

**ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРОИТЕЛЬСТВА / TECHNICAL ASPECTS OF THE CONSTRUCTION**

DOI: 10.18454/mca.2016.03.2

Бурцев А.А.<sup>1</sup>, Масловская Е.Г.<sup>2</sup>, Персиянова М.В.<sup>3</sup><sup>1</sup>Доктор геолого-минералогических наук, <sup>2</sup>старший преподаватель, Южно-Российский государственный политехнический университет им. М.А.Платова; <sup>3</sup>инженер, ООО «НК-«Роснефть»-НТЦ»**ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ***Аннотация*

*В статье изучено влияние содержания нефтепродуктов на механические свойства просадочных грунтов - модуль деформации  $E_k$  и коэффициент сжимаемости  $m_0$ , полученные в лабораторных условиях с помощью искусственного пропитывания образцов грунта нефтепродуктами. Проведено сравнение вышеуказанных параметров с образцами одного и того же грунта в естественном и насыщенном водой состояниях.*

**Ключевые слова:** просадочные грунты, модуль деформации, коэффициент сжимаемости, нефтепродуктыBurtsev A.A.<sup>1</sup>, Maslovsky E.G.<sup>2</sup>; Persyanova M.V.<sup>3</sup><sup>1</sup>PhD in Geology and Mineralogy, <sup>2</sup>Senior Lecturer, Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education "Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI); <sup>3</sup>engineer, LLC «PC-«Rosneft»-CTC»**IMPACT OF OIL ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF SOIL SUBSIDENCE***Abstract*

*The paper studied the effect of oil content on the mechanical properties of soil subsidence -  $E_k$  modulus and compressibility factor  $m_0$ , obtained in the laboratory with the help of artificial impregnation oil soil samples. A comparison of the above parameters with samples of the same soil in the natural and water-saturated conditions has been performed.*

**Keywords:** soil subsidence, deformation modulus, compressibility factor, oil.

Состояние минерально-сырьевой безопасности страны решающим образом влияет на национальную безопасность (во всех сферах).

Несмотря на крупный минерально-сырьевой потенциал, неразведанные (прогнозные) ресурсы России в основной своей части геологически более сложны для открытия, более труднодоступны для промышленного освоения, их выявление и использование потребуют значительно больших объёмов геологоразведочных работ и капитальных затрат [7].

Разработка нефтяных месторождений Краснодарского края ведётся на территории десяти районов и в основном сосредоточена на лицензионных участках ОАО НК «Роснефть». Все нефтяные месторождения края условно делятся на пять территориальных групп: Хадьженско-Ключевая (Апшеронский и муниципальное образование г. Горячий Ключ), Ахтарская (Северский, Абинский районы), Троицкая (Крымский район), Славянская (Славянский район), Сладовско-Морозовская (Темрюкский район).

В Ставропольском крае насчитывается до 40 нефтяных месторождений (Озек-Суат, Величаевско-Колодезное, Зимне-Ставкинское-Правобережное, Прасковеевское и другие), преимущественно распространённых на востоке Ставропольского края, в пределах Терско-Каспийской нефтегазоносной области.

Строительство и эксплуатация объектов в пределах нефтяных месторождений Краснодарского и Ставропольского края осложняется распространением на этих территориях просадочных грунтов – лессовидных суглинков, относящиеся к категории специфических грунтов

Лессовидные суглинки — породы, близкие к лёссам, отличаются от них меньшим содержанием крупнопылевой фракции и большими колебаниями содержания других фракций, меньшей пористостью и просадочностью [10].

В России лёссовые отложения занимают до 10% площади [6]. Просадочные лёссы распространены в южных районах Российской Федерации, где они участвуют в строении толщ лёссовых пород, покрывающих обширные пространства. Мощность лёссовых толщ изменяется от нескольких метров в северной части зоны их распространения до 50–80 м, а местами и более в её южной части [2].

Просадочность грунтов зависит не только от взаиморасположения и прочности связи твёрдых минеральных частиц, но и от степени увлажнения породы и давления, порождаемого собственным весом покрывающих пород и внешней нагрузкой [6, 10].

Выяснением генезиса лёссовых пород занимались многие исследователи. Основными гипотезами являются эоловая и почвенная. При этом особо следует отметить эолово-криогенную гипотезу Ю.Б. Текучева, основанную на криогенной концепции Минервина-Сергеева [10].

Согласно нормативным документам, выделяют два типа просадки [2]. При этом под первым типом просадки принимают грунтовые условия, в которых возможна в основном просадка грунтов от внешней нагрузки, а просадка грунтов от собственного веса отсутствует или не превышает 5 см. Под вторым типом просадки принимают грунтовые условия, в которых просадка возможна от собственного веса и от внешней нагрузки, и вышеуказанная просадка превышает 5 см.

Строительство нефтепроводов в массиве просадочных грунтов с первым типом просадки осуществляется в пределах площадей нефтяных месторождений Краснодарского и Ставропольского края. Мощность толщи просадочных грунтов на вышеуказанных месторождениях достигает до 1,5–2,0 м.

Основное загрязнение грунтов при добыче и транспорте нефти чаще всего определяется повышенным содержанием углеводородов. Данный загрязнитель по праву считается приоритетным при оценке фоновое состояние почвенного покрова и при ведении производственного экологического мониторинга на этапе строительства и эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли.

В 2006 году на территории Российской Федерации общая протяжённость линейной части магистральных трубопроводов составляла более 231 тыс. км [5].

Физический и моральный износ технического оборудования и отсутствие постоянного контроля над состоянием техносистем приводят к росту числа аварий и как следствие — к углеводородному загрязнению значительных территорий. На нефтепромыслах теряется не менее 3,5 % всей добываемой нефти [5].

Наибольшее содержание нефтепродуктов (превышающее ОДК) в грунтах на месторождениях Краснодарского края наблюдается в интервале глубин от 10 см до 7 м (Рис.1) и совпадает с областью распространения просадочных грунтов на данном месторождении.

На нефтяных месторождениях Ставропольского края содержание нефтепродуктов в почвах и грунтах в целом не превышает ОДК. И это при том, что на поверхности земли часто наблюдаются разливы нефтепродуктов. Низкое содержание нефтепродуктов может быть связано с физико - географическими условиями, включая в первую очередь климатические факторы, а также может зависеть от способности грунтов к самоочищению [5].

Таким образом, возникает необходимость в оценке влияния нефтепродуктов на физико-механические свойства просадочных грунтов.

Изучением вопроса влияния нефтепродуктов на физико-механические свойства грунтов занимались многие исследователи [4, 3, 8]. В силу недостаточной изученности, вопрос слабо освещён в литературе.

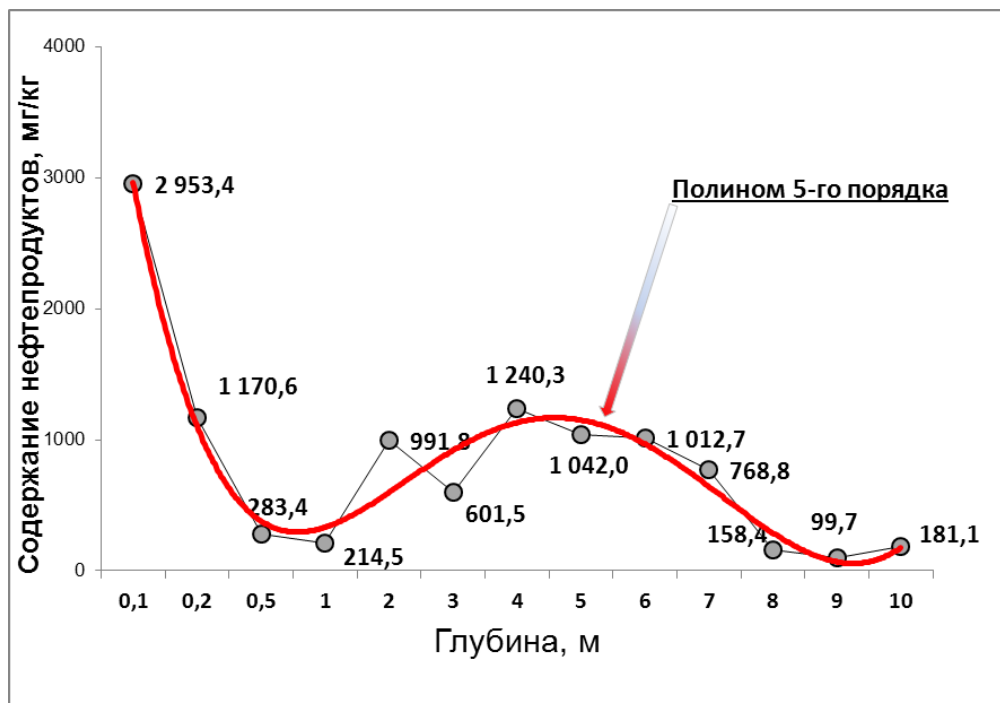


Рис.1 - Изменение средних содержаний нефтепродуктов на нефтяных месторождениях Краснодарского края

В работах Н.Н. Бракоренко, Т.Я. Емельяновой, А.П. Казенковой, В.В. Середина установлено, что при увеличении вязкости поровой жидкости песков уменьшаются сдвигающее напряжение и угол внутреннего трения. Удельное сцепление закономерно уменьшается в ряде, соответствующем содержанию в грунте компонентов: вода — дизельное топливо — машинное масло [4, 3, 8].

Аналогичная тенденция зафиксирована и для прочностных свойств глинистых грунтов: с увеличением содержания воды, дизельного топлива или машинного масла наблюдается закономерное уменьшение удельного сцепления. При этом угол внутреннего трения возрастает с увеличением содержания нефтепродуктов в грунте [9].

Для изучения влияния нефтепродуктов на физико-механические свойства просадочных грунтов в исследовательской лаборатории «Инжиниринговый центр недропользования» на базе ЮРГПУ (НПИ) были выполнены опыты по определению компрессионного модуля деформации просадочных грунтов  $E_k$ , коэффициента сжимаемости  $m_0$  [1]. На каждом образце грунта определялся компрессионный модуль деформации в естественном состоянии, в водонасыщенном и пропитанном нефтепродуктами. Последнее достигалось в лабораторных условиях путём пропитывания грунта ненарушенного сложения нефтью с вязкостью 0,2–0,3 мПа·с.

Были исследованы грунты с числом пластичности  $I_p$  0,07–0,21 д.ед., с коэффициентом пористости  $e$ , варьирующим от 0,726 до 1,074 д.ед. Природная влажность составляла от 0,103 до 0,193 д.ед.

Установлено, что по относительной деформации грунты могут быть ранжированы следующим образом: грунт естественного сложения — загрязнённый нефтепродуктами — замоченный водой (Рис.2).

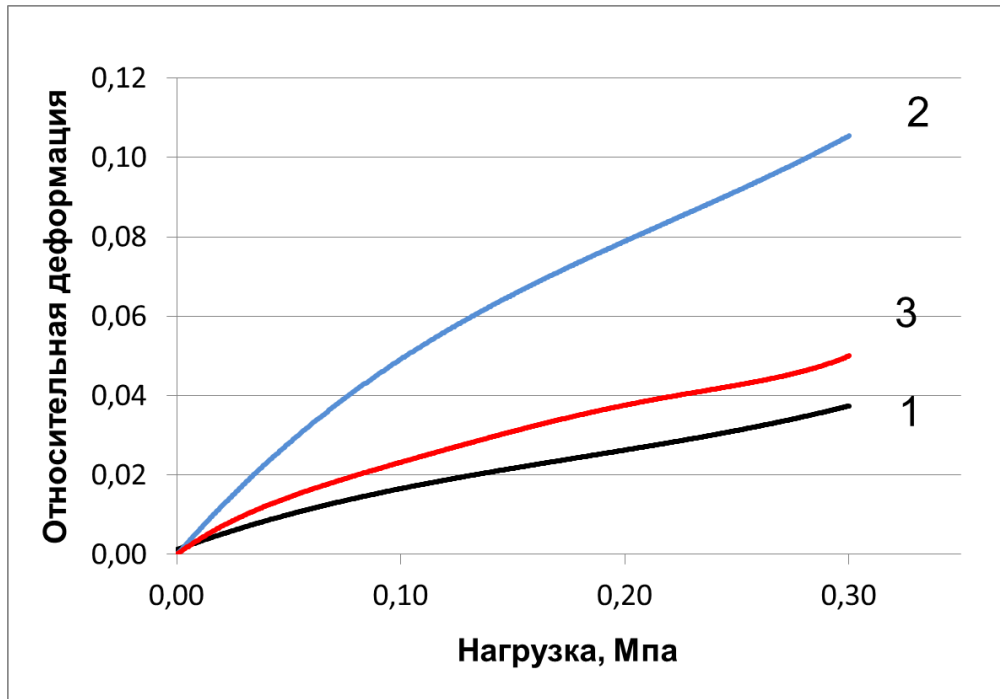


Рис.2 - Графики полиномиального распределения относительной деформации грунта.  
 Нумерация трендов соответствует состоянию грунтов:  
 1 – в естественном состоянии; 2 – водонасыщенные;  
 3 – пропитанные нефтепродуктами

Установлено, что модуль деформации закономерно уменьшается, а коэффициент сжимаемости увеличивается в направлении: грунт естественного сложения – загрязнённый нефтепродуктами – замоченный водой (Рис.4).

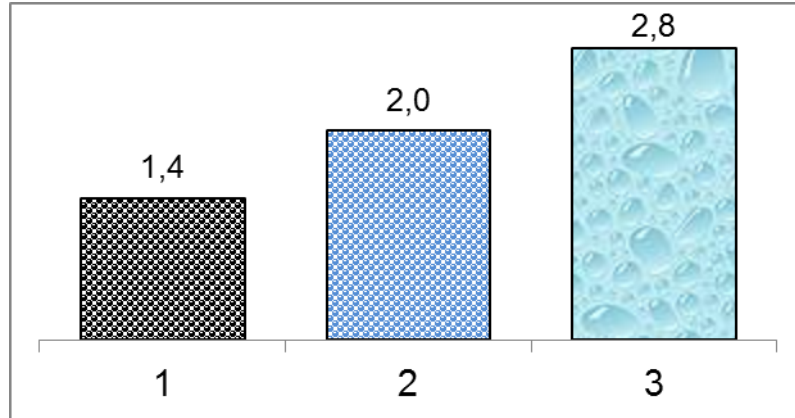


Рис. 3 - Гистограммы соотношения средних значений относительных деформаций: 1 – грунта, пропитанного нефтепродуктами в сравнении с грунтом в естественном состоянии; 2 – водонасыщенного грунта в сравнении с грунтом, пропитанным нефтепродуктами; 3 – водонасыщенного грунта в сравнении с грунтом естественного сложения

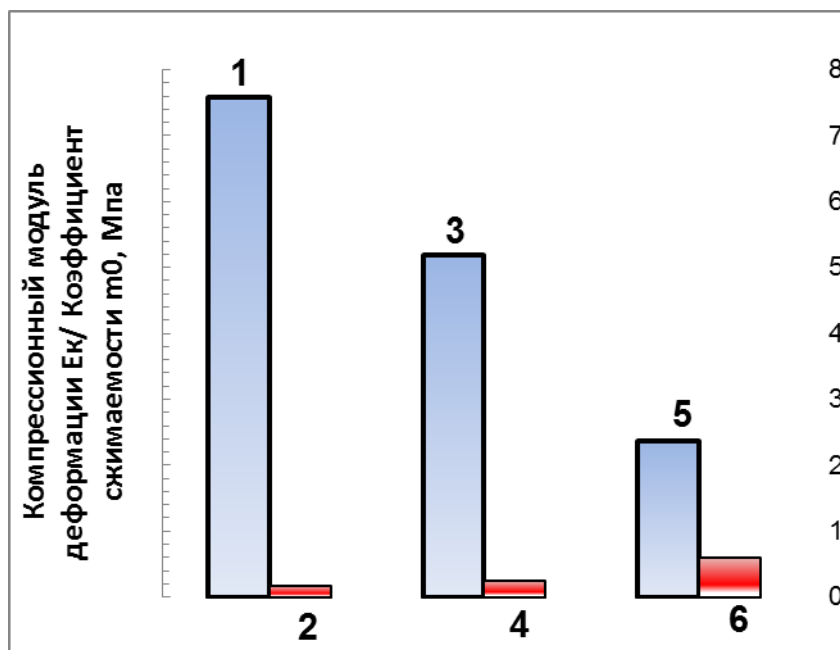


Рис. 4 - Гистограммы распределения модуля деформаций  $E_k$  (1, 3, 5) и коэффициента сжимаемости  $m_0$  (2, 4, 6): 1, 2 — при естественной влажности; 3, 4 под воздействием нефтяного загрязнения; 5, 6 — под воздействием воды

Таким образом, модуль деформации просадочных грунтов в естественном состоянии под воздействием разлива нефтепродуктов снижается в среднем в 1,5–2 раза, что определяется интенсивностью нефтяного загрязнения, а также зависит от физических свойств грунта. Влияние нефтяного загрязнения механические свойства просадочных грунтов означает снижение несущей способности последних. Указанное изменение механических свойств грунтов ведёт к возникновению аварийных ситуаций.

#### Литература

- ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Издание официальное – М.:Стандартинформ, 2011. – 83 с.
- СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. Издание официальное. – М., Госстрой России, 2000. – 103 с.
- Бракоренко Н.Н. Влияние нефтепродуктов на грунты и подземные воды территорий автозаправочных станций (на примере г.Томска): автореферат дис. канд. геол.мин. наук – Томск., 2013. – 21 с.
- Бракоренко Н.Н., Емельянова Т.Я. Влияние нефтепродуктов на петрографический состав и физико-механические свойства песчано-глинистых грунтов (на примере г.Томска)// Вестник Томского государственного университета. Науки о Земле. – Томск., 2011 г. УДК 624.131.4
- Гогмачадзе Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. М.:Изд-во Моск.Ун-та, 2010. – 592 с.
- Инженерная геология России. Т. 2: Инженерная геодинамика территории России / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ); под ред. В. Т. Трофимова, - Москва: Университет, 2011. - 815 с
- Кривцов А.И., Беневольский Б.И., Мигачев И.Ф. Проблемы национальной минерально-сырьевой безопасности. Отечественная геология, 2001, №1. С.11–14.
- Середин В.В. Исследование влияния вязкости поровой жидкости (углеводородов) на прочностные свойства песков. Инженерная геология. Выпуск №4, 2014. С.45–48
- Середин В.В., Язвинская М.Р. Закономерности изменений прочностных свойств глинистых грунтов, загрязненных нефтепродуктами. Выпуск № 2, 2014. С 26-32.
- Текучев Ю.Б., Бондарева Л.И. Происхождение лессовых пород и их просадочности / Юж.-Рос.гос.техн.ун-т.-Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2005.-152 с.

#### References

- GOST 12248-2010. Soils. Laboratory methods for determining the strength and strain. Official publication - M: Standartinform, 2011. - 83 p.
- SP 11-105-97. Engineering survey for construction. Part III. Terms of works in the areas of distribution of specific soils. Official publication. - M., Russian State Committee for Construction, 2000. - 103 p.
- Brakorenko NN Influence of oil products in the soil and ground water areas of petrol stations (for example, Tomsk): abstract dis. cand. geol.min. Sciences - Tomsk, 2013. -. 21, p.

4. Brakorenko NN, Tatyana Yemelyanov The impact of oil on the petrographic composition and physico-mechanical properties of the sand-clay soils (for example, Tomsk) // Bulletin of the Tomsk State University. Earth sciences. -, Tomsk, 2011 UDC 624.131.4
  5. Gogmachadze GD Agroecological monitoring of soils and land resources of Russian Federation. Moscow: Publishing House of Mosk.Un Press, 2010. - 592 p.
  6. Engineering geology of Russia. T. 2: Engineering Geodynamics terri-tory Russia / Moscow State University. MV Lomonosov Moscow State University (Moscow State University); ed. VT Trofimov - Moscow University, 2011. - 815 with
  7. Krivtsov AI, BI Benevolsky, Migachev IF Problems natsio-tional mineral resource security. Patriotic geology 2001, №1. S.11-14.
  8. VV Seredin Research of influence of the viscosity of the pore fluid (hydrocarbons) on the strength properties of sand. Engineering geology. Issue №4, 2014. S.45-48
  9. Seredin VV Yadzinskaya MR Patterns of change in strength properties of clay soils, contaminated by petroleum products. Issue number 2, 2014. From 26-32.
  10. JB fluid, Bondarev LI The origin of loess rocks and subsidence / Yuzh.-Ros.gos.tehn.un-t.- Novocherkassk: the UOC "Nabla" SRSTU (NPI), 2005. 152 p.
- 
-