտենսիվ են զարգանում, երբ ցեմենտի պարունակությունը կազմում է 7% (օպտիմալ խառնուրդ) և կմախքի սկզբնական խտությունը հասցված է առավելագույնի (տես աղյ. 1-ը և նկարը):

Նշված հանգամանքը պետք է հաշվի առնել շինարարական և նախագծային աշխատանքներում: Բացի այդ, անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև այն կարևոր հանգամանքը, որ 28 օրական ցեմենտազրույնների ամրության ցուցանիշը վերջնական չէ, այն հետագայում դանդաղորեն շարունակում է աճել:

*ԵՊՀ ջրաերկրաբանության և ճարտարագիտական
երկրաբանության ամբիոն,
Արաք (Իրան) քաղաքի Ազադ համալսարան
(Azad university Arak, Iran)*

Ստացվել է 19.02.2009

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Гончарова Л.В.** Влияние минералогического состава дисперсных грунтов на их цементацию. Вопросы инженерной геологии и грунтоведения. Сб. статей кафедры грунтоведения и инженерной геологии. М.: Изд-во МГУ, 1968, с. 338–344.
2. **Sergeev Y.M., Grabowska-Olzewska B., Osipov V.I., Sokolov V.N., Kolomenski Y.N.** J. Microscopy, 1980, v. 120, pt3, p. 237–260.
3. **Тейлор Х.Ф.** Химия цементов. М.: Изд-во литературы по строительству, 1969, 501 с.
4. **Diamond S.** In: Hydraulic Cement Pastes: their structure and properties. Proc. Conf. Cement and Concrete Assoc. England, 1976, p. 2.
5. **Winterkorn H.F.** Soil stabilization, 2000, v. 9, p. 312–336.
6. **Ребиндер П.А.** Физико-химические основы современных методов закрепления грунтов. Пленарные доклады и речи. М.: Изд-во МГУ, 1970, с. 13.

С. Г. АЙРОЯН, А. К. АТАРПУР, Б. А. МОХТАРИ

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СКЕЛЕТА ЦЕМЕНТОГРУНТОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ИХ УПРОЧНЕНИЯ

Резюме

В работе приводятся результаты экспериментальных исследований сопротивления сжатия образцов цементогрунтовых смесей с различной начальной плотностью скелета и разным содержанием цемента при сроках хранения от 7 до 60 дней.

Установлено, что при хранении цементогрунтовых смесей до 7 суток влияние начальной плотности скелета цементогрунта на сопротивление сжатия несущественно. При хранении от 7 суток до 28 дней наблюдается возрастание интенсивности сопротивления сжатия во времени. В интервале от 28 до 60 дней наблюдается снижение этой интенсивности.

Наибольшая интенсивность возрастания прочности на сжатие во времени наблюдается при содержании цемента 7% и максимальном уплотнении цементогрунтов.

Стандартная прочность на сжатие (28 суток) цементогрунта составляет лишь часть общей прочности, в дальнейшем она продолжает медленно расти.

S. H. HAYROYAN, A. K. ATARPOUR, B. A. MOKHTARI

INFLUENCE OF INITIAL DENSITY OF CEMENT SOILS SKELETON ON INTENSITY OF HARDENING PROCESS

Summary

In the work the results of compression resistance tests of cement soil samples of various initial densities of a skeleton and the cement composition for the time period from 7 to 60 days are discussed.

It was established that the influence of initial density of a cement soil skeleton on resistance of compression is insignificant for the initial 7 days.

Increase of intensity to resistance of compression in time is observed for the time interval from 7 to 28 days. In the range from 28 to 60 days decrease in intensity of increase of soil samples compression strength was observed.

The greatest intensity of strength increase in time on compression test at the optimum structure of cement soil (the cement of 7%) and the maximum compacted conditions were registered.

Standard strength on compression (28 days) of cement soil makes only a part of the general strength.