

УДК 624.138.4

А.А.ГОРЮШКО, М.Ф.БРОНЖАЕВ, канд. техн. наук,

Т.В.МИШУРОВА, канд. техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

### **РЕЦЕПТУРА ХИМИЧЕСКОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ПО ОДНОРАСТВОРНОЙ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ РАСТВОРА СИЛИКАТА НАТРИЯ С ДОБАВКАМИ ГИДРООРТОФОСФАТА**

Рассматривается применение добавки гидроортофосфата в качестве отвердителя раствора силиката натрия при химическом закреплении лессовых просадочных грунтов по однорастворной двухкомпонентной технологии. Приводятся результаты подбора количественного соотношения компонентов силиказоля с применением силиката натрия различных плотностей.

Применение химических способов улучшения строительных свойств грунтов показало их эффективность при реконструкции зданий либо усилении фундаментов существующих сооружений. Это в значительной степени объясняется тем, что дает возможность проводить работы без прекращения эксплуатации здания.

Подавляющее большинство рецептов силикатизации грунтов были основаны на использовании неорганического полимера – силиката натрия. В дальнейшем разработка химических способов закрепления грунтов осуществлялась путем создания гелеобразующих растворов, которые представляли собой смесь раствора силиката натрия небольшой плотности с отверждающими растворами кислот и солей (KCl, NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) [1, 2].

Широкое применение в строительстве на просадочных лессовых грунтах получил способ силикатизации. В работах [3, 4] освещаются вопросы, касающиеся химического закрепления оснований, находящихся в сложных грунтовых условиях методом силикатизации.

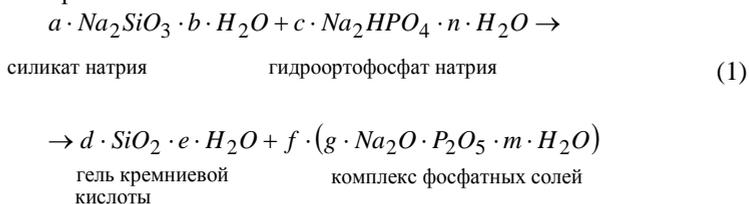
На данный период времени появилась необходимость в усовершенствовании существующих методов химического закрепления просадочных грунтов и повышении эффективности производимых работ (снижение стоимости путем применения более дешевых и доступных материалов, которые также отвечают предъявляемым к ним требованиям). Для этого была разработана рецептура химического закрепления грунтов по однорастворной двухкомпонентной технологии на основе раствора силиката натрия с добавками гидроортофосфата.

В отличие от песчаных грунтов, не обладающих значительной химической активностью, лессовые просадочные грунты являются химически активными. Солевой состав лесса позволяет использовать его в качестве второго реагента, коагулирующего силикатный рас-

твор, поэтому однорастворная силикатизация лесса по своему характеру является двухкомпонентным способом закрепления грунтов.

Лессы характеризуются высокой пористостью (до 55%), наличием макропор диаметром от 0,2 до 2,0 мм (5-30%), большим содержанием пылеватых частиц и малым содержанием глинистых частиц. Лесс содержит до 15% солевых образований в виде углекислого и сернокислого кальция, магния и др.

Разработанные рецептуры однорастворного способа силикатизации [1, 2] основаны на создании гелеобразующих растворов с малой вязкостью, которая должна сохраняться в течение всего времени нагнетания раствора в грунт. Продолжительность нагнетания зависит от проницаемости грунта в данной зоне распространения раствора. Следовательно, закрепляющие растворы должны обладать регулируемым временем гелеобразования (в данном случае применяемая отверждающая добавка обладает свойствами буферности). За время гелеобразования принимается период между моментом окончания введения отвердителя в основной раствор (или основного раствора в отвердитель) и моментом перехода приготовленной смеси из жидкого состояния в гелеобразное. При этом реакция гелеобразования выглядит следующим образом:



Кислые гелеобразующие смеси были получены путем добавления в отвердитель, представляющий собой кислую коагулирующую солевую добавку, силиката натрия плотностью  $\rho_c$  1,09 и 1,19 г/см<sup>3</sup>. При этом объем коагулирующей добавки принимался неизменным, а объем силиката натрия постоянно меняющимся.

Исследования по подбору состава силиката и отвердителя проводились следующим образом.

Для исследований было взято две группы стеклянных стаканов (по 10 шт.) емкостью 100 мл с целью замера объема каждого из составляющих. Далее в каждый из стаканов первой группы было налито по 100 мл раствора отвердителя, а другой – раствор силиката натрия, объем которого постоянно менялся (объемное отношение отвердитель/силикат менялось в интервале 1,0-2,5 для силиката плотностью

$\rho_c = 1,09$  г/см<sup>3</sup> и 2,5-5,0 для силиката плотностью  $\rho_c = 1,19$  г/см<sup>3</sup>). После этого в стаканы с раствором силиката натрия подливали раствор отвердителя. Время гелеобразования фиксировали с помощью секундомера. В случаях, когда объемное соотношение компонентов было минимальным, т.е. 1,0 для  $\rho_c = 1,09$  г/см<sup>3</sup> и 2,5 для  $\rho_c = 1,19$  г/см<sup>3</sup>, гелеобразование происходило мгновенно. При дальнейшем увеличении соотношения постепенно увеличивалось и время схватывания раствора, что можно увидеть на графиках (рис.1, 2), отображающих зависимости времени гелеобразования от объемного соотношения компонентов силикагеля для силиката натрия плотностью  $\rho_c$  1,09 и 1,19 г/см<sup>3</sup> соответственно.

При достижении показателя соотношения компонентов 2,0 при использовании силиката плотностью  $\rho_c = 1,09$  г/см<sup>3</sup> и 4,5 при  $\rho_c = 1,19$  г/см<sup>3</sup> кривая зависимости времени гелеобразования и объемного соотношения компонентов начала приближаться к вертикали. Это говорит о том, что дальнейшее увеличение показателя соотношения компонентов приведет к увеличению времени гелеобразования до такой степени, что гелеобразование может не наступить в течение длительного времени – более 600 мин. (рис.1, 2 – О/С 2,5 для  $\rho_c = 1,09$  г/см<sup>3</sup> и 5,0 для  $\rho_c = 1,19$  г/см<sup>3</sup>).

По данным построенных графиков (рис.1, 2) с помощью специализированной программы Curve Expert 1.3 были получены эмпирические формулы (2), (3), описывающие участки кривых в интервалах объемных соотношений компонентов 1,0-2,0 при использовании силиката натрия плотностью 1,09 г/см<sup>3</sup> и 2,5-4,5 при 1,19 г/см<sup>3</sup>, и построены графики зависимостей времени гелеобразования от объемных соотношений компонентов кислого силикагеля для различных плотностей силиката (рис.3, 4).

$$(O/C)^{1,09} = f_1(t_2) = at_2^3 + bt_2^2 + ct_2 + d ; \quad (2)$$

$$(O/C)^{1,19} = f_2(t_2) = at_2^3 + bt_2^2 + ct_2 + d , \quad (3)$$

где  $(O/C)^{1,09}$ ,  $(O/C)^{1,19}$  – показатели объемного соотношения компонентов – отвердителя и силиката натрия при плотности раствора силиката 1,09 и 1,19 г/см<sup>3</sup> соответственно;  $t_2$  – время гелеобразования получаемого раствора;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – числовые коэффициенты.

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены экспериментальные зависимости, позволяющие рассчиты-

вать величины объемных соотношений компонентов О/С при различных исходных плотностях растворов силиката натрия, что в свою очередь позволяет более точно определить другие параметры, необходимые для закрепления грунтов (время инъецирования, время смешивания, время на промывку оборудования), и предотвратить нежелательное схватывание раствора в оборудовании.

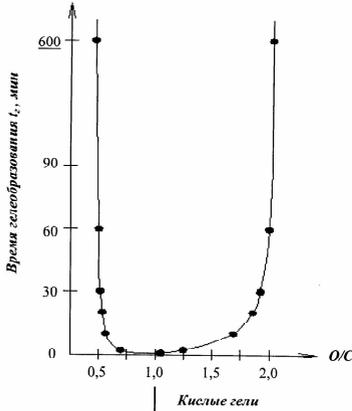


Рис.1 – Зависимость времени гелеобразования от соотношения компонентов вислого силикагеля для плотности силиката  $\rho_c=1,09 \text{ г/см}^3$

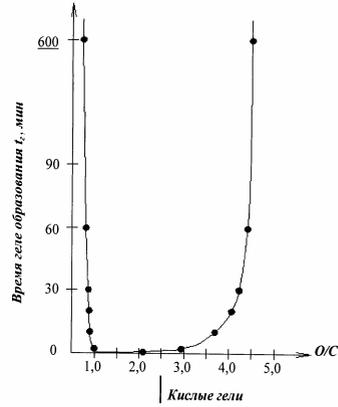


Рис.2 – Зависимость времени гелеобразования от соотношения компонентов вислого силикагеля для плотности силиката  $\rho_c=1,19 \text{ г/см}^3$

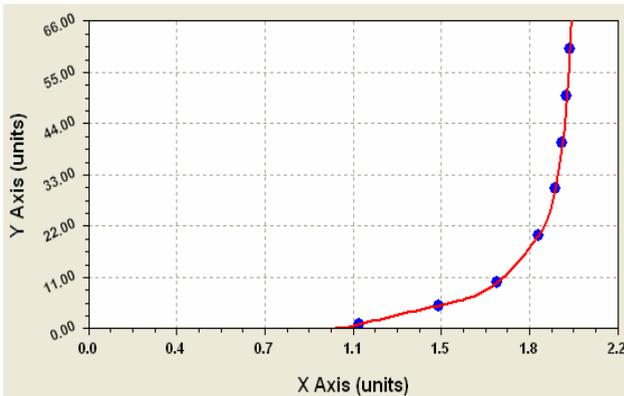


Рис.3 – Зависимость времени гелеобразования от объемных соотношений компонентов кислого силикагеля для плотности силиката натрия  $\rho_c=1,09 \text{ г/см}^3$

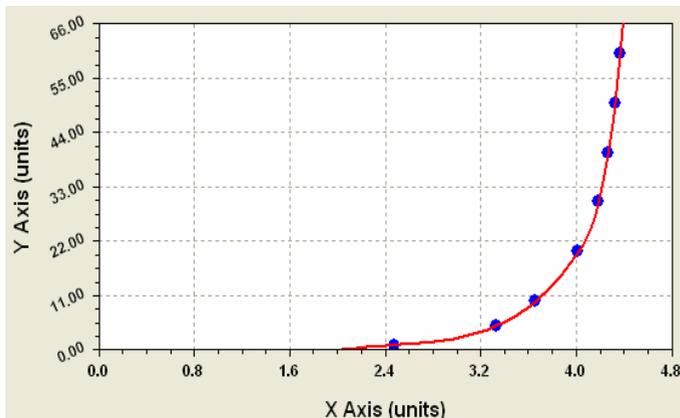


Рис. 4 – Зависимость времени гелеобразования от объемных соотношений компонентов кислого силикагеля для плотности силиката натрия  $\rho_c=1,19 \text{ г/см}^3$

Применяемая добавка дает возможность эффективно регулировать время гелеобразования крепящего раствора.

1.Ржаницын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. – М.: Стройиздат, 1986. – 263 с.

2.Соколович В.Е. Химическое закрепление грунтов. – М.: Стройиздат, 1980. – 118 с.

3.Бронжаев М.Ф. Метод расчета параметров химического закрепления грунтовых массивов, загрязненных фосфорнокислыми промстоками: Дисс... канд. техн. наук: 05.23.02. – Днепропетровск, 1997. – 179 с.

4.Мишурова Т. В. Закрепление песчаных оснований, загрязненных фосфорнокислыми промстоками, в условиях действующего производства: Дисс... канд. техн. наук: 05.23.02. – Днепропетровск, 2001. – 171 с.

Получено 09.09.2006

УДК 624.012.36

В.А.ПАНЧЕНКО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

И.В.ШУМАКОВ, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

## ТЕХНОЛОГИЯ СОПРЯЖЕНИЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Предлагается бесшварное стыковое соединение сборных железобетонных элементов, позволяющее повысить технологичность их монтажа.