

Проверочный расчёт основания и фундаментов

Объект: индивидуальный жилой дом с залом бассейна. МО, Клинский р-н, д. Покровка, СНТ Химки, ул. Заречная, уч. 14. КН 50:03:0050224:174.

Шифр: 26-06-06-КР. Стадия: окончательный расчёт по отчёту об инженерно-геологических изысканиях. Редакция 20 от 06.08.2026.

Исходные данные: комплект 26-06-06-АР/01, стадия 02_АР от 27.07.2026 (36 листов), пояснения к комплекту от 27.07.2026, переписка 27.07.2026 о режиме бассейна, технический отчёт по инженерно-геологическим изысканиям Ф12-26 от 25.07.2026 (три скважины глубиной 8,0 м, четыре ИГЭ и два слоя).

Что проверялось: сбор нагрузок, давление под подошвами против расчётного сопротивления грунта, осадки, их разность и относительный прогиб, глубина заложения по условию промерзания, устойчивость против всплытия, касательные силы морозного пучения, работа при наполнении и спуске бассейна, допустимость разности отметок подошв, узел примыкания по оси 2 (краевое давление и поперечная сила), стена чаши как подпорная.

Главный вопрос: связывать фундаменты дома и чаши бассейна или разделять их деформационным швом. Ответ в разделе 7. По отчёту изысканий он безусловный.

1. Исходные данные

1.1 Конструкции по комплекту АР

Элемент	Принято
Фундамент дома	монолитная плита 200 мм с рёбрами вниз, низ рёбер минус 0,600, бетон В25 (листы 2034, 2035, 2036)
Короб чаши бассейна	монолитный, 5625 × 8650 мм, дно 200 мм на отметке минус 2,200, стены 300 мм до отметки 0,000, ЭППС 100 мм снаружи (листы 2030, 2031)
Купель	сборная панельная, 6050 × 3025 мм, ставится внутрь короба, пазухи по 1000 мм с каждой стороны засыпаются грунтом фр. 5-20 при заполненном водой бассейне (размеры по присланному плану 1-го этажа от 27.07.2026, в комплекте они не проставлены; технология по листам 2032, 2033)
Отсек террасы	плита по грунту с рёбрами, оси Г-Д, 5625 × 1750 мм, низ рёбер минус 0,600 (лист 2034)
Стены	газобетон 375 мм наружные, 250 мм внутренние
Перекрытия	монолитные 150 мм
Кровля	деревянные стропила, металлочерепица, уклон 20 град, свесы 500 мм
Этажность	дом 2 этажа, зал бассейна 1 этаж с витражами по трём сторонам
Планировка	отметка земли минус 0,600, за 0,000 принят обрез фундамента

Расчётная схема разбита на три отсека: короб бассейна (подошва минус 2,200), плита дома (минус 0,600) и плита террасы (минус 0,600). Собственного западного ребра у плиты дома нет: по размерной цепочке листа 2034 (5625 + 7250 + 400 = 13275) её край садится на стену короба, и заказчик это подтвердил. Расчётная схема к записке приложена отдельным листом. Плита дома по листу 2035 не прямоугольная: 7650 × 9000 мм плюс южный участок 4230 × 1400, юго-восточный угол 3420 × 1400 вырезан под крыльцо. Площади подошв: 48,66, 74,77 и 9,84 кв.м.

Согласовано			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

						26-06-06-КР	Лист 1
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

1.2 Грунт по отчёту изысканий

Отчёт Ф12-26 от 25.07.2026, при скважины глубиной 8,0 м, абсолютные отметки устьев 206,00-206,10 м. Выделено четыре ИГЭ и два слоя. Расчёт выполнен по скважине 3 как по наиболее неблагоприятной: в ней мягкопластичный суглинок ИГЭ-3 имеет наибольшую мощность (1,6 м против 1,0 м в скважине 1).

ИГЭ	Грунт	IL	e	γ, кН/м³	E, МПа	φII, °	cII, кПа	φI, °	cI, кПа
Слой-1	насыпной грунт (суглинок с мусором)	-	-	-	не нормируется	-	-	-	-
ИГЭ-1	супесь пластичная с включением щебня	0,44	0,776	18,7	9,2	18	4	18	3
ИГЭ-2	суглинок тугопластичный дресвяный	0,30	0,658	19,5	14,5	16	18	16	18
ИГЭ-3	суглинок мягкопластичный с дресвой	0,62	0,828	18,5	8,9	16	17	14	11
Слой-2	песок мелкий водонасыщенный	-	0,649	19,4	28,1	32	2	29	1
ИГЭ-4	суглинок тугопластичный со щебнем	0,38	0,575	20,4	20,4	18	9	17	6

Расчётная колонка от отметки планировки минус 0,600 (насыпной грунт удалён, см. раздел 2):

- 0,0 – 0,2 м
- ИГЭ-1 супесь пластичная
- 0,2 – 1,0 м
- ИГЭ-2 суглинок тугопластичный
- 1,0 – 2,6 м
- ИГЭ-3 суглинок мягкопластичный
- 2,6 – 2,7 м
- Слой-2 песок мелкий
- 2,7 – 3,0 м
- ИГЭ-3 суглинок мягкопластичный
- 3,0 – 4,6 м
- ИГЭ-2 суглинок тугопластичный
- 4,6 и ниже
- ИГЭ-4 суглинок тугопластичный со щебнем

Подошва короба бассейна (минус 2,200) опирается на ИГЭ-3, подошвы плит дома и террасы (минус 0,600) - на ИГЭ-1. Прочностные и деформационные характеристики получены испытаниями, поэтому расчётное сопротивление считается с коэффициентом надёжности $k = 1$ (п. 5.6.7), а не 1,1, как в предварительном расчёте.

Характеристики первой и второй групп предельных состояний взяты из отчёта КАЖДАЯ СВОИМ числом (доверительная вероятность 0,95 и 0,85 соответственно), а не пересчётом одной из другой: у мягкопластичного ИГЭ-3 они различаются заметно - 14 против 16 градусов и 11 против 17 кПа. Значения первой группы стоят в проверке разности отметок подошв (раздел 7.1) и в расчёте стены короба как подпорной.

Подземные воды. Два водоносных горизонта. Первый вскрыт на глубине 2,3-2,8 м, установившийся уровень 2,2-2,6 м от поверхности (абсолютные отметки 203,40-203,88 м), в расчёте принята отметка минус 2,800 как наиболее высокая из установившихся. Прогнозный максимальный уровень отчёт даёт на 1,0 м выше установившегося; этот случай посчитан отдельным вариантом (раздел 4.3), как и верховодка на отметке планировки. Второй горизонт на глубине 5,7-6,0 м, на работу фундаментов не влияет.

Морозоопасность по отчёту: ИГЭ-1 чрезмерно пучинистый (относительная деформация пучения больше 0,1), ИГЭ-2 и ИГЭ-3 сильнопучинистые (0,07-0,1). Это прямо относится к разделу 5: плиты дома и террасы стоят на чрезмерно пучинистом грунте.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

26-06-06-КР

Лист

2

1.3 Климат

Параметр	Значение	Источник
Снеговой район	IV	лист 2003; Sg = 2,0 кПа принято по СП 20.13330.2016 табл. 10.1
Ветровой район	I, w0 = 0,23 кПа	лист 2003
Сумма модулей отрицательных температур Mt	26,8	СП 131.13330.2020 табл. 5.1, метеостанция Дмитров

Клина в таблице 5.1 нет, взята станция Дмитров: она севернее Москвы и в тех же условиях, то есть даёт запас по сравнению с московскими данными (Mt = 22,0). Подбор станции-аналога предусмотрен п. 5.5.3.

2. Принятые допущения

1. Расчёт выполнен на характеристиках отчёта изысканий Ф12-26 от 25.07.2026 по скважине 3 как наиболее неблагоприятной. Расчёт по скважинам 1 и 2 даёт меньшие осадки: там мягкопластичный ИГЭ-3 тоньше.
2. Расчётная схема основания линейно деформируемое полупространство с ограничением сжимаемой толщи (п. 5.6.6). Осадка методом послойного суммирования, формула (5.16), с учётом взаимного влияния отсеков по п. 5.6.38.
3. Прорёмы в стенах не вычитались, стены посчитаны сплошными. Против этого учтены перегородки добавочной нагрузкой 0,5 кПа (п. 8.2.2), лестница и свесы кровли. Суммарно нагрузка дома не превышена и не занижена сколько-нибудь заметно.
4. Глубина воды в бассейне принята 1,5 м. Точное значение не задано и меняет вес отсека бассейна примерно на 5 процентов.
5. Вес сборной купели не учитывался, он мал против веса засыпки и воды.
6. Снеговой мешок у перепада высот между кровлей зала и стеной дома не учитывался. На фундамент он добавляет около полутора процентов нагрузки отсека бассейна, а для конструкций кровли зала его надо посчитать отдельно (схемы Б.8, Б.9 приложения Б СП 20.13330.2016).
7. Нагрузка от перегородок принята добавочной 0,5 кПа. Это НИЖНЯЯ граница п. 8.2.2 СП 20.13330.2016 («но не менее 0,5 кПа»), а в общих данных (лист 2003) перегородки названы силикатными пазогребневыми 80/115 мм. При плотной раскладке таких перегородок их вес выше принятого; уточняется по планам расстановки перегородок.
8. В формуле (5.16) учтено ВТОРОЕ слагаемое - возврат по ветви вторичного нагружения от веса вынужтого грунта при Ee = 5E (примечание 1 к п. 5.6.31). Для котлована глубиной менее 5 м п. 5.6.34 разрешает его не учитывать; здесь оно оставлено, потому что идёт в запас по осадке заглублённого отсека.
9. Нижняя граница сжимаемой толщи каждого отсека найдена по условию п. 5.6.41 для СОБСТВЕННОГО напряжения σ_{zp} (п. 5.6.32). Влияние соседних отсеков в осадку входит (п. 5.6.38, форм. (5.22)), но глубину толщи не назначает: иначе маленькая плита террасы получала бы толщину от тяжёлого дома рядом.
10. Насыпной грунт под подошвами удалён. Слои-1 (насыпной суглинок со строительным мусором мощностью 0,1-0,3 м) в отчёте не нормируется: характеристик у него нет. В расчёте принято, что он полностью снят из-под всех трёх плит, а планировочная отметка минус 0,600 совпадает с кровлей ИГЭ-1. Это надо выполнить на площадке: оставленный под подошвой насыпной грунт делает расчёт недействительным.

Согласовано				
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №		

11. ИГЭ-4 вскрыт до глубины 8,0 м, ниже разведки нет. В расчётной колонке он продлён на всю сжимаемую толщу; самая нижняя точка сжимаемых толщ лежит под коробом бассейна на отметке минус 5,200, то есть в пределах разведанного разреза.

3. Сбор нагрузок

Нагрузки собраны по СП 20.13330.2016 из геометрии и материалов принятой расчётной модели. Расшифровка по каждому элементу приведена в протоколе расчёта (приложение).

Отсек «чаша-основание бассейна», площадь подошвы 48,66 кв.м

Группа	Нормативная, кН
Плиты и перекрытия	347,3
Стены	393,6
Витражи	38,0
Кровля	24,6
Засыпка пазух	704,0
Вода	269,3
Полезная нагрузка	60,7
Перегородки (добавочная 0,5 кПа)	20,2
Снег	106,2
Итого нормативная	1963,9
Расчётная	2346,1

$p = 1963,9 / 48,66 = 40,4 \text{ кПа}$

Отсек «плита дома», площадь подошвы 74,77 кв.м

Группа	Нормативная, кН
Плиты и перекрытия	1048,9
Рёбра фундамента	129,5
Стены	446,2
Кровля	37,6
Лестница	48,8
Полезная нагрузка	206,6
Перегородки (добавочная 0,5 кПа)	68,8
Снег	162,1
Итого нормативная	2148,6
Расчётная	2484,6

$p = 2148,6 / 74,77 = 28,7 \text{ кПа}$

Согласовано

Инд. № подл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Отсек «плита террасы (оси Г-Д)», площадь подошвы 9,84 кв.м

Группа	Нормативная, кН
Плиты и перекрытия	48,3
Рёбра фундамента	29,0
Кровля	0,5
Полезная нагрузка	39,4
Перегородки (добавочная 0,5 кПа)	4,9
Снег	2,0
Итого нормативная	124,0
Расчётная	141,0

$p = 124,0 / 9,84 = 12,6 \text{ кПа}$

Неочевидное: отсек бассейна тяжелее дома на квадратный метр подошвы (40,4 против 28,7 кПа) за счёт почти 1000 кН гравия и воды. Но давит на основание он меньше, потому что заглублён: см. раздел 4.

4. Расчёт по деформациям

4.1 Расчётное сопротивление грунта основания, формула (5.7)

Отсек	b, м	d, м	R, кПа	p, кПа	Использование
чаша-основание бассейна	5,62	1,60	200,4	40,4	20 %
плита дома	7,65	0,00	84,4	28,7	34 %
плита террасы (оси Г-Д)	1,75	0,00	42,9	12,6	29 %

Удельный вес грунта ниже подошвы осреднён по зоне b/2 с учётом взвешивающего действия воды (п. 5.6.7, п. 5.6.10). Условие $p \leq R$ выполняется по всем трём отсекам.

4.2 Осадки, разность осадок и прогиб

Для СВЯЗАННОЙ схемы совместная деформация характеризуется относительным прогибом (п. 5.6.4), а предельное значение прогиба вдвое меньше предельной разности осадок (примечание 3 к табл. Г.1): 0,0012 против 0,0024. Считались обе величины. Прогиб взят по эпюре осадок из девяти точек вдоль здания, стрела отсчитана от хорды между крайними точками.

Осадки по фактическим характеристикам: короб бассейна 3,5 мм, плита дома 7,5 мм, плита террасы 0,9 мм, сжимаемые толщи 3,0, 4,0 и 1,2 м соответственно. Прогиб связанного здания

$f = 4,4 \text{ мм на базе } L = 13,28 \text{ м, } f/L = 0,00033 \text{ при пределе } 0,0012$

то есть предел использован на 28 процентов. Относительная разность осадок по парам: 0,00062 для пары короб-дом, 0,00050 для пары короб-терраса и 0,00087 для пары дом-терраса при пределе 0,0024, наибольшее использование 36 процентов. Предельная средняя осадка 18 см (табл. Г.1) не достигается: наибольшая расчётная осадка 7,5 мм, то есть четыре процента предела.

Осадка короба мала потому, что это почти компенсированный фундамент: из котлована вынуто грунта на 29,6 кПа, а приложено 40,4 кПа, то есть добавка к природному давлению всего 10,8 кПа против 28,7 кПа у дома. Дом при этом стоит на ИГЭ-1 (супесь, $E = 9,2 \text{ МПа}$), а короб на ИГЭ-3

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

(мягкопластичный суглинок, $E = 8,9$ МПа) - модули близки, и разность осадок определяется не столько грунтом, сколько разностью добавочных давлений.

4.3 Проверка по уровню воды

Отчёт даёт установившийся уровень 2,2-2,6 м от поверхности и прогнозный максимум на 1,0 м выше. Посчитаны три варианта: установившийся уровень (минус 2,800), прогнозный максимум (минус 1,800) и верховодка на отметке планировки.

№	Вариант	с чаша-основание бассейна, мм	с плита дома, мм	с плита террасы (оси Г-Д), мм	$\Delta s/L$ худшей пары	f/L
1	УГВ -2,800 (установившийся, июль 2026)	3,5	7,5	0,9	0,00087	0,00033 проходит
2	УГВ -1,800 (прогнозный максимум, +1,0 м)	3,4	7,5	0,9	0,00087	0,00033 проходит
3	верховодка на планировке	2,8	8,0	1,3	0,00087	0,00037 проходит

Разброс невелик, и он не меняет ни одного вывода: прогиб от 0,00033 до 0,00037 при пределе 0,0012, худшая пара 0,00087 при пределе 0,0024. Высокая вода взвешивает заглублённый короб, он садится меньше, а осадки дома и террасы слегка растут - но обе величины остаются в пределах допустимого.

4.4 Наполнение и спуск бассейна

Вода это 269 кН из 1964 кН, то есть 14 процентов нагрузки отсека. Её слив уменьшает осадку короба примерно на 2 мм и на столько же увеличивает разность с домом. На выводы не влияет.

По полученным данным (переписка 27.07.2026) вода на зиму не сливается, купель рассчитана на замерзание с водой, полный слив запрещён. Значит это режим ремонта, а не эксплуатации.

5. Промерзание и морозное пучение

Нормативная глубина промерзания

$df_n = 0,28 - \text{корень}(26,8) = 1,45 \text{ м}$

Коэффициент $d_0 = 0,28 \text{ м}$ принят по п. 5.5.3 для СУПЕСИ: по отчёту изысканий непосредственно под подошвами плит дома и террасы залегает ИГЭ-1 супесь, а не суглинок, как принималось в предварительном расчёте (там $d_0 = 0,23 \text{ м}$ и $df_n = 1,19 \text{ м}$).

Расчётная глубина промерзания (формула 5.4): для отапливаемого дома без подвала с полами по грунту при температуре $20 \text{ град } K_h = 0,5$, $df = 0,72 \text{ м}$; для неотапливаемого сооружения и для стройки $K_h = 1,1$, $df = 1,59 \text{ м}$.

Согласовано

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			

5.1 Глубина заложения

Отсек	Заложение от планировки	Требуется по табл. 5.3	Вывод
чаша-основание бассейна	1,60 м	не менее 0,72 м	выполняется
плита дома	0,00 м	не менее 0,72 м	не выполняется
плита террасы (оси Г-Д)	0,00 м	не менее 0,72 м	не выполняется

Для суглинки с IL больше 0,25 таблица 5.3 требует закладывать подошву не менее чем на расчётную глубину промерзания. Мелкое заложение допускается по п. 5.5.5 при одном из четырёх обоснований, и здесь применимо третье: специальные теплотехнические мероприятия, исключающие промерзание грунта основания, то есть утеплённая плита шведского типа.

В комплекте обоснования нет. Под плитой предусмотрен пенополистирол 100 мм, а горизонтального утеплённого пояса по периметру на чертежах не показано, без него грунт под краевым ребром промерзает с торца. Требуется теплотехнический расчёт по примечанию 1 к п. 5.5.4 и, по его результатам, утеплённый пояс шириной ориентировочно 0,8-1,2 м из ЭППС 100 мм.

Это существеннее разности осадок, и отчёт изысканий это подтверждает прямо: ИГЭ-1, на котором стоят плиты дома и террасы, отнесён к ЧРЕЗМЕРНО ПУЧИНИСТЫМ (относительная деформация пучения больше 0,1), ИГЭ-2 и ИГЭ-3 к сильнопучинистым. Подъём при пучении таких грунтов измеряется десятками миллиметров, а вся расчётная разность осадок между отсеками составляет 6,7 мм. Отдельно надо понимать, что короб бассейна заанкерен ниже глубины промерзания и стоять будет, а плита дома лежит на отметке планировки и поедет вверх вместе с грунтом. Для связанной схемы это и есть главное относительное перемещение, и снимается оно только теплозащитой.

5.2 Касательные силы пучения по стенам короба

Проверка по формуле (6.35) для заглублённого отсека, удельная касательная сила пучения по табл. 6.12 для суглинки с IL больше 0,5 равна 110 кПа.

Стадия	Выпучивающая сила, кН	Удерживающие, кН	Вывод
Стадия строительства	4921	517	не выполняется, запас 0,11
Эксплуатация	2276	1470	не выполняется, запас 0,65

Стадия строительства решающая: недостроенный отсек не отапливается, промерзание идёт на полную глубину, а держит короб только собственный бетон дна и стен. Плита пола зала на этот момент ещё не забетонирована: по примечанию листа 2030 она заливается после обратной засыпки и установки купели.

Мероприятие стандартное, но важно, ГДЕ оно выполняется. Касательные силы возникают по НАРУЖНОЙ грани стены короба, со стороны котлована, а не в пазухах внутри короба: пазухи между купелью и стенами по проекту и так засыпаются гравием фр. 5-20, и он непучинистый. Речь об обратной засыпке КОТЛОВАНА снаружи короба: её надо вести непучинистым грунтом (песок средней крупности или крупный, с послойным уплотнением), а по наружной грани стены уложить скользящий слой (два слоя полиэтилена по ЭППС, который уже предусмотрен на листе 2030).

Формально эти мероприятия условие (6.35) НЕ закрывают: по примечанию 3 к табл. 6.12 удельная касательная сила для грунтов обратной засыпки котлована принимается по первой строке таблицы, то есть те же 110 кПа независимо от того, чем засыпали. Поэтому расчётом задача решается одним из трёх путей, и выбрать его надо на стадии ПОС: не оставлять короб на зиму незасыпанным и

Согласовано

Изм.

Кол.уч.

Лист

№ док.

Подп.

Дата

Инд. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

незагруженным (тогда стадия строительства с $d_f = 1,59$ м не наступает); заглубить подошву ниже расчётной глубины промерзания; либо выполнить расчёт по деформациям пучения (п. 6.8.11) на фактических характеристиках грунта из отчёта ИГИ. Мероприятия по засыпке и скользящему слою нужны в любом из этих путей: они уменьшают силы, но по своду не обнуляют их.

6. Устойчивость против всплытия

Проверка по формуле (9.18) имеет смысл только при напоре, то есть когда вода стоит выше подошвы. Подошва короба на отметке минус 2,200, а установившийся уровень по отчёту изысканий минус 2,800, то есть на 0,6 м ниже подошвы: при нём всплытие не проверяется вовсе. Проверка выполнена для двух более высоких уровней (п. 5.4): прогнозного максимума на отметке минус 1,800 и верховодки на отметке планировки. В таблицу вынесен наиболее опасный из них.

Расчётный уровень воды: вариант «верховодка на планировке» (УГВ -0,600), наиболее опасный из рассмотренных.

Стадия	Взвешивающая сила, кН	Удерживающие, кН	Вывод
Эксплуатация	778	1569	выполняется, запас 2,01
Стадия строительства	778	569	не выполняется, запас 0,73

Заполненный короб держится при любом из рассмотренных уровней: вес конструкций и воды перекрывает взвешивающую силу с запасом. Всплывает ПУСТОЙ короб, и это стадия строительства: котлован отрыт, короб забетонирован, а обратная засыпка и заполнение бассейна отложены. Именно эта строка таблицы и не проходит.

Мероприятия: не оставлять короб пустым в период высокого стояния воды, вести обратную засыпку пазух и заполнение бассейна сразу после набора бетоном прочности, на время работ предусмотреть водопонижение или пригруз. Порядок работ записать в ПОС.

7. Главный вопрос: связывать фундаменты или делать деформационный шов

7.1 Что показал расчёт

Совместная деформация выдерживается с запасом втрое. Относительная разность осадок худшей пары (дом-терраса) составляет 0,00087 при пределе 0,0024, прогиб связанного здания 0,00033 при пределе 0,0012. Запас сохраняется при всех трёх рассмотренных уровнях воды, включая верховодку на планировке (раздел 4.3).

Разность отметок подошв требует решения при любом варианте. Подошвы отличаются на 1,60 м, а в плане отсеки стоят вплотную. Условие п. 5.5.10

$$\text{дельта } h \text{ не более } a - (t g \phi + c / \rho)$$

при зазоре $a = 0$ даёт допустимую разность 0,00 м против фактической 1,60 м. Чтобы условие выполнялось само по себе, отсеки надо было бы развести в плане на

$$a = 1,60 / (0,2493 + 11,00 / 33,23) = 2,76 \text{ м}$$

Согласовано

Инд. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	26-06-06-КР	Лист
							8

6,5 МПа. Фактический запас по этой паре троекратный (0,00087 против 0,0024), по прогибу трёхкратный (0,00033 против 0,0012), и он не исчезает ни при прогнозном максимуме воды, ни при верховодке. Временный шов, который рассматривался как запасной вариант на случай слабого грунта, не требуется.

Дополнительный довод против постоянного шва: он пришёлся бы на мокрую зону зала бассейна. Гидроизоляция деформационного шва рядом с чашей это узел, который течёт первым.

7.4 Условия связи

- 1. Стена по оси 2 армируется как подпорная с учётом пригрузки от дома: момент в заделке 25,6 кН.м/м против 5,7 без пригрузки, требуется не менее 279 кв.мм/м вертикальной арматуры у внутренней грани. Раскладка подобрана расчётом и вынесена в таблицу раздела 7.2; она же закрывает минимальное армирование 0,1 % от b·h0 по СП 63.13330.2018 п. 10.3.6, которое для стены 300 мм составляет 265 кв.мм/м. На листе 2031 указано «12х12 АIII» без шага, шаг подтвердить.
- 2. Узел сопряжения плиты дома со стеной короба выполняется монолитно, с выпусками и нахлёстом не менее 500 мм вразбежку (как на листе 2036). Плита должна опираться на стену, а не примыкать встык.
- 3. Обратная засыпка КОТЛОВАНА снаружи короба только непучинистым грунтом (песок средней крупности или крупный) с послойным уплотнением до коэффициента не ниже 0,95. Это же снимает проверку на касательные силы пучения (раздел 5.2). Пазухи внутри короба засыпаются гравием по проекту, к этому мероприятию они отношения не имеют.
- 4. Утеплённый пояс по периметру дома по результатам теплотехнического расчёта (раздел 5.1). Без него мелкое заложение плиты не обосновано, а пучение даёт перемещения больше, чем вся разность осадок.
- 5. Порядок работ: не оставлять короб пустым при высоком стоянии воды (раздел 6).

7.5 Запасной вариант, который НЕ потребовался

Ниже оставлено решение на случай слабого основания - для полноты картины и на случай, если при вскрытии котлована фактический грунт окажется хуже разведанного (например, попадёт линза текучепластичного суглинка). Тогда жёсткая связь по деформациям не проходит, а постоянный шов по-прежнему нежелателен. Решение, которое закрывает оба возражения, это временный замоноличиваемый шов по оси 2: полоса шириной 0,8-1,0 м вдоль стены короба оставляется незабетонированной, дом возводится и набирает основную осадку, после чего полоса бетонируется и узел становится монолитным. Так снимается разность осадок, накопленная до замоноличивания, и не остаётся постоянного шва в мокрой зоне. Срок выдержки назначается по расчёту консолидации после получения ИГИ.

Альтернатива, если временный шов по срокам не подходит, это понижение края плиты дома вдоль оси 2 ступенью до отметки минус 2,200. Дороже и без преимуществ перед временным швом.

8. Вопросы по комплекту АР

Требуют решения автора до выпуска КР.

- 1. Высота ребра плиты дома. По разрезу А-А (лист 2036) ребро опущено ниже верха плиты на 600 мм при плите 200 мм, то есть высота ребра 400 мм. По спецификации рёбер (лист 2034)

Согласовано				
Исх. № подл.	Взам. инв. №			
	Подп. и дата			

						26-06-06-КР	Лист
							10
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

- объем бетона рёбер шириной 400 мм при длине 25200 мм составляет 3,0 куб.м, что соответствует высоте ребра 300 мм. В расчёте принято 400 мм по разрезу.
2. Не показан горизонтальный утеплённый пояс наружу от плиты, без которого мелкое заложение не обосновано (раздел 5.1). Утепление под плитой (пенополистирол 100 мм) и по торцу (PIR 50 мм) на разрезе А-А есть, пояса нет, и слово «промерзание» в комплекте не встречается ни разу.
3. Шаг вертикальной арматуры стены короба. На листе 2031 задан хомут $\varnothing 8$ АІ с шагом 300 мм и поставлено «12 $\varnothing$ 12 АІІІ», но шаг вертикальных стержней из этого не следует. По расчёту стене по оси 2 нужно не менее 279 кв.мм/м, что даёт $\varnothing 12$ А400 с шагом 300 мм.
4. Не задан профиль дна купели. На листе 2033 дно показано с уклоном, мелкая и глубокая зоны, отметок нет; в пояснениях от 27.07 сказано «чаша на глубине 1,2 м общей высотой 1,7 м», что не сходится с коробом по чертежам. В расчёте принята постоянная глубина воды 1,5 м.
5. Снеговая нагрузка в общих данных (лист 2003) названа расчётной, 240 кг/кв.м для IV района, со ссылкой на СП 20.13330.2016. Это значение СНиП 2.01.07-85*, который стоит в перечне ссылочных документов комплекта; по СП 20.13330.2016 для IV района нормативное значение 2,0 кПа. На фундамент не влияет, в расчёте принято в запас.

9. Что взято из отчёта изысканий и чего в нём нет

Взято и использовано: разрез по трём скважинам глубиной 8,0 м, показатель текучести, коэффициент пористости, удельный вес, модуль деформации, угол внутреннего трения и удельное сцепление по каждому ИГЭ в двух группах предельных состояний, установившийся и прогнозный уровни подземных вод, степень морозоопасности каждого ИГЭ. Разведанной глубины достаточно: сжимаемые толщи составили 3,0 м под коробом, 4,0 м под плитой дома и 1,2 м под плитой террасы, а самая нижняя их точка лежит на отметке минус 5,200, то есть на 4,6 м ниже планировки, при разведке на 8,0 м.

Чего в отчёте нет и что осталось за расчётом:

1. Агрессивность грунтов и подземных вод к бетону. От неё зависят марка бетона по водонепроницаемости и защита короба бассейна, который стоит ниже уровня воды. Запросить у изыскателей отдельно.
2. Нормативная глубина промерзания по наблюдениям на площадке. Принята расчётом по п. 5.5.3: $d_{fn} = 1,45$ м для супеси ($d_0 = 0,28$ м).
3. Данные о просадочности и набухании не требовались: грунты площадки к таким не отнесены.

Дополнительно к исходным данным по-прежнему нужны: глубина воды и отметка борта бассейна, шаг арматуры стены короба, подтверждение снегового района по карте 1. В общих данных на листе 2003 указано «240 кг/кв.м (расчётная) для IV района» со ссылкой на СП 20.13330.2016, но это значение СНиП 2.01.07-85*: по СП 20.13330.2016 табл. 10.1 для IV района нормативное $S_g = 2,0$ кПа, расчётное 2,8 кПа, то есть 280 кг/кв.м. В расчёте принято $S_g = 2,0$ кПа нормативное, что даёт расчётную нагрузку выше принятой в общих данных и идёт в запас.

Согласовано				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				

						26-06-06-КР	Лист
							11
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

10. Что в этот расчёт не входит

Ниже перечислено то, что в настоящий расчёт не входит и требует отдельного рассмотрения.

1. Деформации морозного пучения не считались. Проверены только касательные силы по формуле (6.35). Подъём плит дома и террасы при пучении и его предел по п. 6.8.11 не считались: обе плиты заложены выше расчётной глубины промерзания (0,60 м в эксплуатации и 1,59 м на стройке), подошва внутри пучинистой зоны. Вместо расчёта назначены мероприятия по п. 6.8.12 - утеплённый пояс и непучинистая засыпка (разделы 5.1, 5.2). Пока пояс не обоснован теплотехническим расчётом, это решение остаётся незакрытым.
2. Поверхность фундамента принята гладкой бетонной: коэффициент 1 по примечанию 4 к табл. 6.12. У шероховатой поверхности он доходит до 1,5, и касательные силы вырастут в полтора раза. Сила трения по п. 6.8.9 принята нулевой, это в запас.
3. Мелкое заложение обосновано тем, что здание малоэтажное. В общих данных (лист 2003) уровень ответственности задан как нормальный по ГОСТ 27751-2014, а примечание к п. 6.8.10 допускает малозаглублённые фундаменты для сооружений пониженного уровня ответственности и малоэтажных зданий при d_{fn} не более 1,7 м. Дом двухэтажный, $d_{fn} = 1,45$ м, то есть вторая из двух названных категорий подходит. Читать примечание как требование **ОДНОВРЕМЕННО** пониженного уровня и малоэтажности значит запретить малозаглублённые фундаменты под обычными частными домами.
4. Прочность конструкций проверена только в узле примыкания по оси 2 (краевое давление, поперечная сила в плите) и для стены короба как подпорной. Армирование плиты дома, рёбер, перекрытий и купели не проверялось: это отдельный раздел КР.
5. Гидроизоляция, теплотехника, водопонижение не рассчитывались; названы только там, где от них зависит вывод по основанию.
6. Осадка во времени (консолидация) не считалась: для срока выдержки временного шва (раздел 7.5) она потребуется после получения ИГИ.

11. Методика и нормативная база

Что считалось	Норматив, пункт, формула
Сбор нагрузок	СП 20.13330.2016 п. 7.2, п. 8.2.2, табл. 8.3, п. 10.1, табл. 10.1
Характеристики грунта по таблицам	СП 22.13330.2016 прил. А, табл. А.2 и А.3
Расчётное сопротивление основания	СП 22.13330.2016 п. 5.6.7, форм. (5.7), табл. 5.4 и 5.5
Осадка послойным суммированием	СП 22.13330.2016 п. 5.6.31, форм. (5.16)-(5.18), табл. 5.8
Взаимное влияние фундаментов	СП 22.13330.2016 п. 5.6.38
Нижняя граница сжимаемой толщи	СП 22.13330.2016 п. 5.6.41
Предельные деформации основания	СП 22.13330.2016 п. 5.6.4, п. 5.6.5, прил. Г, табл. Г.1 с прим. 3
Краевое давление под подошвой	СП 22.13330.2016 п. 5.6.26
Глубина промерзания и заложения	СП 22.13330.2016 п. 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5, форм. (5.3), (5.4), табл. 5.2, 5.3
Разность отметок соседних фундаментов	СП 22.13330.2016 п. 5.5.10, форм. (5.5)
Касательные силы морозного пучения	СП 22.13330.2016 п. 6.8.6, форм. (6.35), табл. 6.12
Устойчивость против всплывания	СП 22.13330.2016 п. 9.31, форм. (9.18)
Прочность железобетонного сечения	СП 63.13330.2018 п. 8.1.8, п. 8.1.33, форм. (8.3)-(8.5), табл. 6.8 и 6.14
Климатические данные	СП 131.13330.2020 табл. 5.1

Расчёт выполнен в расчётной программе . Протокол расчёта прилагается.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

26-06-06-КР