

## ГРУНТОВЫЕ УСЛОВИЯ НИГЕРИИ

*Алхассан М., Адеджумо Т. В.*  
(научный руководитель Бойко И. Л.)  
БНТУ, Минск, Беларусь

### *Аннотация*

*Приведены характерные для Нигерии грунтовые условия, описаны основные строительные свойства наиболее широко представленных на территории страны грунтов, механизмы их образования, дана оценка грунтов как оснований зданий и сооружений, описаны их физико-механические характеристики.*

### *Введение*

В климате Нигерии выделяются влажные и сухие (междождевые) периоды года. Сезонные дожди формируются под влиянием юго-западных муссонных ветров с моря и теплого сухого пыльного северо-восточного пассата, называемого «гаматтан», со стороны пустыни Сахара. Геоморфология грунтов Нигерии и четвертичная история их формировалась под влиянием интенсивности и периодичности дождей.

Грунты Нигерии сложены осадочными и кристаллическими породами, распределенными по территории страны в почти равных пропорциях [1–5].

Климатические условия тропического региона определяют формирование осадочных грунтов, образование которых происходит в основном путем процесса химического выветривания магматических, осадочных и метаморфических горных пород. Имеют место и процессы физического выветривания. Выветренные перемещенные материалы образуют элювиальные отложения. В этом регионе в конечных продуктах выветривания часто присутствует оксид железа. Он придает красноватую, коричневатую и желтоватую окраску грунтам, обычно называемым «латеритами» [1]. Наиболее распространены в Нигерии глинистые грунты.

Часто встречающимися элювиальными грунтами Нигерии являются суглинки и глины, содержащие оксиды железа и феррасолы, имеющие схожие физико-механические характеристики.

Влияние на свойства элювиальных грунтов как оснований фундаментов оказывает не только состав их материнских (коренных) пород, но и текстура, состоящая из различных слоев, залегающих почти параллельно поверхности земли. Эти горизонты генетически связаны и отражают процессы выветривания. Текстура элювиальных грунтов является важным аспектом, оказывающим значительное влияние на строительные свойства грунтов основания. Геологические разрезы отражают степень выветривания грунтов по глубине начиная от коренных пород к умеренно и чрезвычайно выветренным породам и заканчивая полностью выветренными породами, растительными грунтами и гумусом верхнего слоя почвы (рис. 1).

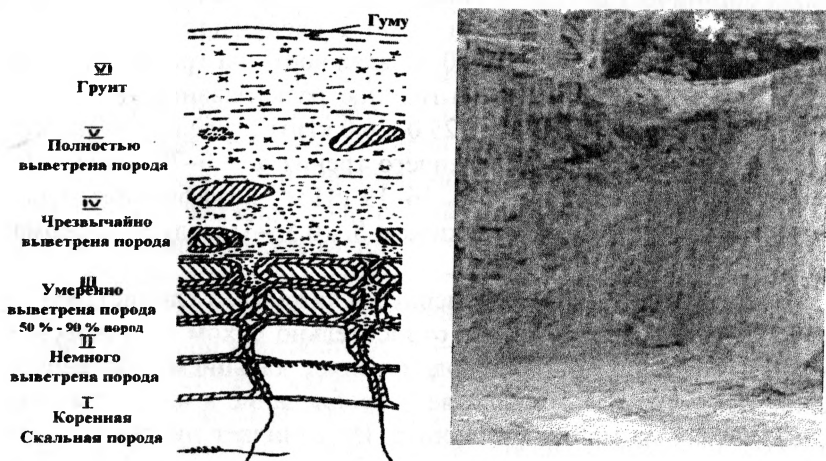


Рис. 1. Типичный геологический разрез для тропического климата Нигерии

Делювиальные грунты (слаборазвитые и гидроморфные) наиболее широко распространены в Нигерии вдоль берегов рек, и прибрежных районах.

В северо-восточной части страны в прибрежной зоне озера Чад встречаются относящиеся к тропическим элювиальным грунтам вертисоли, отличительная способность которых значительно набухать или уменьшаться в объеме при изменении влажности.

На территории страны можно выделить четыре группы грунтов: – слабые грунты (слаборазвитые и гидроморфные);

- вертисоли (значительно изменяющие объем при изменении влажности);
- ферралитические грунты (суглинки и глины, с достаточной несущей способностью);
- железистый тропический грунт (с высокой несущей способностью).

Слабые грунты распространены вдоль рек и в прибрежной зоне океана. Представлены кварцевыми песками в смеси с глинами, состоящими из каолинита и гидрослюды. Такие грунты имеют высокую пластичность и невысокую прочность, что ограничивает их использование в качестве основания плитных фундаментов. Исследование органических глин в районе Лагоса показало, что их физико-механические характеристики лежат в следующих пределах: природная влажность  $W = 15\text{--}120\%$ ; влажность на границе текучести  $W_L = 20\text{--}150\%$ ; влажность на границе раскатывания  $W_p = 10\text{--}50\%$ ; удельный вес частиц  $\gamma_s = 25,0\text{--}26,0 \text{ кН/м}^3$ ; удельное сцепление  $C = 3,0\text{--}31,0 \text{ кПа}$ ; угол внутреннего трения  $\varphi = 0\text{--}7^\circ$ ; удельный вес при природной влажности  $\gamma_b = 16\text{--}19 \text{ кН/м}^3$ ; коэффициент пористости  $e = 0,65\text{--}1,2$ ; степень влажности  $S_r = 0,55\text{--}1$ ; модуль деформации  $E = 6\text{--}16 \text{ МПа}$ .

Вертисоли представлены черными тяжелыми глинистыми грунтами, сформировавшимися в относительно сухом саванновом климате и состоящими из пород, богатых кальцием. Механические свойства вертисолей определяет преобладание в их составе глинистых частиц из монтмориллонита. Их отличает низкая водопроницаемость, высокая пластичность, набухание и усадка. При исследовании вертисолей северо-восточной Нигерии были определены следующие пределы физико-механических характеристик: природная влажность  $W = 8\text{--}40\%$ ; влажность на границе текучести  $W_L = 78\text{--}93\%$ ; влажность на границе раскатывания  $W_p = 21\text{--}31\%$ ; показатель текучести  $I_L = 47\text{--}2\%$ ; удельное сцепление  $C = 120\text{--}220 \text{ кПа}$ ; угол внутреннего трения  $\varphi = 4\text{--}12^\circ$ ; линейные деформации набухания –  $11\text{--}21\%$ ; удельный вес частиц  $\gamma_s = 25,0\text{--}25,6 \text{ кН/м}^3$ ; набухание без приложения нагрузки –  $50\text{--}90\%$ ; давление набухания –  $120\text{--}130 \text{ кПа}$ ; удельный вес при природной влажности  $\gamma_b = 19\text{--}21 \text{ кН/м}^3$ ; коэффициент пористости  $e = 0,35\text{--}1,3$ ; степень влажности  $S_r = 0,5\text{--}1$ ; модуль деформации  $E = 7\text{--}18 \text{ МПа}$ .

Использование вертисолей в качестве основания фундаментов приводит к недопустимым деформациям, появлению трещин в надземных конструкциях и развитию аварий зданий и сооружений даже при применении конструктивных мер, компенсирующих неравномерность осадок. В силу этого вертисоли в основании фундаментов заменяются другими грунтами с хорошими строительными свойствами, либо прорезаются сваями.

Железистые и ферралитические грунты широко распространены в Нигерии и относятся к надежным основаниям. Это, как правило, плотные элювиальные глинистые грунты, в которых с увеличением глубины происходит постепенный переход от полностью выветренного грунта к коренной породе. Их обычно называют красным тропическим грунтом и считают хорошим основанием. Они являются грунтами средней пластичности и не подвержены набуханию и усадке благодаря составу слагающих их минералов. При исследовании железистых и ферралитических грунтов Нигерии следующие пределы физико-механических характеристик были определены: природная влажность  $W = 6,55-38 \%$ ; влажность на границе текучести  $W_L = 36-50 \%$ ; влажность на границе раскатывания  $W_p = 18-44 \%$ ; показатель текучести  $I_L = 6-26 \%$ ; удельный вес частиц  $\gamma_s = 25,3-27,0 \text{ кН/м}^3$ ; удельное сцепление  $C = 24-140 \text{ кПа}$ ; угол внутреннего трения  $\varphi = 18-26^\circ$ ; удельный вес при природной влажности  $\gamma_b = 17-21 \text{ кН/м}^3$ ; коэффициент пористости  $e = 0,5-0,8$ ; степень влажности  $S_r = 0,3-1$ ; модуль деформации  $E = 8-29 \text{ МПа}$ . Предельное давление, для такого грунта, составляет  $240-310 \text{ кПа}$ , а при большом содержании латеритового гравия до  $500 \text{ кПа}$ .

### **Вывод**

– инженерно-геологические условия Нигерии представлены различными грунтами, строительные свойства которых меняются в значительных пределах;

– на территории страны можно выделить четыре основные группы грунтов: слабые (слаборазвитые и гидроморфные); вертисоли (значительно изменяющие объем при изменении влажности); ферралитические (суглинки и глины, с достаточной несущей способностью); железистые тропические грунты с высокой несущей способностью;

– на строительные свойства грунтов решающее влияние оказали состав горных пород, из которых они сформировались, климат и рельеф местности, структура и текстура грунта;

– в связи со значительным разнообразием строительных свойств грунтов при проектировании и строительстве зданий и сооружений на территории страны следует выбирать тип и конструкции фундаментов, обеспечивающих надежную эксплуатацию зданий и наименьшие затраты на их устройство.

### *Литература*

1. Durotoye, B. Geomorphology and Quaternary Deposits of Nigeria / B. Durotoye // Tropical Soils of Nigeria in Engineering Practice /edited by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam, 1983. – P. 1–17.
2. Rahaman, M. A. Sedimentary and crystalline rocks of Nigeria / M. A. Rahaman, S. Malomo // Tropical Soils of Nigeria in Engineering Practice /edited by S. A. Ola – A. A. Balkema- Rotterdam, 1983. – P. 18–38.
3. Shitta, K. A. Lithostratigraphy of Nigeria-Review / K. A. Shitta: Proceedings of 32<sup>nd</sup> seminar on Engineering Geothermal Reservoir, Stanford University – Stanford, California – 2007. – P. 1–9.
4. McCurry, P. A General Review of the Geology of the Precambrian to Lower Palaeozoic Rocks of Northern Nigeria/ P. McCurry, // Geology of Nigeria-2<sup>nd</sup> edition / edited by C. A. Kogbe. Abiprint & Pak Ltd. Ibadan, Nigeria, 1989. – P. 13–38.
5. Rahaman, M. A. Review of the Basement Geology of Southwestern Nigeria / M. A. Rahaman // Geology of Nigeria -2<sup>nd</sup> edition / ed. by C. A. Kogbe. Abiprint & Pak Ltd. Ibadan, Nigeria, 1989. –P. 39–56.

## **ВЫСОКОНАПОРНАЯ СТРУЙНАЯ ЦЕМЕНТАЦИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

*Аль-Хаснави Р. М.*

(научный руководитель Бойко И. Л.)  
БНТУ, Минск, Беларусь

### *Аннотация*

*В докладе рассматриваются возможности оборудования для инъекционного упрочнения грунта по технологии «Jet grouting method». Приведены примеры применения данной технологии на ряде объектов в городе Минске.*