

## Обеспечение устойчивости земляных сооружений.

**Обеспечение устойчивости земляных сооружений** является важнейшим требованием, предъявляемым к ним. Чтобы её обеспечить, земляные сооружения возводят с откосами необходимой крутизны. *Крутизна откоса* выемки или насыпи зависит главным образом от угла естественного откоса грунта. Её принимают в зависимости от глубины выемки или высоты насыпи, свойств грунта, их влажности, характера сооружений (постоянные или временные) и других факторов. *Наибольшая допустимая крутизна откосов* котлованов и траншей глубиной до 5 м, отрываемых в нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод (УГВ) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, регламентируемого СНиП (табл. 1).

Таблица 1. Наибольшая крутизна откосов.

Грунт	Угол между направлением откоса и горизонталью, град.	Крутизна откоса	Угол между направлением откоса и горизонталью, град.	Крутизна откоса	Угол между направлением откоса и горизонталью, град.	Крутизна откоса
	При глубине выемки, м, до					
	1,5		3		5	
Насыпной	56	1 : 0,67	45	1 : 1	38	1 : 1,25
Песчаный и гравийный влажный (ненасыщенный)	63	1 : 0,5	45	1 : 1	45	1 : 1
Глинистый: супесь суглинков	76	1 : 0,25	56	1 : 0,67	50	1 : 0,85
	90	1 : 0,0	63	1 : 0,5	53	1 : 0,75
Глина	90	1 : 0	76	1 : 0,25	63	1 : 0,5
Лёсс и лёссовидный	90	1 : 0	63	1 : 0,5	63	1 : 0,5
Моренный: песчаный, супесчаный суглинистый	76	1 : 0,25	60	1 : 0,57	53	1 : 0,75
	78	1 : 0,2	63	1 : 0,5	57	1 : 0,65

При напластовании различных видов грунтов (кроме растительного) крутизну откоса для всех пластов назначают по более слабому грунту (с меньшей крутизной). Для отрывки выемок глубиной более 5 м крутизна откоса устанавливается по расчету исходя из значений угла внутреннего трения ( $\sigma$ ) и удельного сцепления грунта ( $C$ ) с учётом нагрузки на берме откоса. Ориентировочно крутизну откоса таких выемок в не переувлажнённых грунтах для средних значений ( $\sigma$ ) и ( $C$ ) можно принимать по таблице 2. При необходимости отрывки выемок ниже УГВ, где будут обводнённые грунты, крутизну и откосов принимают по таблице 3.

Таблица 2. Расчетная максимально допустимая крутизна откосов.

Группа грунта	Грунт	При глубине выемки, м			
		5-6	6-8	8-10	10-14
I	Песок (влажный нена-сыщенный)	1 : 1,25	1 : 1,5	1 : 1,75	1 : 2
II	Супесь	1 : 1	1 : 1,25	1 : 1,5	1 : 1,75
I, II	Суглинок	1 : 0,85	1 : 1	1 : 1,25	1 : 1,5
III, IV	Тяжелый суглинок, глина	1 : 0,75	1 : 1	1 : 1,25	1 : 1,5

Таблица 3. Допустимая крутизна откоса в обводненных грунтах.

Грунт	При глубине выемки, м	
	до 2	более 2
Песок: мелкозернистый средне- и крупнозернистый	1 : 1,5 1 : 1,25	1 : 2 1 : 1,5
Суглинок	1 : 0,67	1 : 1,25
Гравелистый и галечниковый (гравия и гальки свыше 40%)	1 : 0,75	1 : 1
Глина	1 : 0,5	1 : 0,75
Разрыхлённый скальный	1 : 0,25	1 : 0,25

Однако не всегда имеется возможность отрывки котлована или траншей с наклонными откосами необходимой крутизны, чтобы обеспечить их устойчивость. Такое, в частности, может быть при отрывке выемок в стеснённых условиях городской застройки и тогда приходится их отрывать с вертикальными откосами. Для предотвращения обрушения вертикальных стенок необходимо устраивать их временное крепление. При этом следует иметь в виду, что без креплений вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше УГВ, допускается при глубине их не более: в песчаных и крупнообломочных грунтах – 1 м; в супесях – 1,25 м; в суглинках и глинах (кроме очень прочных) – 1,5 м; в очень прочных суглинках и глинах – 2 м.

**Способы и конструкции креплений вертикальных стенок котлованов и траншей** зависят от их глубины и размеров, физических и гидрогеологических свойств грунтов, наличия динамических нагрузок у краёв выемки (от машин и механизмов) и принятых способов последующих работ (монтажа строительных конструкций, труб и т.п.).

В зависимости от конструктивного решения различают крепления следующих типов: распорные, консольные, консольно-распорные, консольно-анкерные, подкосные (рис. 1а). Тип крепления выбирают в зависимости от назначения и размеров выемки, свойств грунтов, величины притока грунтовых вод и условий производства работ.

По характеру конструктивного исполнения и степени оборачиваемости крепление может быть инвентарным и стационарным (из отдельных элементов), сплошным или с прозорами.

**Распорные крепления** наиболее распространены. Они применяются для траншей глубиной до 3 м и состоят из щитов (сплошных или с прозорами), стоек (или прогонов), раздвижных винтовых распорок или рам. На рис. 1б приведён инвентарный вариант исполнения крепления. Такое крепление состоит из деревянных щитов 2 х 0,5 м, вертикаль-

но соединённых брусев 80 х 150 мм, металлических стоек из труб диаметром 70 мм с отверстиями для крепления разжимных телескопических распорок. Крепление стен производят сразу же после отрывки траншеи.

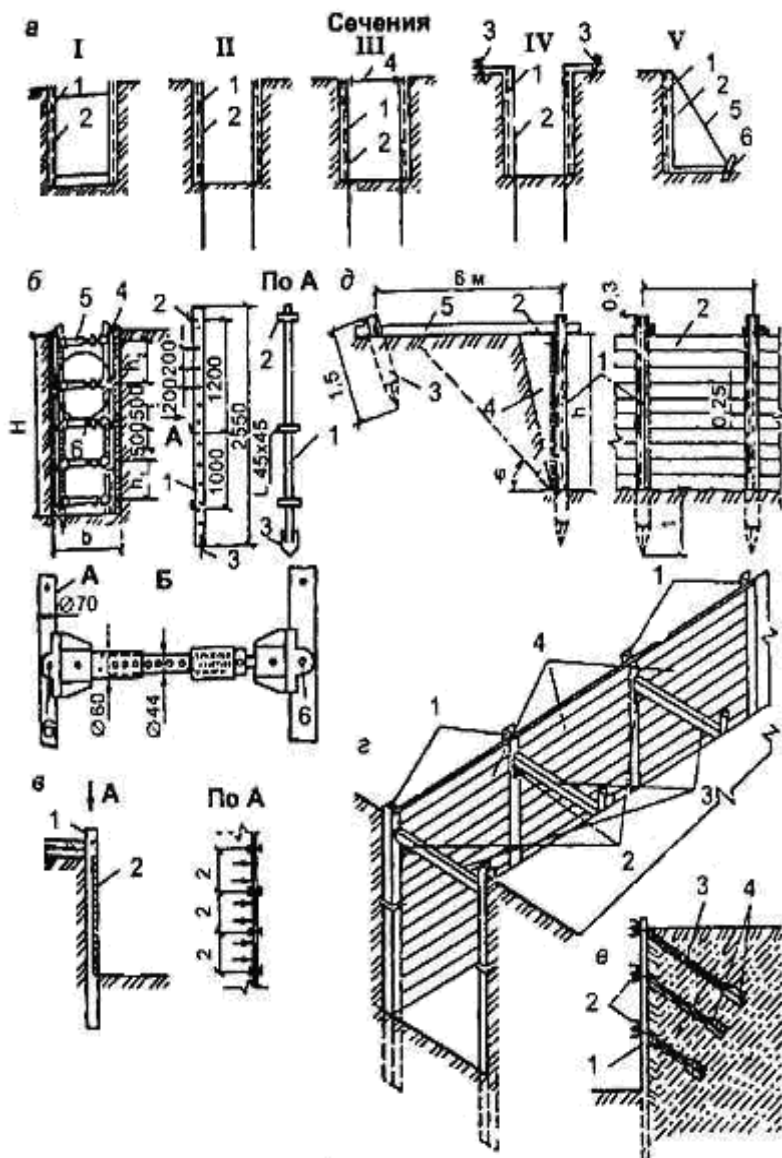


Рисунок 1. Крепление вертикальных стен выемок: а - схемы типов конструктивных решений креплений стенок траншей и котлованов: I - распорное; II - консольное; III - консольно-распорное; IV - консольно-анкерное; V - подкосное: 1 - щиты; 2 - стойки (сваи); 3 - анкеры; 4 - распорки; 5 - подкосы; 6 - упоры; б - инвентарное распорное крепление: 1 - металлические стойки; 2 - уголок; 3 - заострение; 4 - щиты; 5 - распорки телескопической конструкции; 6 - болт; в - консольный тип: 1 - стойки; 2 - щиты и пластины; г - консольно-распорный тип крепления: 1 - двутавровые балки; 2 - поддерживающие стальные уголки; 3 - деревянные распорки; 4 - доски ограждающего элемента крепления (забирка); д - консольно-анкерный тип: 1 - стойки; 2 - забирка; 3 - свая-анкер; 4 - засыпка; 5 - тяжи; е - шпунтовое ограждение с внутренним анкерным креплением: 1 - шпунтовая стенка; 2 - балки; 3 - тяжи; 4 - анкеры.

Консольные (рис. 1в) и консольно-распорные (рис. 1г) крепления используются при глубинах отрывки 3 м в слабых водонасыщенных грунтах. Конструктивными элементами креплений этого типа являются: металлические стойки-сваи, сплошная забирка из досок и распорки между стойками.

Консольно-анкерные крепления (рис. 1д) в отличие от консольных имеют анкеры, состоящие из якорей и тяжей к стойкам. Якоря обычно устанавливают от бровки на расстоянии не менее  $1,5h$  (где  $h$  - глубина выемки), а их количество определяют по расчёту.

Шпунтовые ограждения стен являются разновидностью консольных ограждений и устраиваются при глубоких котлованах, большом боковом давлении грунта, сложных гидрогеологических условиях. Шпунтовые ограждения представляют собой сплошные стенки из предварительно погруженных в грунт стальных или деревянных шпунтин с замковыми соединениями. Существует три варианта исполнения шпунтовых ограждений: консольное, распорное и анкерное (рис. 1е).

Подкосные крепления используются для крепления стен котлована и состоят из забирки, стойки, подкоса, лежня и упорного якоря. Крепления такого типа затрудняют работы в котловане и поэтому применяются редко.