

УДК 624.131

*Пустовойтенко В.П., д.т.н., проф. каф. СГГМ, Коренев А.В., студ. гр. ПБ-13-1м, Государственный ВУЗ «НГУ», Днепропетровск, Украина*

## **УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ**

Строительство в районах с просадочными грунтами. Огромный размах строительства в районах распространения лессовых просадочных грунтов, а также необходимость обеспечения надежности и долговечности построенных на этих грунтах зданий и сооружений при минимальных затратах на противопросадочные мероприятия требует усовершенствования, дальнейшего развития существующих и разработки новых эффективных методов расчета фундаментов на этих грунтах.

Просадочные грунты представляют собой одну из разновидностей глинистых грунтов. Находясь в напряженном состоянии под действием нагрузки от веса здания или сооружения и собственного веса, эти грунты при замачивании дают дополнительную деформацию просадку, вызванную коренным изменением структуры грунта. Просадка грунта приводит к образованию больших трещин в стенах, нарушению соединений конструктивных элементов, раскрытию стыков крупнопанельных зданий и др., а в целом - к нарушению прочности и эксплуатационной пригодности здания [1, 2, 3].

Прочность, устойчивость и эксплуатационная пригодность зданий, возводимых в районах просадочных грунтов, может быть обеспечена, с применением следующих мероприятий:

- 1) устранением просадочных свойств грунтов путем их уплотнения или применения грунтовых свай;
- 2) предварительным замачиванием грунтов основания;
- 3) мерами, исключающими возможность проникания воды в грунты основания,
- 4) выбором конструктивных решений, обеспечивающих жесткость несущего остова;
- 5) возможность быстрого восстановления конструкций после их просадки в проектное положение [2].

Для полного устранения просадочных свойств грунтов предварительное замачивание применяется в комбинации с другими методами, например с уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек и др.

Уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием сопровождается водонасыщением массива грунта и проявлением просадки в пределах замачиваемого участка и на окружающей его территории. В связи с этим данный метод наиболее целесообразно применять на вновь застраиваемых площадях. При применении предварительного замачивания в застроенных

районах должны выполняться мероприятия по исключению замачивания грунтов в основании существующих зданий.

В зависимости от конструкций проектируемых зданий и сооружений уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием рекомендуется применять для относительно нетяжелых зданий, когда можно сравнительно простыми методами доуплотнить грунт в пределах большей части деформируемой зоны от нагрузки фундаментов.

Здания следует проектировать простой конфигурации в плане. Протяженные здания разрезаются осадочными швами, которые совмещаются с температурными и располагаются у поперечных стен [3].

Характеристики просадочных грунтов.

К просадочным грунтам относятся лёссовидные суглинки и лёссы, которые имеют следующие характерные признаки: относительно высокую пористость (около 50 %) при однородном зерновом составе (в основном состоят из пылеватых частиц) и малую влажность. Вследствие высокой пористости лёссовые грунты часто называют макропористыми, в некоторых случаях макропоры достигают размеров 0,5-5 мм и более. В просадочных грунтах из-за наличия карбонатов при замачивании происходит их быстрое размокание, вызывающее нарушение первоначальной структуры, что приводит к значительному росту осадок. В практике строительства зафиксированы случаи, когда после замачивания сравнительно большой толщи лёссовых грунтов просадка поверхности грунта составляла 2-2,5 м.

Основными характеристиками просадочных грунтов, определяющими их специфические свойства, являются:

– относительная просадочность  $\varepsilon_{sl}$ , определяемая экспериментально при компрессионных испытаниях. Относительная просадочность  $\varepsilon_{sl}$  представляет собой относительное сжатие грунта при заданных давлениях и степени повышения влажности и определяется по формуле (1) [СНиП 2.02.01-83\* [2]]

$$\varepsilon_{sl} = \frac{(h_{h,p} - h_{sat,p})}{h_{n,g}}, \quad (1)$$

– начальное просадочное давление  $p_{sl}$  – это минимальное давление от нагрузки фундамента или собственного веса, при котором проявляются просадочные свойства грунта в условиях его полного водонасыщения. За начальное просадочное давление  $p_{sl}$  при лабораторных испытаниях грунтов принимается давление, при котором относительная просадочность  $\varepsilon_{sl} = 0,01$ ; при полевых испытаниях штампами – давление, равное пределу пропорциональности (на графике «осадка штампа – нагрузка»), при котором фаза нормального уплотнения переходит в фазу просадки и осадка штампа возрастает не менее чем в 1,5 раза;

– начальная просадочная влажность  $W_{sl}$ , представляющая собой влажность, при которой грунты, находящиеся в напряженном состоянии от внешней нагрузки или собственного веса грунта, начинают проявлять просадочные свойства. За критерий начальной просадочной влажности при компрессионных испытаниях принимается относительная просадочность  $\varepsilon_{sl} = 0,01$ ; при испытании штампами – давление, равное пределу пропорциональности, при котором фаза нормального уплотнения переходит в фазу просадки [1].

В зависимости от условий проявления просадки толщ просадочных грунтов на строительной площадке подразделяют на два типа.

I тип - грунтовые условия, при которых возможна просадка от внешней нагрузки, а просадка от собственного веса грунтов не происходит или не превышает 5 см;

II тип - грунтовые условия, при которых просадка происходит от внешней нагрузки и собственного веса и значение последней превышает 5 см.

При I типе грунтовых условий по просадочности применяют следующие способы рис. 1 (толща просадочных грунтов в пределах 5-6 м).

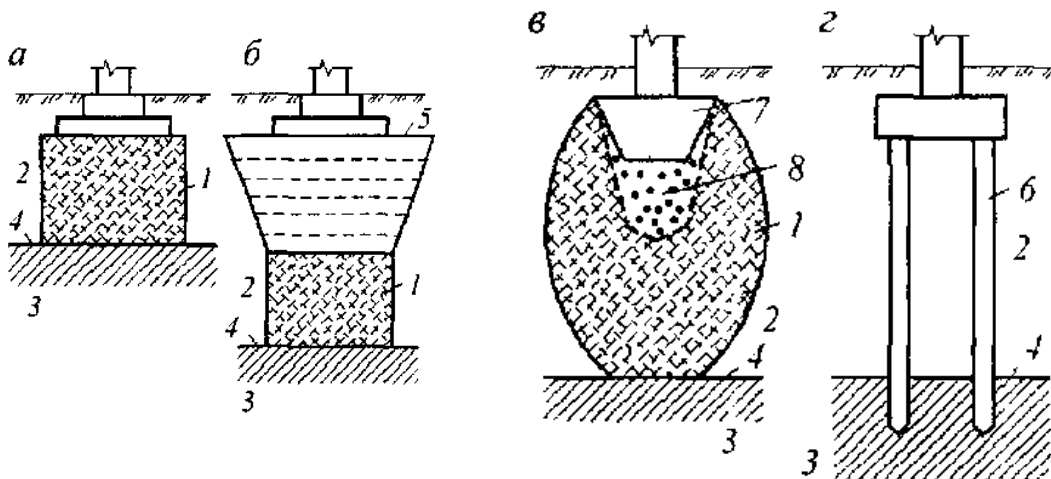


Рис. 1. Различные варианты устройства оснований и фундаментов в грунтовых условиях I типа просадочности: 1 - уплотненный грунт; 2 - просадочный грунт; 3 - непросадочный грунт; 4 - нижняя граница просадочного грунта; 5 - грунтовая подушка, уплотненная послойно; 6 - сваи; 7 - набивной или забивной фундамент, пирамидальная короткая свая; 8 - щебень, втрамбованный в грунт

1. Уплотнение грунтов с помощью тяжелых трамбовок после доведения влажности грунта до оптимальной (рис. 1,а). Этот способ применяют, если глубина заложения фундамента 1,5-2 м, так как толщина остающихся под ними слоев просадочных грунтов, составляя 3,5-4 м, допускает уплотнение с помощью трамбовок.

2. Уплотнение и устройство подушек из непросадочных местных грунтов. Данный метод применяют, если не удается уплотнить грунт с помощью трамбования на требуемую глубину. Подушку устраивают над уплотненным слоем просадочного грунта (рис. 1,б).

3. Уплотнение грунтов подводными взрывами с использованием предварительного замачивания, для чего снимают перед замачиванием верхний слой грунта в зоне предполагаемой застройки, на спланированное дно выемки насыпают песок, а выемку обваловывают. Затем в полученный котлован наливают воду и после замачивания просадочной толщи производят взрывы, которые, нарушая структуру грунта, способствуют его уплотнению (рис. 1,в).

4. Устройство свайных фундаментов с прорезкой всей толщи просадочных грунтов с целью передачи давления на непросадочные подстилающие слои грунта (рис. 1,г).

При II типе грунтовых условий по просадочности применяют следующие способы ее устранения рис. 2.

1. Прорезка просадочной толщи сваями различного типа или глубокими фундаментами (рис. 2,а);

2. Закрепление грунтов химическими или термическими способами (рис. 2,б);

3. Уплотнение грунтов предварительным замачиванием в сочетании с глубинными взрывами и уплотнение тяжелыми трамбовками (рис. 2,в);

4. Уплотнение грунтов грунтовыми сваями (рис. 2,г).

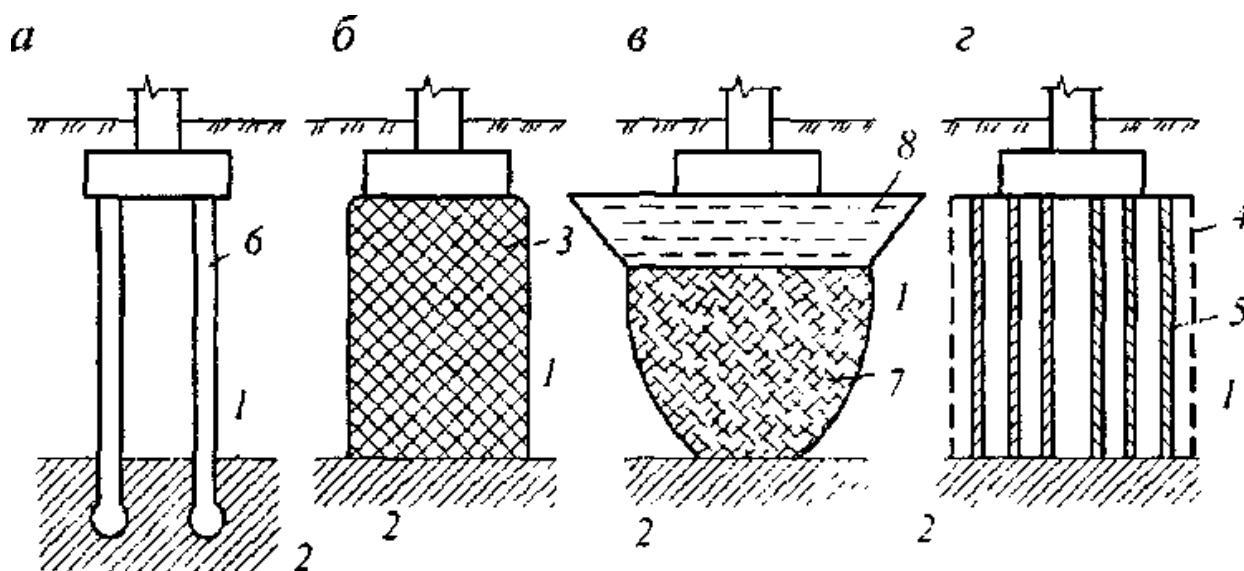


Рис. 2. Различные варианты устройства оснований и фундаментов в грунтовых условиях при II типе просадочности: 1 - просадочный грунт; 2-непросадочный грунт; 3 - закрепленный грунт; 4 - зона уплотнения грунтовыми сваями; 5 - грунтовые сваи; 6 – сваи; 7 - уплотненный грунт; 8 - грунт, уплотненный тяжелыми трамбовками

Могут применяться и другие методы устранения просадочных свойств грунтов и прорезки просадочной толщи. В грунтовых условиях II типа наряду с устранением просадочности и прорезкой толщи просадочных грунтов должны предусматриваться водозащитные мероприятия, а также соответствующая компоновка генерального плана застраиваемой территории. Лучшими решениями являются сохранение природного рельефа местности и дернового покрова, а также эффективная система водостоков и других водозащитных мероприятий.

Использование перечисленных выше мероприятий по устранению просадочности связано с существенными дополнительными материальными затратами, поэтому при застройке территории относительно легкими жилыми и общественными зданиями целесообразно принципиально иное решение, исключающее возможность замачивания толщи просадочных грунтов в основании сооружений.

Для этого необходимо полностью исключить возможность проникновения в основания фундаментов дождевых, хозяйственных и подземных вод (при колебаниях уровня), что возможно при специальной планировке территории, устройстве дерновых и асфальтовых покрытий.

Однако даже при тщательном выполнении мероприятий по предотвращению замачивания лёссовых грунтов они не гарантированы от местного замачивания при авариях трубопроводов или каких-либо других причин. Поэтому кроме мероприятий по защите от замачивания используют конструктивные приемы, позволяющие снижать чувствительность зданий и сооружений к неравномерным осадкам, или устранять неблагоприятные последствия неравномерности осадок с помощью рихтовки люфтов, поднятия колонн домкратами и т.п. При этом следует стремиться к предотвращению неравномерных осадок с помощью закрепления грунтов и принимать срочные меры по ликвидации возникшего процесса замачивания.

Особое внимание следует уделить удалению воды от фундаментов. Для этого обратная засыпка последних тщательно трамбуется, и устраивается специальная водонепроницаемая отмостка, с которой вода удаляется с помощью лотков в кюветы или канализационную систему.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашенко А.Н. Механика горных пород / А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко // Учебное пособие для ВУЗов. – К.: Новий друк, 2044. – 400 с.
2. СНиП 2.01.09-2011. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах
3. СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений.