

УДК 624.155.118: 624.131.23

ИЗ ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА 9-ТИ ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ НА ПИРАМИДАЛЬНЫХ СВАЯХ В НАСЫПНЫХ ГРУНТАХ

Догадайло А.И.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В статье изложены результаты статических испытаний двух опытных свай на площадке строительства 9-ти этажного кирпичного здания общежития на пирамидальных сваях, конструктивная схема здания, данные инженерно-геологических изысканий, а также геодезические наблюдения за осадками здания в процессе строительства и эксплуатации и **выводы.**

Девятиэтажное здание общежития расположено в южной части квартала вблизи красной линии ул. Композитора Нищинского. Здание скомпоновано из 4-х квадратных в плане блоков, смещенных относительно друг друга (рис. 1). Несущие продольные наружные и внутренние стены из силикатного кирпича. Перекрытия – сборные многопустотные железобетонные плиты. Нагрузки при толщине наружных стен 51 см составляют от 425 кН до 465 кН, внутренних – 477 – 520 кН.

Территория площадки строительства здания имела очень плотную застройку каменными жилыми и производственными зданиями.

По данным пройденных скважин (рис. 2) было установлено, что в верхней части основания залегают насыпные грунты (1) переменной мощности от 5,5 до 8 м с преобладанием почвенно-растительного (чернозема) грунта с примесью обломков известняка-ракушечника, суглинка, глины и в отдельных местах (на глубине 4...5 м) битого красного кирпича.

Ниже залегал слой известняка-ракушечника (3) мощностью 4,3...5,8 м. В отдельных скважинах встречен небольшой слой (1...1,5 м) перекристаллизованного, трещиноватого известняка (2). Под известняком отдельными скважинами встречался слой суглинка бурого, плотного, тяжелого (4) мощностью до 3-х метров или глина зеленовато-серая с пятнами ожелезнения (5), полная мощность не пройдена.

Гидрогеологические условия площадки характеризуются наличием подземной воды, уровень которой на период изысканий в 1975 г. поднялся из-за обильных атмосферных осадок и находился на глубине 3,5 м от дна котлована.

Выполненные инженерно-геологические исследования свидетельствовали о том, что несущими грунтами фундаментов здания могут быть использованы насыпные грунты, имеющие возраст в пределах 50...80 лет и плотность сухого грунта на глубине 4...6 м в пределах $\rho_d = 1,48...1,65 \text{ г/см}^3$. Такая довольно высокая плотность насыпного грунта объясняется длительным сроком (более 50 лет) естественного уплотнения и проявлением делювиальных процессов (плоскостного смыва). Недостатком насыпного грунта является высокое содержание в его составе гумуса (черно-

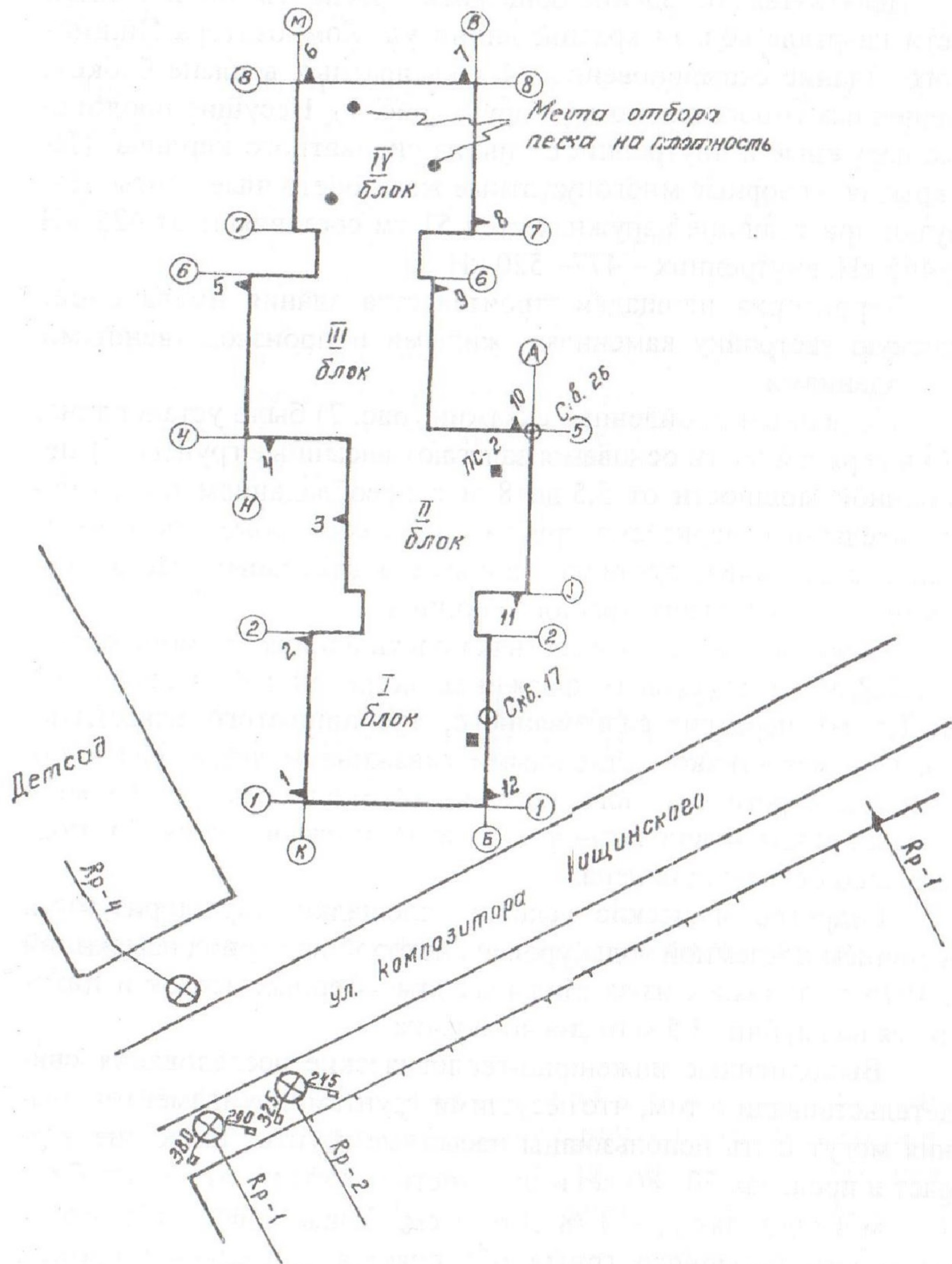


Рис. 1. Схема расположения высотной основы и стеновых марок.

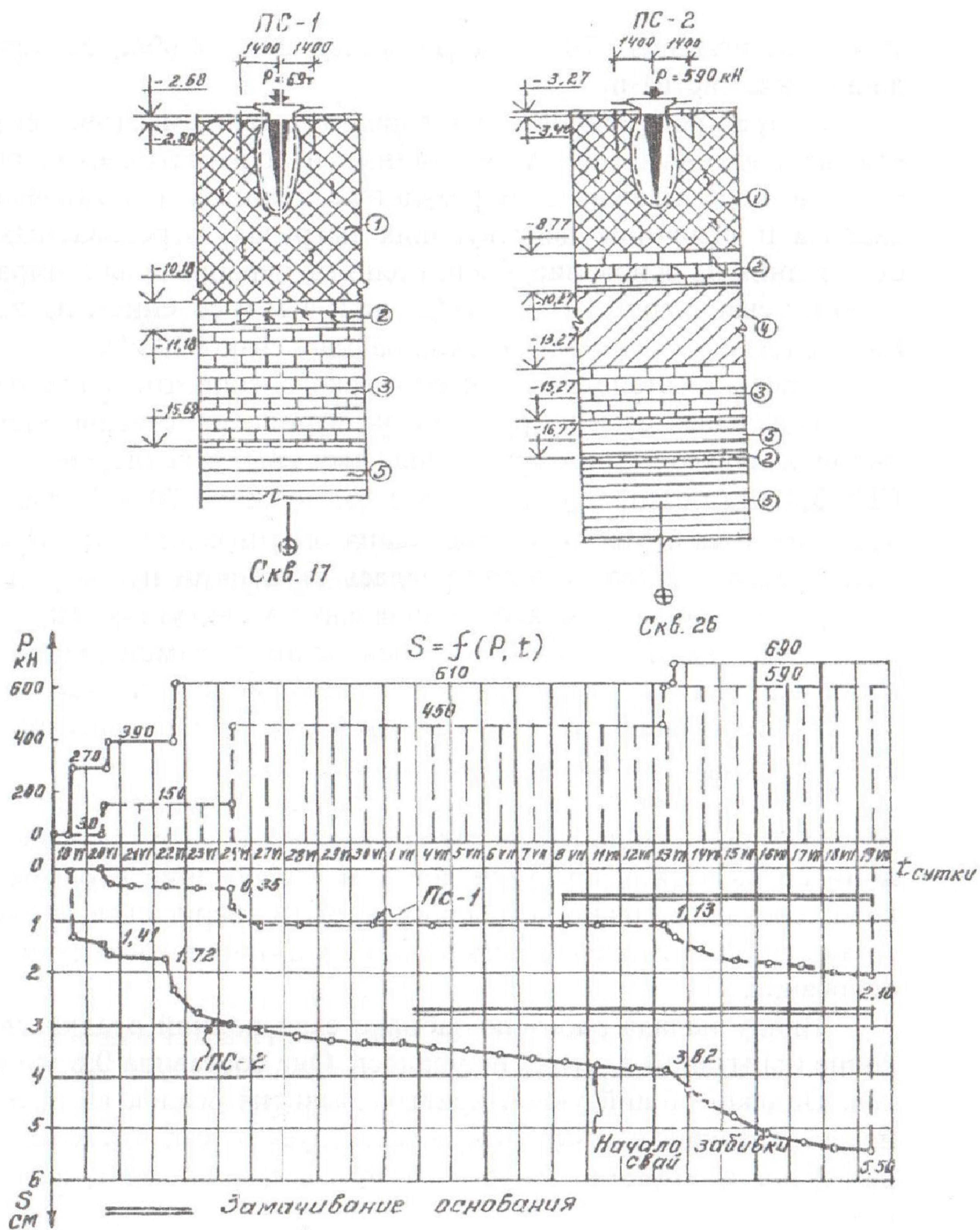


Рис. 2. Результаты испытания опытных свай.

зема), достигающего 70...85%. Насыпной слой не обладает просадочными свойствами.

Из трех рекомендованных вариантов фундаментов: ленточные на насыпных грунтах и свайные из призматических свай-стоек и пирамидальные, в результате технико-экономического анализа и величины действующих нагрузок, передаваемых от стен здания на основание, были приняты первоначально пирамидальные сваи марки СПу 4-80 (длиной 4 м и сечением по верху 80 × 80 см) с расчетной нагрузкой на одну сваю 600 кН.

С целью установления фактического сопротивления пирамидальных свай нагрузке были выполнены статические испытания двух опытных пирамидальных свай в котловане марки СПу 3,4-70 (длиной 3,40 м и сечением по верху 70 × 70 см, а по низу 10×10 см). Места расположения опытных свай указаны на рис. 1. Загрузка свай осуществлялась ступенями путем укладки на железобетонный ростверк площадью 1 м² чугунных гирь массой 20 кН. В связи с тем, что в основании пирамидальной сваи ПС-1 залегали насыпные грунты большей мощности, чем у сваи ПС-2 поэтому она была загружена до 690 кН, т.е. на одну ступень больше, чем расчетная нагрузка на сваю.

Методика испытаний предусматривала приближение к работе свай под зданием. Поэтому, вначале они загружались ступенями до расчетной нагрузки, а затем в основание передавалась вода через специально устроенное корыто вокруг свай, с учетом возможного при эксплуатации здания аварийного замачивания основания.

Ввиду начала работ по забивке свай, полной осадки свай в конце испытаний достичь не удалось. Она составила 0,6 мм в сутки. Однако, общий уклон кривых развития осадок во времени, представленный на рис. 2 свидетельствует о том, что к моменту разгрузки свай четко наметился процесс стабилизации осадок свай.

Репера для замера осадок представляли собой металлические стержни длиной 1,5 м, которые были забиты по двум сторонам опытных свай на расстоянии 1,4 м от оси свай. Такое расположение реперов, как свидетельствуют многочисленные исследования развития зоны деформации вдоль боковой поверхности

свай, не оказывают на них влияния.

Статическое испытание опытной сваи ПС-1 продолжалось в течение 30 суток и конечная осадка при нагрузке 590 кН составила 2,10 см, а продолжительность испытания сваи ПС-2 составила 32 суток при конечной осадке 5,5 см и нагрузке на сваю 690 кН. Таким образом, выполненные испытания подтвердили довольно высокое сопротивление пирамидальных свай нагрузке в сложных грунтовых условиях, которые были на данной площадке и в окончательном проекте привязки были приняты пирамидальные сваи марки СПу 3,4-70, с нагрузкой 600 кН.

Свайные фундаменты были запроектированы ленточными с расположением свай в два ряда и в шахматном порядке и расстоянием между осями свай от 1000 до 1200 мм в зависимости от величины передаваемой нагрузки. По верху свай был запроектирован монолитный железобетонный ростверк шириной 1600 – 1800 мм и высотой 600 мм. Головы свай в первом блоке располагались на 600 мм выше, чем в остальных блоках. Под монолитным железобетонным ростверком проектной организацией было рекомендовано устроить песчаную подготовку толщиной 150 мм (рис. 3).

Забивка свай была начата 11 июля 1977 г, затем она была приостановлена и повторно начата с 31.08.1977 г. и окончена 6.09.1977 г. Всего было забито молотом С-996 303 сваи. При этом, в пределах первых трех блоков сваи погружались в насыпной грунт, а на 4-ом блоке через 1,5 м песчаную подушку. На погружение свай на первых трех блоках затрачивалось 89 – 100 ударов молота, а на четвертом блоке – 32...40 ударов молота. Такое снижение затраченной энергии свай в районе IV блока объясняется тем, что в этом месте в осях 7 – 8 находились выгребные ямы, колодцы, погреба засыпанные грунтом в процессе откопки котлована. Поэтому было рекомендовано докопать котлован на 1,5 м, засыпать песком и обильно залить водой, после чего можно было производить забивку свай. Отбор образцов песка на плотность в местах, указанных на рис. 1, позволил установить, что среднее значение плотности грунта в сухом состоянии на глубине 0,3 м составила 1,48 г/м³, на глубине 0,6 м – 1,50 г/м³ и на глубине 0,9 м – 1,62 г/м³, т.е. верхний слой песчаной подушки был

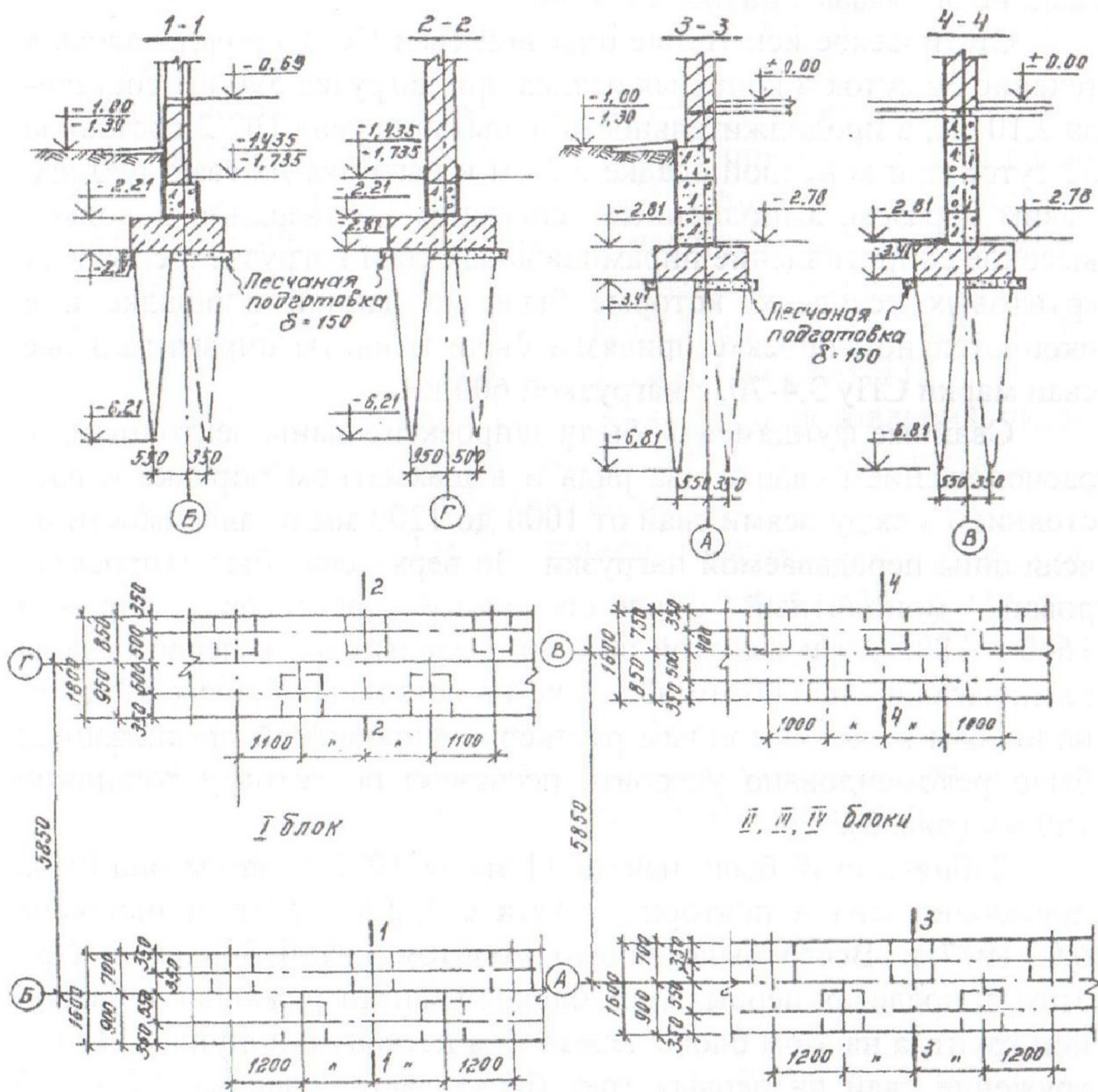


Рис. 3. Планы и сечения свайных фундаментов.

недостаточно уплотнен.

При возведении здания имело место неравномерное строительство этажей блоков и колебался в пределах 2 – 3 этажей.

Необходимо также отметить тот факт, что в районе первого блока в осях 1 – 2 был перекопан котлован, примерно, на 0,5 м. и поэтому было рекомендовано забивать сваи ниже проектной отметки до дна котлована, а затем с помощью железобетонных подушек, устраиваемых на головах свай выходить на проектную. Между сваями до низа ростверка делать бетонную подготовку.

Вместо этого строители выполнили песчаную подсыпку под монолитный железобетонный ростверк, что снизило несущую способность свай и недостаточное участие ростверка в передаче нагрузки на основание.

Учитывая то обстоятельство, что на данной площадке в других местах могут быть колодцы засыпанные неуплотненным грунтом или какие-либо другие слабые участки основания, было рекомендовано при забивке свай тщательно следить за количеством затраченной энергии на погружение каждой сваи на проектную отметку, отмечая это в журнале свайных работ. В случае резкого снижения затрачиваемой энергии при погружении свай необходимо было прекратить работы и срочно вызвать представителя кафедры оснований и фундаментов для выяснения причин, вызывающих это явление и внести соответствующие изменения в проект привязки. Это также не было выполнено.

Учитывая сложные грунтовые условия и некачественную подготовку котлована для забивки свай, а также имевшие место нарушения в процессе погружения свай было решено выполнить исследование геодезическими методами вертикальных смещений здания общежития. Геодезические наблюдения за осадками марок, установленных в цоколе были начаты 21 января 1978 г. и выполнялись сотрудниками кафедры инженерной геодезии Одесского инженерно-строительного института В.П. Беленко и С.Н. Помазановым. В качестве высотной основы для наблюдения за осадками общежития были использованы: один стенной репер (Rp-1) и три грунтовых (Rp-2; Rp-3; Rp-4) (рис. 1). Отметки этих реперов получены от фундаментальных реперов заложенных во дворе института в абсолютных величинах Балтийской системы высот.

Геодезические наблюдения выполнялись геометрическим нивелированием с помощью прецизионного нивелира НА-1 с плоскопараллельной пластинкой. Передача отметки на репера высотной основы выполнялась по программе II-го класса прецизионным нивелиром НА-1 по инварной штриховой рейке методом «совмещения», с соблюдением равенства плеч. Неизменяемость реперной высотной основы проверялась по постоянству превышений между реперами в каждом цикле наблюдений. Ни-

велирование проводилось по 12 стеновым маркам, заложенных в цоколе здания. Схема размещения стеновых марок показана на рис. 4. Наблюдения за осадками выполнены при двух горизонтах инструмента. Оценка точности замеров смещений марок выполнена по результатам подсчета средней квадратичной ошибки в каждом ходе, не превышающей допустимую для II класса, равную ± 2 мм.

С 21.01.1978 г. по 12.11.1980 г. было выполнено 27 циклов наблюдений за осадками марок с интервалами: с 1 по 14 цикл – один раз в полмесяца, с 14 цикла по 24 цикл – один раз в месяц, с 24 цикла по 25 цикл – один раз в 2 месяца, 26 цикл через 3 месяца и последний 27 цикл через 9 месяцев.

На рис. 4 представлены эпюры осадок здания общежития, которые позволяют проследить характер развития осадок фундаментов всех блоков за весь период наблюдений. Первоначально среднемесячная осадка марок составляла 10 – 15 мм в месяц, затем она снизилась до 5 – 6 мм в месяц, а в последнем 27 цикле она составила 0,8 – 1 мм в месяц. После этого геодезические наблюдения были прекращены. Максимальные осадки были в пределах I-го и IV блоков и в дальнейшем при выравнивании строительства блоков осадки тоже выравнивались.

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы:

1. Осадки здания общежития превысила в 3 – 3,5 раза предельную деформацию основания, установленную нормами проектирования для данной конструкции сооружения.

2. Большие осадки здания вызваны, некачественной подготовкой дна котлована (перекопка в пределах I блока и некачественное устройство песчаной подушки в пределах IV блока) применением песчаной подготовки толщиной 150 мм под монолитный железобетонный ростверк вместо бетонной подготовки, невыполнение рекомендаций при в процессе погружения свай.

3. При применении висячих пирамидальных свай в два и более рядов необходимо учитывать «кустовой эффект», связанный в разнице работы одиночной сваи и свайного фундамента, для чего рекомендуется снижать несущую способность одиночных опытных свай, установленную в результате статических испыта-

ний.

4. Несмотря на большие осадки здание общежития, оно в течение 22 лет нормально эксплуатируется даже в условиях обильного и продолжительного замачивания основания из водонесущих труб.