

УДК 624.21.45.004

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

<sup>1)</sup>Ст. преп., (PhD) Каюмов Дилшод Абдубакиевич

<sup>2)</sup>Студенты гр. YMAL-9 Axmatov Botir Jasurjon o'g'li,

Abdulhakov Abdurasul Abdumalik o'g'li,

<sup>1)</sup>Ташкентский государственный транспортный университет  
(Ташкент, Республика Узбекистан) Dilshod\_Kayumov77@mail.ru.

<sup>2)</sup>Ташкентский государственный транспортный университет  
(Ташкент, Республика Узбекистан)

**Аннотация:** Расчетные характеристики песчаных грунтов дорожных насыпей автомобильных дорог, используемых при проектировании дорожных одежд не нормируется в зависимости от степени уплотнения, расчетной влажности и содержания пылеватых и глинистых частиц в таких грунтах. Для решения этих задач были проведены специальные лабораторные и полевые исследования.

**Abstract:** The design characteristics of sandy soils of road embankments used in the design of road pavements are not standardized depending on the degree of compaction, design moisture content and the content of silt and clay particles in such soils. To solve these problems, special laboratory and field studies were carried out.

**Ключевые слова:** дорожные насыпи, песчаные грунты, расчетные характеристики, интенсивность движения.

Песчаные грунты широко распространены в условиях Узбекистана и являются весьма пригодны для сооружения различных сооружений, в том числе автомобильных дорог, т.к. Обладают значительной сдвигоустойчивостью и устойчивостью к воздействию погодно-климатических факторов.

Необходимо отметить, что большинство территории Республики Узбекистан занимают песчаные грунты. В связи с этим, такие грунты часто используются для строительства автомобильных дорог в Республики Каракалпакистан, Бухарской, Навоийской, Сурхандаринской, Ферганской областях. На примере на рис. 1 показано автомобильная дорога А-380, построенная в песчаных пустынях в Бухарской области Узбекистана.





**Рис. 1. Автомобильная дорога А-380 в Бухарской области Узбекистана**

Нормативные документы, относящиеся к проектированию и строительству, как, ШНК 2.05.02-07 [4], ШНК 3.06.03-08 коэффициент уплотнения грунтов рабочего слоя автомобильных дорог, в том числе песчаных, предлагаются по глубине в пределах 0,95-0,96. Анализ литературы показывает, что эти коэффициенты являются результатом исследований, проведенных до 2007 года. В то же время изучение количества проезжающих за сутки автомобилей показывает, что с 2007 г по настоящее время интенсивность движения на автомобильных дорогах существенно увеличилась, кроме этого увеличилась нагрузка на ось автомобиля до 13 т.

Следует отметить, что в действующих нормативных документах типа МКН 44-2008 и МКН 46-2008 [5], для проектирования конструкции дорожных одежд показатели песчаных грунтов приведены для условий полного заполнения водой и не указан соответствующей им коэффициент уплотнения грунта.

Необходимо отметить, что в условиях Узбекистана расчетные влажности песчаных грунтов колеблется в пределах  $0,50 \div 0,65 W_m$ . Одной из актуальных задач считается изучение расчетных показателей песчаных грунтов в зависимости от коэффициента их уплотнения, расчетной влажности и от содержания пылеватых и глинистых частиц, а также разработка методических рекомендаций по их определению.

Для уточнения выше отмеченных показателей песчаных грунтов были проведены специальные экспериментальные исследования в лабораторных и натурных полевых условиях.

Отмечено, что для расчета конструкции дорожных одежд в соответствии нормативными характеристиками грунтов, в том числе песчаных, имеет значение угол внутреннего трения  $\varphi$ , сцепление  $C$  и модуль упругости  $E$ . Для



определения этих значений, в общем виде можно использовать следующие зависимости:

$$\left. \begin{aligned} E &= f_1(K_y, W_p, A) \\ C &= f_2(K_y, W_p, A) \\ \varphi &= f_3(K_y, W_p, A) \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где:  $E$  – модуль упругости, МПа;  $c$  – сцепление, МПа;  $\varphi$  – угол внутреннего трения, град;  $K_y$  – коэффициент уплотнения;  $W_p$  – расчётная влажность;  $A$  – содержание пыли и глины в песчаных грунтах, %.

Модуль упругости песчаных грунтов определен на приборе ПДУ-МГ4 [5]. Испытания проводились в соответствии с регламентом. В полевых условиях прочностные характеристики определяли прибором одноплоскостного вращательного среза, для контроля сопоставляли со значениями угла внутреннего трения и удельного сцепления, полученного в лабораторных условиях прибором Маслова-Лурье при испытании отобранных из шурфа монолитов грунта.

После статистической обработки, обобщенные и осредненные значения модуля упругости, сцепления и угла внутреннего трения песчаных грунтов среднего крупности и мелкого, определенные в лабораторных и полевых условиях в зависимости от коэффициента уплотнения ( $K_y = 0,94; 0,96; 0,98; 1,0$ ), расчетной влажности ( $W_p = 0,50; 0,55; 0,60; 0,65 W_m$ ) и содержание пылеватых и глинистых частиц в грунте ( $A = 0, 5, 8$  %) с учетом коэффициентов вариации были рекомендованы их расчетные значения.

На основе статической обработки полевых и лабораторных исследований предложены эмперические зависимости расчетных характеристик песчаных грунтов от коэффициента уплотнения ( $K_y$ ), расчетной влажности ( $W_p$ ) и содержание пылинных и глинистых частиц ( $A$ ):

$$(2) \quad E = \Delta E_w (1,06 - 0,06 W_p) + \Delta E_v (K_y - 2) - \Delta E_A (A - 0,4),$$

$$(3) \quad C = \Delta C_w (1,18 - 0,08 W_p) + \Delta C_v (K_y - 1,08) - \Delta C_A (2000A - 1850),$$

$$(4) \quad \varphi = \Delta \varphi_w (1,01 - 0,07 W_p) + \Delta \varphi_v (0,083 K_y^2 - 1,083 K_y + 1,042) - \Delta \varphi_A (A - 0,05),$$



где:  $\Delta E_W=107$  МПа;  $\Delta E_Y=2$  МПа;  $\Delta E_A=1,45$  МПа;  $\Delta C_W=0,017$  МПа;  $\Delta C_Y=0,0013$  МПа;  $\Delta C_A=0,002$  МПа;  $\Delta \varphi_W=0,017$  град;  $\Delta \varphi_Y=0,48$  град и град - коэффициенты зависящие соответственно от коэффициента уплотнения, расчетной влажности и содержание пылеватых и глинистых частиц песков средней крупности.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В связи с увеличением на автомобильных дорогах Сурхандарьинской области Узбекистана интенсивности движения с 2007 г до 2022 г в несколько раз и расчетной нагрузки на ось до 13 т, наблюдается увеличение плотности-коэффициент уплотнения песчаных грунтов с 0,95-0,96 до 0,98-1,00, т.е в среднем 0,04. Это увеличение не учтено в действующих нормативных документах по нормам плотности и расчетной характеристики песчаных грунтов.

2. Проведенные экспериментальные исследования показывают, что увеличение коэффициента уплотнения приводит к росту модуль упругости, сцепления и угла внутреннего трения песчаного грунта, а увеличение расчетной влажности приводит их уменьшению.


3. Увеличение содержание пылеватых и глинистых частиц приводит к увеличению сцеплению и уменьшению модуля упругости и угла внутреннего трения.

4. При проектирование дорожных одежд использование предложенных расчетных характеристик песчаных грунтов приводит к увеличению срока службы дороги.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Казарновский В.Д. Оценка сдвигоустойчивости связных грунтов в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1985. - 168 с.
2. Маслов Н.Н. Условия устойчивости водонасыщенных песков. –М.: Госэнергоиздат, 1961. -328 с.
3. ГОСТ 25100-2011. Межгосударственный стандарт, Грунты, Классификация. –М.: Стандартинформ, 2018.
4. ШНК 2.05.02-07. «Автомобильные дороги». Госархитектстрой. Ташкент, 2008 г.
5. МКН 46-08. Инструкция по проектированию нежестких дорожных одежд. Ташкент. 2008.





6. Устройство для определения свойств грунтов. А.с. №16789бл. Опул.  
Б.И. 1991. №35.

