

УДК 528.482

К. Д. ЧУЧУПАКА, Е. Н. МЕДВЕЦКИЙ,  
Э. С. ГАВРИЛОВА, Е. С. КОЛОСОВА-ЕГОРОВА, В. У. ФЕДЕНКО,  
С. И. ПОМАЗАНОВ, И. М. ЛАЗАРЕНКО

### ОПЫТ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМА НА КОРОТКИХ ВИСЯЧИХ ПИРАМИДАЛЬНЫХ СВАЯХ

В конце 1966 — начале 1967 гг. в Одессе в районе Юго-западного жилого массива было осуществлено строительство и испытание экспериментального дома серии 1-464-А-2 на коротких висячих пирамидальных сваях, основанием которого служили просадочные грунты I типа.

Испытание проводилось с целью решения вопроса о возможности внедрения в массовое строительство более экономичных свайных фундаментов, предлагаемых группой сотрудников кафедры оснований и фундаментов Одесского инженерно-строительного института (ОИСИ) под руководством заведующего кафедрой доцента В. Н. Голубкова.

Геодезические наблюдения за осадками испытываемых свайных фундаментов как в процессе возведения дома, так и при неравномерном замачивании его основания проводили сотрудники кафедры инженерной геодезии ОИСИ.

Геологическое строение площадки характеризовалось следующими слоями грунта: верхний почвенно-растительный слой (мощность 0,6 м); суглинок желто-бурый, лессовидный, не обладающий просадочными свойствами, в верхней части слоя с карбонатными включениями (2 м); лесс палевого цвета, просадочный, относящийся к I типу (4,7 м); суглинок желто-бурый, лессовидный (4,2 м); лесс (1,8 м); глина красно-бурая, пройдена на 1,7 м. Установившийся уровень грунтовых вод находился на глубине 9,6 м.

Лабораторные определения физико-механических характеристик грунтов основания, выполненные Одесской экспедицией «Укрингитиз», показывают, что коэффициент относительной просадочности на глубину до 7,3 м и при давлении  $2 \text{ кг/см}^2$  изменяется в пределах 0,005—0,032. Удельный вес (соответственно той же глубине) составляет 2,66—2,67  $\text{г/см}^3$ , объемный вес — 1,56—1,77  $\text{г/см}^3$ , влажность 14,3 и 16,2%.

Фундаменты свайные, пирамидальной формы с глубиной забивки 0,7; 1,3; 1,7 и 2,4 м и расчетной нагрузкой 25 и 30 т на сваю. Сечение их в голове  $55 \times 55 \text{ см}$ ,  $60 \times 60 \text{ см}$ , а в подошве  $7 \times 7 \text{ см}$ .

Верхняя часть свай располагалась в лессовом суглинке, не обладающем при давлении 2 и 3  $\text{кг/см}^2$  просадочными свойствами. Концы свай на 30 см заглублены в подстилающий слой просадочного лесса.

Расстояние между продольными осями пирамидальных свай равно 2,6 и 3,2 м, а между поперечными осями находится в пределах от 0,9 до 3,6 м.

Надфундаментная часть здания выполнена в соответствии с типовым проектом.

После окончания строительно-монтажных работ в пределах технического подполья произведено неравномерное замачивание основания свай. Для ограничения распространения воды вдоль всего основания примерно посредине здания были насыпаны грунтовые перемычки.

За весь период замачивания с 14 января по 1 февраля 1967 г. было залито 1601 м<sup>3</sup> воды со среднесуточным расходом 85—90 м<sup>3</sup>.

Кроме искусственного замачивания, зафиксирована утечка горячей воды из труб теплосетей, расположенных по внутреннему периметру техподвала здания, что увеличило объем воды до 2636 м<sup>3</sup>.

Технические условия испытаний предусматривали определение осадок фундаментов здания со средней квадратической ошибкой  $\pm 2$  мм.

Поэтому геодезические наблюдения за осадками проводились нивелированием II класса с помощью прецизионного нивелира НБ-3 и одной двухшкаловой рейки. Инструменты были тщательно исследованы и отъюстированы согласно указаниям действующей инструкции по нивелированию II класса.

Высотная основа геодезических наблюдений создана за 1,5 месяца до начала наблюдений в виде кустового репера, состоящего из трех грунтовых реперов.

В 1967 г. дополнительно заложено еще два грунтовых репера. Грунтовые репера представляют собой набивные бетонные сваи диаметром 0,5 м, заложенные на глубину 2,5 м от поверхности земли. Внутри каждой сваи замонтирован металлический штырь из арматурной стали периодического профиля диаметром 30 мм. Верхняя часть штыря обточена под полусферу, а к нижней приварены отрезки арматурной стали длиной 20 см. Над поверхностью земли репер выступает на 0,3 м и представляет собой монолит в форме квадрата со сторонами 50 × 50 см. Вокруг реперов установлено металлическое ограждение.

Для определения осадок экспериментального дома по всем продольным и поперечным осям в цокольной части наружных стен его было заложено 60 марок. Осадочные марки представляют собой уголковую сталь длиной 20 см, установленную ребром вверх под углом примерно 60° к плоскости стены. Марки одним концом приваривались к закладным частям и заделывались цементным раствором. Кроме того, в подвальной части технического этажа вдоль всего здания было также заложено 35 марок, которые приваривались к арматуре свай. Всего заложили 95 марок. Необходимо отметить, что в процессе строительства дома значительная часть марок была уничтожена или повреждена.

Нивелирование грунтовых реперов выполнялось при двух горизонтах инструмента замкнутым ходом. Осадочные марки нивелировались при одном горизонте инструмента замкнутыми ходами, включающими и пункты высотной основы. Для уменьшения числа станций в каждом цикле наблюдений часть марок нивелировалась как промежуточные точки с производством отсчетов по основной и дополнительной шкалам рейки. Для повышения точности нивелирования инструмент в последующих циклах наблюдений устанавливался на одних и тех же станциях. Максимальная длина визирного луча составляла 30 м. При производстве наблюдений соблюдались требования, предъявляемые к измерению осадок нивелированием II класса в соответствии с «Руководством по наблюдениям за деформациями фундаментов зданий и сооружений» [1].

За период наблюдений выполнено 11 циклов нивелирования осадочных марок и грунтовых реперов высотной основы.

При принятой методике наблюдений средняя квадратическая ошибка взгляда  $m_1$  определялась по формуле

$$m_1 = \pm \sqrt{m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2 + m_7^2} = \pm 0,32 \text{ мм},$$

где  $m_2$  — средняя квадратическая ошибка отсчета по рейке от неточного совмещения изображений концов пузырька уровня:

$$m_2 = \pm \frac{0,3'' d}{\rho''} = \pm 0,045 \text{ мм};$$

где  $m_3$  — средняя квадратическая ошибка наведения биссектора на штрих рейки:

$$m_3 = \pm \frac{0,2'' d}{\rho''} = \pm 0,03 \text{ мм};$$

где  $m_4$  — средняя квадратическая ошибка отсчета по рейке от непараллельности оси уровня и визирной оси трубы:

$$m_4 = \pm \frac{10'' \cdot 0,5}{\rho''} = \pm 0,025 \text{ мм};$$

где  $m_5$  — средняя квадратическая ошибка отсчета по барабану микрометра:

$$m_5 = \pm 0,001 \cdot 50 = \pm 0,05 \text{ мм};$$

где  $m_6$  — средняя квадратическая ошибка нанесения штрихов шкал рейки, полученная по результатам компарирования:

$$m_6 = \pm 0,07 \text{ мм};$$

где  $m_7$  — среднее значение ошибок в отсчете по наклонной рейке, обусловленных неточной выверкой круглого уровня и неперпендикулярностью плоскости пятки и продольной оси рейки:

$$m_7 = \pm 0,30 \text{ мм}.$$

Опыт работ кафедры инженерной геодезии ОИСИ свидетельствует, что одним из основных и существенных источников ошибок при наблюдениях за осадками сооружений являются ошибки в отсчете от неправильной установки рейки на марке.

При нивелировании осадочных марок при одном горизонте инструмента с отсчитыванием по основной и дополнительной шкалам рейки средняя квадратическая ошибка определения превышения составляла

$$m_h = m_1 = \pm 0,32 \text{ мм}.$$

Фактически средняя квадратическая ошибка определения превышения нами была принята  $\pm 0,5$  мм, что несколько больше вычисленной.

Допустимая невязка замкнутого хода для  $n$  станций, согласно требованиям нивелирования II класса, вычислялась по формуле

$$\Delta h_1 = \pm 1,0 \sqrt{n} \text{ мм}.$$

Средняя квадратическая ошибка определения осадки наблюдаемой марки, обусловленная разностью двух превышений, была

$$m_s = \pm m_h \sqrt{2} = \pm 0,70 \text{ мм},$$

а предельная ошибка осадки марки

$$\Delta_s = \pm 2 m_s = \pm 1,40 \text{ мм}.$$

Средняя квадратическая ошибка определения осадки марки, находящейся на середине хода, приблизительно подсчитывалась по формуле

$$m_{s_1} = \pm \frac{0,5 \sqrt{n}}{\sqrt{2}} \text{ мм};$$

а предельная ошибка соответственно

$$\Delta_{s_2} = \pm \frac{1,0 \sqrt{n}}{\sqrt{2}} \text{ мм}.$$

В таблице приведены данные оценки точности определения осадок марок по циклам наблюдений.

Оценка точности результатов наблюдений

Цикл наблюдений	Дата	Число станций в ходе	Невязка хода, мм	Предельная невязка хода, мм	Ср. кв. ошибка осадки, мм	Ср. кв. ошибка осадки, мм	Ср. кв. ошибка осадки на середине хода, мм
1	28.XII 1966	6	-2,44	± 2,46	± 0,99	± 1,40	± 1,73
2	8.I 1967	6	+1,26	± 2,46	± 0,50	± 0,70	± 0,90
3	20.I 1967	6	-1,73	± 2,46	± 0,70	± 1,00	± 1,21
4	29.I 1967	6	+1,70	± 2,46	± 0,70	± 1,00	± 1,21
5	15.II 1967	6	+1,97	± 2,46	± 0,72	± 1,01	± 1,40
6	8.IV 1967	5	+0,46	± 2,24	± 0,20	± 0,28	± 0,32
7	25.VII 1967	6	+0,16	± 2,46	± 0,07	± 0,11	± 0,11
8	30.X 1967	8	+1,51	± 2,83	± 0,54	± 0,72	± 1,07
9	12.II 1968	8	-0,41	± 2,83	± 0,14	± 0,21	± 0,29
10	4.IV 1968	9	-1,28	± 3,00	± 0,42	± 0,57	± 0,90
11	24.VII 1968	8	-0,35	± 2,83	± 0,12	± 0,16	± 0,24

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать вывод, что средние квадратические ошибки определения осадок марок, полученные по результатам наблюдений, меньше ±2 мм допускаемой для

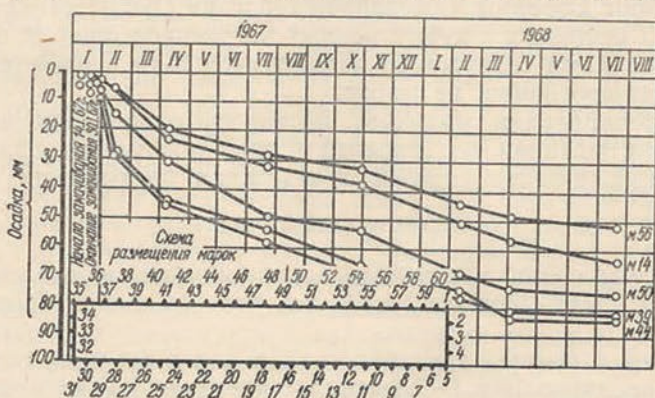


Рис. 1. Кривые осадок характерных точек фундамента.

нивелирования II класса. Однако можно заметить также и то, что в отдельных циклах наблюдений средние квадратические ошибки определения осадок превосходят предвычисленную (0,70 мм). Это объясняется сложным характером воздействия на отсчет по рейке различных источников ошибок, сопровождающих наблюдения за осадками сооружений.

Для наглядного представления о характере осадок свайных фундаментов во время строительства, нормальной их работы и искусствен-

ного замачивания основания составлены кривые осадок характерных точек (рис. 1) и эпюры осадок фундамента (рис. 2).

Анализ результатов наблюдений показывает, что за период строительства максимальная осадка фундамента составила 6 мм.

В последующих циклах наблюдений приращение осадок марок, расположенных по периметру здания, свидетельствует о том, что осадки продолжаются. Так, по состоянию на 15 февраля 1967 г., то есть через две недели после окончания замачивания, максимальная осадка увеличилась до 32 мм, а на 24 июля 1968 г. максимальная осадка достигла 82, а минимальная 42 мм.

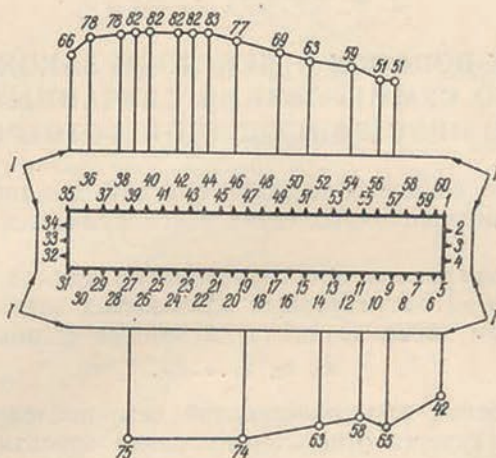


Рис. 2. Эпюры осадок фундамента с 28. XII 1966 г. по 24. VII 1968 г.

I — положение фундамента на 28. XII 1966 г.

Проведенные испытания и данные геодезических наблюдений за осадками крупнопанельного дома серии 1-464-А-2 на коротких висячих пирамидальных сваях показывают, что настоящая конструкция свай является более экономичной, что значительно снижает стоимость фундаментов здания. Дом сдали в эксплуатацию в 1967 г., и новую конструкцию свай рекомендовали в массовое строительство.

#### ЛИТЕРАТУРА

Руководство по наблюдениям за деформациями фундаментов зданий и сооружений, М., Стройиздат, 1967.

Работа поступила  
11 октября 1969 года.