

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Габибов Ф.Г.

Азербайджанский научно-исследовательский институт
строительства и архитектуры
г. Баку, Азербайджан

АННОТАЦИЯ: В статті розглянуто нові технології механічного усунення просадних властивостей ґрунтів. Запропоновано нові конструкції трамбувальних снарядів, виконаних із застосуванням утилізованих металокордних покришок у вигляді тіл з постійною шириною при зсуненому вниз центрі ваги (тіло Майснера, конус Рело). При ущільненні методом трамбовки запропоновано захисний екран.

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрены новые технологии механического устранения просадочных свойств грунтов. Предложены новые конструкции трамбовочных снарядов, выполненных с использованием утилизированных металлокордных покрышек и виде тел с постоянной шириной при смещенном вниз центре тяжести (тело Майснера, конус Рело). При уплотнении методом трамбовки предложен защитный экран.

ABSTRACT: New technology of mechanical demolishing subsiding properties of soil is considered in the article. New constructions of ramming beetles made by means of utilized metal cord tyres as a body with constant width and the gravity replaced centre down (Maysner's body, Relo's coin) are offered. Under compressing by means of ramming the protecting screen is offered.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: просадочный, грунт, метод, строительный, покрышки, механический.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем геотехники структурно-неустойчивых грунтов является достижение надежного и экономичного проектирования и устройства оснований и фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах.

Исследованиям закономерностей формирования просадочных свойств, просадочных деформаций и разработке эффективных методов проектирования и строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах посвящено значительное количество научных публикаций, среди которых можно отметить капитальные монографии Абелева Ю.М. и Абелева М.Ю. [1], Денисова Н.Я. [2], Мавлянова Г.А. [3], Ананьева В.П. [13], Кригера Н.И. [4], Крутова В.И. [5], Рахматуллаева Х.Л. [6], Трофимова В.Т. [15], Литвинова И.М. [7], Клепикова С.Н., Трегуба А.С., Матвеева И.В. [8], Мустафаева А.А. [9], Фролова Н.Н. [10], Алиева С.К. [11], Габибова Ф.Г. [12] и других.

Многочисленные методы улучшения свойств и управления просадочностью массивов лессовых грунтов разработаны Ананьевым В.П. [13], Воронкевичем С.Д. [14] и Трофимовым В.Т. [15]. Габибов Ф.Г. [16] расширил классификацию Трофимова В.Т., дополнив ее альтернативными, широко не применяемыми способами уплотнения и закрепления просадочных грунтов. Кроме этого была дополнена геотехническая группа методов технической мелиорации просадочных грунтов.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАМБОВОК ИЗ ОТХОДОВ

Способ поверхностного уплотнения тяжелыми трамбовками чаще всего используется для устранения просадочных свойств грунтов, залегающих слоем толщиной до 5 м, и применим при степени влажности грунта не более 0,7.

При соприкосновении падающего груза с поверхностью грунта наблюдаются следующие деформации:

а) взрывление грунта в пределах некоторого слоя у поверхности в месте контакта грунта с рабочей поверхностью падающего груза;

б) общее понижение поверхности грунта в пределах следа падающего груза вследствие деформации уплотнения грунта в некотором объеме массива грунта основания.

Взрывление грунта у поверхности происходит вследствие возникающего динамического напряжения в грунте на контакте с падающим грузом за период времени Δt .

Напряжение в грунте от действия удара падающего груза составляет

$$\sigma = \frac{Q}{g} \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{F\Delta t} = \frac{Q}{\sqrt{g}} \cdot \frac{\sqrt{2H}}{F\Delta t}, \quad (1)$$

где g – ускорение силы тяжести;

H – высота подъема трамбуемого груза;

F – рабочая площадь трамбовки;

Q – вес трамбовки.

Из формулы (1) видно, что напряжение в грунте на контакте с падающим грузом (трамбовкой) зависит от веса падающего груза, от его рабочей площади, высоты сбрасывания и продолжительности удара.

Уплотнение тяжелыми трамбовками в основном рекомендуется при строительстве на просадочных лессовых грунтах I типа. Это существенно снижает величины возможных просадок или даже полностью устраняет просадочность от нагрузки фундаментов в пределах деформируемой зоны.

Трамбование при II типе просадочных грунтов необходимо сочетать с другими способами, позволяющими устранять просадочность в нижележащих слоях лессовых просадочных толщ.

Наиболее надежны в работе трамбовки в виде усеченного конуса с круглым поперечным сечением. С экономической точки зрения интересным для изготовления трамбовок является использование в качестве несъемной опалубки утилизированных металлокордных покрышек.

Предлагается конструкция трамбовочного снаряда в виде усеченного конуса, выполненная с помощью несъемной опалубки в виде утилизированных металлокордных покрышек разного диаметра (рис. 1).

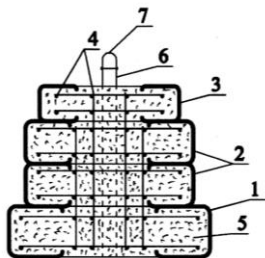


Рис. 1. Трамбовочный снаряд, изготовленный с использованием покрышек: 1-нижняя покрышка большого диаметра; 2- покрышка среднего диаметра; 3-покрышка наименьшего диаметра; 4- арматурный каркас; 5-бетон; 6-труба; 7-серьга

Для получения формы приблизительно усеченного конуса несъемная опалубка трамбовочного снаряда выполняется из двух или трех видов утилизированных покрышек разного диаметра. Покрышка самого большого диаметра 1 располагается внизу, покрышка (или покрышки) среднего диаметра 2 - по середине, в верхней части располагается покрышка (или покрышки) наименьшего диаметра 3. В зависимости от проектных требований в верхних и средних частях трамбовочного снаряда

могут быть использованы по две одинаковые покрышки. Арматурный каркас 4 из поперечных кольцевых и радиальных элементов и продольной вертикальной арматуры собирается внутри несъемной опалубки поэтапно, начиная с нижней части. По центру арматурного каркаса устанавливается и крепится к ней полная сквозная труба 6, которая выступает над несъемной опалубкой. К верхней части трубы 6 приваривается серьга 7 для крепления к тяговому канату. Полость несъемной опалубки заполняется бетоном 5. На нижней поверхности полученного таким образом трамбовочного снаряда получается окаймляющее кольцо из армированной резины, которое способствует выравниванию динамической контактной ударной эпюры. Кроме этого, создается эффект замедления удара, что способствует лучшей реализации пластических деформаций в грунте при ударной нагрузке.

РАЗРАБОТКА ТРАМБОВОЧНЫХ СНАРЯДОВ В ВИДЕ ОБЪЕМНЫХ ТЕЛ ПОСТОЯННОЙ ШИРИНЫ

Разработаны две конструкции трамбовочных снарядов, выполненных в виде объемных тел постоянной ширины. В отличие от шара эти объемные тела имеют коническую природу, т.е. центр тяжести этих тел смещен от центра вниз.

В первом варианте (рис. 2) изготавливается железобетонная пирамида

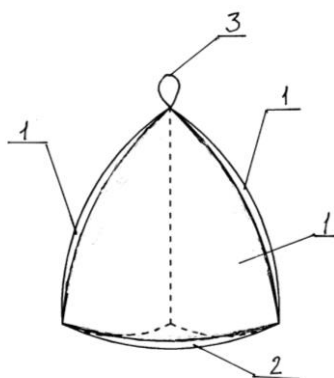


Рис. 2. Трамбовочный снаряд в виде тела Майснера:
1- боковые грани; 2- нижняя грань; 3-серьга

с гранями в виде треугольника Рело. Полученная таким образом объемная фигура называется тетраэдром постоянной ширины, или телом Майснера.

Этот трамбовочный снаряд в виде пирамиды с четырьмя выпуклыми гранями (три боковые грани 1 и одна нижняя грань 2). Нижняя грань 2 трамбовочного снаряда является ударной поверхностью. К вершине этого трамбовочного снаряда прикреплена серьга 3, которая прочно связана с арматурным каркасом трамбовки.

Несколько скругленная нижняя ударная поверхность 2 позволяет сжатому воздуху свободно как бы отойти за пределы площади ударного контакта трамбовки с грунтом. Кроме этого несколько выпуклая ударная поверхность трамбовки позволяет растянуть процесс ударного взаимодействия, способствуя постепенному расширению ядра ударных напряжений в уплотняемом грунте.

Второй вариант релоидного трамбовочного снаряда выполняется в виде тела вращения треугольника Рело, т.е. получается конус Рело. Он обладает теми же преимуществами, как и предыдущий трамбовочный снаряд. Здесь серьга располагается на вершине конуса.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ УПЛОТНЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ТЯЖЕЛЫМИ ТРАМБОВКАМИ

При использовании тяжелых трамбовок в застроенных территориях имеется опасность негативного влияния образующихся динамических колебаний на окружающие стройплощадку здания и сооружения. Особенно это относится к территориям, на которых располагаются старые здания из каменной и кирпичной кладки, а также архитектурные памятники.

Предлагается по границам участка траншеи рыть узкие (шириной до 0,5 м) контурные траншеи 5 (рис. 3), глубина которых должна быть не менее расчетной толщины уплотняемого слоя просадочного грунта 2 и не превышать суммарное значение толщины уплотняемого слоя 2 и ширины контурной траншеи. Контурные траншеи заполняются неуплотненной смесью строительного мусора и грунта 8.

При использовании предлагаемого метода колебания грунта от ударов трамбовки 3 в горизонтальном и наклонном к горизонтالي направлениях в большей части гасятся в рыхлом наполнителе 8 контурной траншеи, т.к. динамическая жесткость наполнителя контурной траншеи значительно ниже окружающего естественного грунта. Колебания, образующиеся в обход контурной траншеи незначительны, как и оставшиеся после гашения в рыхлом экране контурных траншей колебания, так и обходящие колебания никакой опасности окружающим зданиям и сооружениям не представляют.

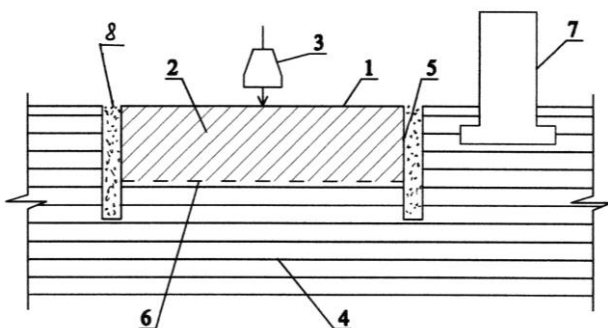


Рис. 3. 1- поверхность уплотняемой площадки; 2 – уплотняемый просадочный грунт; 3 – трамбовка; 4 - неуплняемый грунт; 5 – контурная траншея; 6 – нижняя граница уплотняемой грунтовой толщи; 7 – здание на прилегаемой территории; 8 – наполнитель из смеси грунта и строительного мусора

ВЫВОДЫ

1. Предложена конструкция трамбовки, при изготовлении которой использованы утилизированные металлокордные покрышки, выполняющие роль несъемной опалубки, а в готовом состоянии, придающие трамбовке дополнительные механические эффекты.

2. Разработаны новые конструкции трамбовок в виде пирамиды Рело (тело Майснера) и конуса Рело, которые имеют постоянную ширину (диаметр) при смещенном вниз центре тяжести.

3. Предложена новая технология уплотнения просадочных грунтов тяжелыми трамбовками, в которых контурные траншеи, заполненные рыхлой смесью грунта со строительным мусором, выполняют роль сейсмозащитных экранов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абелев Ю.М. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах / Абелев Ю.М., Абелев М.Ю. - М.: Издательство литературы по строительству, 1968. - 432 с.
2. Денисов Н.Я. Строительные свойства лесса и лессовидных суглинков / Денисов Н.Я. - М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953. - 154 с.
3. Мавлянов Г.А. Генетические типы лессов и лессовидных пород Центральной и Южной части Средней Азии и их инженерно-геологические свойства / Мавлянов Г.А. - Ташкент: АН УзССР, 1958. - 610 с.

4. Кригер Н.И. Лесс. Формирование просадочных свойств / Кригер Н.И. - М.: Наука, 1986. - 133 с.
5. Крутов В.И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах / Крутов В.И. - Киев: Будивельник, 1982. - 224 с.
6. Рахматуллаев Х.Л. Просадочность основных генетических и возрастных типов лессовых пород Чирчик-Ахангаранской впадины / Рахматуллаев Х.Л. - Ташкент: ФАН, 1982. - 159 с.
7. Литвинов И.М. Укрепление и уплотнение просадочных грунтов в жилищном и промышленном строительстве / Литвинов И.М. - Киев: Будивельник, 1977. - 288 с.
8. Клепиков С.Н. Расчет зданий и сооружений на просадочных грунтах / Клепиков С.Н., Трегуб А.С., Матвеев И.В. - Киев: Будивельник, 1987. - 200 с.
9. Мустафаев А.А. Основы механики просадочных грунтов / Мустафаев А.А. - М.: Стройиздат, 1978. - 263 с.
10. Фролов Н.Н. Проектирование гидросооружений оросительных систем на просадочных грунтах / Фролов Н.Н. - М.: Агропромиздат, 1988. - 224 с.
11. Алиев С.К. Земляное полотно автомобильных дорог на лессовых просадочных грунтах / Алиев С.К. - Баку: ЭЛМ, 2005. - 633 с.
12. Габибов Ф.Г. Теория и практика улучшения свойств структурно-неустойчивых глинистых грунтов при решении геотехнических и инженерно-геоэкологических проблем / Габибов Ф.Г. - Баку: ЭЛМ, 2011. - 422 с.
13. Ананьев В.П. Техническая мелиорация лессовых грунтов / Ананьев В.П. - Ростов-на-Дону: Издательство РГУ, 1976. - 120 с.
14. Воронкевич С.Д. Принципы и методы управления свойствами грунтов средствами технической мелиорации / Воронкевич С.Д. // Инженерная геология. - №5, 1991. - С. 3-18.
15. Трофимов В.Т. Инженерная геология массивов лессовых пород / Трофимов В.Т. - М.: КДУ, 2007. - 398 с.
16. Габибов Ф.Г. Классификация методов улучшения свойств и управления просадочностью массивов лессовых грунтов. // Свет геотехники. - Запорожье. - 2015, -№2. - С. 4-9.

REFERENCES

1. Abelyev, Y.M., & Abelyev, M.Y. (1968). *Osnovi proyektirovaniya i stroitelstva na prosadochnich makroporistih gruntah [Basis of designing and building on settling macropore soils]*. Moscow: Izdatelstvo literaturi po stroitelstvu [in Russian].
2. Denisov, N.Y. (1953). *Stroitelniye svoystva lessa i lessovidnih suqlinkov [Building properties of loess and loessy loam]*. Moscow: Gosudarstvennoye izdatelstvo literaturi po stroitelstvu i architecture [in Russian].
3. Mavlyanov, G.A. (1958). *Geneticheskiye tipi lessov i lessovidnih porod Centralnoy i Yujnoy chasti Sredney Azii i ih injenerno-geologicheskkiye svoystva [Genetic types of loess and loessy soils of Central and Southern Part of the*

- Middle Asia and their engineering-geological properties*]. Taskent: Izdatelstvo AN UzSSR [in Russian].
4. Kriger, N.I. (1986) *Less. Formirovaniye prosadocnih svoystv [Loess. Forming settling properties]*. Moscow: Nauka [in Russian].
 5. Krutov, V.I. (1982). *Osnovaniya i fundamenti na prosadocnih gruntah [Bases and foundations on subsident soils]*. Kiyev: Budivelnik [in Russian].
 6. Rachmarullayev, H.L. (1982). *Prosadochnost osnovnih geneticheskikh i vozrastnih tipov lessovih porod Chirchic-Ahangaranskoy vpadini [Subsidents of main genetic and eged types of loess soils in Cherchick-Akhangaran depression]*. Tashkent: Izdatelstvo FAN [in Russian].
 7. Litvinov, I.M. (1977). *Ukrepleniye i uplotneniye prosadocnih gruntov v jilishnom i promishlennom stroitelstve [Strengthening and compressing subsident soils in civil and industrial building]*. Kiyev: Budivelnik [in Russian].
 8. Klepikiv, S.N., Tregub, A.S., & Miheyev, I.V. (1987). *Raschet zdaniy i sooruzheniy na prosadocnih gruntah [Calculation of buildings and structures on subsident soils]*. Kiyev: Budivelnik [in Russian].
 9. Mustafayev, A.A. (1978). *Osnovi mehaniki prosadocnih gruntov [Bases of mechanics of subsident soils]*. Moscow: Stroyizdat [in Russian].
 10. Frolov, N.N. (1988). *Proyektirovaniye gidrosooruzheniy orositel'nykh sistem na prosadocnih gruntah [Designing hydraulic structures of irrigation systems on loess subsident soils]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
 11. Aliyev, S.K. (2005). *Zemlyanoe polotno avtomobil'nykh dorog na lessovih prosadocnih gruntah [Subgrade of automobile roads on loess subsident soils]*. Baku: ELM [in Russian].
 12. Gabibov, F.G. (2011). *Teoriya i praktika uluchsheniya svoystv strukturno-neustoychiviyh glinistiyh gruntov pri reshenii geotekhnicheskikh i inzhenerno-geoekologicheskikh problem [The theory and practice of improvement of properties of structurally unsteady clay soil when solving geotechnical and engineering-geoecological problems]*. Baku: ELM [in Russian].
 13. Ananyev, B.P. (1976). *Technicheskaya meliorasiya lessovih gruntov [Technical land - reclamation of loess soils]*. Rostov-na-Donu: Izdatelstvo RGU [in Russian].
 14. Voronkevich, S.D. (1991). *Principi i metodi upravleniya svoystvami gruntov sredstvami technicheskoy melioratsii [Principles and methods for soil properties management by means of technical amelioration]*. *Inzhenernaya geologiya - Engineering Geology*, 5, 3-18 [in Russian].
 15. Trofimov, V.T. (2007). *Inzhenernaya geologiya massivov lessovih porod [Engineering geology of massives of loess soils]*. Moscow: Izdatelstvo "KDU" [in Russian].
 16. Gabibov, F.G. (2015). *Klassifikatsiya metodov uluchsheniya svoystv i upravleniya prosadochnostyu massivov lessovih gruntov [Classification of methods of improving properties and management of subsidents of massives of loess soil]*. *Svit geotekhniki - Geotechnical World*, 2, 4-9 [in Russian].

Статья поступила в редакцию 18.07.2016 г.