

## **ПРАКТИКА ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ МЕТОДОМ ОДНОРАСТВОРНОЙ СИЛИКАТИЗАЦИИ**

*Чөгүн кетүүчү топурактарды бир-аралашма силикаттоо жолу менен бекитүүнү эксперименталдык изилдөөлөрдүн натыйжалары келтирилген.*

*Приведены результаты экспериментальных исследований закрепления просадочных грунтов методом однорастворной силикатизации.*

*The results of experimental study for strengthening of subsidiary ground, by using the single-mixture silication method, are considered.*

В зависимости от технологии химической обработки закрепление грунта химическими составами имеет два направления:

- инъекционное химическое закрепление – реагенты в виде растворов или газов под давлением вводятся в грунты в условиях их естественного залегания без нарушения их структуры;
- буромесительное химическое закрепление грунтов осуществляется с нарушением их естественной структуры механическим перемешиванием грунта с цементами или другими реагентами и добавками.

Буромесительное закрепление распространяется в принципе на все нескальные грунты, включая глинистые, независимо от их водопроницаемости, но является наиболее трудоемким и дорогостоящим по техническим и технологическим параметрам.

Инъекционное закрепление распространяется на грунты, обладающие определенной водопроницаемостью, включая песчаные, крупнообломочные, трещиноватые скальные и полускальные грунты, а также просадочные лессовые грунты. Инъекционное химзакрепление необратимо повышает механическую прочность и устойчивость, уменьшает сжимаемость и водопроницаемость грунтов, устраняет просадочность при замачивании лессов и лессовидных грунтов, что обеспечивает широкие возможности его применения для решения многих практических задач в строительстве.

Для геологических условий предгорных зон г. Алматы наиболее целесообразным способом закрепления грунтов является однорастворная однокомпонентная силикатизация на основе раствора силиката натрия /1/.

В лаборатории «Геотехники» КазГАСА для проверки эффективности закрепления грунтов способом однорастворной однокомпонентной силикатизации были проведены лабораторные испытания просадочного суглинка из основания подпорной стенки природного склона в районе строительства комплекса «Garden Ville» г. Алматы плотностью  $1,643 \text{ г/см}^3$ , влажностью 16,7 %.

По схеме, представленной на рис. 1 /2/ был собран прибор для лабораторного закрепления просадочных лессовых грунтов, общий вид которого показан на рис. 2.

Технология закрепления грунта в приборе состоит в следующем:

– колба с образцом грунта помещается между верхней и нижней крышками. Сверху и снизу образец ограждается решетками, которые предохраняют его от разрушения при инъекции раствором;

– к нижней крышке шлангом присоединяется колба с силикатом натрия ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ ), а к верхней – колба с фильтратом. Струбцинами, резиновыми прокладками и шлангами образец герметически соединяется с обеими колбами;

– сжатый воздух от компрессора поступает в колбу и выталкивает силикат в грунт.

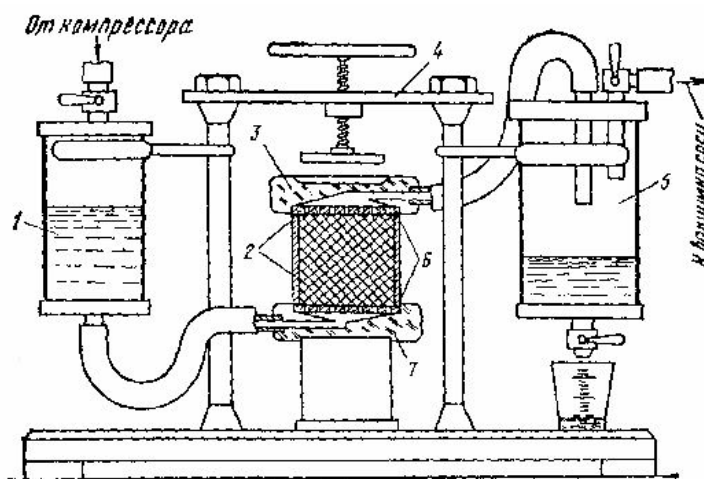


Рис. 1. Схема прибора для лабораторного закрепления просадочных лессовых грунтов по методике Ростовского ПромстройНИИпроекта:

1 – цилиндр с нагнетаемым раствором; 2 – кольцо с закрепляемым грунтом; 3 и 7 – крышки; 4 – струбцина; 5 – колба с фильтратом; 6 – резиновые прокладки



Рис. 2. Общий вид прибора для лабораторного закрепления просадочных лессовых грунтов

Пройдя через грунт силикат попадает в пустую колбу и в стакан.

Следует отметить, что силикат натрия разбавлялся водой до плотности  $1,14 \text{ г/см}^3$ .

Температура закрепляющего раствора была около  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Количество пропускаемого через образец закрепляющего раствора составило 15 объемов самого образца, а скорость нагнетания не превышала  $13 \text{ см}^3/\text{мин}$ . После закрепления образцы выдерживались в течение 2-х суток в воздушно-влажностной среде (в эксикаторе), а затем испытывались на сжатие и на сдвиг (рис. 3).

Для измерения усилий при испытании образцов грунта на сжатие и сдвиг использовался образцовый динамометр ДОСМ-3-1 с индикатором часового типа ИЧ-10 I-го класса точности, график тарировки которого при нагружении и разгрузке показан на рис. 4. Результаты испытаний образцов грунта на одноосное сжатие представлены в табл. 1. Как видно из табл.1, сопротивление грунта осевому сжатию через двое суток после силикатизации увеличилось почти в 4 раза практически для всех образцов.



Рис. 3. Испытание закрепленных образцов грунта на сжатие и на сдвиг:

а – испытание на сжатие; б – испытание на сдвиг

Так как в практике строительства при расчете устойчивости грунтовых массивов используются параметры сопротивления сдвигу (угол внутреннего трения  $\varphi$  и сцепление  $C$ ), были проведены испытания на сдвиг в кинематическом режиме нагружения на сдвиговом приборе ВСВ-25.

Испытание грунта на сдвиговом приборе выполнены в соответствии с ГОСТ 12248-96 /3/. По результатам испытаний получены значения угла внутреннего трения  $\varphi$  и сцепления  $C$  для состояния грунта до и после силикатизации.

Таблица 1

Результаты испытаний грунта на одноосное сжатие

Состояние грунта	№ образца	Масса образца, г	Габариты образца, см			Плотность, г/см <sup>3</sup>	Показания динамометра, мм	Разрушающее усилие, кгс	Пределное сопротивление, кПа
			a	b	h				
Силикатизированный грунт									
влажное	1	67,92	3.5	3.5	3	1,85	0,42	61,74	504
влажное	2	50,43	3	2.9	3.2	1,81	0,33	48,51	557
влажное	3	69,84	3.5	3	3.6	1,85	0,38	55,86	532
Несиликатизированный грунт									
влажное	4	47,63	3	3	3	1,76	0,08	11,76	131

Отобранный грунт испытывали при нормальных напряжениях 100, 300, 500 кПа. Результаты испытаний образцов грунта на сдвиг до и после силикатизации представлены на рис. 5-7. По диаграмме предельного состояния грунта до силикатизации получено: угол внутреннего трения  $\varphi=17,5^\circ$ , удельное сцепление  $C=82,9\text{кПа}$  (рис. 5, б). После силикатизации, соответственно,  $\varphi=18,4^\circ$ ,  $C=115,7\text{кПа}$ .

а)

б)

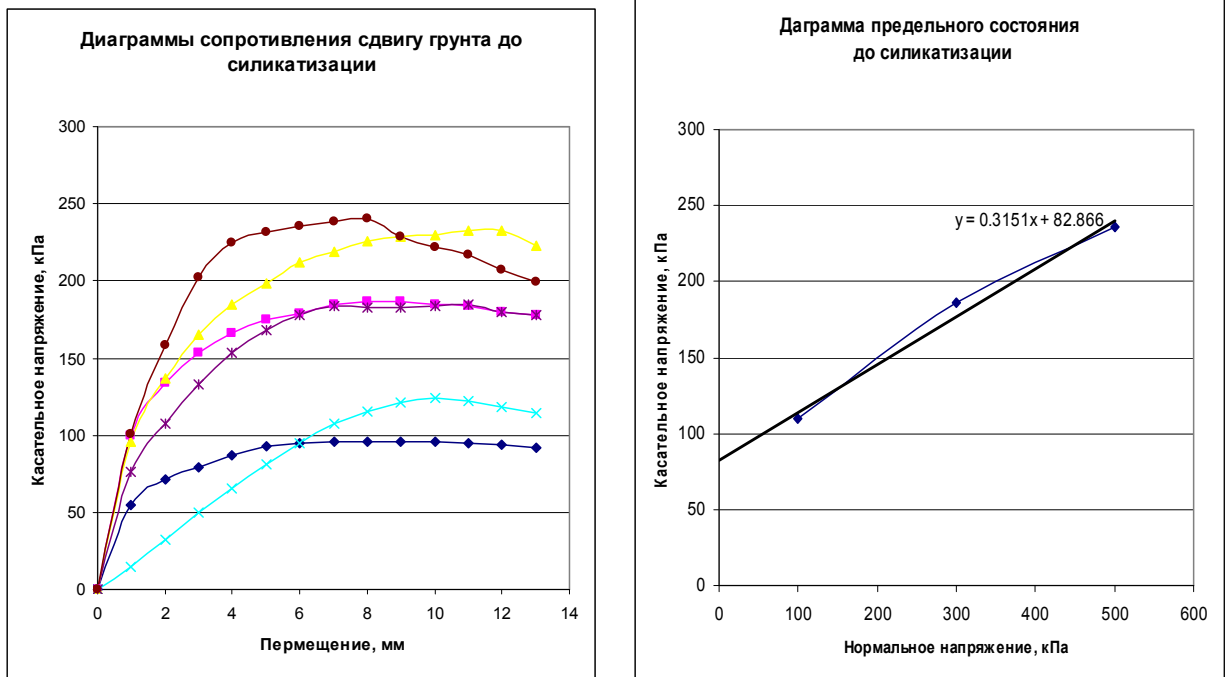


Рис. 5. Диagramмы сопротивления грунта сдвигу и предельного состояния до силикатизации

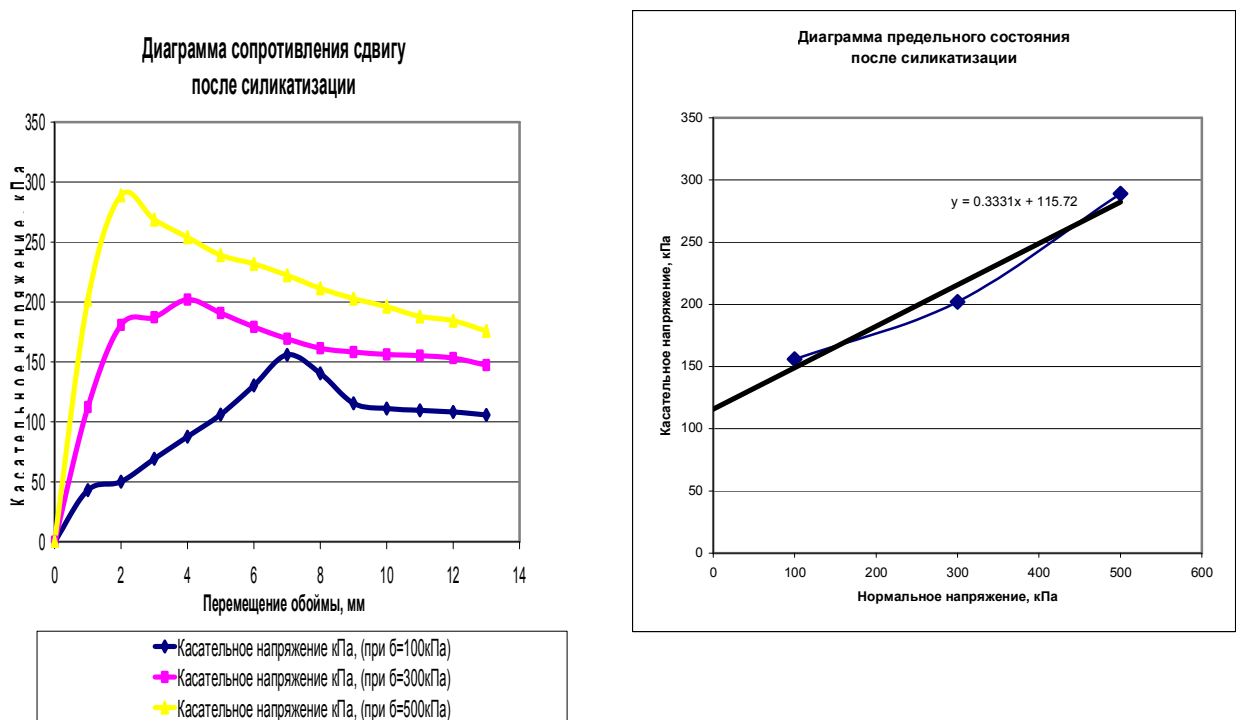


Рис. 6. Диagramма сопротивления грунта сдвигу и предельное состояние после силикатизации

Заметно увеличение угла внутреннего трения на  $1^\circ$  и удельного сцепления на 33 кПа.

В завершение к вышеизложенному можно сделать следующие выводы:

- лабораторными исследованиями лессового грунта I типа просадочности выявлено, что его механические характеристики могут быть улучшены способами однорастворной силикатизации;

- основными показателями процесса силикатизации являются изменения прочности и фильтрационной способности грунта. Сопротивление грунта одноосному сжатию через двое суток после силикатизации увеличилось (в 3-4 раза);

- способ однорастворной однокомпонентной силикатизации лессовых грунтов может быть применен в практике строительства в предгорных зонах г. Алматы.

### **Список литературы**

1. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве. – М.: Стройиздат, 1986.
2. ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.