



МИРЗАБЕГ ВАГИДОВ

Кандидат технических наук, доцент кафедры сейсмостойкого строительства Дагестанского государственного института народного хозяйства, член РОМГТиФ.

Основные направления научной деятельности: основания и фундаменты, инженерные изыскания для строительства.

Автор более 40 научных работ.

E-mail: vagidovm@mail.ru



ЗОЦЕНКО НИКОЛАЙ ЛЕОНИДОВИЧ

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Добыча нефти и газа и геотехники» Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка. Член президиума украинского общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения

Основные направления научной деятельности: усовершенствование технологий расчетов оснований домов и конструкций фундаментов.

Автор свыше 300 научных работ

E-mail: slekfa@e-mail.pl.ua

УДК 624.15

ГРУНТОЦЕМЕНТНЫЕ ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Ключевые слова: грунтоцемент, грунтоцементные сваи, армированные основания, модуль деформации, прочность на сжатие, водонепроницаемость, расход условного топлива.

У статті розглянутий прогресивний метод улаштування основи та фундаментів із грунтоцементу за допомогою бурозмішувальної технології. Запропонован комплект устаткування для улаштування таких фундаментів. Проаналізовані умови формування фізико-механічних характеристик грунтоцементу. Наведені приклади конструктивних рішень основ та фундаментів із грунтоцементу. Розглянуті економічні аспекти використання грунтоцементу.

В статье рассмотрен прогрессивный метод устройства оснований и фундаментов из грунтоцемента с помощью буросмесительной технологии. Предложен комплект оборудования для устройства таких фундаментов. Проанализированы условия формирования физико-механических характеристик грунтоцементу. Приведены примеры конструктивных решений оснований и фундаментов из грунтоцементу. Рассмотрены экономические аспекты использования грунтоцементу.

In article the progressive method of the device of the bases and the bases from soil cement with the help буросмесительной technologies is considered. The complete set of the equipment for the device of such bases is offered. Conditions of formation of physicomеханических characteristics soil cement are analysed. Examples of constructive decisions of the bases and the bases from soil cement are resulted. Economic aspects of use soil cement are considered.

Постановка проблеми. Современные условия строительства требуют новых участков для застройки. Эти территории очень часто имеют сложные инженерно-геологические условия – оползнеопасные склоны, просадочные и слабые грунты, сложные в сейсмическом отношении площадки и т.п. В таких условиях строители отдают предпочтение свайным фундаментам, устройство которых требует значительных затрат. Одним из эффективных направлений снижения стоимости свайного фундаментостроения является использование в качестве материала для возведения фундаментов грунтов, которые залегают в основании объектов строительства. Этого можно достичь использованием буросмесительной технологии. С помощью специального оборудования выполняется разрыхление грунта непосредственно в массиве без его извлечения. Одновременно в разрыхленный грунт нагнетается водоцементная суспензия и выполняется перемешивание грунтоцементной смеси. После твердения смеси по всей толщине слабого грунта образуется крепкий грунтоцементный материал, который не размокает в водной среде. Такие элементы можно устраивать и в водонасыщенном грунте, т.е. ниже уровня грунтовых вод [1,2,3,4,5].

Изложение основного материала

Технология работ. Устройство цилиндрических грунтоцементных элементов в грунте проводится с помощью комплекта оборудования, в состав которого входят:

- буровой станок БМ-811м на шасси автомобиля «Урал» (рис.1) модернизированный тем, что шнеки заменены на буровые штанги диаметром 100 мм, имеющие внутренний канал для подачи цементного раствора. Рабочий орган для разрушения грунта имеет отверстия для распределения цементной суспензии по всему сечению скважины. Для соединения штанг с растворомасосом предусмотрен вертлюг;
- растворомешалка для изготовления водоцементной суспензии;
- растворонасос для нагнетания суспензии в скважину.

Цементную суспензию размешивают в растворомешалке и нагнетают с помощью растворонасоса через вертлюг в полые штанги и далее в разрыхленный грунт. Для приготовления цементной суспензии можно использовать любую растворомешалку, выпускаемую отечественной промышленностью, при условии обеспечения ее однородности. Суспензию в скважину можно подавать с помощью строительного диафрагмового растворонасоса или бурового плунжерного насоса, которые обеспечивают давление в 0,5 – 0,7 МПа.

Разрушение грунта, впрыскивание в него цементной



Рис.1. Общий вид буровой машины БМ-811м

суспензии, и перемешивание смеси осуществляется с помощью смесительно-бурового долота, которое состоит из полого корпуса, имеющего не менее одного отверстия для подачи закрепляющего раствора, забурника и, как минимум двух лопастей с режущими кромками. Каждая лопасть закреплена на полой оси, при этом геометрическая ось поворота каждой лопасти смещена относительно центра веса площади в сторону передней режущей кромки.

Закрепление лопастей на полой корпусе с возможностью ограниченного поворота устраивается таким образом, что геометрическая ось поворота каждой лопасти смещена относительно центра веса площади поверхности лопасти в сторону передней режущей кромки. Это обеспечивает возможность изменения наклона лопастей при изменении направления давления грунта на лопасть при забуривании или поднимании приспособления, что в свою очередь позволяет извлекать устройство со скважины без изменения направления его вращения.

Смесительно-буровое долото, включает полый корпус 1 (рис. 2), который имеет не менее одного отверстия 2 для подачи закрепляющего раствора, забурника 3 и, как минимум, две лопасти 4 с передними режущими кромками 5.

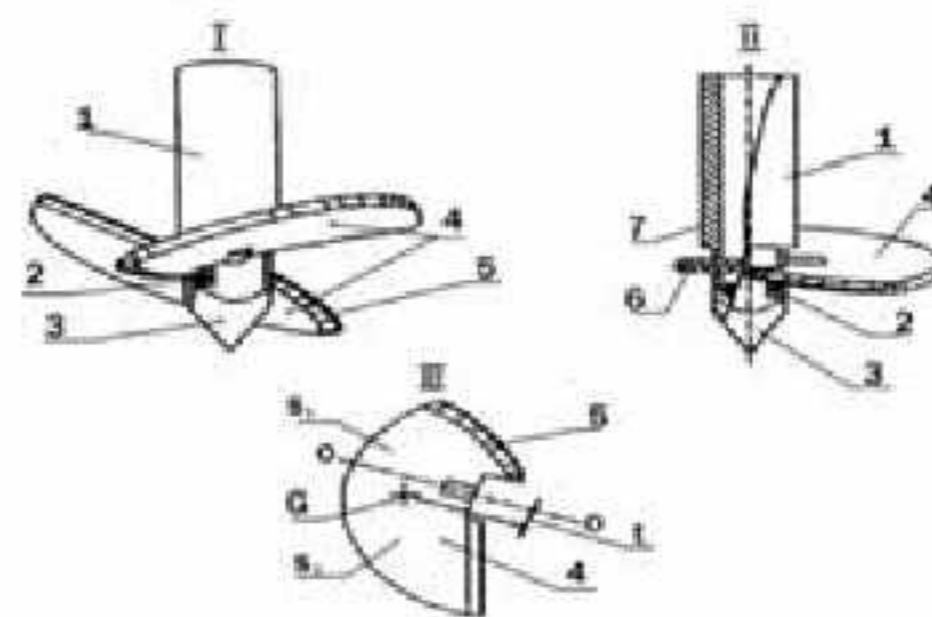


Рис.2. Общий вид и элементы буросмесительного долота: I - смесительно-буровое долото (общий вид); II - смесительно-буровое долото (вид с местным разрезом); III - лопасть (вид сверху)

Каждая лопасть 4 закреплена на полой корпусе 1 с возможностью ограниченного поворота, причем геометрическая ось поворота O-O (рис. III) каждой лопасти 4 смещена относительно центра веса площади G поверхности лопасти 4 в сторону передней режущей кромки 5 на расстояние t , не равное нулю.

Таким образом, лопасти 4 изготовлены так, что геометрическая ось поворота O-O разделяет их на две неравные по площади части S_1 и S_2 и, при этом площадь передней части S_1 лопасти 4 с режущей кромкой 5 меньше задней части S_2 .

Максимальный угол поворота лопастей 4 ограничен упорами 7, и находится в интервале $\pm 35^\circ$.

Во время работы за лопастями создается свободное от грунта пространство, в которое под давлением подается закрепляющий раствор. Это позволяет увеличить диаметр грунтоцементного элемента, обеспечит равномерное перемешивание материала, уменьшить трение при резании, что уменьшает затраты энергии на выполнение работ [6].

Характеристики грунтоцемента. Были проведены лабораторные исследования призменной прочности грунтоцемента. Площадка исследований сложена кварцевыми мелкими песками средней плотности, водонасыщенными. Количество портландцемента М400 при

изготовлении грунтоцементных свай составило 25% от веса скелета грунта.

Нормативное сопротивление грунтоцемента осевому сжатию определяли в соответствии с ГОСТ18105-86. Кубики для исследований размером 7x7x7 см были вырезаны из тела опытных свай, через 60 суток твердения грунтоцемента ниже уровня грунтовых вод. Определение прочности грунтоцемента состояло в определении минимальных усилий, разрушающих опытные образцы при статическом их нагружении с постоянной скоростью приложения нагрузки.

В табл.1 приведены данные отдельных определений призмической прочности грунтоцемента и результаты статистической обработки экспериментальных данных.

Всего было исследовано 11 образцов грунтоцемента. Средняя величина нормативного значения призмической прочности грунтоцемента $R_{np}^n = 5,97$ МПа. Показатель прочности определения при доверительной вероятности

лессовых грунтов, а именно незначительное содержание глинистых частиц, щелочная реакция среды, малое количество легкорастворимых солей, легкая диспергация при водонасыщении за счет водорастворимых связей между частицами – все эти особенности грунтов способствуют использованию их при изготовлении грунтоцемента.

Механические характеристики грунтоцемента, а именно призмическая прочность и модуль деформации, обеспечиваются наличием кристаллизационных связей, которые образовались в процессе твердения материала. На скорость твердения грунтоцемента наибольшее влияние оказывает температура среды. Модуль деформации зависит от плотности грунтоцемента. Экспериментально доказано, что при одинаковой призмической прочности модуль деформации больший для образцов с большей плотностью.

На строительной площадке в пределах лессового плато грунтоцемент изготавливался из лессовидного суглин-

ка. В лабораторных условиях физико-механические характеристики грунтоцемента исследовались в зависимости от содержания портландцемента М400.

Испытания образцов проводили на осевое сжатие, по результатам которого устанавливали призмическую прочность R^n , МПа и модуль деформации E , МПа. Серии образцов исследовались в 6-8 кратной повторности для сроков твердения 10,28, 90,365,730 суток. В табл.3 приведены данные эксперимента для срока твердения образцов 90 суток в воде.

Соответствующие корреляционные уравнения:

Таблица 1. Результаты статистической обработки экспериментальных данных при определении расчетного значения призмической прочности грунтоцемента

№№ п\п	Отдельные значения, $R_{np,i}^n$, МПа	Среднее значение, \bar{R}_{np} , МПа	$R_{np}^n - R_{np,i}^n$	$(R_{np}^n - R_{np,i}^n)^2$	Средне-квадратичное отклонение, σ	Коэффициент вариации, $v_m, \%$
1	6,36	5,97	0,39	0,1521	0,041	6,9
2	6,47		0,50	0,2500		
3	6,1		0,13	0,0169		
4	5,43		0,54	0,2916		
5	6,14		0,17	0,0289		
6	5,92		0,05	0,0025		
7	5,52		0,45	0,2025		
8	5,95		0,02	0,0004		
9	6,1		0,13	0,0169		
10	6,44		0,47	0,2209		
11	5,25		0,72	0,5184		
n=11	$\Sigma = 65,68$			$\Sigma = 1,7011$		

0,95 составил $\rho_a = 0,054$, при этом коэффициент надежности $\gamma_g = 1,06$. При этом расчетное значение призмической прочности грунтоцемента составило $R_{np} = 5,6$ МПа.

Для определения марки грунтоцемента по показателю осевого сжатия (призмической прочности) следует пользоваться табл.2.

Литературные данные свидетельствуют о том, что механические характеристики грунтоцемента, который изготавливается непосредственно в массиве грунта, зависят от литологии грунтов, содержания цемента, водоцементного отношения грунтоцементной смеси, показателя воды рН, содержания водорастворимых солей, гидрофобных добавок и пр. [1]. Накопленный опыт показывает, что физико-химические характеристики

$$R = 0,0676i + 1,912 \text{ МПа.} \quad (1)$$

Коэффициент корреляции $r = 0,96$.

$$E = 7,96i + 179,6 \text{ МПа.} \quad (2)$$

Коэффициент корреляции $r = 0,97$.

Многими исследователями экспериментально установлен факт длительного твердения грунтоцемента во влажных условиях. На рис.3 приведены графики увеличения призмической прочности грунтоцемента во времени.

Через два года прочность грунтоцемента увеличивается не менее, чем в два раза по сравнению с 28 суточным

сроком. При твердении грунтоцемента в воздушно-сухих условиях прочность его за два года уменьшается вдвое. Этот эффект объясняется процессом карбонизации $Ca(OH)_2$ при контакте с CO_2 воздуха с одной стороны и прекращением твердения смеси из-за отсутствия воды, кото-

Таблица 2. Нормативное сопротивление грунтоцемента, МПа, при проектной марке по прочности на осевое сжатие

Осевое сжатие (призмическая прочность)	Значение сопротивления грунтоцемента	Нормативное сопротивление, МПа, при проектной марке грунтоцемента по прочности на осевое сжатие				
		50	75	100	150	200
Нормативное сопротивление грунтоцемента сжатию	R^n , МПа	4	6	8	12	16

Таблица 3. Физико-механические характеристики грунтоцемента в зависимости от содержания цемента при сроке твердения 90 суток

Содержание цемента i , %	Влажность W , %	Плотность скелета ρ_d , т/м ³	Призмная прочность R'' , МПа	Модуль деформации E , МПа
5	29,2 (0,10)*	1,36 (0,09)	1,027 (0,11)	134,7 (0,14)
10	29,3 (0,11)	1,36 (0,1)	2 (0,1)	255,7 (0,13)
15	29,34 (0,12)	1,365 (0,11)	3,7 (0,12)	350 (0,14)
20	29,6 (0,08)	1,363 (0,09)	5 (0,12)	487,5 (0,13)
25	28,9 (0,10)	1,37 (0,09)	6,2 (0,07)	500 (0,17)
30	29,6 (0,08)	1,355 (0,09)	7,7 (0,12)	560 (0,14)
35	29,4 (0,10)	1,36 (0,09)	10 (0,09)	700 (0,14)
40	29 (0,09)	1,365 (0,08)	11 (0,13)	751 (0,14)
45	29,1 (0,07)	1,37 (0,08)	12,5 (0,15)	830 (0,15)
50	29 (0,09)	1,38 (0,10)	13,8 (0,16)	942 (0,18)

(0,10)* - коэффициент вариации v

Таблица 4. Время продавливания воды сквозь образец грунтоцемента

№№ п/п	Отдельные значения, t , с.	Среднее значение, t'	$t - t'$	$(t - t')^2$	Средне-квадратичное отклонение, σ	Коэффициент вариации, v , %
1	380	509	129	16641	88,9	17,5
2	420		89	7921		
3	534		15	225		
4	548		39	1521		
5	560		51	2601		
6	612		103	10609		
$n=6$	$\Sigma = 3054$			$\Sigma = 39518$		

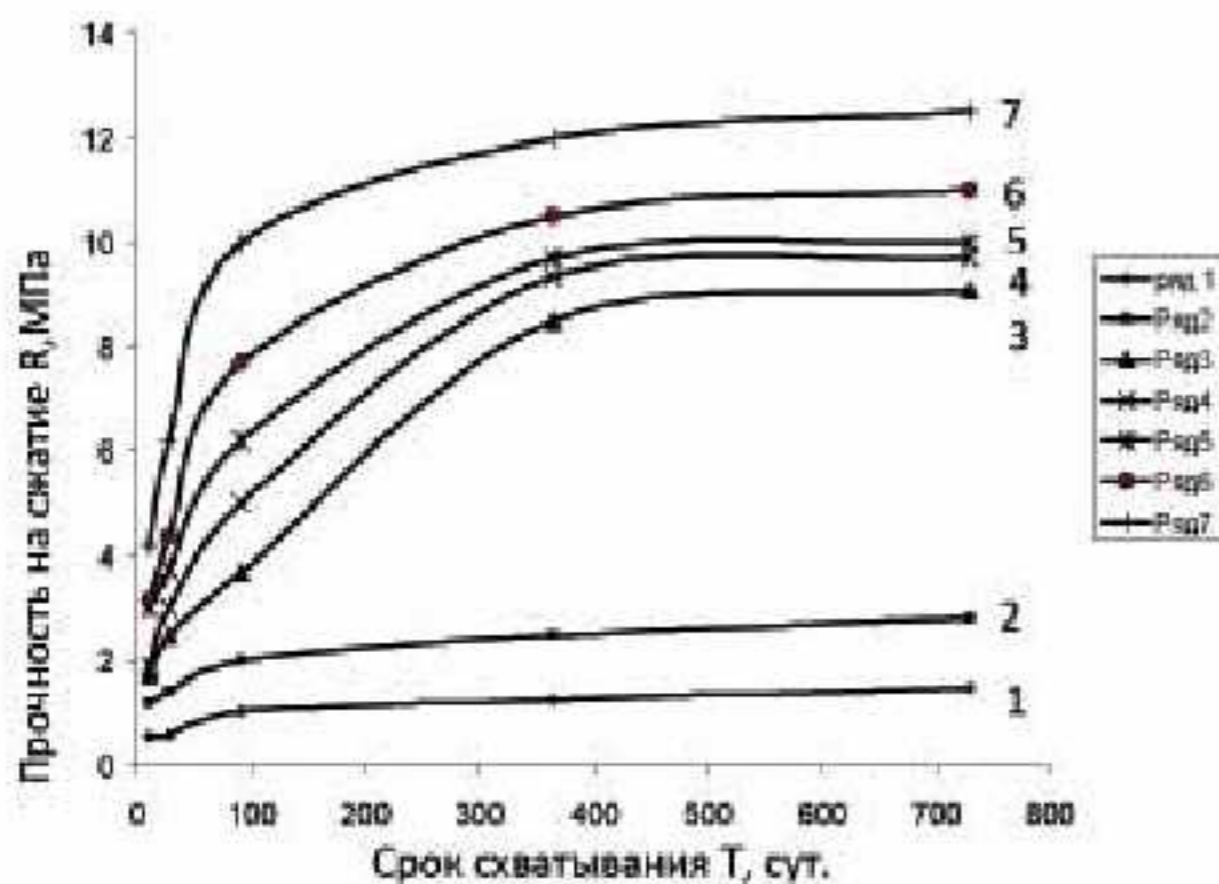


Рис.3. Зависимость прочности на сжатие R_n , МПа грунтоцемента от времени твердения при разном содержании цемента: 1 - 5 %; 2 - 10 %; 3 - 15 %; 4 - 20 %; 5 - 25%; 6 - 30%; 7 - 35%

рая необходима при гидратации цемента. На основании приведенных данных можно сделать вывод о целесообразности использования грунтоцемента только в подземных конструкциях при достаточно высоком уровне грунтовых вод.

Корреляционные уравнения механических характеристик грунтоцемента при содержании цемента 25 %:

$$R_n = 1,81T + 2,5 \text{ МПа. (3)}$$

Коэффициент корреляции $r = 0,971$.

$$E = 63,03T + 400,5 \text{ МПа. (4)}$$

Коэффициент корреляции $r = 0,975$.

Специалисты материаловеды неоднократно отмечали, что грунтоцемент, несмотря на его высокую пористость, обладает аномально высокой водонепроницаемостью. Однако, по нашим сведениям отсутствуют экспериментальные подтверждения этого утверждения. Для изучения водонепроницаемости грунтоцемента в лабораторных условиях были изготовлены образцы из лессового суглинка числом пластичности $I_p=10$ при содержании портландцемента М400-20% от массы сухого грунта, водоцементное отношение смеси В/Ц = 1,4. Плотность скелета грунтоцемента $\rho_d=1,36 \text{ т/м}^3$. После 28 суток твердения грунтоцемента во влажных условиях образцы-цилиндры диаметром 150 мм исследовались по методу мокрого пятна на водонепроницаемость на приборе, который приведен на рис.4,а.

После установки образцов в гнезда прибора к ним прикладывалось давление водой. Водонепроницаемость серии образцов оценивалась максимальным давлением воды, при котором на четырех из шести образцах не наблюдалось просачивание воды. Это давление составило 1,4 МПа, что соответствует марке по водонепроницаемости W14.

Параллельно водонепроницаемость образцов грунтоцемента определялась экспресс методом с помощью прибора ВВ-2 типа «Агама» (рис. 4,б). Прибор используется для ускоренного определения водонепроницаемости бетона. Метод базируется на существовании экспериментальной зависимости между воздухопроницаемостью верхних слоев бетона и его водонепроницаемостью.

По результатам эксперимента установлена марка грунтоцемента по водонепроницаемости W14. Коэффициент вариации при этом составил $v = 17,5\%$, что соответствует общим представлениям о неоднородности свойств грунтов. Отметим, что такая высокая водонепроницаемость грунтоцемента была достигнута при обычном технологическом цикле его изготовления, без внесения добавок и дополнительного уплотнения.

Следует отметить, что значение водонепроницаемости грунтоцемента W14, определенное методами «мокрого пятна» и ускоренным методом ВВ-2, совпало, что свидетельствует о достоверности полученных экспериментальных данных.



а)



б)

Рис. 4. Приборы для исследования грунтоцемента на водонепроницаемость: а) методом «мокрого пятна»; б) ВВ-2 типа «Агама» ускоренным методом.

Высокая водонепроницаемость грунтоцемента открывает широкие возможности для его использования при возведении специальных сооружений, которые предназначены для длительного хранения токсичных жидкостей в емкостях, которые заглублены ниже поверхности Земли.

Конструктивные решения оснований и фундаментов из грунтоцемента. Многочисленные исследования показывают, что грунтоцемент, полученный с применением буросмесительной технологии, возможно использовать как материал для изготовления конструкций подземной части зданий и сооружений.

Грунтоцементные сваи, которые изготавливаются по буросмесительной технологии (рис.5,а). Кроме явных экономических преимуществ, следует отметить высокую технологичность их изготовления в неустойчивых грунтах. Если для устройства набивных бетонных свай необходима обсадка скважины или проходжение ее под глинистым раствором, то при буросмесительной технологии грунтоцемент сам надежно удерживает стенки скважины даже в илах и пльвунах. Грунтоцементные сваи можно армировать непосредственно после изготовления грунтоцемента путем погружения каркаса вибрированием или отдельными стержнями через направляющий кондуктор. Высокая водонепроницаемость грунтоцемента обеспечит нормальные условия длительной работы в нем арматуры.

Подготовка искусственного основания путем армирования его вертикальными элементами, выполненными в виде грунтоцементных цилиндров различных диаметров и длин (рис.5,б). Величина модуля деформации искусственного основания регулируется объемом грунтоцемента в слабом грунте, иными словами она зависит от расстояния между армирующими элементами. Обычно между подошвой фундамента и торцами армирующих элементов устраивается распределительная подушка из щебня.

Защита существующих зданий и сооружений от влияния новостроек выполняется путем строительства раз-

делительных стенок между основаниями этих объектов. На рис.5,в приведена схема разделительной стенки из грунтоцемента. Обычно она устраивается из одного ряда пересекающихся грунтоцементных элементов, которые следует опирать на надежный слой основания. Преимущество грунтоцементной стенки не только в экономии материала и технологичности изготовления, а еще и в том, что площадь ее опирания на надежный грунт значительно больше, чем у металлического шпунта. А именно от этого зависит дополнительная осадка существующего сооружения от влияния новостройки.

Сооружения, предназначенные для длительного хранения токсичных веществ

в объемах, которые располагаются ниже поверхности Земли. На рис.5,г показана схема захоронения бытовых отходов в оврагах. Для исключения контакта отходов с грунтовыми водами вокруг оврага устраивается водонепроницаемая завеса из рядов пересекающихся грунтоцементных элементов, которые заводятся в водоупор. Поток грунтовых вод обходит преграду, при этом баражный эффект в пределах фронта сооружения до 100 м не превышает 0,2-0,5 м, что не может существенно изменить их режим.

Обеспечение устойчивости откосов глубоких котлованов особенно актуально в стесненных городских условиях застройки. На рис.5,д показана схема армирования откосов котлована рядами вертикальных грунтоцементных элементов не пересекающимися между собой. Система рядов грунтоцементных элементов рассматривается как массивная жесткая подпорная стенка. По такой расчетной схеме определяется количество рядов элементов и расстояние между ними в ряду. Применяется как альтернатива сплошной подпорной стенке из буронабивных свай. Предложение имеет преимущество не только за счет применения грунтоцемента аи еще за счет жесткости всей конструкции. Имеется опыт применения при глубине котлована до 20 м.

Повышение устойчивости оползнеопасного склона путем армирования его вертикальными грунтоцементными элементами (рис.5,е). Установлено, что при цементации грунтов, в результате соединения частиц и агрегатов грунта цементом, возникает искусственное структурное сцепление. Грунтоцементные элементы, устроенные по буросмесительной технологии, вместе с незакрепленным грунтом образуют единый массив грунта с улучшенными механическими характеристиками. Во избежание развития оползневых деформаций, а следовательно и появления оползневого давления выполнять улучшение свойств грунта, то есть увеличивать его механические характеристики, при помощи цементации по буросмесительной технологии. Закрепление грунтов может использоваться в качестве вспомогательного

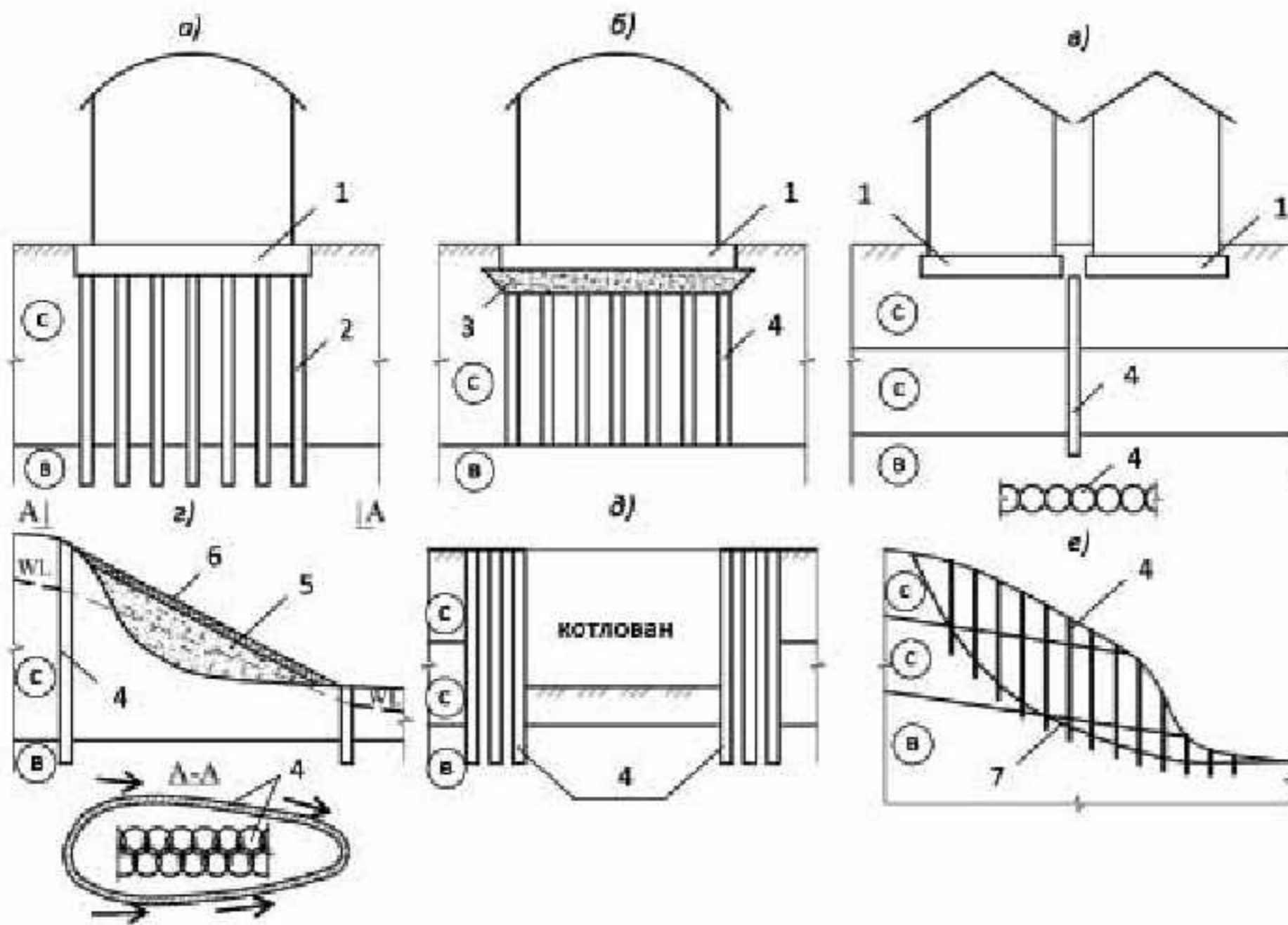


Рис.5. Применение грунтоцемента в строительстве: а) в качестве свайного фундамента; б) для усиления основания фундамента; в) в качестве разделительной стенки; г) при засыпке оврагов отходами; д) для укрепления стенок котлована; е) для закрепления склонов: 1 – фундамент здания; 2 – грунтоцементная свая; 3 – щебневая подушка; 4 – грунтоцементный элемент; 5 – отходы; 6 – рекультивационный слой; 7 – поверхность скольжения

мероприятия, а иногда и альтернативы наиболее распространенным методам стабилизации и предупреждения оползней – сооружению разных типов удерживающих сооружений, таких как подпорные стенки, контрбанкеты и тому подобное.

Во всех рассмотренных случаях при составлении проекта необходимо проводить расчеты не только по грунтам, но и по материалу. При этом, в каждом случае необходимы определения механических характеристик грунтоцемента, который изготовлен из конкретных грунтов. Необходимо также учитывать еще и тот факт, что толща основания сложена обычно несколькими слоями различных по литологии грунтов. Всем этим грунтоцемент отличается от бетона, который изготавливается по заданному проектировщиком рецепту.

ВЫВОДЫ:

1. Снизить стоимость строительства возможно путем использования грунтов в качестве материала для возведения фундаментов.
2. Получаемый при этом материал грунтоцемент – смесь грунта и цемента – имеет достаточно высокую прочность, низкую деформативность, аномально высокую водонепроницаемость.
3. Из отдельных машин, которые выпускаются в России, создан комплект оборудования для изготовления грунтоцемента по буросмесительной технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРИ

1. Токин А.Н. Фундаменты из цементогрунта. - М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.
2. Соколович В.Е., Мотузов Я.Я., Котов А.И. (НИИОСП). Закрепление илов цементами. В сб. Строительство на слабых водонасыщенных грунтах. – Одесса: Госстрой СССР. – 1975.- С. 267-267.
3. Степура И.В., Шокарев В.С., Трегуб А.С., Павлов А.В., Павленко В.П. Армирование лессовых грунтов оснований зданий и сооружений – Международная конференция по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. - Пермь, Россия, ПГТУ. – 2004.- С. 213-221.
4. Мотузов Я.Я., Горлов В.С., Бобровский Я.М. и др. Применение оснований из илоцементных свай. В сб. Расчет и проектирование свай и свайных фундаментов. Труды II Всесоюзной конференции «Современные проблемы свайного фундаментостроения в СССР. – Пермь: Пермский политехнический институт, 1990. – С. 135-136.
5. Ланько С.В. Современные технологии перемешивания грунтов. В сборнике трудов научно-технической конференции «Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции»: Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2010. – С. 168-174.
6. Крысан В.И. Струйное и смесительно-струйное закрепление грунтов / В.И. Крысан // Сборник научных трудов ПГАСА, 2004, -Вып.30.- С. 132-136.
7. Саурин А.Н., Корпач А.И., Редькина Ю.В. Результаты преобразования свойств слабого основания силосной емкости на 30 тысяч тонн шлаковыми НРС. В сборнике трудов научно-технической конференции «Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции»: Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2010. – С. 124-126.
8. Нуждин Л.В., Теслицкий В.В., Нуждин М.Л., Юрьев М.В. Расчет вертикально армированного грунтового основания плитного фундамента. В сборнике трудов научно-технической конференции «Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции»: Санкт-Петербургский госуд. архит.-строит. ун-т. – СПб, 2010. – С. 143-147.
9. P.S. Seco e Pinto. Ground improvement - New developments.- Proceedings of the 17 th. EYGEC, V. Sravits - Nossan (ed.), Zagreb: Croatia, 20-22 July.- 2006.- p.p. 3-36.
10. Kuokkanen M. Mass and Column for a Stabilization of Peat and Clay for a Road Embankment in Sodertalje, Sweden.- Proceedings of the 17 th. EYGEC, V. Sravits - Nossan (ed.), Zagreb: Croatia, 20-22 July.- 2006.- p.p. 123-132.