

СЕКЦИЯ 18  
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ  
НЕФТИ И ГАЗА  
НАПРАВЛЕНИЕ «СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ  
ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ И ГАЗА»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ  
НЕСВЯЗНОГО ДИСПЕРСНОГО ГРУНТА ОСНОВАНИЯ РЕЗЕРВУАРА  
ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Л.Б. Антропова, А.В. Грузин

Научный руководитель к.т.н., доцент кафедры «Нефтегазовое дело, стандартизация и метрология» А.В. Грузин

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Главной задачей транспортной инфраструктуры любого нефтегазового комплекса является обеспечение его безаварийной и бесперебойной работы. Во многом безаварийность и бесперебойность системы трубопроводного транспорта обеспечивается не только подготовленным квалифицированным персоналом и выполнением им технологических регламентов, но и зависит от качества производства работ и соблюдения действующих нормативных документов при сооружении элементов данной инфраструктуры. Так, например, при строительстве резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов в сложных инженерно-геологических и природно-климатических условиях важная роль отводится его грунтовому основанию, которое должно обеспечивать устойчивость конструкции, подвергающейся в процессе эксплуатации знакопеременным воздействиям различной интенсивности и периодичности. Грунтовое основание резервуара, как правило, устраивают из песчаного грунта средней крупности при его оптимальном увлажнении [3]. Однако, если строительная площадка находится в труднодоступном месте и местные песчаные карьеры не могут обеспечить песком средней крупности, то необходимы дополнительные временные и денежные затраты на его доставку к месту строительства.

Целью исследования являлось изучение зависимости деформационных характеристик грунта от его гранулометрического состава, а также изучение физико-механических свойств отдельных фракций грунта. Ожидалось, что по результатам выполненных исследований будет разработана методика, которая позволит регулировать деформационные свойства дисперсного несвязного грунта путём изменения его гранулометрического состава.

Для решения данной проблемы на базе организованной в Омском государственном техническом университете студенческой научно-исследовательской лаборатории «Основания и фундаменты объектов нефтегазовой отрасли» проводятся исследования, направленные на разработку технологии создания искусственной композиции для устройства грунтового основания резервуара для хранения нефти и нефтепродуктов, а также на изучение деформационных свойств полученной искусственной смеси. В качестве исходного грунта был использован песчаный грунт поймы реки Иртыш (с. таблицу 1). В соответствии с нормативными документами [4] он был разделен на фракции с помощью лабораторных сит (рис. 1).

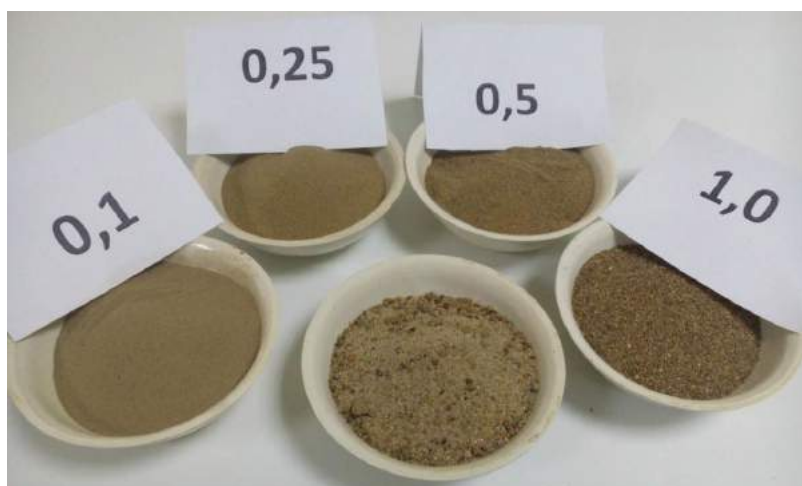


Рис. 1. Исходный образец песчаного грунта и его отдельные фракции

Для исходного грунта и каждой его фракции был проведен ряд компрессионных испытаний, которые представляли собой воздействие на образец грунта нагрузки, возникающей под днищем резервуара при его гидравлических испытаниях. Согласно технической документации [5], гидравлические испытания необходимо проводить ступенчато с выдержкой на определенных этапах заполнения. В соответствии с этим, компрессионные

испытания также проводят поэтапно, ступенчато повышая нагрузку, с выдержкой на каждой ступени нагружения по 5 минут. По достижению максимального давления время выдержки составило 30 минут, после чего исследуемый образец грунта разгружался. В ходе лабораторных испытаний максимальное значение давления на образец составило 180 кПа (нагрузка под днищем резервуара объемом 50000 куб. метров с учетом массы стенок резервуара, оборудования, размещенного на них и массы воды помещенной в резервуар при гидравлических испытаниях).

Таблица 1

Физические характеристики песчаного грунта

Показатели	Фракции грунта, мм							
	Более 10	10—5	5—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	Менее 0,1
Содержание фракции, %	2,14	3,87	7,72	13,67	21,34	28,2	20,37	2,69
Насыпная плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,49							
Влажность $w$ , %	1							
Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	2,61							
Коэффициент пористости $e$ , д.е.	0,74							

На рисунке 2 представлены результаты исследования композитной грунтовой смеси, которая содержит в себе фракции с размером частиц 0,5 мм и 1,0 мм в равных соотношениях.

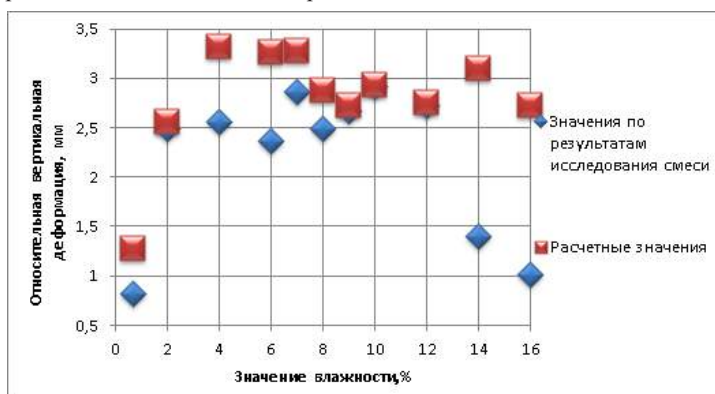


Рис. 2. Результаты лабораторных испытаний образцов песчаного грунта

На основе имеющихся данных о каждой фракции были получены расчетные значения деформации при различной влажности грунта. Также в лабораторных условиях был создан грунт с заданными характеристиками и для этой смеси были проведены компрессионные испытания.

Полученные в ходе выполненных лабораторных исследований данные позволили разработать методику получения композитной грунтовой смеси, которая заключается в изменении механических свойств грунта путем подбора его гранулометрического состава. Очевидно, что данная технология позволяет синтезировать грунт с необходимыми свойствами непосредственно на строительной площадке из уже имеющегося. Дальнейшее проведение лабораторных исследований образцов песчаного грунта с различным гранулометрическим составом позволит уточнить зависимость компрессионных свойств грунта от его гранулометрического состава. Ожидается, что данная технология будет востребована и позволит сократить капитальные затраты при сооружении резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

#### Литература

1. Антропова Л.Б. Изменение характеристик деформируемости несвязных дисперсных грунтов оснований резервуаров для хранения нефти и продуктов её переработки / Л.Б. Антропова, М.И. Гильдебрандт, А.В. Грузин // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность : материалы VI Всерос. науч.-техн. конф., Омск, 10-11 ноя. 2015 г. Омск: изд-во ОмГТУ, 2015. С.94–98.
2. Антропова Л.Б. Техно-экономические показатели технологии подготовки рационального состава грунтов оснований резервуаров марки РВС / Л.Б. Антропова, А.Д. Русанова, А.В. Грузин // Проблемы геологии и освоения недр : тр. XIX Междунар. науч. симпоз. им. ак. М.А. Усова студ. и молод.уч., Томск, 6–10 апр. 2015 г. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2015. Т. 2. С.535–537.
3. ГОСТ 31385-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов.
4. ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
5. РД 153-39.4-078-01 Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз.