

ФОРМИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА УСТРОЙСТВА ПОСЛЕДНИХ

Бочаров С.С., Пивonos В.М., Гайворонский С.Б. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*)

Освітлені деякі дані щодо влаштування штучних ґрунтових основ з різних ґрунтів. Наводяться технологічні умови влаштування ґрунтових подушок та штучних основ, досягнуті показники будівельних властивостей ґрунтів штучних основ, в залежності від технології влаштування, параметрів силового впливу та ряду інших параметрів.

В отраслях строительного комплекса часто приходится решать инженерные задачи, связанные с устройством искусственных оснований. Необходимость устройства искусственных оснований возникает в тех случаях, когда инженерно-геологические условия строительных, площадок осложняются наличием в пределах сжимаемой толщи таких видов грунтов как: лёссовых просадочных, структурно-неустойчивых, набухающих, слабых пылевато-глинистых [1], [3]. Поэтому знание того, как формируются, строительные свойства грунтов при устройстве искусственных оснований является актуальным.

Для южного региона Украины характерно наличие просадочных лёссовых грунтов, состояние которых меняется под влиянием природных и техногенных факторов.

При недостаточно высоком уровне инженерной подготовки большие участки городских и сельских населенных пунктов подвергаются подтоплению, при этом проявляются просадочные деформации в основаниях зданий и сооружений, сложенных лёссовыми грунтами. Искусственные основания на лёссовых просадочных грунтах могут устраиваться в виде:

- грунтовых подушек из того же лёссового грунта, переотложенного и послойно уплотнённого;
- грунтового основания уплотненного трамбованием;
- грунтовых подушек песчаных и щебенистых перераспределяющих (уменьшающих) давление на нижележащие слабые грунты;
- в виде грунтовых массивов из мелиорированных грунтов, сформированных с помощью средств гидромеханизации.

Существует еще ряд способов устройства искусственных оснований (глубинное виброуплотнение, уплотнение взрывами, уплотнение методом вытрамбованных котлованов и ряд других.)

Мы рассмотрим только часть из представленных выше.

Устройство искусственного основания из переотложенного и послойно уплотненного лёссового грунта

Лёссовые грунты (лёссы, лёссовидные супеси, лёссовидные суглинки, лёссовидные глины), это макропористые глинистые грунты, находящиеся в недоуплотненном природном состоянии.

В состоянии невысокой природной влажности эти грунты имеют достаточно высокие прочностные и деформационные характеристики. При замачивании (водонасыщении), под совместным воздействием внешней нагрузки и собственного веса грунта, возникают дополнительные деформации, называемыми просадочными.

Так, например, условные расчетные сопротивления R_0 , кПа просадочных грунтов:

- а) супесей, при $\gamma_d=13.5$ кН/м³. Составляет 350/180 кПа:

б) суглинков при $\gamma_d = 13.5$ кН/м³. Составляет 350/180 кПа; при $\gamma_d = 15.5$ кН/м³ соответственно 400/200 кПа. (в числителе при $S_r \leq 0.5$, в знаменателе при $S_r \geq 0.8$).

После уплотнения грунтов они лишаются просадочных свойств, R_0 , кПа изменяются:

а) для супесей, при $\gamma_d = 16$ кН/м³ составляет 200 кПа, при $\gamma_d = 17$ кН/м³ составляет 250 кПа.

б) для суглинков, при $\gamma_d = 16$ кН/м³ составляет 250 кПа, при $\gamma_d = 17$ кН/м³ составляет 300 кПа.

Одним из эффективных способов устранения просадочных свойств, грунтов в пределах определенной толщи, является метод устройства искусственного основания из переотложенного, послойно уплотненного лёссового грунта [4]. Этот способ применяется, когда $S_r \leq 0.7$ и при необходимости получить в основании фундаментов уплотненный слой толщиной более $3 \div 3.5$ м.

При полном устранении просадочных свойств грунтов уплотнением необходимо обеспечить условие, чтобы суммарное давление на кровлю подстилающего неуплотненного грунта не превышало начального просадочного давления P_{sl} этого слоя:

$P_{sl} = \delta_{zg} + \delta_{zp}$. Расчетное сопротивление R_c уплотненного грунта по условию устранения просадки подстилающего слоя определяется по формуле:

$$R_c = (P_{sl} - P_{zg} + \alpha P_g) / \alpha$$

где: P_{zg} - природное давление на кровле неуплотненного подстилающего слоя, P_g - природное давление на отметке заложения фундамента, α - коэффициент уменьшения дополнительного давления от фундамента на кровле неуплотненного грунта.

При устройстве искусственного основания из переотложенного и послойно уплотненного лёссового грунта выполняется постоянный контроль, над качеством выполнения работ. Геотехнический контроль, над качеством выполнения производится по методике стандартного уплотнения, согласно которой контролируется плотность грунта ρ_d и влажность W , по которым определяется значение коэффициента уплотнения K_{com} .

Устройство грунтового основания, уплотненного трамбованием

Уплотнение тяжёлыми трамбовками применяется для устранения просадочных свойств и зависит от свойств, грунтов, оно применяется при степени влажности $S_r \leq 0.7$ и плотности сухого грунта $\rho_d \leq 1.6$ т/м³. Наибольшая глубина уплотнения h_c достигается при оптимальной влажности грунта

$$W_0 = W_p - (0.01 \div 0.03 W_p) \text{ и принимается } h_c = K_c \cdot d,$$

где d - диаметр основания трамбовки, м.

K_c - коэффициент пропорциональности, принимаемый по данным экспериментальных исследований: для супесей и суглинков $K_c = 1.8$, для глины $K_c = 1.5$.

Требуемая глубина уплотнения просадочных грунтов тяжёлыми трамбовками в основании фундаментов определяется из условия полного устранения просадочных свойств грунтов в пределах всей деформируемой зоны или только ее верхней части на глубину при которой суммарные осадки и просадки фундаментов не превышают предельной величины для зданий и сооружений. При уплотнении с целью создания маловодопроницаемого экрана глубина уплотнения должна быть не менее 1,5 м.

Прочностные характеристики и модули деформации уплотненных грунтов в основном принимаются по результатам их непосредственных испытаний. При отсутствии данных испытаний они могут приниматься справочно по таблице. Так например, для супесей и суглинков при $K_c = 0.95$ и $\gamma_d = 17$ кН/м³. значение удельного сцепления $C = 0.075 / 0.035$ МПа; угол внутреннего трения ($\varphi = 30^\circ / 25^\circ$; модуль деформации - для супесей 20/15 МПа, для

суглинков 25/20 МПа, при показателе текучести $J_L \leq 0,14$. В числителе значение при $S_r \leq 0,5 \div 0,6$, в знаменателе $S_r \geq 0,8$.

Самыми точными данными являются характеристики уплотненных грунтов, полученные по результатам контрольного вытрамбовывания.

Устройство гравийных, щебенистых, песчаных подушек

Гравийные, щебенистые, песчаные подушки устраиваются при необходимости замены сильно и неравномерно сжимаемых грунтов имеющих повышенную влажность $S_r \geq 0,75 \div 0,8$, при содержании органических включений более $0,05 \div 0,1$. при значительной разнородности грунтов.

Плотность грунтов в подушках назначается в зависимости от вида применяемых грунтов и должна быть не менее 0,95 максимальной плотности, получаемой по результатам опытных уплотнений грунтов при оптимальной влажности в лабораторных и полевых условиях. При отсутствии данных опытных уплотнений допускается для песков принимать плотность грунтов в сухом состоянии не менее:

для однородных крупных песков и песков средней крупности $\rho_d = 1,60 \text{ т/м}^3$, для неоднородных крупных песков и песков средней крупности $\rho_d = 1,65 \text{ т/м}^3$, для мелких песков $\rho_d = 1,60 \text{ т/м}^3$, для пылеватых песков $\rho_d = 1,65 \text{ т/м}^3$, для супесей $\rho_d = 1,65 \text{ т/м}^3$.

При отсутствии результатов непосредственных, испытаний допускается принимать значения модулей деформации и расчетных сопротивлений, при водонасыщенном состоянии грунтов подушек, по справочным данным:

Песок крупный,	$E = 30 \text{ МПа}, R_o = 0,30 \text{ МПа};$	
Песок средней крупности,	$E = 20 \text{ МПа}.$	$R_o = 0,25 \text{ МПа};$
Песок мелкий,	$E = 15 \text{ МПа}, R_o = 0,20 \text{ МПа};$	
Песок пылеватый,	$E = 10 \text{ МПа}, R_o = 0,15 \text{ МПа};$	
Супесь.	$E = 10 \text{ МПа}.$	$R_o = 0,20 \text{ МПа}.$

Для гравелистых и щебенистых подушек эти значения могут приниматься $E = 40 \text{ МПа}$, $R_o = 0,40 \text{ МПа}$.

Контроль за качеством уплотнения отдельных слоев грунтовых подушек может выполняться посредством сдвиговых испытаний методом выпора, и пенетрационных испытаний штампами малого диаметра. При этом толщина исследуемого пенетрацией слоя должна быть не менее $2d$, где d -диаметр штампа.

Устройство подушек из крупноблочных грунтов и песков выполняется при послойном уплотнении вибромашинами и виброкатками.

В некоторых случаях песчаные подушки устраивают, как компенсирующие, при строительстве на набухающих грунтах.

При этом подушки устраивают из любых песков, кроме пылеватых.

Рекомендуемые размеры песчаной компенсирующей подушки [2] при ширине фундамента:

$0,5 \leq B \leq 0,7$ ширина подушки $2, 4B$, высота $1,2B$;

$0,7 \leq B \leq 1,0$ ширина подушки $2B$, высота $1,15B$;

$1,0 \leq B \leq 1,5$ ширина подушки $1,8B$. высота $1,1B$, где B - ширина фундамента.

Для песчаных подушек, устраиваемых по кровле слабых грунтов [5] на основе экспериментальных данных установлена оптимальная мощность подушек $h_{\text{опт}} = 1,2d$, где d -диаметр круглого, либо сторона квадратного фундамента размерами до 3-х метров.

При устройстве подушек на слабых грунтах выполняется проверка расчетного сопротивления по характеристикам грунта подстилающего слоя.

Устройство грунтовых массивов из мелиорированных грунтов.

В последнее время в связи с освоением рекреационных зон вблизи водоемов, характеризующихся сложным изрезанным рельефом, стали применять способы

предпостроечной подготовки застраиваемых территорий с использованием средств гидромеханизации.

В искусственных грунтовых массивах, намытых на карты намыва, со временем изменяются консистенция грунта, восстанавливаются структурные связи, увеличиваются прочностные характеристики.

Для ускорения сроков подготовки искусственных массивов для строительства используется предварительный пригруз. например грунтовой насыпью. Влияние пригруза было установлено на основе экспериментов [6], согласно которых увеличение структурной прочности $P_{стр.}$ мелиорированного грунта во времени выражается зависимостью.

$$P_{стр.} = P_{пр} \cdot \operatorname{tg}\varphi + t \cdot k$$

где $P_{пр}$ - интенсивность пригружающего давления в МПа,

$P_{стр.}$ - структурная прочность в МПа,

φ - угол внутреннего трения, град,

k - коэффициент, учитывающий прирост $P_{стр.}$ во времени t .

Изменение величины удельного сцепления C в зависимости от интенсивности пригружающего давления характеризуется зависимостью:

$$C = P_{пр} \cdot \operatorname{tg}\varphi / 2$$

Пользуясь вышеприведенными зависимостями можно прогнозировать свойства гидромелиорированных грунтов в зависимости от пригружающего давления.

Выводы.

На основании вышеизложенного, в зависимости от характерных инженерно-геологических условий конкретных строительных площадок выбирается тот или иной вид и способ устройства искусственных оснований и метод контроля в процессе инженерного сопровождения.

Литература:

1. Абелев Ю.М., Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных грунтах.- М.: Стройиздат,1979,-272с.
2. Сорочан Е.А. Строительство сооружений на набухающих грунтах М.: Стройиздат. 1974 -375с.
3. СНиП 3.02.01-83.-М.: Стройиздат .1983г.
4. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений М.: Стройиздат. 1977г-375с.
5. Пивонос В.М. Определение размеров песчаной подушки и глубины зоны деформации в двухслойных основаниях по результатам полевых исследований. Основания и фундаменты . Республиканский межведомственный научно-технический сборник. Киев, «Будівельник» 1990, 64-68с.
6. Пивонос В.М. Формирование строительных свойств гидромелиорированных лессовых грунтов во времени в зависимости от условий литификации. Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Випуск 12. МОНУ України. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка . 2003р. 180-182с.