

УДК [624.13+624.15](0,75.8)

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЙМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ ДИВАНИИ

Магистр техн. наук АЛЬ-РОБАЙ АЛИ А. А.

Белорусский национальный технический университет

**Краткие геологические особенности региона.** Бассейн Месопотамии (западный комплекс нестабильного шельфа, Ф. Р. Хенсон, 1951) занимает центральное место в средней и южной части Ирака (рис. 1). До настоящего времени он является местом опусканий и накопления четвертичных отложений. Нестабильный шельф в геологическом отношении подразделяется на три зоны (Месопотамская равнина, восточный предгорный рельеф с хребтами и котловинами, западная пустыня) (рис. 2). С верхнеюрско-нижнемелового времени нестабильный шельф становится преимущественно погружающейся зоной, что и обусловило стратиграфическую последовательность пластов (формирование почти непрерывного осадочного чехла).

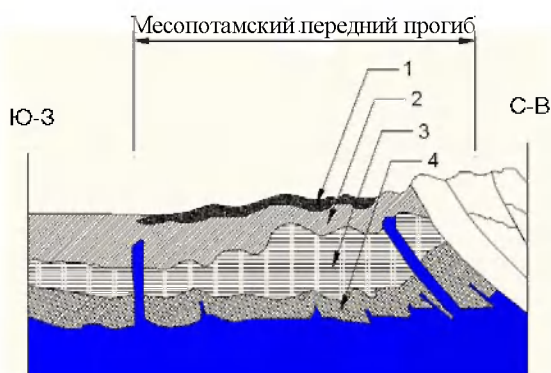
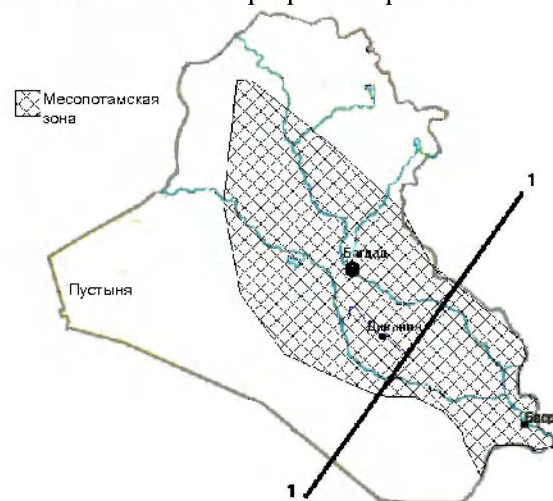


Рис. 1. Схематическое строение отложений (по Zaid R. Beydoun, 2003): 1 – четвертичных; 2 – палеоген-неогеновых; 3 – меловых; 4 – юрских

**Инженерно-геологические условия.** В связи с предполагаемым проектированием и воз-

ведением строительного объекта в районе реки Дивании (рукав Евфрата, район среднего Ирака) в 2009 г. были выполнены инженерные изыскания ее левобережной части. Точки бурения назначались в границах района будущего строительства. Полученные по данным лабораторных исследований значения физических (грансостав, плотность), деформационных (коэффициент пористости  $e$ ) и прочностных характеристик представлены в табл. 1 и на рис. 3. По содержанию фракций менее 0,002 мм в разведанной толще выделяются глинистые и песчаные грунты. Исходя из условий их залегания в инженерно-геологическом разрезе можно выделить два типа основания:

- однородное в виде глинистой толщи на глубину от 13 до 16 м, подстилаемой песчаным грунтом (скв. 1–5 и 8);
- слоистое со встречающимися в инженерно-геологическом разрезе ограниченными по



мощности (2,0–5,5 м) пластами песчаного грунта (скв. 6, 7).

Рис. 2. Ситуационная схема бассейна Месопотамии (разрез по 1–1 см. на рис. 1)

Гранулометрический состав исследованных грунтов представлен в табл. 1 и на рис. 3. Можно

заключить, что в породах преобладают глинистые фракции (содержание по массе от 32 до 69–71 %), иногда легкие (от 10 до 18 %) и тяжелые (21 %) суглинки, а также супеси (от 3 до 7 %).

Таблица 1

Номер скважины	Глубина, м		$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\varphi$ , град	С, кПа	Кэффициент пористости $e$	Содержание фракций, %		
	от	до					глинистых (<0,002 мм)	пылеватых (0,002–0,05 мм)	песчаных (>0,05 мм)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	2,5	1,42				60	27	13
	2,5	5,5	1,43	7°	20–30		54	21	25
	5,5	7,5	1,40				71	23	6
	7,5	9,5	1,46				59	27	14
	9,5	12,5	1,47	8°	50–70	0,69	51	21	28
	12,5	13,5		12°	44		12	31	57
	13,5	15,0	1,54				2	29	69
	15,0	20,0	1,61	34°					

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	0	2,0	1,43				60	29	11	
	2,0	4,0		9°	20		52	22	26	
	4,0	5,5	1,43	11°	20–40					
	5,5	7,5	1,44	6°	30–70					
	7,5	10,5		7°	52					
	10,5	13,5	1,47	7°	61	68	23	9		
	13,5	15,5	1,52			0,764	18	26	56	
15,5	20,0	1,59	35°			3	25	72		
3	0	5,0	1,43	12°	22		52	17	31	
	5,0	7,0	1,47	12°	22		62	30	8	
	7,0	10,0		8°	39		66	21	13	
	10,0	13,5	1,46	7°	43		10	31		
	13,5	16,0	1,51	34°			2	21	77	
	16,0	20,0	1,59							
4	0	2,5	1,40				55	21	24	
	2,5	7,0	1,42	28°			4	36	61	
	7,0	9,0	1,45				32	16	52	
	9,0	11,0	1,46	11°	39		61	18	21	
	11,0	12,5	1,45				62	25	13	
	12,5	16,5	1,50				21	25	54	
	16,5	20,0	1,53	34°			4	28	68	
5	0	3,0	1,38	10°	24		60	17	23	
	3,0	4,5	1,40				69	24	7	
	4,5	8,0	1,39				38	51	11	
	8,0	9,5	1,41	9°	51		51	30	19	
	9,5	14,5	1,44	8°	64		0,701	56	19	25
	14,5	20,0	1,57	36°				2	23	75

6	0	2,5	1,38	10°	19,5		47	25	28				
	2,5	5,0	1,39	29°			6	31	33				
	5,0	8,0	1,40				37	47	16				
	8,0	13,5	1,45	17°	16		63	24	13				
	13,5	14,5	1,44				21	16	63				
	14,5	18,0	1,45	33°			2	25	73				
	18,0	20,0	1,43				51	23	26				
7	0	2,5	1,42				42	27	31				
	2,5	8,0	1,40	29°			3	26	71				
	8,0	10,0	1,43	10°	43		62	21	17				
	10,0	15,5	1,39	12°	62		54	20	26				
	15,5	18,5	1,44	33°			6	37	57				
	18,5	20,0	1,42				44	24	32				
8	0	1,5	Насыпь				0,894	71	22	7			
	1,5	4,0	1,42	13°	19						39	29	32
	4,0	6,5	1,40								46	29	25
	6,5	10,0	1,44	8°	57						61	23	16
	10,0	13,5	1,43	9°	61						49	23	28
	13,5	16,0	1,45								7	38	54
	16,0	18,5	1,46	33°							45	21	33
	18,5	20,0	1,42	11°	56								

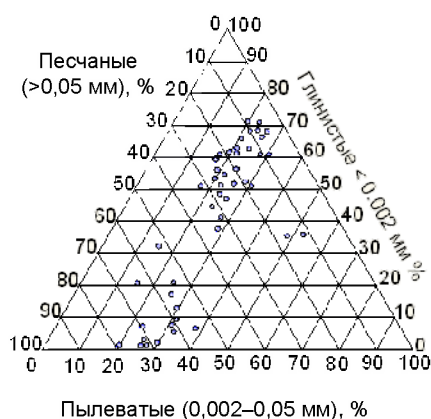


Рис. 3. Гранулометрический состав аллювиальных пород (44 анализа для восьми скважин)

Для оценки прочности грунтов и несущей способности оснований фундаментов объекта строительства были проведены исследования:

- бурение восьми разведочных скважин глубиной 20 м с отбором образцов грунтов;
- лабораторное определение физических характеристик образцов грунтов (гранулометрический состав, плотность), компрессионные испытания;
- сдвиговые испытания для определения прочностных характеристик (угол внутреннего трения, сцепление).

Из анализа табл. 1 и рис. 3 следует, что плотность глинистых грунтов изменяется в пределах  $\rho_{\text{гл}} = 1,38-1,47 \text{ г/см}^3$ , а песчаных  $\rho_{\text{песч}} = 1,40-1,61 \text{ г/см}^3$ . Угол внутреннего трения песчаных грунтов отличается сравнительным постоянством  $\varphi = 33^\circ-36^\circ$ , что может быть связано с однородностью транспортируемых пойменным водным потоком частиц при их седиментации. У супесей значение  $\varphi$  равно  $28^\circ-29^\circ$ , а для глин снижается до  $8^\circ-12^\circ$ .

Удельное сцепление  $C$  глинистых грунтов варьируется в диапазоне от 16 до 64 кПа. Его увеличение до нескольких десятков прослеживается начиная с глубин 6–8 м и далее. По мнению автора, это связано с тем, что прочностные свойства пылевато-глинистых грунтов зависят от структурных особенностей. Они обуславливаются существованием трения между минеральными частицами и их агрегатами, а также водно-коллоидными (коагуляционными и конденсационными) связями. Кристаллизационные связи образуются в течение длительного времени вследствие отложения поликристаллических соединений в точках контактов минеральных частиц.

**Деформационные и прочностные особенности грунтового основания.** Верхняя толща

четвертичных отложений поймы реки Дивании формировалась главным образом как осадок транспортируемых малоскоростным потоком глинистых частиц (до 71 % по массе). Поверхностная активность минеральных частиц обусловила образование коллоидных (электромолекулярных) связей уже в процессе седиментации и формирование перемещающихся вниз вместе с отдельными частицами коагуляционных агрегатов (слипшихся сгустков). Поэтому плотность глинистых пород относительно невысокая:  $\rho_{гп} = 1,39-1,61 \text{ г/см}^3$ . Показатели удельного сцепления в этих условиях доминируют и достигают значений  $C = 40-70 \text{ кПа}$ , а угол внутреннего трения  $\varphi = 6^\circ-13^\circ$ .

Естественным основанием сооружений в исследуемом регионе могут служить толщи глин (скв. 1-5 и 8) и песков (скв. 6, 7). Расчетные сопротивления грунтов  $R_{гп}$  определяли по формуле (В.1) приложения В СНБ 5.01.01-99. На рис. 4 показаны значения  $R_{гп}$  для грунтов оснований фундаментов шириной  $B$  от 0,6 до 5,0 м при глубине заложения подошвы  $d$  от 1,0 до 5,0 м.

При устройстве фундаментов зданий расчетное сопротивление грунта  $R_{гп}$  ориентировочно оценивается диапазоном:  $R_{гп} = 180-250 \text{ кПа}$  – для глинистых и  $R_{гп} = 140-450 \text{ кПа}$  – для песчаных грунтов (рис. 4).

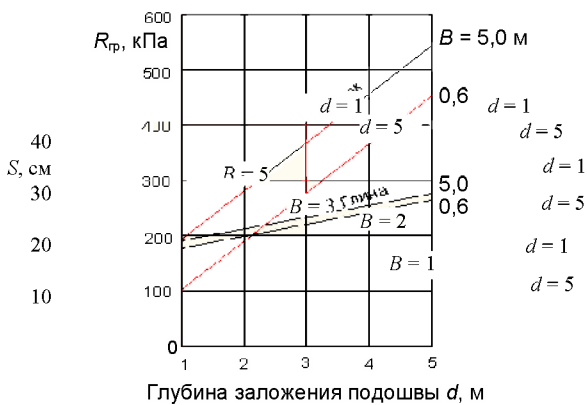


Рис. 4. Расчетное сопротивление грунтов

По данным компрессионных испытаний, модуль общей деформации пылевато-глинистых грунтов оценивается значениями  $E = 1,6-1,9 \text{ МПа}$ . Подсчитанная по методу послойного суммирования вероятная осадка фундаментов  $S$  достигает предельных значений уже

при контактных давлениях  $p$  порядка 100 кПа (рис. 5). Таким образом, проектирование фундаментов зданий и сооружений следует вести по допускаемым нормативами осадкам основания.

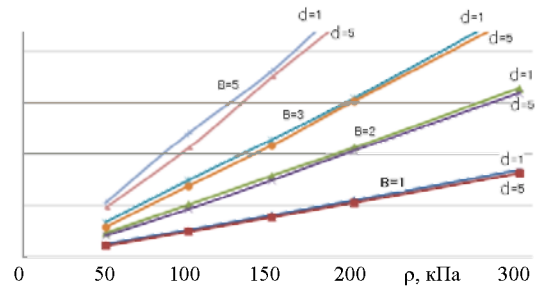


Рис. 5. Зависимость осадки основания от контактного давления и глубины заложения  $d$  (м) при различной ширине фундамента  $B$  (м)

## ВЫВОДЫ

1. При проектировании ленточных и плотных (отдельных) фундаментов под стены и колонны (опоры) зданий и сооружений следует ограничиваться контактным давлением  $p = 80-110 \text{ кПа}$ .
2. При необходимости передачи на основание значительных сосредоточенных нагрузок в связи с высокой деформативностью следует применять фундаменты глубокого заложения.
3. При проведении инженерно-геологических изысканий разведочное бурение необходимо выполнять на глубину 40-60 м (для нескольких скважин).
4. При проектировании строительных котлованов следует учитывать возможность разбухания глинистого грунта после выемки грунта, особенно в срединной части котлована.
5. Интенсивность ударных и вибрационных воздействий строительных машин и механизмов при выполнении работ по устройству фундаментов следует ограничивать в связи с возможностью тиксотропного разжижения глинистого грунта.

Поступила 27.03.2012