

13. Neuts M.F. Structured stochastic Matrices of M/G/1 Type Applications / N. Y.k: Marcel Dekker, 1989.
14. Lucantoni D.M. New results on the single server queue with a batch Markovian arrival process // Commun. Stat. Stochastic Models. – 1991. – Vol. 7. – P. 1–46.
15. Grahan A. Kronecker Products and Matrix Calculus with Applications / Chichester: Ellis Horwood Ltd., 1981.
16. Neuts M.F. Markov chain with applications in queueing theory, which have a matrix-geometric invariant probability vector // Adv. Appl. Probab. – 1978. – Vol. 10. – P. 185-212.
17. Скороход А.В. Теория вероятностей и случайных процессов / Киев: Высш. шк., 1980.

УДК 624.131

Пойта П.С.

ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ПРИ ДЕЙСТВИИ ИНТЕНСИВНЫХ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

Все механические методы интенсивного ударного уплотнения грунтовых оснований направлены на повышение плотности грунтов. При уплотнении грунтов происходит нарушение их естественной структуры. Последствия уплотнения при действии интенсивных ударных нагрузок неоднозначны, ибо, в одних случаях, при увеличении плотности грунтов их деформируемость уменьшается, а в других случаях, нарушение структуры приводит к разрушению структурных связей, что приводит к снижению прочности грунта.

Структурные связи по происхождению и условиям возникновения многообразны и в значительной мере определяют механические свойства грунтов, и в особенности связных, обладающих сцеплением. Особенности структуры грунтов и природы связей между частицами исследовали: П. А. Ребиндер, Н. Я. Денисов, Б. Ф. Рельтов, В. И. Осипов и др. [1, 2, 3, 4, 5].

Для практических целей данной работы достаточно выделить две категории структурных связей, не углубляясь в вопросы природы их происхождения: связи, восстанавливающиеся после разрушения структуры грунта полностью либо частично, либо полностью невосстанавливающиеся связи. Следует отметить, что процесс восстановления связей может быть растянут во времени. В связи с этим, автором были выполнены исследования физико-механических свойств песка пылеватого и пластичной супеси до и после воздействия ударными нагрузками в течение длительного периода времени после завершения уплотнения. Результаты исследований приведены на рис.1.

Анализ полученных данных показывает, что модуль деформации песка пылеватого до уплотнения равен 10.0...11.0 МПа, а супеси пластичной 4.5...5.2 МПа. Значение коэффициента пористости, соответственно, 0.71 и 0.77. Эти же показатели через две недели после завершения уплотнения грунтов на опытной площадке были равны, соответственно: $E=21.2$ МПа и $E=16.4$ МПа; $e=0.53$ и $e=0.49$.

Таким образом, в результате уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками в значительной степени увеличилась их плотность: для песка пылеватого в 1.34 раза, для супеси пластичной в 1.57 раза. Модуль деформации для песка пылеватого возрос более чем в 2 раза, для супеси пластичной – почти в 3.3 раза. Следует отметить, что данные по коэффициенту пористости и модулю деформации, полученные с определенным временным интервалом в течение шести лет показали, что плотность грунтов практически не меняется, а модуль деформации увеличивается с ростом давности завершения опытного уплотнения. Модуль деформации шестилетней давности для песка пылеватого выше первоначального значения в 2.4 раза, и в 1.16 раза для только что уплотненного грунта. Для супеси пластичной этот рост более заметен и составил, соот-

ветственно, 4.76 и 1.46 раз. Этот факт позволяет сделать вывод, что с увеличением давности завершения работ по уплотнению, в грунтах происходят процессы, приводящие к снижению их деформируемости. Это можно объяснить следующими явлениями.

При высоких давлениях, возникающих в условиях ударного уплотнения, происходит сближение частиц грунта и наблюдается сжимаемость жидкости совместно с микропузырьками газа. Следует отметить, что существующее представление о водонасыщенном грунте, как о практически несжимаемой под действием кратковременных нагрузок среде, которое следует из допущения К. Терцаги [6] о несжимаемости поровой жидкости здесь не правомерно, ибо оно было использовано для решения задач консолидации грунта при невысоких (относительно динамических напряжений при ударе) нагрузках, т.е. оно правомерно лишь для ограниченного класса задач.

Когда расстояние между частицами грунта равно двойной толщине диффузного слоя, тогда достаточно ярко проявляется сопротивление их дальнейшему сближению в следствие наличия сил отталкивания между одноименно заряженными диффузными слоями. Однако если преодолеть это сопротивление, то при дальнейшем сближении этих частиц, появляются силы молекулярного взаимодействия непосредственно между твердыми частицами (силы притяжения – Ван-дер-Ваальсовы силы).

Таким образом, при сближении мельчайших частиц одновременно действуют силы отталкивания и притяжения, поэтому связность грунта создается в результате преодоления молекулярными силами сил отталкивания диффузных слоев. Естественно, что чем ближе друг к другу частицы и меньше разделяющая их пленка связанной воды, т.е. чем плотнее грунт, тем прочнее молекулярные структурные связи. В результате глинистые коллоидные частицы, обволакивая более крупные частицы и «склеиваясь» между собой и с крупными частицами под действием молекулярных сил, создают сложную структуру глинистых грунтов. Важной особенностью таких водно-коллоидных структурных связей является то, что после их разрушения они при сближении частиц частично или полностью восстанавливаются. Их величина и период восстановления зависят от размера частиц и содержания пылегато-глинистых фракций. Эти связи Н. Я. Денисов назвал первичными.

С течением времени в контактах между частицами грунта образуются вторичные связи. Или могут быть менее прочные и водостойкие связи, образуемые гипсом, кальцитом, и более прочные и водостойкие, такие, как оксиды железа, кремния и др. Если величина первичного сцепления определяется плотностью грунта, то сцепление уплотнения определяется величиной цементонесных связей.

*Пойта Петр Степанович, к.т.н., профессор каф. оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии, ректор Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

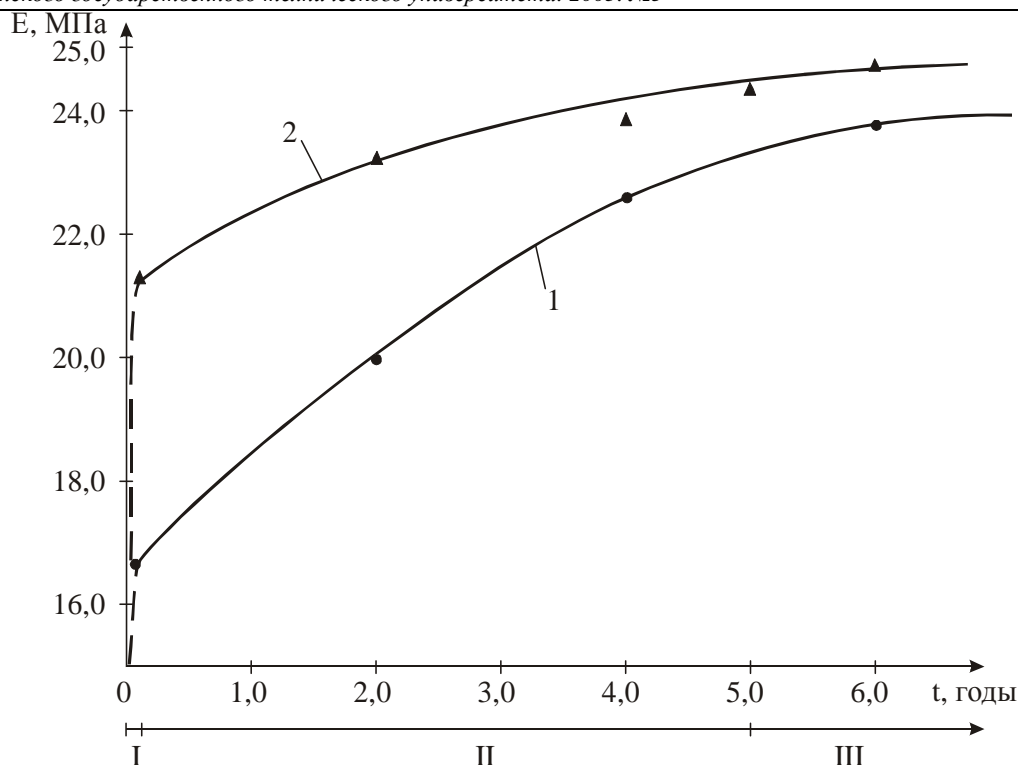


Рис. 1. Изменение модуля деформации уплотненного грунта в зависимости от давности работ по их уплотнению: 1 – супесь пластичная; 2 – песок пылеватый.

Таким образом, после завершения уплотнения грунта ударными нагрузками при выравнивании порового давления в нем весьма интенсивно развиваются первичные связи, а затем, в зависимости от минералогического состава в большей или меньшей степени развивается сцепление упрочнения. В общем, процесс формирования структуры уплотняемого и уплотненного грунта можно свести к следующим основным стадиям:

- стадия разрушения существующей структуры, соответствующая периоду производства работ по уплотнению грунтов;
- стадия формирования структуры уплотненного грунта, соответствующая периоду выравнивания влажности по всей мощности уплотняемого слоя;
- стадия упрочнения, соответствующая периоду восстановления структурных связей в грунтах.

Выводы:

1. Выполненные экспериментальные исследования изменения механических свойств грунтов, уплотненных интенсивными ударными нагрузками, выявили увеличение модуля деформации в зависимости от давности работ по уплотнению.

2. Процесс формирования структуры уплотненного грунта не завершается с окончанием работ по уплотнению, а является более длительным во времени.
3. Прочность структурных связей уплотненных грунтов зависит от плотности грунта, содержания пылеватоглинистых фракций, минералогического состава.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Денисов Н. Я., Рельтов Б. Ф. Влияние некоторых физико-химических процессов на прочность грунтов. В кн.: Доклады к международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению. – М.: 1961. - 424с.
2. Денисов Н. Я., Ребиндер П. А. О коллоидно-химической природе связности глинистых пород. // Доклады АН СССР. – 1946. – Т.У. – с. 127 – 134.
3. Денисов Н. Я. Природа прочности и деформаций грунтов. – М.: Стройиздат, 1972. – 280с.
4. Цытович Н. А. Механика грунтов. – М.: Госстройиздат, 1963. – 636с.
5. Осипов В. И. Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород. – М.: 1979 – 221с.
6. Терцачи К. Теория механики грунтов. – М.: 1961 – 356с.

УДК 624.131.22

Пойта П.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА УПЛОТНЕННОЙ ЗОНЫ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ДИНАМИЧЕСКОМ УПЛОТНЕНИИ ГРУНТОВ

Выполненные экспериментальные исследования уплотнения грунтов тяжелыми трамбовками позволили установить, что размеры зоны уплотнения зависят от ряда факторов: диаметра трамбовки, энергии удара, формы подошвы трамбовки, первоначального состояния уплотняемого грунта, напластование слоев грунта (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что при проведении опытных работ были использованы трамбовки различных диаметров, которые применялись в различных инженерно-геологических условиях. Различие в энергии удара так же было довольно существенным: от 98 тм до 625тм. [1, 2, 3, 4].