

ЦЕМЕНТАЦИЯ ЗОН РАЗУПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАНЖЕТНЫХ КОЛОНН

Митинский В.М.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса, Украина

АНОТАЦІЯ: Розглядається закріплення ґрунтів, розпушення яких виникло внаслідок зрушення покрівлі підземних виробок, напірною цементациєю з використанням манжетних колон.

АННОТАЦИЯ: Рассматривается закрепление грунтов, разуплотнение которых произошло вследствие обрушений кровли подземных выработок, напорной цементацией с использованием манжетных колонн.

ABSTRACT: It is observed the fastening of the grounds, the decompression of which happened due to collapse of the roof of underground workings, by pressure grouting using the lip columns.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подземная выработка, цементация, манжетная колонна.

Значительная часть площадок застройки в г. Одессе отмечается сложностью геологических условий, которые характеризуются наличием в основании толщи слабых водонасыщенных грунтов, а в части случаев – подземных выработок в отложениях понтических известняков – так называемых «катакомб». Выработки сформировались в результате добычи в пильной его разности известняка-ракушечника, который использовался в 19 столетии как основной материал для стен, а иногда и перекрытий при застройке города, ныне центральной его части. После завершения работ в каменоломне образовавшиеся пустоты не тампониروвали. Считалось, что в не увлажненных на то время породах достаточным для их закрепления являлось устройство из отходов камнепиления (некондиционных камней), так называемых «прикладов», «груш» и др. В последующем воздействие на выработки, которые оставались не тампонируемыми, природных (гидроге-

ологические условия, горное давление) и антропогенных (бурение дренажных, разведочных и технологических скважин, застройка территории) факторов, приводило к завалам в результате обрушений их кровли. Процесс разрушения усугублялся в условиях поднятия уровня грунтовых вод понтического горизонта.

Достоверные совмещенные планы на большей части подработанной территории отсутствуют, а архивные планы зачастую представлены в нескольких вариантах, причем противоречивых, что не позволяет однозначно определить фактическое положение выработок. В этой связи на каждой новой площадке путем проходки скважин проводился поиск выработок, а после их обнаружения – обследование и оценка состояния [1].

На площадке строительства жилого комплекса, расположенного по ул. Михайловская, выявлено наличие многочисленных выработок в известняке-ракушечнике. Установлено, что часть из них тампонируются при освоении территории путем замыва песком, а часть в виде локальных каменоломен не были выявлены в ходе поиска и остались без тампонажа, что обусловило их дальнейшее разрушение, которое проявилось в многочисленных обрушениях кровли. По результатам инженерно-геологических изысканий, которые включали как проходку скважин, так и статическое зондирование, установлено наличие разуплотнения грунтов над выработками на высоту до 4,0...6,0 м. В результате на площадке в зоне отдельных выработок образовалась ослабленная толща, которая включала обрушившуюся кровлю выработки, саму выработку и разуплотненный над выработкой грунт. В отдельных местах эта толща достигала 10...12 м. Выявленные выработки тампонировались специализированной организацией с применением традиционно используемой технологии, которая основана на нагнетании по трубопроводам в полость воднопесчанной пульпы. В этом случае достигалась ликвидация только пустот. При этом за счет усадки песка требовалось выполнять, по истечении некоторого срока, так называемое «подбучивание» кровли цементным раствором.

В качестве фундаментов проектируемых 20-ти этажных зданий приняты плитно-свайные фундаменты. Нижние концы призматических свай остановлены в красно-бурых глинах, которые залегают над толщей известняков и на отдельных участках в их толще были выявлены ослабленные области. В этой связи возникла необходимость выполнения упрочнения красно-бурых глин (ИГЭ-7) и пород обрушившейся кровли.

Ликвидация разуплотнения грунтов, образовавшегося выше и ниже обрушившейся выработки, выполнялась путем напорной цементации с использованием манжетных колонн [2]. Манжетные колонны устраивались под «пятном» проектируемого здания в местах выявленного разуплотнения в ИГЭ-7 (рис. 1). По глубине манжеты располагались с шагом 1,5 м с таким расчетом, чтобы обеспечить ликвидацию выявленного разуплотнения

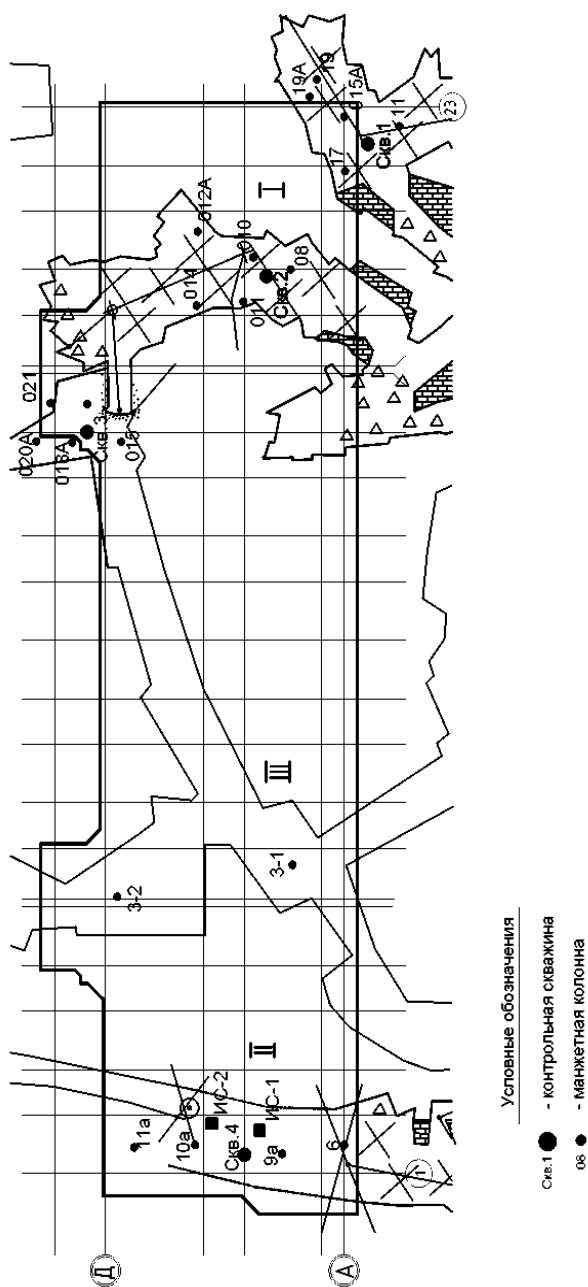


Рис. 1. Совмещенный план подземных выработок, манжетных колонн, контрольных скважин и опытных свай на площадке строительства жилого дома №3.

красно-бурых глин, как за счет прямого нагнетания инъекционного раствора в эту область, так и за счет создания подпора снизу в процессе инъектировании нижележащих известняков (рис. 2). Инъектирование выполнялось с применением двойного пакера, что обеспечивало инъектирование грунта через манжету исключительно на заданном участке. В слоях известняков использовался цементный раствор, а на участке залегания глин – раствор с пластифицирующими добавками

Цементацию на каждом участке осуществляли следующим образом: в пробуренную заранее инъекционную скважину диаметром 150мм, устанавливалась манжетная колонна из труб диаметром 86мм, а зазор между манжетной трубой и стенами скважины заполнялся обойменным раствором для предотвращения выхода инъекционного раствора вдоль манжетной колонны на поверхность. После набора обойменным раствором прочности от 1 до 2 МПа (через сутки) приступали к инъекции раствора. Пакер последовательно устанавливали над каждой манжетой и цементный раствор под давлением, разрывая созданную обойму, проникал в грунт. Таким образом, инъекция раствора через манжеты производилась последовательно от забойной к устьевой манжетам.

Для контроля качества были пробурены скважины на участке цементации грунтов. В скважинах производился отбор проб грунта с ненарушенной структурой, по которым в лаборатории было выполнено определение их плотности. Полученные данные приведены в табл. 1. Для сравнения там же приведены показатели, которые получены до цементации. На участке №1 выполнены испытания свай статическими нагрузками в грунтовых условиях до и после проведения цементации. Результаты испытаний показали, что после выполнения цементации несущая способность свай возросла на 35%.

Таблица 1

Результаты определений плотности грунтов

№№ ИГЭ	Плотность грунта, г/см ³	Скважина №1		Скважина №2		Скважина №3	
		До	После	До	После	До	После
		цементации		цементации		цементации	
6	ρ	1,89	1,98	1,89	1,94	1,90	1,92
	ρ_d	1,54	1,64	1,54	1,59	1,54	1,55
7	ρ	1,86	1,92	1,86	1,97	1,86	1,9
	ρ_d	1,44	1,51	1,44	1,60	1,44	1,57
7з	ρ	1,85	1,90	1,85	1,90	1,81	1,87
	ρ_d	1,45	1,54	1,46	1,54	1,45	1,54
7к	ρ	1,75	1,85	1,75	1,79	1,75	1,83
	ρ_d	1,30	1,38	1,30	1,39	1,30	1,41

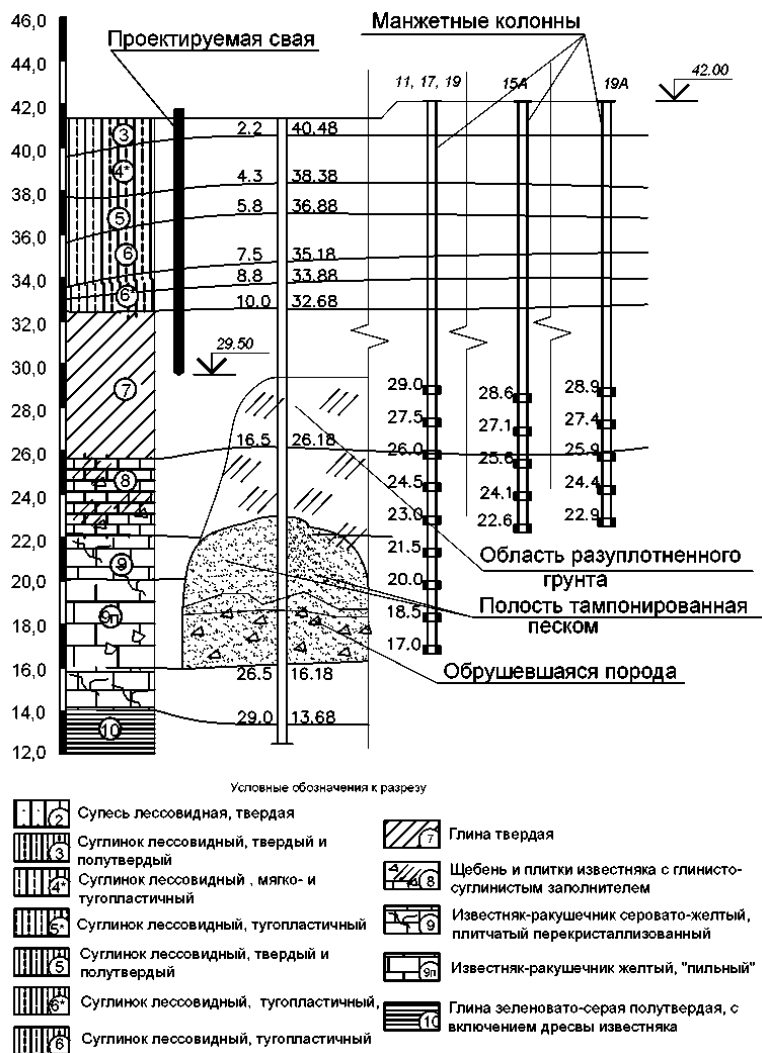


Рис. 2. Расположения манжетных колонн на инженерно-геологическом разрезе в зоне обрушения кровли подземной выработки

Об упрочнении грунтов после их цементации также свидетельствовали величины усилий, фиксируемые при вдавливании свай на последнем этапе их погружения в процессе устройства свайного поля. На участках, где выработки отсутствовали, среднее значение усилия составляло 110...125 тс, в зоне выработок, ранее тампонируемых путем замыва

песчаной пульпой и «подбученных» цементным раствором- 100...110 тс, в зоне тампонирования и последующей цементации – 140...160 тс. Для опытных свай, которые были погружены на участках, характеризующихся разуплотнением грунтов вследствие обрушений кровли выработок, до их упрочнения, усилие вдавливания составило 80 тс.

ВЫВОДЫ

1. В процессе инженерно-геологических изысканий на потенциально подработанных территориях кроме выявления самих выработок, необходим поиск и выделение ослабленных зон.

2. Тампонирование выработок путем замыва песком не обеспечивает ликвидацию ослаблений в грунтах, возникающих в зонах обрушений кровли этих выработок.

3. Напорная цементация с использованием манжетных колонн позволила выполнить упрочнение грунтов в ослабленных зонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митинский В.М. Строительство в условиях наличия подземных выработок (катакомб) / В.М. Митинский, Е.А. Черкез, К.К. Пронин // Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 37. - К.: КНУБА, 2015. - С. 218-227.
2. Укрепление грунтов инъекционными методами в строительстве. СТО НОСТРОЙ. - 2.3.18-2011. - М.: Интеллект, 2015.

REFERENCES

1. Mitinsky V.M Construction under the presence of underground workings (catacombs) / V.M. Mitinsky, E.A. Cerkez, K.K. Pronin // Mizhvidomchy naukovo-tehnichny zbirnik. - K .: KNUBA. - Is. 37, 2015. – pp. 218-227.
2. Strengthening of soils injection methods is in building. STO NOSTROY.- 2.3.18-2011-M.: Intelekt, 2015.

Статья поступила в редакцию 20.07.2016 г.