Выбор метода преобразования лессовых грунтов Ростовской области с учетом различных факторов

И.Ю. Дежина

Значительная часть Ростовской области и районов Северного Кавказа застраиваемых территорий сложена лессовыми грунтами I и II типа по просадочности, различающихся по своим структурным особенностям, минералогическому составу, гранулометрическим и фильтрационным характеристикам, чувствительностью к проявлению просадочных деформаций при замачивании.

В условиях плотной городской застройки химические методы подготовки оснований могут оказаться единственно действенными [1,2,3,4].

Автором разрабатывается методика определения оптимальных параметров закрепленных лессовых оснований при воздействии различных факторов. Выбор критериев оптимальности зависит от применяемого способа технической мелиорации. Определяющим ограничением является расчет по II группе предельных состояний. Рекомендуется применение нелинейных механико-математических моделей расчета структурно-неустойчивых грунтов по деформациям.

Способом однорастворной и газовой силикатизации могут закрепляться лессовые грунты при степени влажности $S_r \leq 0,7$-$0,75$ и коэффициенте фильтрации $K \geq 0,2$ м/сут с емкостью поглощения не менее 10 мг•экв на 100 г грунта. При коэффициенте фильтрации $K < 0,1$ м/сут закрепление лессовых грунтов силикатизацией практически неосуществимо.

Более эффективным является режим нагнетания при равномерно возрастающем давлении (от 0 до 0,3 мПа) и объеме нагнетаемого раствора при одномерном плавном снижении его плотности с 1,26 по 1,09 г/см^3. Предельное давление нагнетания крепящих растворов в лессовых грунтах по данным многочисленных исследований составляет не более 0,5 мПа.

При закреплении грунта силикатизацией применяются различные конструктивные схемы.

Следует учитывать снижение прочности закрепляемого грунта за счет выщелачивания SiO_2(до 30-40%) при замачивании закрепленных массивов в процессе эксплуатации сооружения.

В ряде случаев достаточно эффективным, в т.ч. и в водонасыщенных грунтах, оказывается метод цементации (механическое перемешивание грунта оптимального гранулометрического и минералогического состава; буросмесительная технология).

Установлены характерные показатели лессовых грунтов , в наибольшей степени влияющие на режим закрепления: плотность раствора силиката натрия, время нагнетания , объем раствора, максимальное давление нагнетания, максимальный радиус закрепления , нормативное сопротивление закрепленного грунта основания, кинетика гидратации цемента, процессы структурообразования цементогрунта [5].

Использование интенсивных технологий приготовления бетонных смесей и растворов (предварительная активация вяжущего в диспергаторе при температуре воды затворения 55-65°, использование различных добавок, заменителей цемента пластификаторов и суперпластификаторов) позволяет получить бетоны со специальными свойствами (литые бетоны с СП с осадкой конуса 18-20 и более см, высокопрочные бетоны класса не менее В40 и т.д.) без заметного перерасхода вяжущего.

В последние годы в продаже появились различные сорта импортных высокоактивных тонкодисперсных цементов, например, “Микродур” с максимальным диаметром частиц в зависимости от сорта от 6 до 24 мк (удельная поверхность, соответственно, 19000-8000 $см^2/г$) [6,7].

Для возможности инъекционного закрепления грунта цементные или любые другие тампонажные растворы должны отвечать определенным условиям. Раствор будет проникать в поры грунта, если диаметр частиц суспензии будет в 4-5 раз меньше диаметра пор грунта, или в 35-45 раз

меньше среднего размера частиц грунта. Наиболее ходовые поры в лессовых грунтах – это активные поры диаметром больше 20 мк, количество которых составляет от 20 до 50% общей пористости грунта. Растворопроводящими (активная пористость) являются поры размером больше 0,01 мм. Значения активной пористости и коэффициента фильтрации, соответственно, составляют: в лессах $n_a \geq 0,43$ (от общей пористости), $К_ф$=0,8-1 м/сут; в лессовых супесях и легких суглинках $n_a \geq 0,35$-0,43, $К_ф$=0,4-1 м/сут; в лессовидных средних и тяжелых суглинках $n_a \geq 0,3$-0,42, $К_ф$=0,1-0,7 м/сут.

Геометрический критерий еще не определяет гарантии качественного закрепления грунта. Должны соблюдаться требования к структурным особенностям, вещественному составу, влажности и т.д., способствующие фильтрации.

При бурении скважин происходит уплотнение грунта вокруг инъектора и возникает фильтрационный эффект, в значительной степени зависящий от влажности . При увеличении влажности от 0,06 до 0,19 коэффициент фильтрации снижается в 5-10 раз.

Оптимальная вязкость раствора силиката натрия при давлении 0,3-0,4 мПа должна составлять не более 3-5 сантипуаз, при плотности раствора силиката натрия в пределах ρ=1,1-1,2 г/см^3. При нагревании воды до 60-65° вязкость воды уменьшается в 2,5 раза по сравнению с температурой 15°С.

Аналогичная картина наблюдается при использовании тампонажных растворов с использованием цемента.

Вязкость обычного цементного раствора при В/Ц =0,5 в сотни раз превышает оптимальную вязкость раствора силиката натрия, рекомендуемую для закрепления лессового грунта инъекционным способом.

Вязкость цементных тампонажных растворов может быть значительно снижена при использовании современных интенсивных технологий приготовления цементных смесей (использование высокоскоростных смесителей-активаторов, ПАВ, добавок, пластификаторов,

суперпластификаторов, тампонажных растворов с В/Ц=5-10, высокоактивных тонкодисперсных вяжущих).

Возможно на два порядка и более снижать вязкость раствора при вибрации в сочетании с введением ПАВ (СДБ).

В действующих нормативных документах при решении вопроса о выборе способа химического закрепления грунта определяющим является значение коэффициента фильтрации, который фактически заменяет собой геометрический критерий и понятие вязкости.

Выбор метода закрепления зависит от формы закрепляемой зоны.

Автором на основании вариационных принципов механики конструктивно-нелинейных систем и теории адаптивной эволюции механических систем [8] разработана методика определения рациональной формы закрепленного фундамента [9]. Особенностью разработанной модели является повышение несущей способности, устойчивости, расположения в грунте зоны закрепления с большей степенью точности. Для определения напряженно-деформированного состояния в основании зданий и сооружений разработаны программы на языке APDL в программной среде ANSYS [10].

Литература:

1.Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01-83). – М.:Стройиздат, 1986. – 129 с.

2.Кочерга В.Г. , Зырянов В.В, Ланко А.В. Применение гидрофобизированныхтцементогрунтов в нижних слоях дорожной одежды.[Электронный ресурс] // “ Инженерный Вестник Дона ”, 2012 г., N2. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/853(доступ свободный) –Загл. с экрана. – Яз.рус.

3. Исаев Б.Н., Бадеев С.Ю., Логутин В.В, Кузнецов М.В. Проектирование оснований, усиленных структурнымиармоэлементами из цементогрунта. [Электронный ресурс] // “ Инженерный Вестник Дона ”,

2011г.,N1.– Режим доступа: http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/336 (доступ свободный) –Загл. с экрана. – Яз.рус.

4. Arrua P., Aiassa G., Eberhardt. Loess Soil Stabilized with Cement for Civil Engineering Application. [Electronic resource] // “Iternational Journal of Eath Sciences and Engineering”, February 2012, P.P.10-17.- Access mode: http://cafetinnova.org/wp-content/uploads/2013/05/02050102.pdf- The title from the screen. – English language.

5.Шевченко Л.М. Закрепление лессовых грунтов нарушенной структуры методом силикатизации [Текст]: дис.канд.техн.наук: 05.23.02: защищена : утв. /Ананьев Всеволд Петрович - Ростов н/Д, 1984.-192 с. –Библиогр.: С.165-185. -

6.Tausch,N.; Teichert, H.-D.: InjektionenmitFeinstbindemitteln-ZumEindring verhalten von Suspensionenmit Mikrodurin Lockergestein. 5. Christian-Veder-Kolloquium “NeueEntwicklungen in der Baugrundverbesserung”, 26/27.April 1990, Graz.

7. Пербикс В., Рудерт Ф., Харченко .Производство и применение особо тонкомолотых цементов в строительстве.//В кн. “Эффективные технологии и материалы для стеновых и ограждающих конструкций”. – Ростов н/Д, РГАС, 1994.-с.188-199.

8. Васильков Г.В. Теория адаптивной эволюции механических систем. – Ростов н/Д: Терра-Принт,2007. – 248 с.

9.Дежина И.Ю. Определение рациональной формы фундамента с применением современных компьютерных технологий.//Журнал “Развитие городов и геотехническое строительство”, N14, 2012 г. – 263-265 с.

10. Российская федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ N2012660504 “Определение оптимальной формы фундамента с использованием программной среды ANSYS”.Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2012 г.