

## ВЛИЯНИЕ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА СКОРОСТЬ НАБОРА ПРОЧНОСТИ ГРУНТОЦЕМЕНТА

**Градобоев Р.Ф. (магистрант)**

Научный руководитель – БОЙКО И.Л.

Кафедра «Геотехника и экология в строительстве» БНТУ

### **Аннотация**

Статья посвящена исследованию скорости набора прочности грунтоцемента в глинистых грунтах. Освещена изученность вопроса, описаны предполагаемая методика и оборудование для проведения исследований, ожидаемые результаты.

### **Введение**

Вопрос скорости набора прочности грунта при перемешивании его с цементом оказывается актуальным при изготовлении свай по технологии «Jet-Grouting», грунтовых анкеров, инъекционном закреплении грунтов и при изготовлении других геотехнических конструкций, при изготовлении которых происходит перемешивание цемента с окружающим грунтом. Оценка скорости набора прочности грунтоцемента позволяет правильно выбрать время возможного нагружения конструкций, что определяет время проведения испытаний и сроки возведения здания. Испытания конструкций из грунтоцемента при недостаточной его прочности приводит к занижению результатов несущей способности и деформативности, а, следовательно, перерасходу материалов.

Целью исследования является определение скорости набора прочности грунтобетона в глинистых грунтах различной консистенции и выявление зависимости между прочностью грунтобетона и показателем текучести  $I_L$  глинистого грунта.

### **Основная часть**

Исследования скорости набора прочности грунтоцемента в различных грунтовых условиях проводились многими авторами. Набор прочности стволов свай изготавливаемых с применением технологии «Jet-Grouting» исследовали: Малинин А.Г., Бройд И.И., Гладков

И.Л., Жемчугов А.А., Shui-Long Shen [1-5]. Прочность грунтоцемента изучалась исследователями Петраш О.В., Нестеренко Т. М., Засорин М.С., Зоценко М.Л. и др. [6-8]. В то же время в этих исследованиях уделено недостаточно внимания вопросу скорости набора прочности. Считается, что бетон набирает полную прочность в течение 28 суток (для нормальных условий твердения бетона). Однако в случае струйной цементации грунтов происходит твердение не чистого цементного раствора, а грунтоцементной смеси. Кроме того, реакция гидратации протекает при низкой температуре окружающей грунтовой среды. Перечисленные факторы приводят к тому, что грунтоцемент набирает прочность более продолжительное время, чем цементный раствор в нормальных условиях. Опыт изготовления конструкций с применением грунтоцемента в Беларуси показал, что процесс твердения его в глинистом грунте может протекать более месяца, причем даже по истечению этого срока грунтоцемент имел свойства геля.

К глинистым грунтам относятся тонкодисперсные образования, содержащие не менее 3% глинистых частиц и проявляющие набухаемость и пластичность при увлажнении. По своему составу они подразделяются на глины, суглинки и супеси. Большая часть глин и суглинков относится к слабопроницаемым или практически водонепроницаемым грунтам. Коэффициент фильтрации является основной характеристикой водопроницаемости грунтов. Значения коэффициента фильтрации для глинистых грунтов изменяется от  $10^{-3}$  до  $10^{-5}$  м/сут. На коэффициент фильтрации наиболее существенно влияют структурно-текстурные особенности грунта: гранулометрический состав, его однородность (неоднородность), форма, извилистость, размер пор и каналов, ширина раскрытия трещин, степень уплотнения, влажность, особенности фильтрующейся жидкости, а также условия фильтрации, в том числе температура.

Для исследования скорости набора прочности грунтоцемента сотрудниками кафедры разработана методика проведения экспериментов, способ оценки прочности материала, изготовлено оборудование для проведения эксперимента. Для изготовления образцов используются пластмассовые емкости диаметром 265 мм и высотой 490 мм, заполняемые глинистым грунтом соответствующей консистенции. Грунт-заполнитель уплотняется в процессе наполнения емкости. Образцы представляют собой цилиндры диаметром

100 мм и высотой 200 мм, что соответствует требованиям СТБ EN 12390-3-2012. Формируются цилиндры из цементного раствора при помощи обсадной трубы (извлекается до закрытия емкости). Определение скорости набора прочности будет проводиться посредством измерения прочности на сжатие образцов в заданные, в соответствии с требованиями СТБ EN 12390-1-2012; периоды времени: 3, 7, 14, 28, 60 суток. Последовательность проведения испытаний представлена на рисунке.

Срок испытания образцов, сут.	3	7	14	28	60
Суглинок тугопластичный $0,25 < I_L \leq 0,5$	<input type="checkbox"/>				
Суглинок мягкопластичный $0,5 < I_L \leq 0,75$			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Суглинок текучепластичный $0,75 < I_L \leq 1$	<input type="checkbox"/>				

**Рис.1 – Таблица последовательности проведения испытаний**

Результаты определения прочности предполагается заносить в таблицу, после чего составляются графики зависимости скорости набора прочности и влияние на нее влажности.

### **Заключение**

Предполагаемые результаты исследований влияния скорости набора прочности грунтоцемента в глинистом грунте различной консистенции позволят более достоверно определять время возможного нагружения конструкций, планировать сроки возведения здания и определять время проведения испытаний. Это исключит перерасход материалов и сократит сроки возведения объектов.

## Литература

1. Малинин, А.Г. Струйная цементация грунтов / А.Г. Малинин. – М.: Стройиздат, 2009. – 196 с.
2. Бройд, И.И. Струйная геотехнология: учеб. пособие / И.И. Бройд – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 448 с.
3. Малинин, А.Г. Экспериментальные исследования параметров струйной технологии в различных грунтовых условиях / А.Г. Малинин, И.Л. Гладков, Д.А. Малинин // Метро и тоннели. – 2010. – № 3.
4. Малинин, А.Г. Определение физико-механических свойств грунтоцемента в ходе натурных исследований. / А.Г. Малинин, А.А. Жемчугов, И.Л. Гладков // Известия ТулГУ. Науки о земле. – 2011. – № 1.
5. Shen, S.L. Jet grouting with a newly developed technology: The Twin-Jet method / S.L. Shen, Z.F. Wang, S. Horpibulsuk, Y.H. Kim // Engineering Geology – 2013. – Vol. 152, №1. – P. 87–95.
6. Петраш, О.В. Грунтоцементні палі, виготовлені за бурозмішувальною технологією: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.23.02 / О.В. Петраш; [Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка](#) – Полтава, 2013. – 21 с.
7. Нестеренко, Т.М. Грунтоцементні основи і фундаменти, які виготовлені з використанням вібрування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.23.02 / Т.М. Нестеренко; [Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка](#) – Полтава, 2013. – 21 с.
8. Засорин, М.С. Обоснование технологических параметров струйной цементации глинистых грунтов в подземном строительстве: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук: 25.00.22 / М.С. Засорин; Московский государственный горный университет – Москва, 2011. – 24 с.