Инструкция по расчету фундамента под башенный кран

Реновация

Версия 2

Содержание

1. Область применения 3
2. Нормативные ссылки 3
3. Сбор нагрузок на фундаментную плиту 3
4. Особенности расположения фундамента под башенный кран 4
5. Порядок и особенности расчета фундаментной плиты 5
6. Подбор продольного армирования фундаментной плиты 11
7. Пример расчета фундамента под башенный кран 15

1. Область применения

Настоящая инструкция распространяется на проектирование фундаментных плит (отдельно стоящих/в составе фундаментной плиты подземной автостоянки) под башенный кран для объектов в рамках программы реновации жилья.

2. Нормативные ссылки

1. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003»;

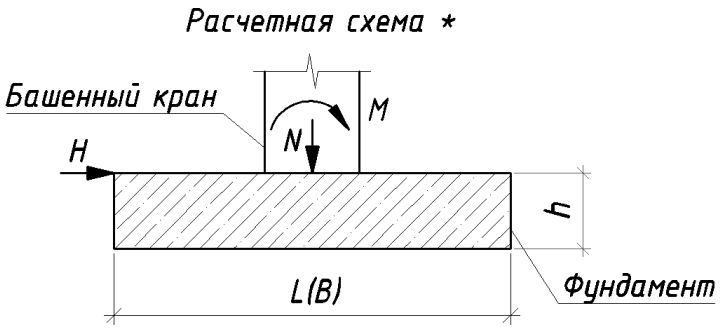
2. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*»;

3. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83».

3. Сбор нагрузок на фундаментную плиту

На фундамент под башенный кран могут действовать различные нагрузки в зависимости от особенностей проекта и от типа фундамента (отдельно стоящий фундамент/фундамент в составе фундаментной плиты подземной автостоянки). На отдельно стоящий фундамент, как правило, действуют только нагрузки, передаваемые от башенного крана. На фундамент в составе фундаментной плиты подземной автостоянки, как правило, действуют нагрузки, передаваемые от башенного крана (постоянная, доля длительности равна 1,0, коэффициент надежности по нагрузке γ_f принимать согласно п. 4.2, 7.2 и 7.3 СП 20.13330.2016), нагрузки от автотранспорта (кратковременная, доля длительности равна 0,35, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$), нагрузка от пола (постоянная, доля длительности равна 1,0, коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$).

Усилия, передаваемые с башенного крана на фундаментную плиту, можно свести к схеме, показанной на рисунке 1, причем интересующие данные по конкретному крану (усилия, габариты) необходимо взять из технического задания на кран или паспорта на кран (каталога), которые предоставляют производители. Расчетные значения нагрузок определяются как произведение данных усилий на коэффициент надежности по нагрузке γ_f, соответствующий рассматриваемой группе предельных состояний (ГПС). Для проверки устойчивости фундамента крана и подбора арматуры, препятствующей вырыву анкеров из тела фундамента (1-я ГПС), используется $\gamma_f > 1$ для усилий H и M и $\gamma_f < 1$ (см. п. 7.3 СП 20.13330.2016) для усилий N и нагрузок от собственного веса фундамента; для анализа эпюр давлений по подошве фундамента (2-я ГПС) используется $\gamma_f = 1$; для проверки продавливания фундамента анкерами и проверки на местное смятие (1-я ГПС) используется $\gamma_f > 1$.



Расчетные нагрузки

N (кН)	H (кН)	M (кН·м)
...	...	...

* – на схеме показаны усилия, передаваемые с башенного крана на фундамент (см. техническое задание на кран)

Рисунок 1

4. Особенности расположения фундамента под башенный кран

Предварительные размеры и расположение фундамента под башенный кран берутся из задания от ГТО и от ПОС, после чего уточняются по расчету с учетом расположения конструкций здания.

Рекомендации в части размещения фундамента под башенный кран относительно несущих конструкций здания (для фундамента в составе ФП автостоянки):

1) холодные швы бетонирования не должны пересекать колонны по вертикали, а должны располагаться в наименее напряженных зонах фундаментной плиты, т.е. на расстоянии L/5 ... L/3 от граней колонн (L – пролетное расстояние между соседними колоннами), см. рисунок 2;

2) стараться не прижимать фундамент к деформационному шву, чтобы избежать проблем с гидрошпонками, см. рисунок 2.

Схема расположения фундаментной плиты башенного крана

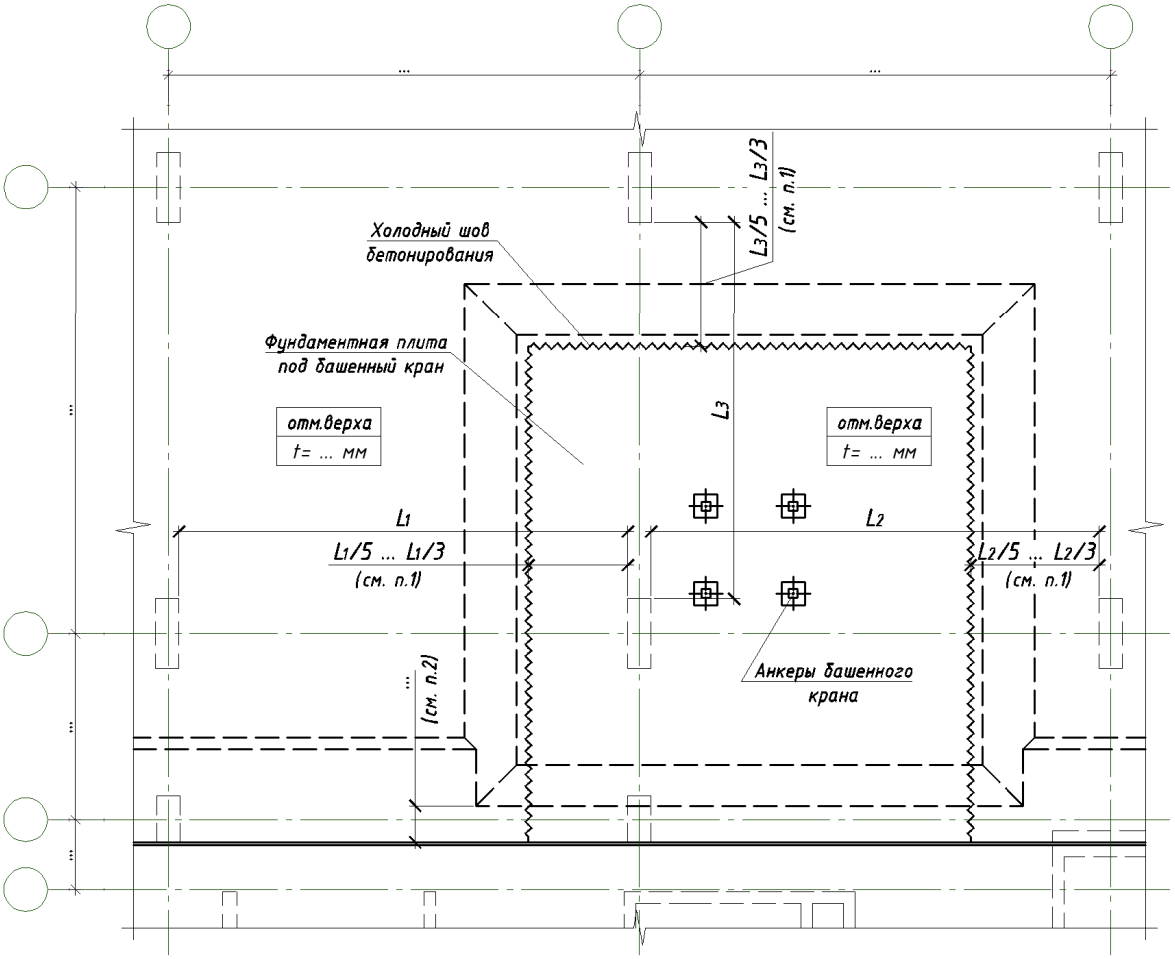


Рисунок 2

5. Порядок и особенности расчета фундаментной плиты

Расчет фундаментной плиты включает:

1) Проверка устойчивости фундамента под кран;

2) Анализ эпюр давлений по подошве фундамента;

3) Подбор арматуры, препятствующей вырыву анкеров из тела фундамента;

4) Проверка продавливания фундамента анкерами;

5) Подбор продольного и поперечного армирования фундаментной плиты.

Расчет фундамента под кран касаемо пункта 5 см. в разделах 6 и 7, расчет фундамента под кран касаемо пунктов 1, …, 4 производим в расчетном приложении «Расчет фундамента под башенный кран» (см. рисунки 3, …, 6), выполненном в соответствии с СП 63.13330.2018 в формате *.xls (программный комплекс Excel), прикрепленном к статье в базе знаний ПИК-Стандарт «Инструкция по расчету фундамента под башенный кран».

Ячейки, имеющие заливку желтого цвета, должны быть заполнены, т.к. являются исходными данными для расчета. При заполнении необходимо внимательно читать все примечания.

Устройство фундамента под кран на грунтовом основании с расчетным сопротивлением R < 150 кПа не допускается, поскольку требует учета в расчете дополнительного ограничения, компенсация которого приводит к существенному увеличению габаритов фундамента. Расчетное сопротивление R определять по п. 5.6.7 СП 22.13330.2016.

При заполнении исходных данных особое внимание следует уделять допустимости или недопустимости частичного отрыва фундамента от грунта основания (ниже e – эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента, $e_п$ – предельный эксцентриситет нагрузки по подошве фундамента, L – длина фундамента, B – ширина фундамента):

- при e > L/6 (и/или e > B/6) происходит частичный отрыв фундамента от грунта (см. п. 5.6.27 СП 22.13330.2016), при этом происходит увеличение давления от фундамента на грунт с противоположной стороны от зоны частичного отрыва, поэтому требуется повышенный контроль за значением R;

- при e > L/4 (или e > B/4) происходит чрезмерный частичный отрыв фундамента от грунта, что недопустимо, поэтому принимать $e_п$ > L/4 (или $e_п$ > B/4) запрещено;

- при e ≤ L/6 (и e ≤ B/6) не происходит частичный отрыв фундамента от грунта, однако габариты фундамента увеличиваются.

Ниже приведен пример заполнения исходных данных в расчетном приложении «Расчет фундамента под башенный кран» (см. рисунок 3).

1) Примечания к расчету:

1.1) Расчет составлен для случая, когда башня крана опирается на четыре анкера, геометрически являющихся вершинами квадрата.

1.2) Фундамент может иметь в плане форму квадрата или прямоугольника, центр фундамента в плане должен совпадать с центром установки крана.

1.3) Расчет предусматривает поворот стрелы крана относительно фундамента.

1.4) Ячейки, имеющие заливку желтого цвета, должны быть заполнены - это исходные данные. При заполнении необходимо ***внимательно читать все примечания!***

1.5) Расчет на продавливание предусматривает приложение нагрузки от анкеров крана внутри площади фундамента (не у края).

1.6) Перед использованием данного расчетного приложения необходимо ознакомиться с "Инструкцией по расчету фундамента под башенный кран", ***см. ссылку:***
Инструкция

1.7) В исходные данные необходимо заносить ***значения нагрузок от крана из технического задания или паспорта на кран****. Расчетные значения нагрузок в приложении определяются автоматически как произведение внесенных величин на* ***коэффициент надежности по нагрузке γf****, соответствующий рассматриваемой группе предельных состояний (ГПС). Для расчетов в п. 3.1, 3.3 (1-я ГПС) используется γf > 1 для усилий H и M и γf < 1 (см. п. 7.3 СП 20.13330.2016) для усилий N и нагрузок от собственного веса фундамента; для расчетов в п. 3.2 (2-я ГПС) используется γf = 1; для расчетов в п. 3.4 (1-я ГПС) используется γf > 1.*

1.8) Устройство фундамента под кран на грунтовом основании ***с расчетным сопротивлением R < 150 кПа не допускается****, поскольку требует учета в расчете дополнительного ограничения, для компенсации которого необходимо существенно увеличить габариты фундамента. Расчетное сопротивление R определять по п. 5.6.7 СП 22.13330.2016.*

1.9) При заполнении исходных данных особое внимание следует уделять допустимости или недопустимости ***частичного отрыва фундамента от грунта основания:***
- при e > L/6 (и/или e > B/6) происходит частичный отрыв фундамента от грунта (см. п. 5.6.27 СП 22.13330.2016), при этом происходит увеличение давления от фундамента на грунт с противоположной стороны от зоны частичного отрыва, поэтому требуется повышенный контроль за значением R;
- при e > L/4 (или e > B/4) происходит чрезмерный частичный отрыв фундамента от грунта, что недопустимо, поэтому ***принимать eп > L/4 (или eп > B/4) запрещено****;*
- при e ≤ L/6 (и e ≤ B/6) не происходит частичный отрыв фундамента от грунта, однако габариты фундамента увеличиваются.

2) Исходные данные (см. рисунок 1):

N =	1970	кН
H =	100	кН
M =	4810	кН·м
γf (для 1-й ГПС, γf > 1) =	1,05	
γf (для 1-й ГПС, γf < 1) =	0,90	
γf (для 2-й ГПС, γf = 1) =	1,00	
h =	1,5	м
L =	8	м
B =	8	м
!!! см. прим. п. 1.8 R =	300	кПа
γmt =	25	кН/м3
b =	1,5	м
класс бетона	B30	
частичный отрыв фундамента от грунта допустим ? :		
!!! см. прим. п. 1.9	нет	
!!! см. прим. п. 1.9 eп =	L/6	

3) Расчет:

3.1) Проверка устойчивости фундамента крана

Mп =	5208,0	кН·м
e =	1,32	м

→ e = 1,32 м < eп = L/6 = 1,33 м,
условие устойчивости выполняется,
коэффициент запаса k = 1,01

3.2) Анализ эпюр давлений по подошве фундамента

pmax =	126,41	кПа
pmin =	10,16	кПа
pcp =	68,28	кПа
pmax =	126,41	кПа
pmin =	10,16	кПа
pcp =	68,28	кПа
pmax (угла) =	150,48	кПа

→ pmax = 126,41 кПа < 1,2R = 360 кПа,
условие выполняется,
коэффициент запаса k = 2,85

→ pmin = 10,16 кПа ≥ 0 кПа,
условие выполняется
частичный отрыв фундамента от грунта НЕ возникает

→ pcp = 68,28 кПа < R = 300 кПа,
условие выполняется,
коэффициент запаса k = 4,39

→ pmax (угла) = 150,48 кПа < 1,5R = 450 кПа,
условие выполняется,
коэффициент запаса k = 2,99

3.3) Подбор арматуры, препятствующей вырыву анкеров из тела фундамента (см. рисунок 4)

Nan,раст =	1937,58	кН
α =	60	градус
Ns =	1118,66	кН
класс арматуры	A500	
d =	25	мм
Rsw =	300	МПа
As,тр =	37,29	см2
n =	**8**	шт
принимаем n =	8	шт

Подобрано → **на один анкер приходится 8 Ø25 (из них 4 стержня ориентированы параллельно грани одной стороны фундамента и 4 стержня параллельно грани другой стороны),**
коэффициент запаса k = 1,05

3.4) Проверка продавливания фундамента анкерами, проверка на местное смятие (см. рисунки 5 ... 7)

Nan,сж =	-2897,95	кН
тип анкера крана:	с "пятой"	
a =	400	мм
h1 =	800	мм
d1 =	25	мм
ax =	65	мм
ay =	90	мм

→ **Условие прочности на местное смятие выполняется.**

Условие прочности бетонного сечения без поперечной арматуры НЕ выполняется. Сечение плиты достаточно. Необходимо установить поперечную арматуру.
коэффициент запаса k = 0,98

класс арматуры	A500	
d2 =	16	мм
α =	60	градус
должно быть h2 ≤ 185 мм, принимаем:		
h2 =	185	мм
b1 =	160	мм
должно быть b2 ≤ 155 мм, принимаем:		
b2 =	155	мм
as =	710	мм
smax =	310	мм
smin =	35	мм
принимаем "s" в интервале между "smax" и "smin":		
s =	120	мм
nст =	4	шт
sw =	237	мм

→ **Условие прочности выполняется.**
коэффициент запаса k = 1,229

Подобрано → **на один анкер приходится 16 Ø16 (в четыре ряда по 4 Ø16 в каждом ряду), из них половина стержней ориентирована параллельно грани одной стороны фундамента и половина стержней параллельно грани другой стороны ****

** - Примечание:
с учетом требований зарубежных производителей кранов окончательно рекомендуется принять армирование от продавливания не менее следующего:

Подобрано → **на один анкер приходится 16 Ø25 (в четыре ряда по 4 Ø25 в каждом ряду), из них половина стержней ориентирована параллельно грани одной стороны фундамента и половина стержней параллельно грани другой стороны**

Рисунок 3

Схема для расчета фундаментной плиты на вырыв анкера башенного крана

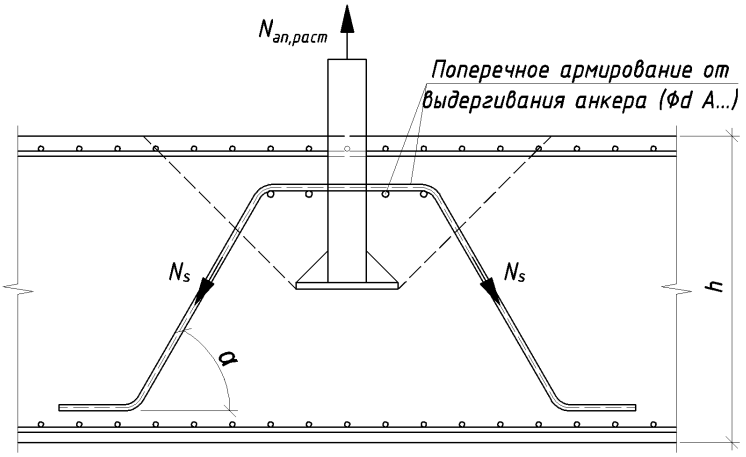


Рисунок 4

При расчете на продавливание возможны два варианта в зависимости от типа анкера крана («с пятой» и «без пяты» - см. рисунки 5 и 6 соответственно). При использовании анкеров «с пятой» нагрузка передается на фундамент преимущественно через пяту, от которой и начинается пирамида продавливания. При использовании анкеров «без пяты» (явно выраженной пяты) нагрузка передается на фундамент за счет зацепления за анкерующие элементы по всей длине анкера, начиная с определенной глубины от обреза фундамента h_1.

Если по расчету требуется арматура от продавливания, то количество отгибов (участков гнутых стержней ГС…, отогнутых под углом к горизонту), расположенных в одной плоскости, перпендикулярной рассматриваемым сторонам контура расчетного поперечного сечения фундаментной плиты, принимается не менее 2-х. Угол наклона отгибов α берется в пределах от 30^0 до 60^0 (рекомендуется в пределах от 45^0 до 60^0).

Схема для расчета фундаментной плиты на продавливание с концентрированно расположенной наклонной поперечной арматурой

Вариант 1
(анкер с "пятой")

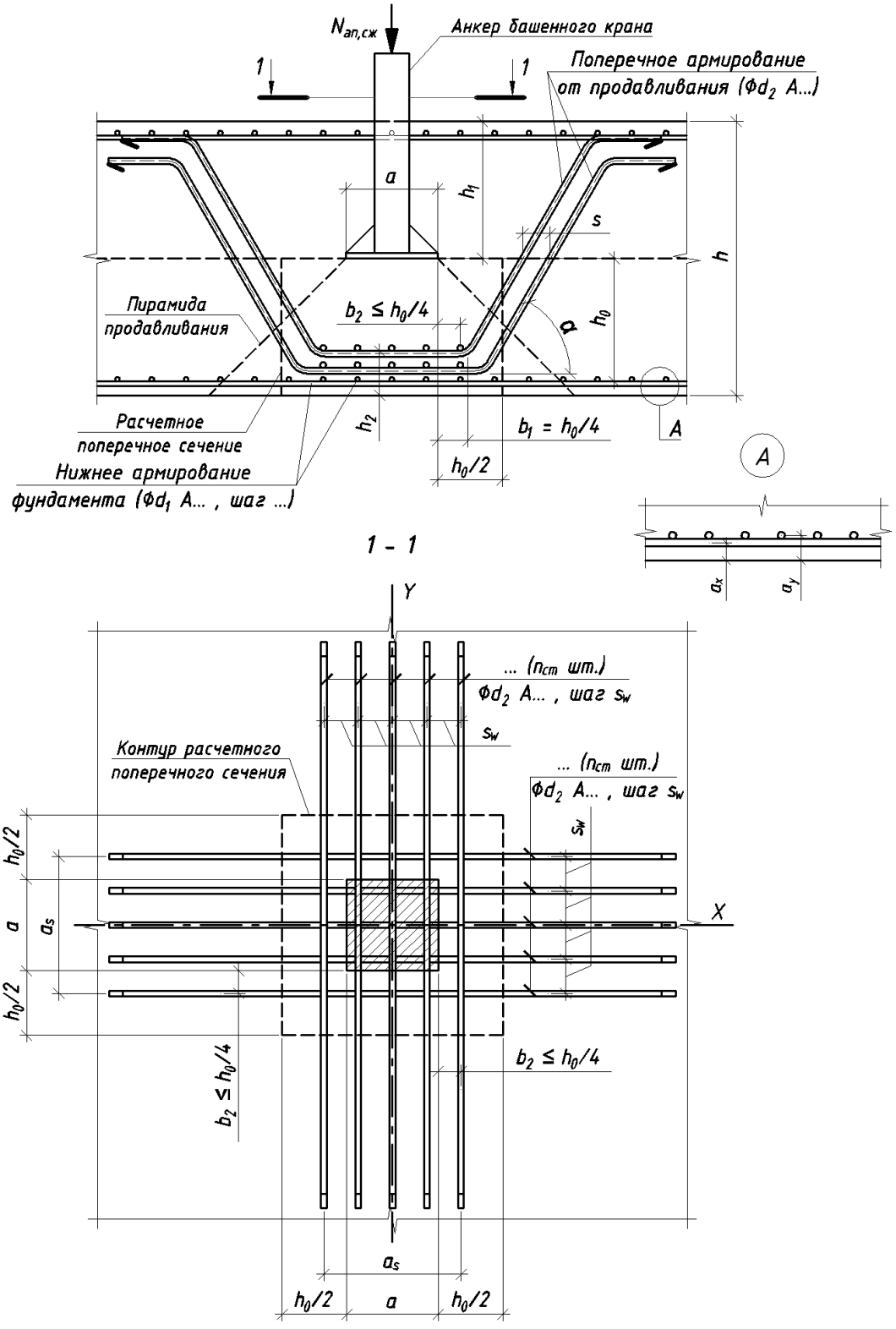


Рисунок 5

Схема для расчета фундаментной плиты на продавливание с концентрированно расположенной наклонной поперечной арматурой

Вариант 2
(анкер без "пяты")

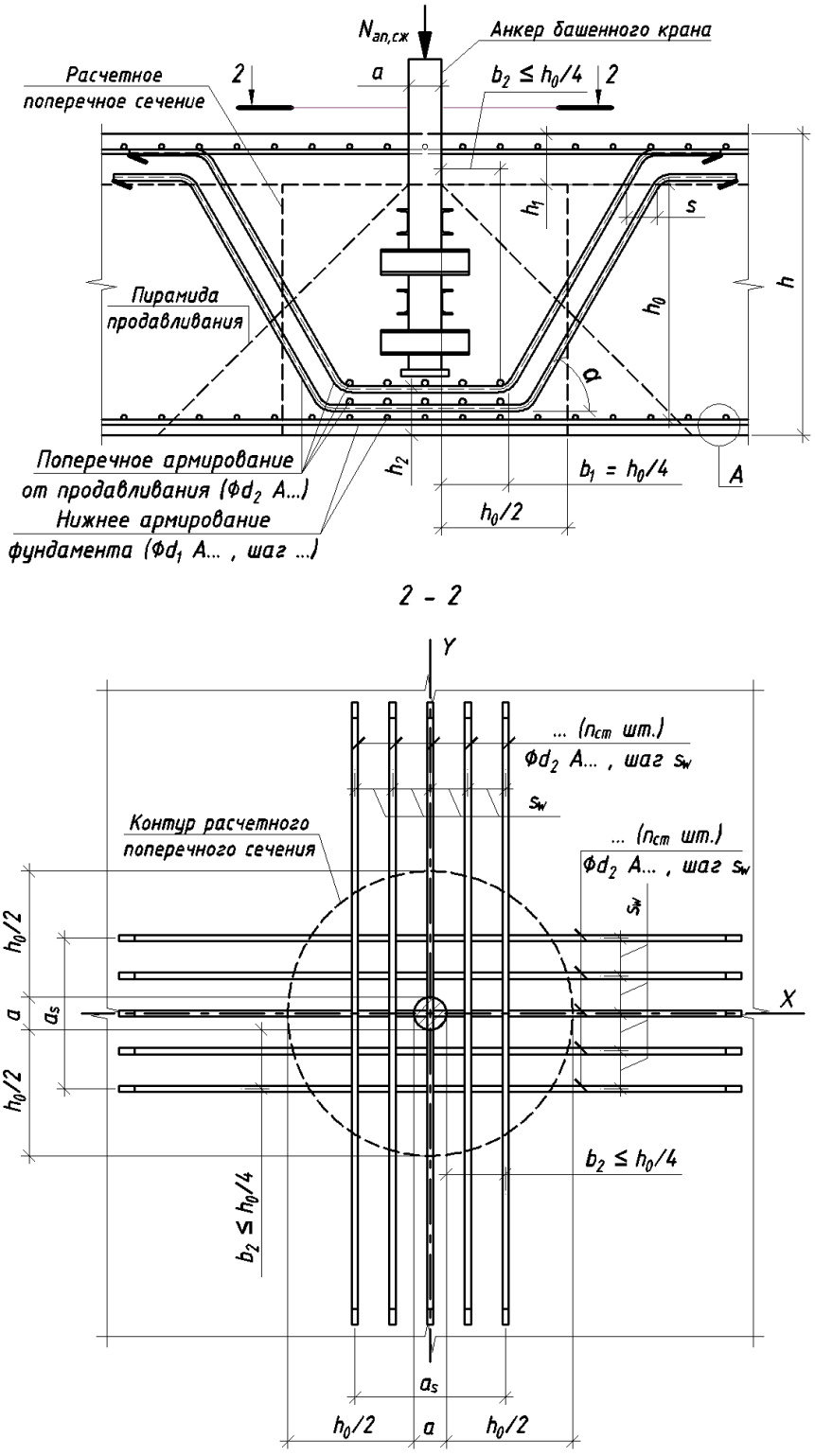


Рисунок 6

6. Подбор продольного и поперечного армирования фундаментной плиты

Для подбора продольного и поперечного армирования фундаментной плиты (верхняя, нижняя арматурные сетки и плоские вертикальные каркасы соответственно) будем использовать программный комплекс Лира-САПР. Для фундаментной плиты на упругом основании под башенный кран моделирование, назначение параметров, расчет и анализ результатов осуществляется аналогично фундаментным плитам жилого дома и подземной автостоянки (см. статью в базе знаний ПИК-Стандарт «Рекомендации по моделированию монолитных жилых зданий в ПК Лира-САПР»), поэтому обратим внимание только на задание нагрузок от крана. Данные нагрузки рекомендуется задавать с помощью 8-ми взаимоисключающих загружений, каждое из которых определяется поворотом стрелы крана (шаг поворота 45^0: С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ), т.е. направлением изгибающего момента. Если принять, что башня крана опирается на четыре анкера, геометрически являющихся вершинами квадрата, то возможны два принципиальных случая ориентации стрелы крана, а, следовательно, и направления момента: вдоль «стороны квадрата» и вдоль «диагонали квадрата». В соответствии с этим, усилия, передаваемые с башенного крана на анкеры фундамента, определяются по формулам:

$$N_{an} = \pm \frac{M}{2 \cdot b} - \frac{N}{4} \quad \text{(вдоль «стороны квадрата»)} \qquad (1)$$

$$N_{an} = \pm \frac{M}{\sqrt{2} \cdot b} - \frac{N}{4} \quad \text{(вдоль «диагонали квадрата»)} \qquad (2)$$

Расчет усилий, передаваемых с башенного крана на анкеры фундамента, производим, или вручную по формулам 1 и 2, или в расчетном приложении «Расчет усилий в анкерах под башенный кран» (см. рисунок 7), выполненном в формате *.xls (программный комплекс Excel), прикрепленном к статье в базе знаний ПИК-Стандарт «Инструкция по расчету фундамента под башенный кран».

Ячейки, имеющие заливку желтого цвета, должны быть заполнены, т.к. являются исходными данными для расчета. При заполнении необходимо внимательно читать все примечания.

Полученные таким образом усилия прикладываем к узлам фундаментной плиты в программном комплексе Лира-САПР.

Расчетная схема для определения усилий, передаваемых с башенного крана на анкеры фундамента

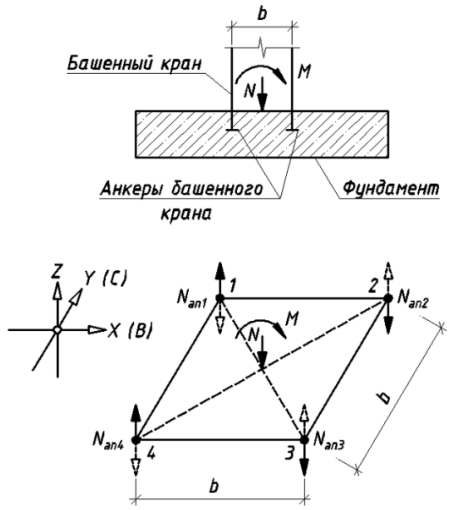


Рисунок 1

1) Примечания к расчету:
1.1) Башня крана опирается на четыре анкера, геометрически являющихся вершинами квадрата.
1.2) Ячейки, имеющие заливку желтого цвета, должны быть заполнены - это исходные данные, значения N и M должны быть введены по модулю (положительные значения).
1.3) Нумерация анкеров и направление осей системы координат на рисунке 1 соответствует таблице 1 и таблице 2.
*1.4) * - отрицательный знак усилия в таблице 1 и таблице 2 указывает на то, что усилие необходимо прикладывать сверху-вниз к фундаментной плите, положительный знак усилия указывает на то, что усилие необходимо прикладывать снизу-вверх.*
1.5) В исходные данные необходимо заносить значения нагрузок от крана из технического задания или паспорта на кран. Расчетные значения нагрузок в приложении определяются автоматически как произведение внесенных величин на коэффициент надежности по нагрузке γf. Результаты расчета представлены для двух вариантов: в таблице 1 для усилий N и M используется γf > 1; в таблице 2 для усилия N используется γf < 1 (см. п. 7.3 СП 20.13330.2016), а для усилия M используется γf > 1. Для последующего расчета в Лира-САПР нужно принимать наихудший вариант.

2) Исходные данные (см. рисунок 1):		
N =	1970	кН (210,93 т)
M =	4810	кН·м (515,01 т·м)
γf (γf > 1) =	1,05	
γf (γf < 1) =	0,90	
b =	1,5	м

3) Таблица 1 - результаты расчета варианта 1:

Номер загружения	Направление момента	Усилия передаваемые на анкеры фундамента *, т			
		Nan1	Nan2	Nan3	Nan4
Загружение 1	↑ С	-224,40	-224,40	118,94	118,94
Загружение 2	↗ СВ	-52,73	-295,51	-52,73	190,04
Загружение 3	→ В	118,94	-224,40	-224,40	118,94
Загружение 4	↘ ЮВ	190,04	-52,73	-295,51	-52,73
Загружение 5	↓ Ю	118,94	118,94	-224,40	-224,40
Загружение 6	↙ ЮЗ	-52,73	190,04	-52,73	-295,51
Загружение 7	← З	-224,40	118,94	118,94	-224,40
Загружение 8	↖ СЗ	-295,51	-52,73	190,04	-52,73

4) Таблица 2 - результаты расчета варианта 2:

Номер загружения	Направление момента	Усилия передаваемые на анкеры фундамента *, т			
		Nan1	Nan2	Nan3	Nan4
Загружение 1	↑ С	-216,87	-216,87	126,47	126,47
Загружение 2	↗ СВ	-45,20	-287,98	-45,20	197,58
Загружение 3	→ В	126,47	-216,87	-216,87	126,47
Загружение 4	↘ ЮВ	197,58	-45,20	-287,98	-45,20
Загружение 5	↓ Ю	126,47	126,47	-216,87	-216,87
Загружение 6	↙ ЮЗ	-45,20	197,58	-45,20	-287,98
Загружение 7	← З	-216,87	126,47	126,47	-216,87
Загружение 8	↖ СЗ	-287,98	-45,20	197,58	-45,20

Рисунок 7

Нагрузку от башенного крана на фундаментную плиту принимать постоянной, доля длительности равна 1,0, коэффициент надежности по нагрузке γ_f принимать согласно п. 4.2, 7.2 и 7.3 СП 20.13330.2016.

Пример заполнения РСУ и РСН в части нагрузок от крана см. рисунки 8 и 9.

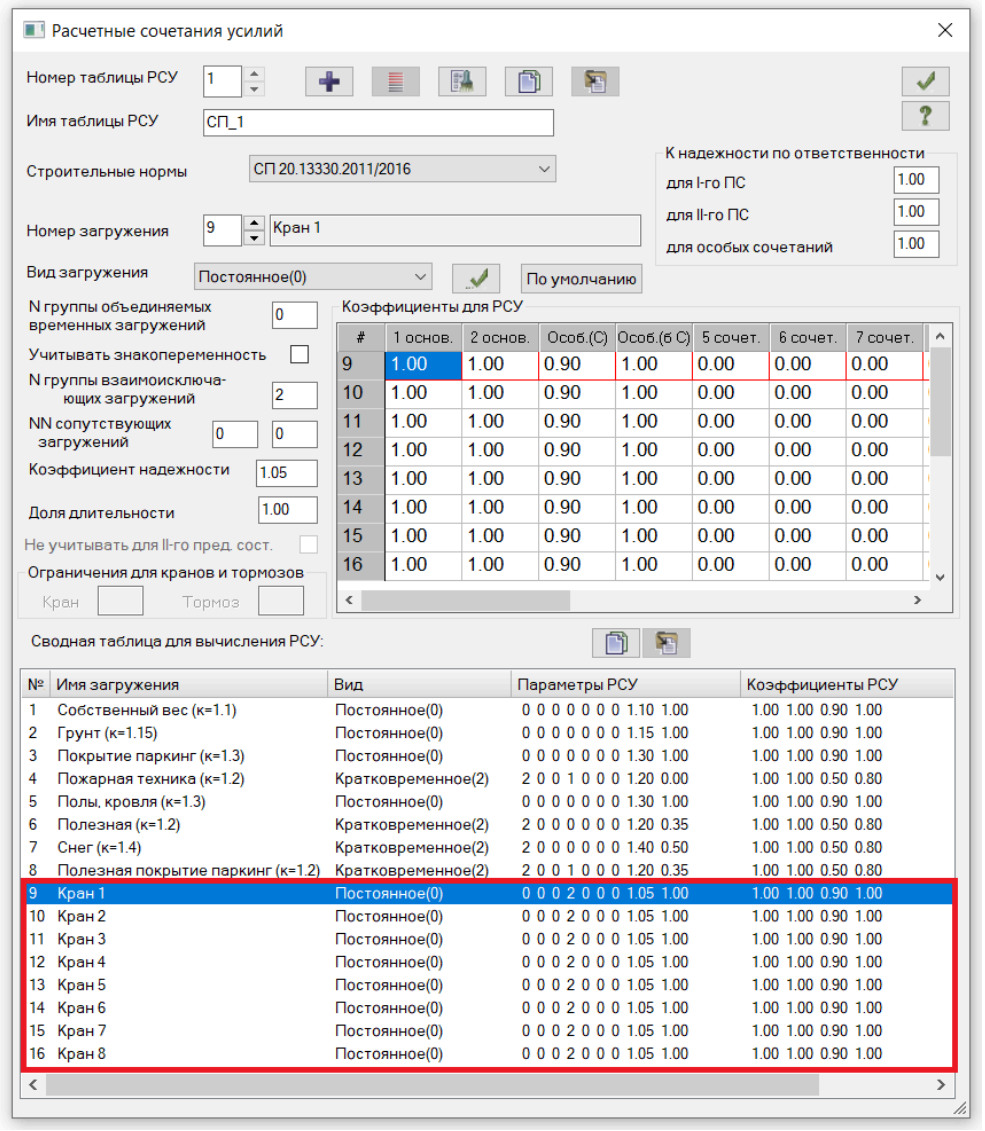


Рисунок 8

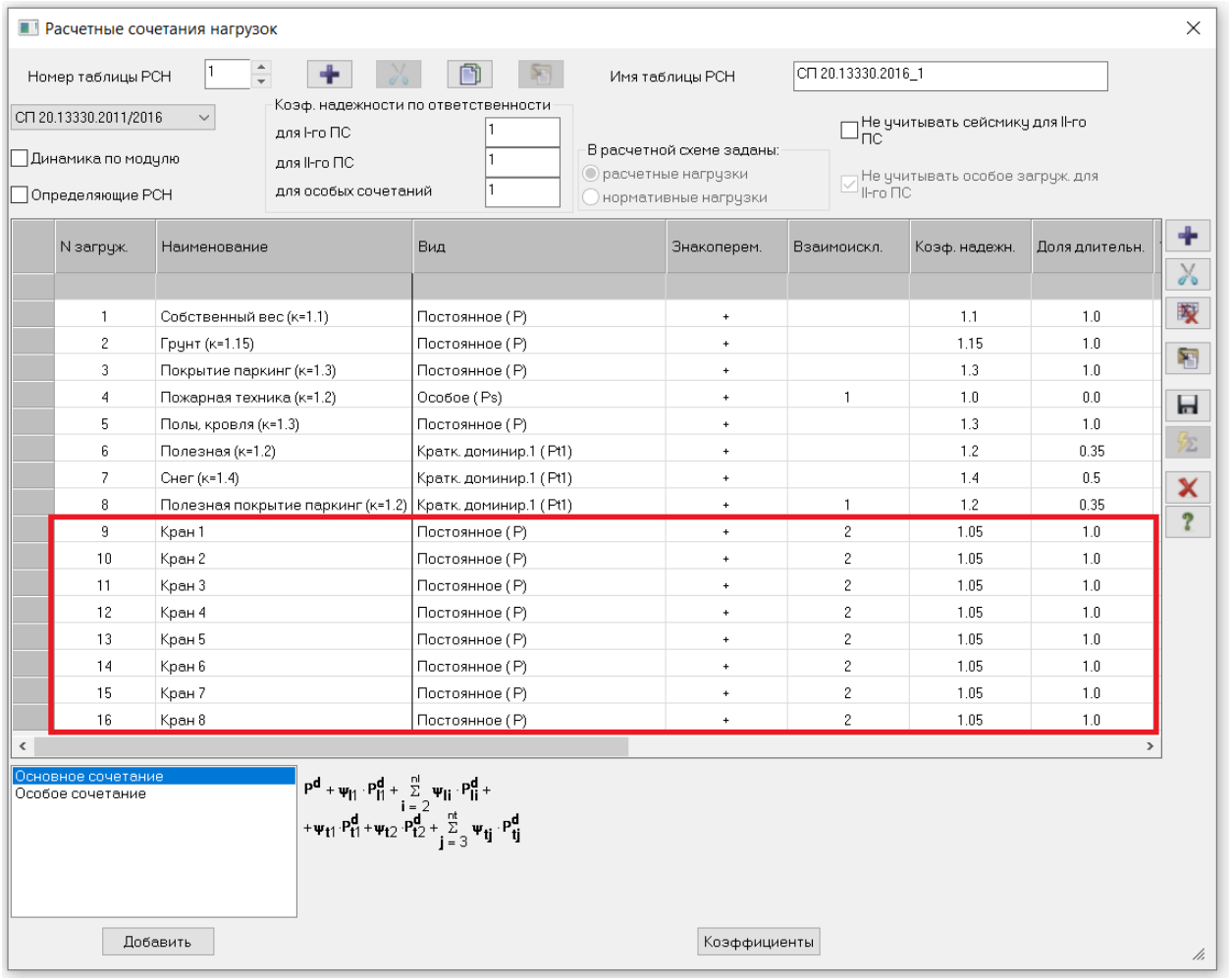


Рисунок 9

Продольное и поперечное армирование фундаментной плиты назначается по расчету, но не менее минимального рекомендуемого армирования, указанного ниже, с учетом требований СП 63.13330.2018.

Минимальное рекомендуемое армирование фундаментной плиты

Продольное армирование фундаментной плиты (верхняя и нижняя арматурные сетки) следует выполнять из арматуры, подбираемой по результатам расчета, но не менее Ø20 А500 с шагом 100 мм или Ø25 А500 с шагом 150 мм (возможны иные диаметр и шаг арматуры с расходом на 1 п.м не менее указанного), армирование также следует принимать не менее рекомендуемого производителем кранового оборудования (если таковые рекомендации имеются).

Поперечное армирование фундаментной плиты (плоские вертикальные каркасы) следует выполнять из арматуры, подбираемой по результатам расчета, но не менее Ø12 А500 с шагом 500х500 мм с обеспечением анкеровки поперечных стержней, армирование также следует принимать не менее рекомендуемого производителем кранового оборудования (если таковые рекомендации имеются).

Далее касаемо подбора продольного и поперечного армирования фундаментной плиты см. в разделе 7.

7. Пример расчета фундамента под башенный кран

Рассмотрим в качестве примера расчет фундаментной плиты:

1) Проверка устойчивости фундамента под кран;

2) Анализ эпюр давлений по подошве фундамента;

3) Подбор арматуры, препятствующей вырыву анкеров из тела фундамента;

4) Проверка продавливания фундамента анкерами;

5) Подбор продольного и поперечного армирования фундаментной плиты.

Исходные данные для расчета:

- фундаментная плита под башенный кран имеет толщину 1500 мм, класс бетона В30;

- фундаментная плита входит в состав фундаментной плиты подземной автостоянки;

- верхнее и нижнее армирование плиты представляет собой сетку из стержней Ø… А500С, защитный слой бетона для нижней сетки 50 мм, для верхней сетки 40 мм;

- усилия, передаваемые от башенного крана:
$N = 1970$ кН, $H = 100$ кН, $M = 4810$ кН·м ;

- расстояние между стойками (анкерами) башни крана 1,5 м;

- расчетное сопротивление грунта основания $R = 300$ кПа;

- тип анкеров: «с пятой»;

- на фрагменте расчетной схемы (см. рисунок 10) показан рассчитываемый фундамент в составе фундаментной плиты подземной автостоянки;

Остальные исходные данные вводятся по ходу расчета.

Расчет фундамента под кран касаемо пунктов 1, …, 4 производим в расчетном приложении «Расчет фундамента под башенный кран» (см. рисунки 3, …, 5, на данных рисунках даны актуальные для данного примера исходные данные и результаты).

По результатам расчета в части пунктов 1, …, 4: условие устойчивости выполняется; краевые давления не превышают предельно допустимых; подобрана арматура, препятствующая вырыву анкеров из тела фундамента (на один анкер приходится 8 Ø25 А500 в два ряда по 4 Ø25 А500 в каждом ряду, наклон отогнутых участков стержней 60^0); подобрана арматура от продавливания фундамента анкерами (на один анкер приходится 16 Ø25 А500 в четыре ряда по 4 Ø25 А500 в каждом ряду, наклон отогнутых участков стержней 60^0).

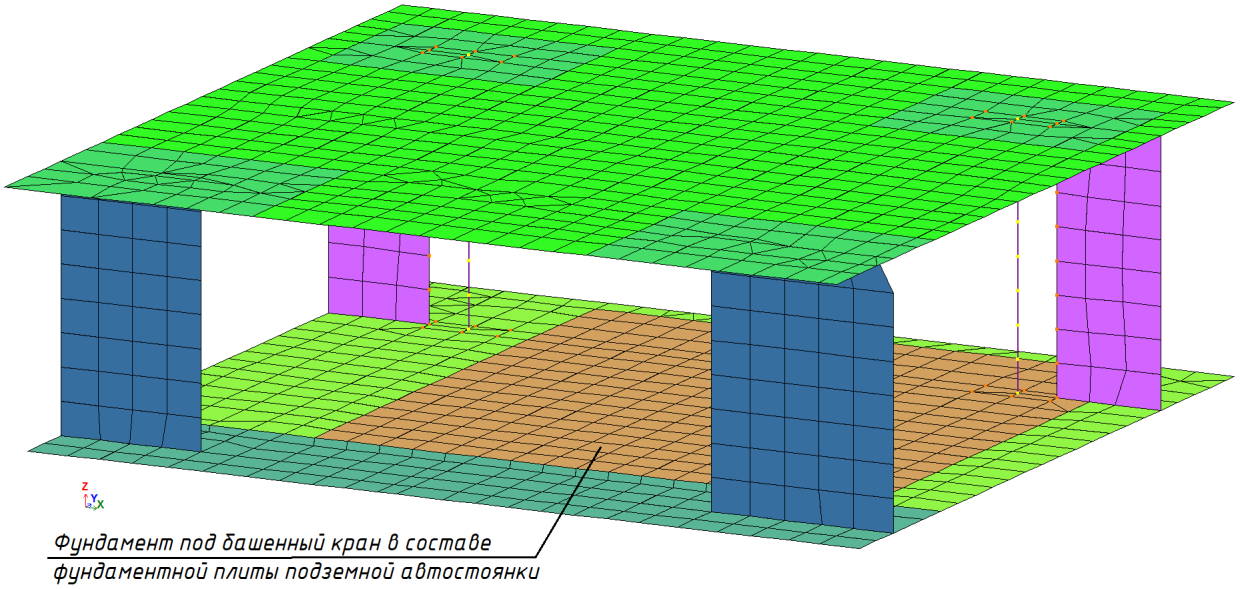


Рисунок 10

Подбор продольного армирования фундаментной плиты осуществляем в программном комплексе Лира-САПР.

Расчет усилий, передаваемых с башенного крана на анкеры фундамента, производим в расчетном приложении «Расчет усилий в анкерах под башенный кран» (см. рисунок 7, на данном рисунке даны актуальные для данного примера исходные данные и результаты).

Прикладывание вычисленных нагрузок по загружениям в Лира-САПР см. рисунок 11.

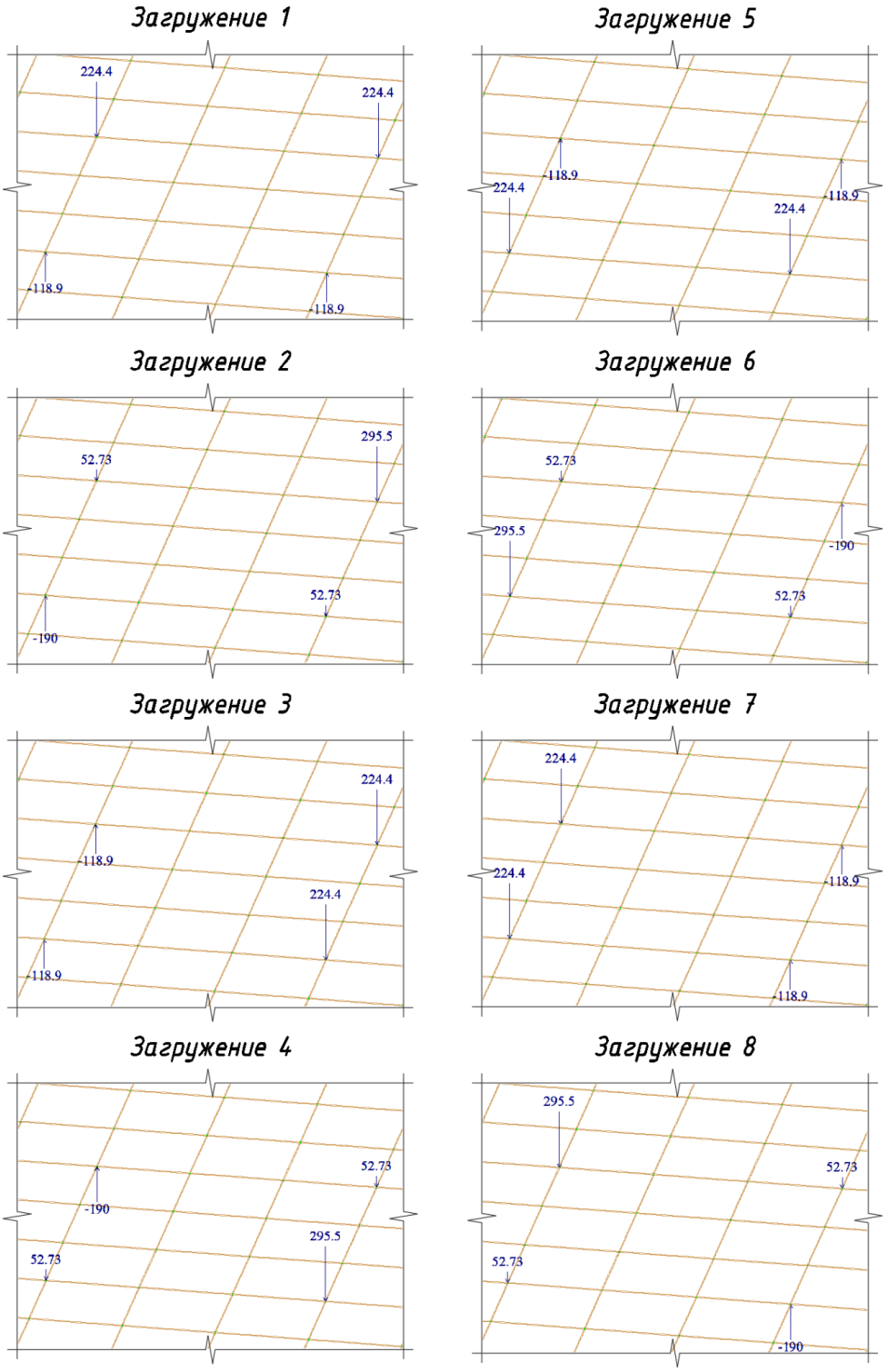


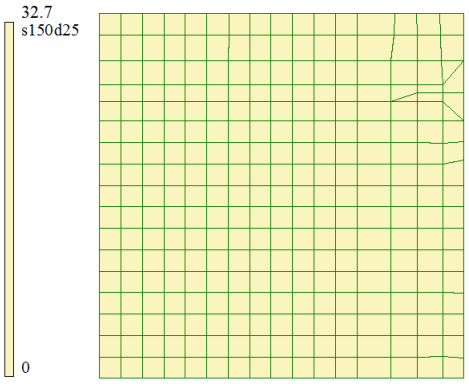
Рисунок 11

Изополя продольного армирования фундаментной плиты по результатам расчета см. на рисунке 12.

Изополя поперечного армирования фундаментной плиты по результатам расчета см. на рисунке 13 (серая область Конечных Элементов плиты без подбора поперечного армирования является контуром вертикальной конструкции пилона, узел сопряжения которого с плитой перекрытия замоделирован при помощи АЖТ - Абсолютно Жесткого Тела).

Нижнее армирование по X

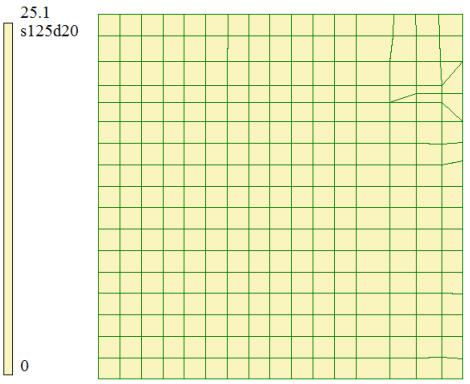
Вариант конструирования:Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012
Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012/2018)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. -5.600
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у нижней грани (балки-стенки - посередине);
максимум в элементе 10303

Нижнее армирование по Y

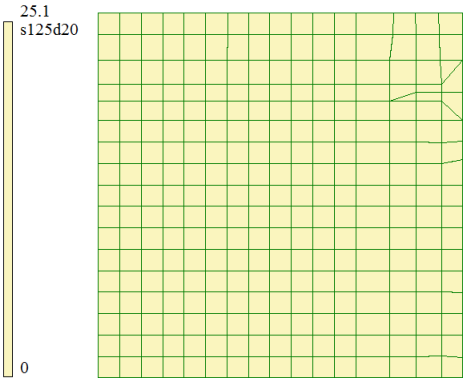
Вариант конструирования:Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012
Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012/2018)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. -5.600
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине);
максимум в элементе 3128

Верхнее армирование по X

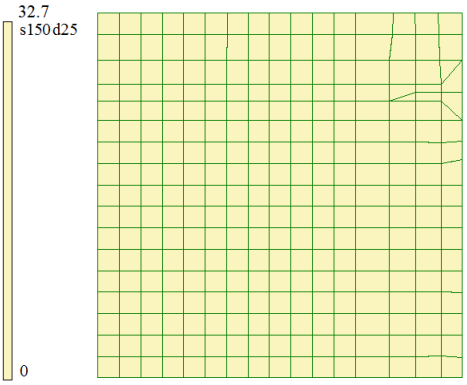
Вариант конструирования:Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012
Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012/2018)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. -5.600
Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани;
максимум в элементе 10239

Верхнее армирование по Y

Вариант конструирования:Вариант 1: СП 63.13330.2012, СП 15.13330.2012
Расчет по РСУ:СП_1 (СП 63.13330.2012/2018)
Единицы измерения - см2/1м
Шаг, Диаметр - мм



Отм. -5.600
Площадь полной арматуры на 1пм по оси Y у верхней грани;
максимум в элементе 39411

Рисунок 12

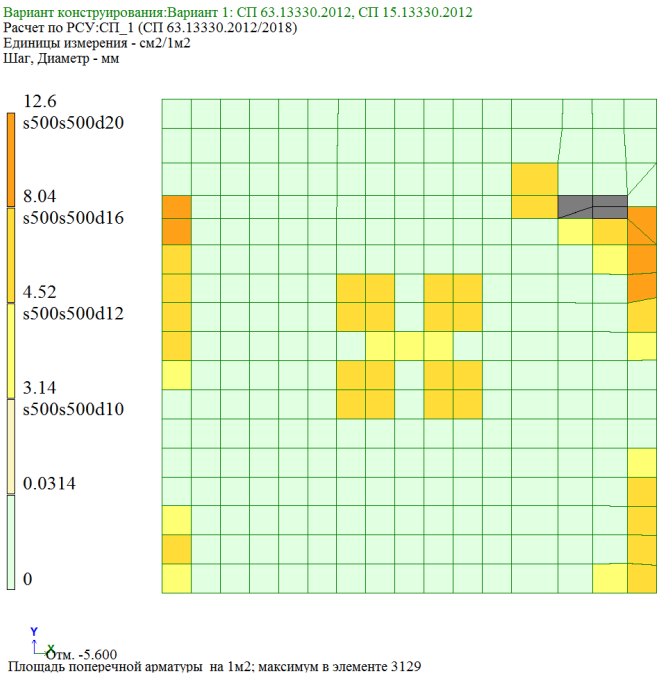


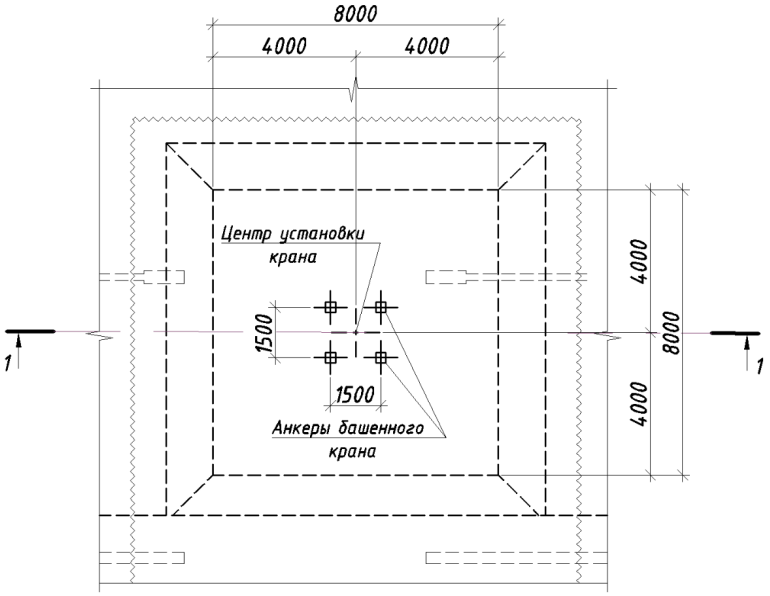
Рисунок 13

По результатам расчета принимаем нижнее и верхнее продольное армирование из Ø25 А500 с шагом 150 мм, окончательно принимаем с учетом минимальных требований к армированию (см. раздел 6) нижнее и верхнее продольное армирование из Ø25 А500 с шагом 150 мм. Также предусматриваем конструктивное продольное армирование в виде «вязаной» сетки в уровне середины плиты.

По результатам расчета принимаем поперечное армирование в виде каркасов, поперечные стержни которых из арматуры Ø20 А500, шаг стержней 500 мм, шаг каркасов 500 мм.

Армирование фундаментной плиты по результатам расчета см. на рисунках 14, …, 16.

Схема расположения анкеров под башенный кран в фундаментной плите



1 - 1

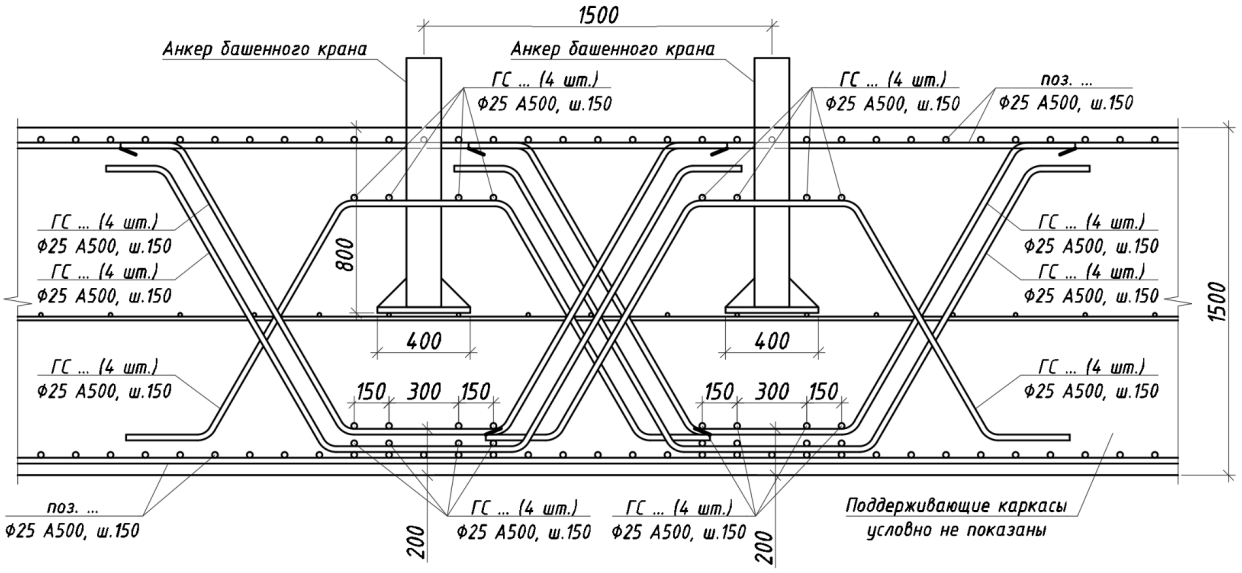


Рисунок 14

Схема расположения поперечных каркасов
в фундаментной плите

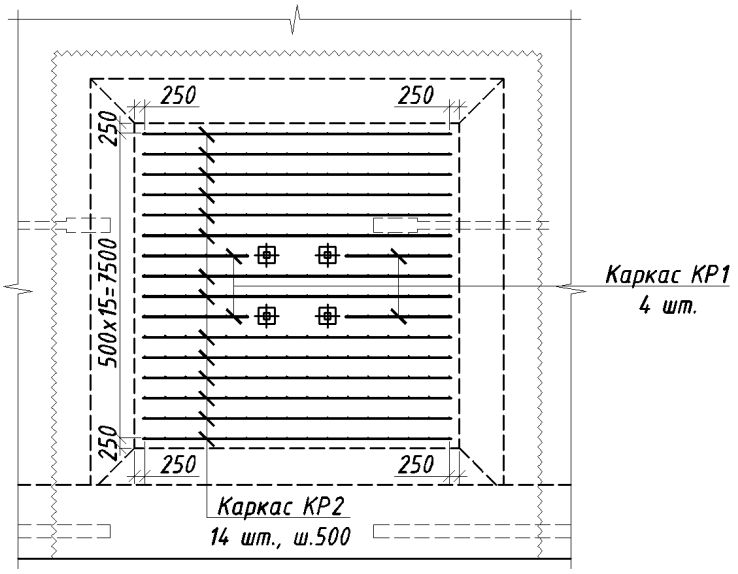


Рисунок 15

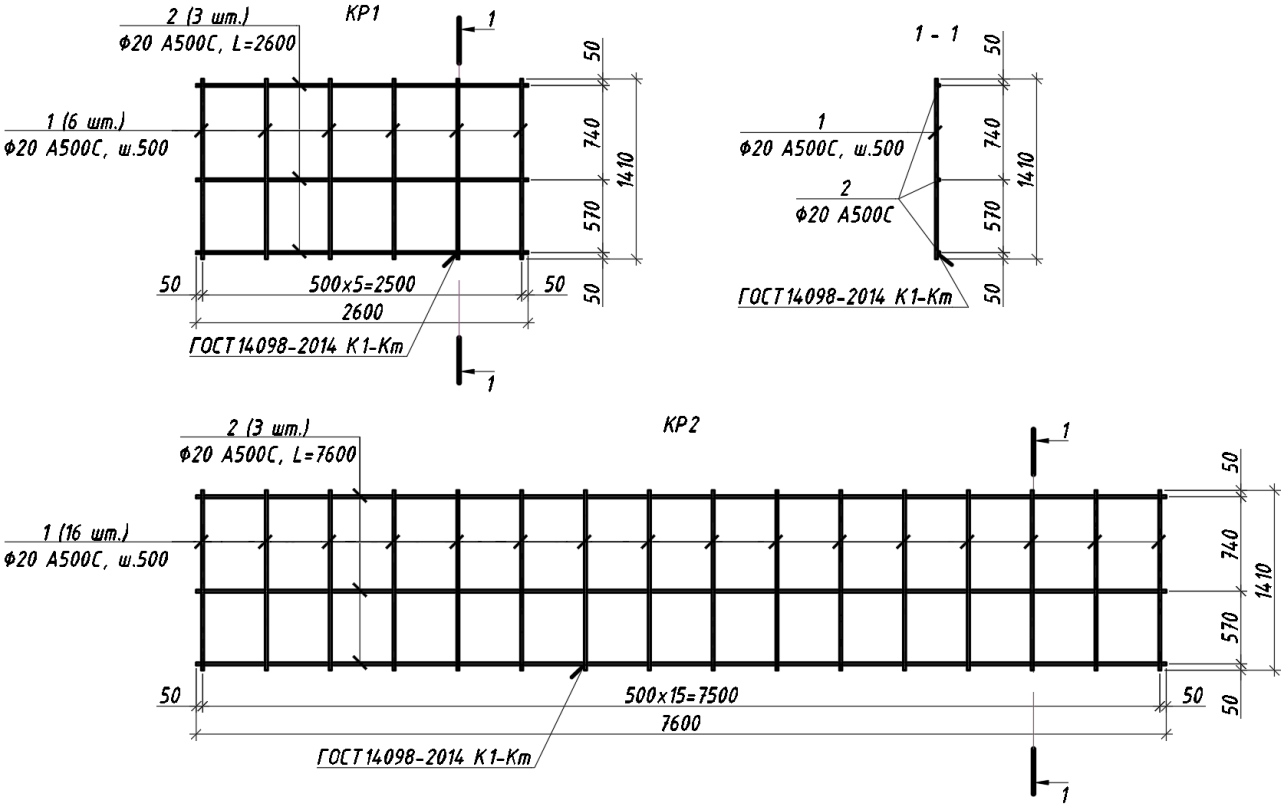


Рисунок 16