

ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА 9-ТИ ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ НА СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Догадайло А.И. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Изложены результаты экспериментальных исследований штампа большой площади на слабых неоднородных грунтах, позволивших выполнить строительство 9-ти этажного здания общежития на ленточных фундаментах и песчаной подушке.

В связи с необходимостью улучшения бытовых условий проживания студентов ректоратом Одесского инженерно-строительного института в 1978г. было принято решение построить 9-ти этажное здание общежития на свободной площадке расположенной на ул. Фрунзе (Балковской).

Проект привязки здания общежития был выполнен проектной организацией ОИСИ и предусматривал замену слабых грунтов в основании на песчаную подушку мощностью 4м с применением ленточных монолитных железобетонных фундаментов шириной 2м. Такое решение было обусловлено максимально удешевить монтажно-строительные работы в виду ограниченных денежных средств, выделенных Министерством образования для возведения здания.

Площадка строительства располагалась у подножия высокого и крутого склона, в пределах которого наблюдались эрозионные процессы и частичные деформации. Местами на склоне имелись выходы дренирующих вод и в этих местах склон был заболочен, а грунт частично размыт. В результате многократных смылов, выносов и переотложений грунтов склона основание было сложено перемещенными глинистыми, илистыми и песчаными грунтами, обладающими большой сжимаемостью и находящимися в водонасыщенном состоянии. Кроме этого были встречены обломки известняка, которые затруднили бы погружение свай в случае их применения. В связи с выше изложенным проектной организацией было принято решение удалить с поверхности слабые грунты и заменить их песчаной подушкой. Однако, процесс откопки котлована и наличие высокого уровня подземных вод с помощью легких иглофильтровых установок, расположенных по всему периметру котлована, на заданную глубину не представилось возможным. Для этого необходимо было применить двухярусное водопонижение, что

вызвало бы значительное увеличение размеров котлована, и, следовательно, и объем земляных работ. Поэтому, было принято решение понизить уровень воды на 2,5м, откопать котлован ниже подошвы фундамента на 2,5м и произвести отсыпку песка.

Песчаная подушка устраивалась следующим образом. После выемки грунта котлован заполнялся грунтовыми водами, глубина которых достигала 2-х метров. Отсыпка песка производилась автосамосвалами непосредственно в воду. Затем песок разравнивался бульдозером до проектной отметки подошвы фундаментов. Уплотнение песчаной подушки осуществлялось путем многократного понижения и повышения уровня подземных вод с помощью иглофильтров. После этого были взяты пробы песчаного грунта с глубины 0,5м в различных местах котлована. Лабораторные испытания образцов песчаного грунта показали, что в результате такого способа уплотнения была достигнута плотность грунта в сухом состоянии, в среднем $\rho_d \approx 1,55 \text{ т/м}^3$.

Ниже подошвы фундаментов залегают грунты в следующей последовательности:

- 1 – песчаная подушка, мощностью 2,5м;
- 2 – суглинок черно-серый, заиленный, мощностью 1,5...3,5 м;
- 3 – глина серо-зеленая, местами с песком и дресвой, мощностью до 4м.

Физико-механические характеристики грунтов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

ПОКАЗАТЕЛИ	№№ слоев грунта		
	1	2	3
Плотность частиц грунта, « ρ_s » т/м ³	2,60	2,70	2,64
Плотность грунта, « ρ » т/м ³	1,99	1,78	1,93
Плотность грунта в сухом состоянии, « ρ_d » т/м ³	1,55	1,32	1,51
Природная влажность, « ω »	0,30	0,34	0,28
Влажность на границе текучести, « ω_L »	-	0,36	0,36
Влажность на границе раскатывания, « ω_p »	-	0,21	0,19
Модуль деформации грунта E, МПа при P=200кН/м ²	13	3,4	10

Для установления характера послойных деформаций грунта основания и прогнозирования осадок здания был проведен комплекс длительных полевых исследований совместной работы опытного штампа с многослойным слабым основанием.

Площадь штампа принята $A=20\text{м}^2$ и была обусловлена необходимостью моделирования работы ленточного фундамента здания.

Размеры опытного штампа были назначены исходя из принятого проектного решения, по которому в качестве фундаментов здания приняты монолитные железобетонные ленточные фундаменты шириной $b=2\text{м}$. Ранее выполненными экспериментальными исследованиями было установлено, что у ленточных фундаментов соотношение длины « l » к ширине « b » должно быть не менее 5, т.е. $l/b \geq 5$ [1]. Поэтому, при ширине ленточного фундамента $b=2,0\text{м}$, длина составит $5b=5 \cdot 2=10\text{м}$, а площадь фундамента $A= l \cdot b=10 \cdot 2=20\text{м}^2$. Для удобства укладки груза ленточный фундамент был заменен квадратным с размерами $4,48 \times 4,48\text{м}$.

Опытный штамп был установлен в месте, где основание, по данным геологических исследований, являлось наиболее слабым. Загрузка штампа производилась ступенями равными $0,01 \dots 0,04\text{ МПа}$ путем укладки образцовых чугунных гирь весом 2т . Для последних ступеней нагрузки использовались также и фундаментные балки. Каждая ступень нагрузки выдерживалась до условной стабилизации осадки, принятой равной $0,1\text{мм}$ в сутки. Замеренные осадки штампа контролировались с помощью геодезических методов.

Испытание опытного штампа было начато $31.07.79\text{г.}$ и закончилось $22.01.80\text{г.}$, т.е. период испытания продолжался в течение шести месяцев. На рис. 1 показан график развития осадок штампа во времени при возрастании нагрузки. Он свидетельствует о том, что развитие осадок во времени при увеличении вертикальной нагрузки происходило плавно, без каких-либо скачков до нагрузки $P=0,10\text{ МПа}$ включительно. Условная величина стабилизации осадок наступала на $3 \dots 4$ день после загрузки. При увеличении нагрузки до $0,15\text{ МПа}$ и выше происходило значительное увеличение осадок от каждой последующей степени нагрузки. При дальнейшем увеличении нагрузки на $0,03\text{ МПа}$ осадка штампа увеличилась на $6,5 \dots 7\text{ см}$ и время стабилизации осадки увеличилось до $18 \dots 20$ дней.

Исследование характера развития деформаций грунта производилось с помощью 18 глубинных марок, погруженных через отверстия в штампе на различную глубину.

В начальный период испытания штампа осадка развивалась за счет сжатия песчаной подушки. Однако, в виду недостаточной мощности песчаной подушки ($2,5\text{м}$) деформации стали развиваться во втором нижнем слое грунта. При давлении $P \geq 0,18\text{ МПа}$ доля деформации заиленного суглинка достигла 78% от суммарных деформаций.

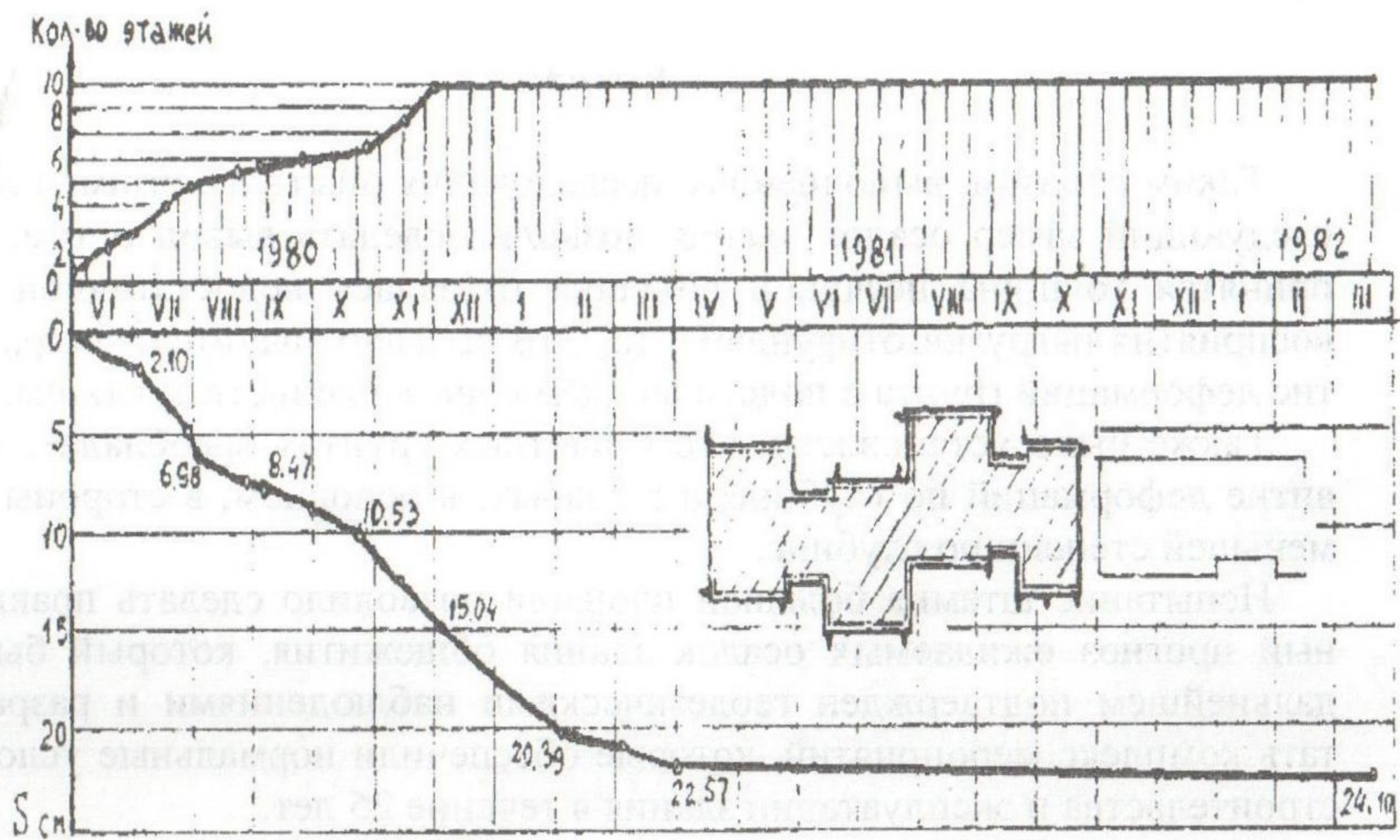
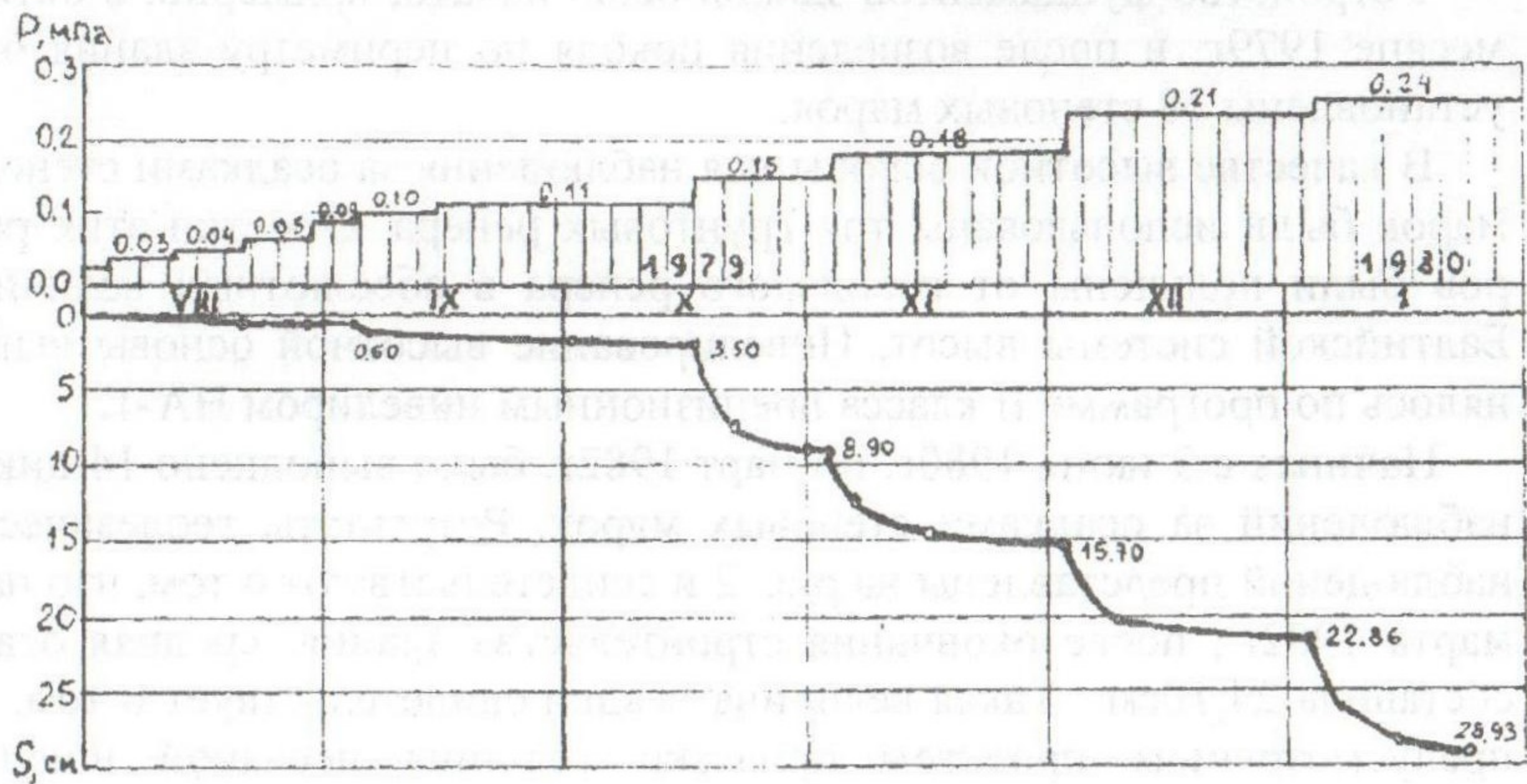


Рис. 1, 2.

При конечной нагрузке на штамп $P=4850$ кН и давлении на грунт $0,24$ МПа средняя стабилизационная осадка штампа составила $28,93$ см, в том числе абсолютное сжатие песчаной подушки $6,34$ см, что составляет 22% суммарных деформаций. Максимальная глубина развития зоны деформаций, замеренная с помощью глубинных марок, составила $5,6$ м.

Устройство фундаментов здания было начато, примерно, в октябре месяце 1979г. и после возведения цоколя по периметру здания были установлены 18 стеновых марок.

В качестве высотной основы для наблюдения за осадками стеновых марок были использованы три грунтовых репера. Отметки этих реперов были получены от городского репера в абсолютных величинах Балтийской системы высот. Нивелирование высотной основы выполнялось по программе II класса прецизионным нивелиром НА-1.

Начиная с 3 июня 1980г. по март 1982г. было выполнено 14 циклов наблюдений за осадками стеновых марок. Результаты геодезических наблюдений представлены на рис. 2 и свидетельствуют о том, что на 17 марта 1982г., после окончания строительства здания, средняя осадка составила 24,10см. Такая величина осадки свидетельствует о том, что предусмотренная проектом привязки толщина песчаной подушки мощностью 2,5м была недостаточной и основное развитие деформаций грунта происходило в подстилающем слое заиленного суглинка.

Выводы

Таким образом, выполненные исследования опытного штампа и последующий замер осадок здания позволил сделать вывод о том, что принятая толщина песчаной подушки оказалась недостаточной для восприятия нагрузки от фундамента. Это вызвало значительное развитие деформаций грунта в подстилающем слое заиленного суглинка.

Также было установлено, что в плотных грунтах преобладает развитие деформаций по глубине, а в слабых, в основном, в стороны и в меньшей степени по глубине.

Испытание штампа большой площади позволило сделать правильный прогноз ожидаемых осадок здания общежития, который был в дальнейшем подтвержден геодезическими наблюдениями и разработать комплекс мероприятий, которые обеспечили нормальные условия строительства и эксплуатации здания в течение 25 лет.

Литература

1. Симонов Г.Н. Исследование деформаций оснований фундаментов прямоугольной формы в полевых условиях. Межведомственный республиканский сборник «Основания и фундаменты», вып. 7, из-во «Будівельник», Киев, 1974, с.91-96.