

**Сеськов Валерий Ефимович**, канд. техн. наук, доцент, лауреат премии Совета Министров БССР и Беларуси, ведущий научный сотрудник, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

**Окладникова Анна Александровна**, старший научный сотрудник, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

**Банников Дмитрий Николаевич**, заведующий научно-исследовательским отделом, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

**Valeriy Seskov**, PhD in Engineering Science, winner of the Prize of the Council of Ministers of the BSSR and Belarus, leading research scientist, Institute BelNIIS RUE, Minsk (Belarus)

**Anna Okladnikova**, senior research scientist, Institute BelNIIS RUE, Minsk (Belarus)

**Dmitriy Bannikov**, head of the scientific and research department, Institute BelNIIS RUE, Minsk (Belarus)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

## **DESIGNING AND FOUNDATION WORKS OF THE SOLID-CAST REINFORCED CONCRETE SLABS UNDER COMPLEX GEOLOGICAL ENGINEERING CONDITIONS**

### **АННОТАЦИЯ**

*В сложных инженерно-геологических условиях фундаменты зданий или сооружений являются наиболее затратными конструкциями (затраты на их возведение составляют до 15–20% от общего расхода железобетона). Вопросы проектирования и расчета монолитных железобетонных фундаментов с целью снижения расхода стали и бетона, а также их стоимости в настоящее время являются актуальными.*

*В статье рассматриваются особенности инженерно-геологического строения строительной площадки, физико-механические характеристики грунтов и вопросы инженерной подготовки основания под монолитные железобетонные фундаментные плиты в стесненных городских условиях жилого комплекса на земельных участках в г. Химки Московской области (два 24-этажных дома с 2-уровневой подземной парковкой и 17-этажный жилой дом с подземной автостоянкой). Предложена эффективная технология уплотнения малопрочных грунтов, приведены фактические характеристики грунтов, полученные после технологии производства работ по уплотнению основания, результаты расчета осадок фундаментных плит, а также представлены материалы сравнения фактических и расчетных осадок фундаментов данных жилых домов.*

*Поскольку при расчете и проектировании фундаментов практически сложно учесть все факторы, то для проверки ожидаемых деформаций проектируемых жилых домов в сложных инженерно-геологических условиях были выполнены геодезические наблюдения за осадками фундаментов. Анализ фактических и расчетных осадок показал, что фактические осадки фундаментов значительно меньше полученных согласно расчету при проектировании, что, на наш взгляд, подтверждает правильно выбранную технологию подготовки основания под фундаментные плиты. В настоящий момент осадки всех построенных домов стабилизировались и в результате геодезических наблюдений не превысили предельно допустимых.*

## **ABSTRACT**

*Under complex geological engineering conditions, the foundations of buildings or structures are the most cost-intensive constructions (the costs for erection reach up to 15–20% of the total reinforced-concrete expenses). At present, the matters of designing and calculation of solid-cast reinforced-concrete foundations for the purpose of reduction of the steel and concrete consumption as well as their cost are vital.*

*The article considers the peculiarities of the engineering-geological structure of the construction site, physical and mechanical characteristics*

*of soils and matters of the engineering preparation of the base for cast-in-place reinforced-concrete foundation slabs under confined space conditions of the residential complex on the plots at the address: town of Khimki, Moscow Region (two 24-storeyed houses with the two-level underground parking and 17-storeyed residential house with underground parking). The efficient technology for compaction of weal soils is proposed, the actual soils characteristics obtained after the technology of performance of the works for the base compaction, the results of the foundation slab settlement calculation are provided and the results of comparison of the actual and design settlements of the foundations of the above residential houses are presented.*

*Since it is practically difficult to take into account all the factors when calculating and designing the foundations, the geodetic observations of the foundation settlements were performed to check the expected deformations of the residential houses being designed under complex geological engineering conditions. The analysis of the actual and design settlements has shown that the actual settlements of the foundations are considerably less than those obtained according to the calculation during the designing that confirms in our opinion the correctly chosen technique of the base for the foundation slabs. At present, the settlements of all the constructed buildings have been stabilised and have not exceeded the maximum allowable values as follows from the results of the geodetic observations.*

**Ключевые слова:** фундамент, монолитная железобетонная плита, грунт, характеристики грунтов, осадка, технология уплотнения основания, статическое зондирование, штамповые испытания.

**Keywords:** foundation, cast-in-place reinforced-concrete slab, soil, characteristics of soils, settlement, base compaction technique, static probing, plate-bearing test.

## **ВВЕДЕНИЕ**

При проектировании и устройстве монолитных железобетонных плит в сложных инженерно-геологических условиях (при наличии в сжимаемой толще основания неоднородных,

сильносжимаемых, просадочных, насыпных и других грунтов) основными вопросами являются: разработка эффективного метода производства работ по повышению несущей способности грунтов; определение расчетных характеристик грунтов, уплотненных в процессе устройства основания; расчет основания фундаментов по деформациям.

Данные вопросы были решены при проектировании монолитных железобетонных плит на объектах строительства жилого комплекса в г. Химки Московской области (два 24-этажных дома с 2-уровневой подземной парковкой и 17-этажный жилой дом с подземной автостоянкой).

Общий вид жилого комплекса приведен на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Вид на жилую застройку со стороны бухты

## **АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ**

Инженерно-геологические изыскания под здания жилого комплекса произведены ООО «Стройизыскатель ЛТД» (РФ) в 2011 г.

Анализ производим для ИГЭ, расположенных ниже подошвы фундаментов – отметка  $\pm 0.000$  принята – 175.200 м, отметка заложения – 166.300 м (–8.90 м).

Непосредственно под подошвой фундаментов залегают:

Современные отложения (tOIV), представленные насыпными грунтами, являющимися, в основном, перемещенными грунтами, сформированными в процессе строительства канала им. Москвы и планирования пойменного пространства, а также освоения территории и прокладки коммуникаций. Вскрытые насыпные грунты, в основном, водно-ледникового, озерного и озерно-ледникового генезиса. Представлены преимущественно глинами пылеватыми, слоистыми, (часто с примесью органических веществ) с прослоями глин и суглинков песчанистых, встречаются прослойки глин слабозаторфованных (ИГЭ 2–1, 2–2).

Ниже залегают:

Среднечетвертичные нерасчлененные водно-ледниковые и озерно-ледниковые отложения днепровского и московского горизонтов (f, lgOIII-d-ms) – слагают большую часть геологического разреза участка. Представлены глинами, суглинками, супесями и песками.

**Глины** – развиты в пределах всего участка, залегают под насыпными грунтами и вскрыты практически всеми скважинами. Глины озерно-ледникового генезиса (ИГЭ 3–1, 3–2, 3–3); часто пылеватые, слоистые и тонкослоистые, с гнездами ожелезнения, редко – с примесью органических веществ; мягко- и тугопластичной, редко – полутвердой консистенции, местами с гнездами и тонкими прослойками песка, влажного и водонасыщенного; встречаются дресва и гравий, реже – мелкий щебень карбонатных и кристаллических пород; в кровле встречаются прослойки суглинка тяжелого. Отдельными скважинами встречены глины водно-ледникового генезиса (ИГЭ 4–1, 4–2). Глины – песчанистые, часто грубопесчанистые, с дресвой и щебнем, с гнездами и прослойками песка.

**Суглинки** – имеют меньшее распространение в геологическом разрезе, чем глины. Суглинки водноледникового генезиса (ИГЭ 5–1, 5–2, ИГЭ 13, 14, 15) – песчанистые и грубопесчанистые, часто с дресвой и щебнем карбонатных и кристаллических пород, с гнездами и прослойками песка, мягко- и тугопластичные, реже – полутвердые. Суглинки озерно-ледникового генезиса (ИГЭ 6) – пылеватые, слоистые, мягкопластичные, часто с примесью органических веществ, с прослоями глины пылеватой, мягкопластичной, часто с прослоями супеси пылеватой, слоистой и песка



**Физико-механические, прочностные и деформационные  
характеристики грунтов**

ИГЭ	Описание	Удельный вес, т/м <sup>3</sup> (с учетом взвеш. действия воды)	Удельное сцепление, т/м <sup>2</sup>	Угол внутреннего трения, град.	Модуль деформации, т/м <sup>2</sup>	Показатель текучести, ед.	Коэффициент пористости, ед.	Удельный вес частиц грунта, т/м <sup>3</sup>	Удельный вес, т/м <sup>3</sup> (без учета взвеш. действия воды)
		$\gamma_{sb}^*$	$C_{II}$	$\varphi_{II}$	$E$	$I_L$	$e$	$\gamma_s$	$\gamma_{II}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2-1	Насыпной глинистый слежавшийся	-	2,1	19	1300	0,53	0,84	2,68	1,88
2-2	Насыпные с мягкопл. глин.	-	1,9	17	900	0,59	0,54	2,68	1,85
3-1	Глины мягкопластичные	-	3,3	16	1300	0,56	0,67	2,7	1,9
3-2	Глины тугопластичные	-	3,8	17	1600	0,37	0,84	2,7	1,89
3-3	Глины тугопластичные	-	4,2	18	1800	0,22	0,84	2,7	1,91
4-1	Глины тугопластичные	-	3,9	19	1700	0,33	0,84	2,7	1,91
4-2	Глины мягкопластичные	-	3,6	18	1600	0,33	0,84	2,7	1,93
5-1	Суглинок тугопластичный	-	1,7	17	1600	0,29	0,84	2,68	1,9
6	Глина мягкопластичная пылеватая	-	1,5	16	1000	0,63	0,84	2,7	1,86
6а	Супесь пластичная	-	1,7	16	850	0,63	0,84	2,68	1,8
9-1	Песок мелкий плотный	1,044	0,2	35	3400		0,58	2,65	1,74
9-2	Пески пылеватые средней плотности	1,044	0,1	32	2900		0,58	2,65	1,91
10-1	Пески средней крупности плотные	1,044	0,1	36	3400		0,58	2,65	1,78

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10–2	Пески средней крупности средней плотности	1,044	0,0001	34	2900		0,58	2,65	1,92
11–2	Пески крупные средней плотности	1,044	0,0001	34	3000		0,58	2,65	1,96
12	Пески гравелистые средней плотности	1,044	0,0001	38	3000		0,58	2,65	2
13	Суглинки тугопластичные	–	3,4	34	3200	0,28	0,49	2,68	1,79
14	Суглинки полутвердые песч.	–	3,4	23	2300	0,21	0,49	2,68	2,01
15	Глина легкая песчанистая	–	4,7	23	2500	0,21	0,49	2,7	2,02

## ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЯ ПОД ФУНДАМЕНТЫ

Осложняющими факторами при проектировании и устройстве фундаментов на данной строительной площадке являются:

- большая мощность насыпных грунтов;
- сложный (неоднородный) инженерно-геологический разрез участка, обусловленный пестрым напластованием различных литологических разностей грунтов различного генезиса;
- наличие в верхней части разреза сильнопучинистых грунтов.

Анализ конструктивных схем зданий, нагрузок и инженерно-геологических условий строительной площадки позволяет рекомендовать в качестве фундаментов устройство монолитных железобетонных плит на предварительно подготовленном основании:

- для 24-этажного (с двумя участками) дома с 2-уровневой подземной парковкой на виброуплотненной песчано-гравийной подушке ( $h = 2,50$  м) (участок 2) и уплотненных забивными сваями С5–20 с шагом 1,0 м (устройство геомассива) грунтах на отдельном участке (участок 1);



- для 24-этажного (с одним участком) дома с 2-уровневой подземной парковкой на виброуплотненной песчано-гравийной подушке ( $h = 2,50$  м) (участок 2);
- для 17-этажного жилого дома с подземной автостоянкой на виброуплотненной песчано-гравийной подушке ( $h = 3,00$  м) и уплотненных забивными сваями СЗ–20 с шагом 1,0 м (устройство геомассива) грунтах на отдельном участке.

Данное решение позволило избежать неравномерных осадок, вызываемых наличием осложняющих факторов, которые могут повлиять на надежность эксплуатации надфундаментных конструкций.

Для 24-этажных домов за относительную отметку  $\pm 0,000$  принят уровень чистого пола 1-го этажа, что соответствует абсолютной отметке 175,200 м. Отметка заложения фундаментных плит – 166,300 м ( $-8,90$  м).

Подготовка основания под данные фундаментные плиты производится в следующей последовательности:

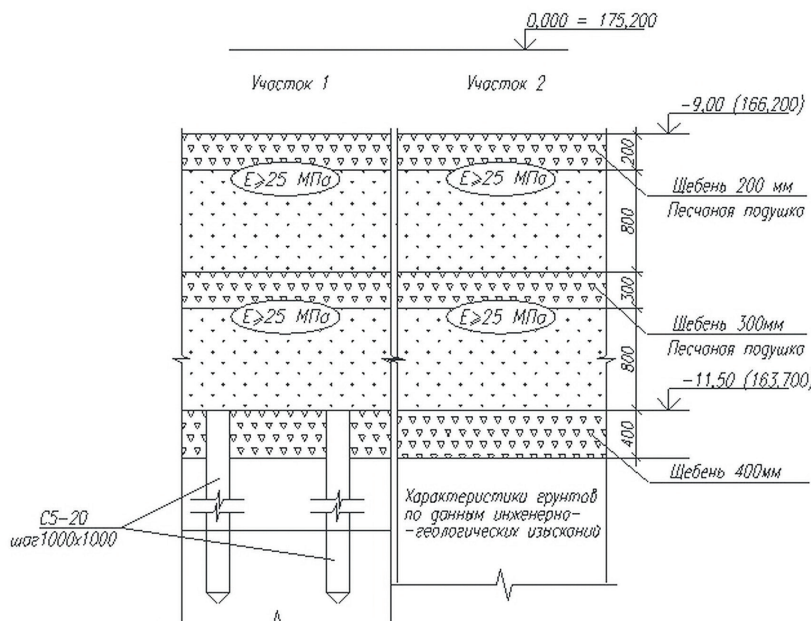
- производится отрывка котлован до отметки 163,700 м ( $-11,50$  м);
- производится отсыпка слоя щебня фракции 10–40 мм (гравия фракции 10–70 мм) мощностью 0,4 м для предотвращения замачивания или промерзания глинистых грунтов dna котлована, а также обеспечения нормального прохода и работы техники;
- производятся работы по усилению грунтов (ИГЭЗ-2, ИГЭЗ-3) на отдельном участке путем устройства геомассива из забивных свай сечением 200 x 200 мм с шагом 1,0 x 1,0 м, длиной 5,0 м (С 5–20 серия 1.011.1–10);
- производится отсыпка слоя песка крупного или среднего без примеси глинистых частиц (масса частиц менее 0,1 мм не должна превышать 6%) мощностью 0,85 м и слоя щебня (фракции 10–40 мм) или гравия (фракции 10–70 мм) мощностью 0,30 м;
- производится уплотнение отсыпанных слоев (песок + щебень) 15 проходами виброкатка с массой уплотняющего органа не менее 12–16 тс;

- производится операционный контроль качества уплотнения отсыпанных слоев ( $K_y = 0,98$ );
- производится отсыпка слоя песка крупного или среднего без примеси глинистых частиц (масса частиц менее 0,1 мм не должна превышать 6%) мощностью 0,80 м и слоя щебня (фракции 10–40 мм) или гравия (фракции 10–70 мм) мощностью 0,20 м;
- производится уплотнение отсыпанных слоев (песок + щебень) 15 проходами виброкатка с массой уплотняющего органа не менее 12–16 тс;
- производится планировка всей площадки строительства под отметку 166,200 м (–9,00 м);
- производится приемочный контроль качества уплотнения песчано-гравийной подушки;
- производится устройство бетонной подготовки (бетон Б7,5) толщиной 0,10 м, которая выступает за габариты фундаментных плит на 0,10 м;
- производится устройство монолитной фундаментной плиты в соответствии с проектом.

Поверхностное уплотнение песка и щебеночной подготовки виброкатком с массой уплотняющего органа 12–16 тс производится с соблюдением следующих требований:

- а) число проходов по одному следу 15 по всей площадке с захватом предыдущего следа не менее 20 см;
- б) скорость движения виброкатка должна быть оптимальной и составлять около 4–6 км/час;
- в) запрещается остановка катка с включенным виброкатком более 30 секунд, это может привести к разрушению основания (резкое погружение катка);
- г) во избежание боковой сдвижки грунта за зоной уплотнения устраивают обочину шириной, равной ширине вальца (приблизительно 1,5 м);
- д) частота колебаний должна быть в пределах 25–30 Гц, с амплитудой в диапазоне 1,5–2,0 мм;
- е) после окончания уплотнения необходимо выполнить контрольные испытания по верху уплотненной

- песчано-гравийной или щебеночной подготовки (штамповые испытания, динамическое зондирование);
- ж) если требуемой плотности достичь не удалось, уплотнение следует продолжить при несколько повышенной или, наоборот, пониженной скорости движения с подбором частоты и амплитуды.



**Рисунок 3.** Схема подготовленного основания под фундаментные плиты 24-этажных жилых домов

После выполнения работ по инженерной подготовке основания характеристики грунтов, по предварительным расчетам, должны быть следующими:

- для песчано-гравийной подушки
  - при уплотнении песка крупного и щебня (гравия):  
 $c = 3,0 \text{ кПа}$ ,  $\varphi = 38^\circ$ ,  $E = 35 \text{ МПа}$ ;
  - при уплотнении песка средней крупности и щебня (гравия):  
 $c = 2,0 \text{ кПа}$ ,  $\varphi = 36^\circ$ ,  $E = 35 \text{ МПа}$ ;

- для геомассива из забивных свай  
ИГЭ 3–2–Е = 30 МПа, ИГЭ 3–3–Е = 25 МПа;  
ИГЭ 2–2–Е = 18 МПа, ИГЭ 2–1–Е = 23 МПа;
- для остальных грунтов по данным инженерно-геологических изысканий.

Схема подготовленного под фундаментные плиты основания приведена на рисунке 3.

Аналогично производятся работы по подготовке основания под фундаментную плиту 17-этажного жилого дома.

## РАСЧЕТ ОСНОВАНИЯ ПО ДЕФОРМАЦИЯМ

Целью расчета оснований по деформациям является ограничение абсолютных или относительных перемещений фундаментов (в нашем случае плиты) и надфундаментных конструкций такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность. При этом имеется в виду, что прочность и трещиностойкость фундаментов и надфундаментных конструкций проверены расчетом, учитывающим усилия, которые возникают при взаимодействии сооружения с основанием.

По данным ОАО «Институт «Гомельпроект»:

- глубина заложения фундаментной плиты – 166,200 м (-9,00 м) с учетом бетонной подготовки ( $\delta = 100$  мм);
- геометрические параметры фундаментной плиты:  
 $A = 1516 \text{ м}^2$ ;  $b = 38,94 \text{ м}$ ;  $l = 38,94 \text{ м}$ ;
- среднее давление на основание под подошвой фундаментной плиты:  
 $p = 830 \text{ кПа}$  ( $8,30 \text{ кг/см}^2$ ).

В соответствии с п. 1.23 «Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа» при глинистом основании собственный вес плитного фундамента допускается принимать с коэффициентом 0,5. В данном случае среднее давление на основание под подошвой фундамента составит  $p = 415 \text{ кПа}$  ( $4,15 \text{ кг/см}^2$ ).

Поскольку ширина фундаментной плиты  $b = 38,94 \text{ м} > 10 \text{ м}$ , а толщина слоя с модулем деформации  $E < 10 \text{ МПа}$  (ИГЭ-6а)

$h = 1,4 \text{ м} < 0,2H = 2,798 \text{ м}$  в соответствии с п. 2.10(в) «Руководства по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа» [1], для расчета осадок используется расчетную схему линейно-деформируемого слоя.

Толщина линейно-деформируемого слоя и осадки основания определяются в соответствии с приложением Г СП22.13330.2011 [2].

Анализ результатов расчета осадок фундаментных плит показал, что абсолютные осадки составляют:

- 24-этажного жилого дома (с двумя участками)  
 $S = 7,25 \div 13,66 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}$   
(Приложение Д СП22.13330.2011);
- 24-этажного жилого дома (с одним участком)  
 $S = 9,05 \div 12,15 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}$   
(Приложение Д СП22.13330.2011);
- 17-этажного жилого дома  
 $S = 8,47 \div 9,69 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}$   
(Приложение Д СП22.13330.2011).

Крен, вызванный неоднородностью основания (относительная разность осадок) ( $\Delta S/L$ ), определяем как отношение разности осадок буровых скважин к расстоянию между ними:

- 24-этажного жилого дома (с двумя участками)  
 $\Delta S/L = 0,00013 \div 0,00200 < (\Delta S/L)_u = 0,003$   
(Приложение Д СП22.13330.2011);
- 24-этажного жилого дома (с одним участком)  
 $\Delta S/L = 0,00003 \div 0,00038 < (\Delta S/L)_u = 0,003$   
(Приложение Д СП22.13330.2011);
- 17-этажного жилого дома  
 $\Delta S/L = 0,00011 \div 0,00059 < (\Delta S/L)_u = 0,003$   
(Приложение Д СП22.13330.2011).

## **МОНИТОРИНГ ЗА ОСАДКАМИ ЗДАНИЙ (КОРПУСА 5А И 5Б)**

Для определения деформационных свойств песчано-гравийной подушки с послойной отсыпкой и виброуплотнением по предложенной выше технологии, были проведены опытные испытания статическим зондированием установкой ЛБУ-50

с комплектом аппаратуры «ПИКА-17» (зонд II типа), согласно ГОСТ 19912-2001 [3] (рисунок 4) и вертикальной статической нагрузкой на штамп, по методике, установленной ГОСТ 20276-99 [4] и ГОСТ 30672-99 [5] (рисунок 5), выполненные ООО «Гранд ГЕО» (Москва).

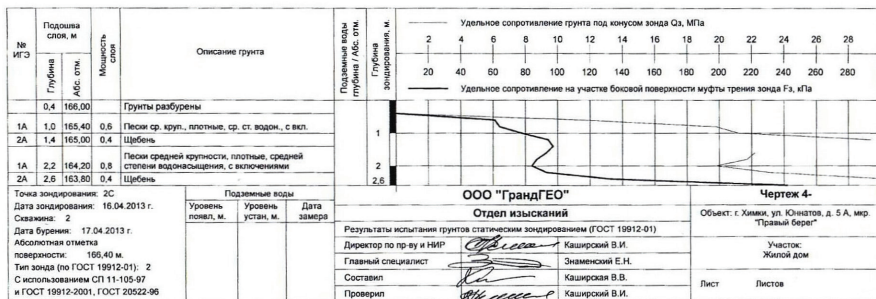


Рисунок 4. Статические испытания песчано-гравийной подушки

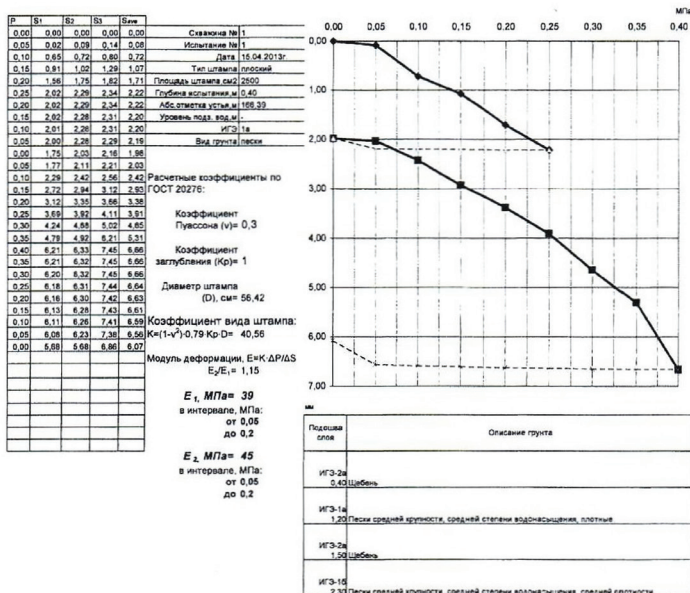


Рисунок 5. Испытания песчано-гравийной подушки вертикальной статической нагрузкой на штамп

В процессе строительства зданий проводился геодезический мониторинг за осадками (рис. 6). Средняя фактическая осадка к концу строительства составила:

$$24\text{-этажного жилого дома (с двумя участками)} - \bar{S}_{\text{факт}} = 7,7 \text{ см};$$

$$24\text{-этажного жилого дома (с одним участком)} - \bar{S}_{\text{факт}} = 5,1 \text{ см};$$

$$17\text{-этажного жилого дома} - \bar{S}_{\text{факт}} = 12,5 \text{ см}.$$

Так как фундаментная плита представляет собой жесткую конструкцию, то можно расчетную нагрузку принять как среднюю, т. е. средняя осадка составила:

$$24\text{-этажного жилого дома (с двумя участками)} - \bar{S}_{\text{расч}} = 10,3 \text{ см};$$

$$24\text{-этажного жилого дома (с одним участком)} - \bar{S}_{\text{расч}} = 10,2 \text{ см};$$

$$17\text{-этажного жилого дома} - \bar{S}_{\text{расч}} = 9,3 \text{ см}.$$

Анализ фактических и расчетных осадок 24-этажных жилых домов показал, что фактические осадки значительно меньше расчетных, что обусловлено дополнительным уплотнением подготовленного основания нагрузкой, возрастающей в процессе строительства зданий. Осадки данных зданий к концу 2015 года стабилизировались, что подтверждается геодезическим мониторингом, выполненным после возведения зданий (0,5 года). Также стабилизировались осадки после возведения 17-этажного здания. Осадки в данном случае несколько выше расчетных (из-за большой мощности слоя насыпных грунтов (до 5 м) ниже фундаментной плиты), но не превышают допустимых (рис. 6).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По специально подобранной технологии уплотнения малопрочных грунтов было подготовлено основание под монолитные железобетонные фундаментные плиты при строительстве жилого комплекса в, г. Химки Московской области (два 24-этажных дома с 2-уровневой подземной парковкой и 17-этажный жилой дом с подземной автостоянкой).

Анализ материалов, представленных в статье, позволяет сделать вывод, что основанием монолитных железобетонных фундаментных плит после уплотнения путем специально подобранной технологии по повышению несущей способности грунтов могут

служить практически любые сложные грунты (неоднородные, сильносжимаемые, просадочные, насыпные и другие).

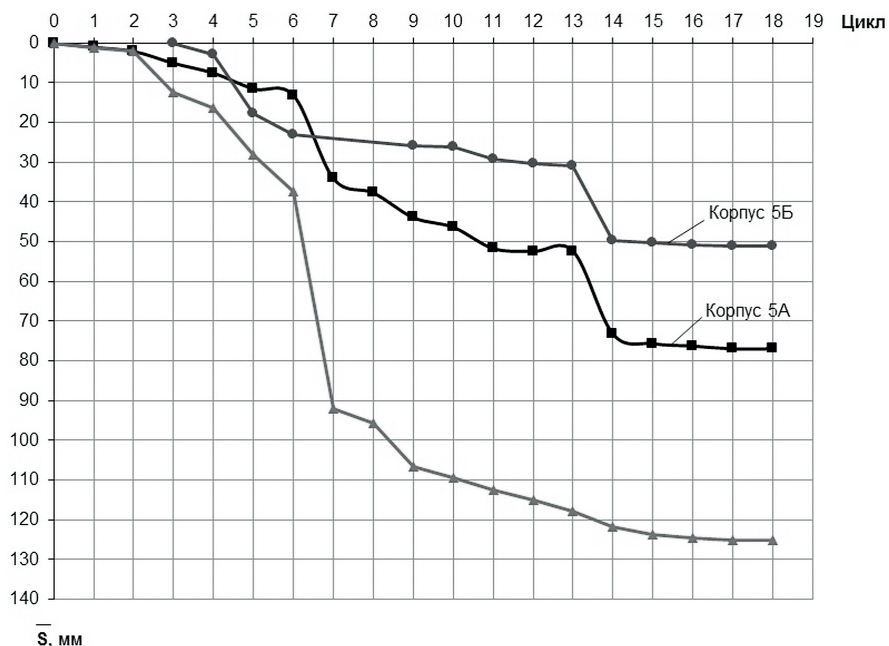


Рисунок 6. Геодезический мониторинг за осадками зданий

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа—М: НИИОСП им. Н. М. Герсеевича Госстроя СССР, 1984.— 263 с.
2. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83\*: СП 22.13330.2011.—М: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011.— 156 с.
3. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием: ГОСТ 19912–2012.—М: НИИОСП им. Н. М. Герсеевича Госстроя РФ, 2014.— 22 с.



4. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости: ГОСТ 20276–2012.–М: НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя РФ, 2012.– 90 с.
5. Грунты. Полевые испытания. Общие положения: ГОСТ 30672–2012.–М: НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя РФ, 2012.– 11 с.

## REFERENCES

1. *Rukovodstvo po proektirovaniyu plitnyh fundamentov karkasnyh zdaniy i sooruzhenij bashennogo tipa* [Directive for design of slab foundations of framework buildings and tower-type structures]. М: НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР, 1984. 263 p. (rus)
2. *Osnovaniya zdaniy i sooruzhenij Aktualizirovannaya redakciya SNIp 2.02.01–83\**: SP 22.13330.2011[Bases of buildings and structures. Actualised edition of Construction Rules and Regulations (SNIp) 2.02.01–83\*]. М: Ministerstvo regional'nogo razvitiya Rossijskoj Federacii, 2011. 156 p. (rus)
3. *Grunty. Metody polevyh ispytanij staticheskim i dinamicheskim zondirovaniem* [Soils. Methods of field tests by static and dynamic probing]: GOST 19912–2012. М: НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя РФ, 2014. 22 p. (rus)
4. *Grunty. Metody polevogo opredeleniya harakteristik prochnosti i deformiruемости* [Soils. Methods of field determination of the strength and deformability characteristics]: GOST 20276–2012. М: НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя РФ, 2012. 90 p. (rus)
5. *Grunty. Polevye ispytaniya. Obshchie polozheniya* [Soils. Field tests. General provisions]: GOST 30672–2012. М: НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя РФ, 2012. 11 p. (rus)

*Статья поступила в редколлегию 23.11.2016.*