

Содержание

1. Общие данные.....	3
2. Конструктивные решения.....	5
2.1. Геометрические характеристики здания.....	5
2.2. Несущая система здания.....	5
3. Расчёт моделей в ПК SCAD.....	6
3.1. Описание расчётных моделей.....	6
3.2. Граничные условия.....	7
3.3. Нагрузки и воздействия.....	7
3.4. Дополнительные исходные данные расчёта.....	8
3.5. Основные результаты расчёта.....	9
4. Выводы и рекомендации.....	11
Приложение 1. Методика расчёта.....	12
Приложение 2. Протокол выполнения расчёта.....	18
Приложение 3. Результаты расчёта.....	20
Приложение 4. Расчёт колонны 1 этажа в осях В/4.....	33
Приложение 5. Расчёт на продавливание плиты перекрытия.....	39

Инв. № подл.	Подл. и дата					Взам. инв. №				
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга				
						Лист				
						2				

1. Общие данные

1. Техническое заключение разработано проектно-строительным предприятием ООО «Фордевинд» (свидетельство о допуске к работам, оказывающих влияние на безопасность объектов капитального строительства СРО ПСЗ 04-03-10-177-П-016) на основании:

- Архитектурно-строительного проекта двухэтажного открытого паркинга по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, поселок Токсово, ул. Санаторная, дом 13А;
- визуального обследования строительных конструкций в июне 2010 года.

2. Основанием для проведения экспертизы послужило возникновение значительных деформаций перекрытий паркинга, образование трещин в ответственных местах конструкций.

3. Поверочные расчёты строительных конструкций произведёны в соответствии со:

- СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»;
- СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;
- СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры»;
- СП 52-103-2007 «Железобетонные монолитные конструкции зданий»;
- СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений»;
- СП 50-101-2004 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений»;
- ТСН 50-302-2004 «Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге»;
- СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты»;
- СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»;
- СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции»;
- СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ФЗ №123-ФЗ от 22.07.2008г «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»;

4. Уровень ответственности здания – II (Прил. 7* СНиП 2.01.07-85*).

Степень огнестойкости несущих конструкций – II.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	– СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»;						
			4. Уровень ответственности здания – II (Прил. 7* СНиП 2.01.07-85*).						
			Степень огнестойкости несущих конструкций – II.						
							Техническое заключение		Лист
							Поверочный расчёт конструкций паркинга		3
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата				

2. Конструктивные решения

2.1. Геометрические характеристики здания

Геометрические параметры конструкций определены на основании следующих документов:

- Архитектурно-строительного проекта двухэтажного открытого паркинга по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, поселок Токсово, ул. Санаторная, дом 13А;

Здание в плане прямоугольное, размеры 32,4 м х 18 м, высота 5 м (2 этажа по 2,5 м).



Рис. 2.1. Общий вид паркинга

2.2. Несущая система здания

1. В качестве основной несущей системы здания принят монолитный железобетонный каркас, состоящий из несущих стен, колонн и перекрытий, жестко сопряженных между собой и образующих единую пространственную конструкцию. Наружные стены выполняют функцию подпорных стен и обеспечивают геометрическую неизменяемость конструкции.

Пространственная жесткость каркаса здания, устойчивость обеспечивается жестким соединением стен и колонн с фундаментной плитой, жесткостью самих стен и колонн, жесткостью дисков перекрытий здания жестко сопряженных со стенами и колоннами.

Принят бетон класса В30, W6, F150. Плиты перекрытий плоские, толщина перекрытий принята 200 мм. Несущие стены остова приняты толщиной 300 мм. Колонны приняты квадратного сечения 300×300 мм.

Фундамент свайный. Сваи висячие, буронабивные, диаметром 450 мм. Длина свай – 5м. Ростверки монолитные железобетонные, сечением 600×1000 мм и 600×500 мм.

2. Шаг конструкций переменный: 4850, 8000, 8100 мм.

3. Арматурная сталь принята проектом для классов А400 (А-III) (сталь марки 25Г2С, ГОСТ 5781-82* "Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия"), В500 (Вр-I).

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Техническое заключение		Лист
							Поверочный расчёт конструкций паркинга		5
			Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	

3.1. Описание расчётных моделей

Общий вид расчётных моделей см. рис. 3.1.

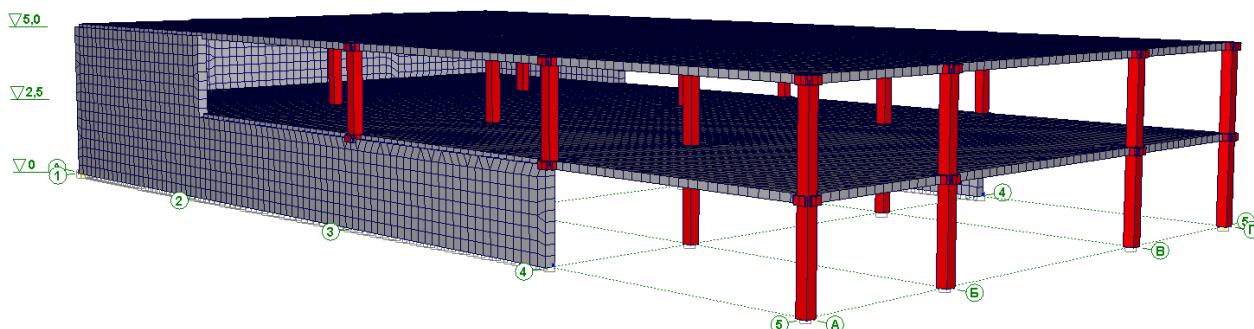


Рис.3.1. Общий вид расчётной модели

Шаг разбиения на конечные элементы принят равным 0,3 м. Тип конечного элемента, сечение и принятый модуль упругости для каждой группы элементов расчётной модели представлен в табл. 3.1.

Табл. 34.1. Характеристики элементов расчётной модели

Название элемента	Тип конечного элемента	Сечение, мм	Модуль упругости, тс/м²
перекрытия	42, 44 (треугольный и четырехугольный КЭ оболочки)	200	1,0e+006 для элементов без трещин 0,67e+006 для элементов с трещинами (бетон В30)
стены	42, 44 (треугольный и четырехугольный КЭ оболочки)	300	1,0e+006 (бетон В30)
колонны	10 (унив. пространств. стержень)	300x300	1,0e+006 (бетон В30)

Модуль упругости элементов принят равным значению начального модуля деформаций бетона при продолжительном действии нагрузки, определяемого по п. 5.1.13 СП 52-101-2003 – см. рис. 3.2.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

						<i>Техническое заключение</i> <i>Поверочный расчёт конструкций паркинга</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>№уч.</i>	<i>Лист</i>	<i>№док</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

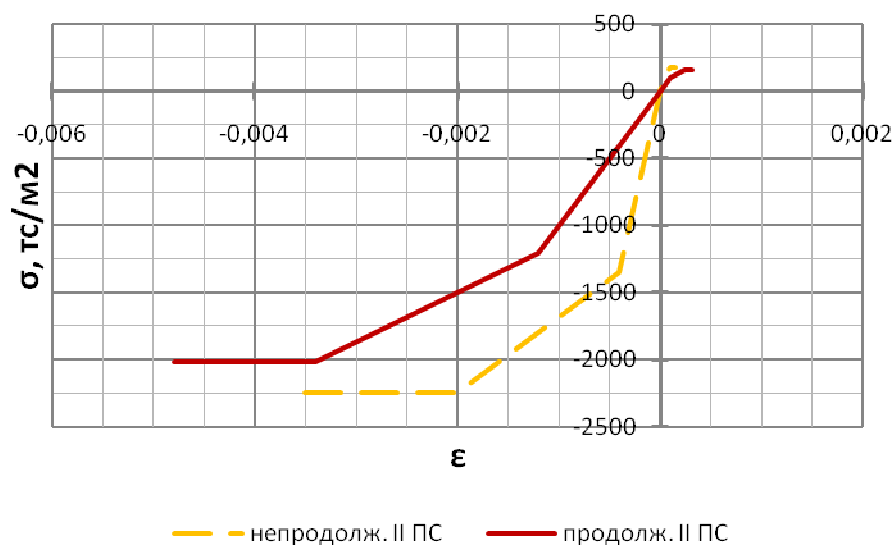


Рис.3.2. Диаграмма σ - ϵ для бетона В30 при относительной влажности воздуха окружающей среды 40-75%

В модели произведен переход к напряжениям вдоль заданного направления для пластин по следующей схеме: для вертикальных пластин – вдоль оси Z общей системы координат, для горизонтальных пластин – вдоль оси X общей системы координат.

3.2. Граничные условия

Граничные условия заданы следующим образом: все нижние узлы схемы закреплены по оси Z, угловые узлы также закреплены по X и Uy. Такое закрепление не отражает действительной работы конструкции, однако в данном расчёте этим можно пренебречь, т.к. объектов внимания являются перекрытия.

3.3. Нагрузки и воздействия

Нагрузки и воздействия на здание определены согласно СНиП 2.01.07-85*. В расчётном комплексе SCAD прикладываются полные расчётные нагрузки. С помощью комбинации загружений и модуля РСУ учитывается система коэффициентов для расчета по I и II группам ПС. Значения принятых нагрузок и коэффициентов представлены в табл. 3.2

Табл. 3.2. Нагрузки и воздействия

Тип нагрузки	P_n	γ_f	P	$K_{лит}$	K_1	K_2
Постоянные:						
• с.в. несущих конструкции	SCAD*	1,1	SCAD*	-	1	0,91
Временные:						
- кратковременные:						
• полезная	200	1,2	240	0 – для проезда; 1 – для зоны хранения	1	0,83

примечание: SCAD* – нагрузка определяется программным комплексом автоматически;

Инв. №	подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №			
				Техническое заключение		
				Поверочный расчёт конструкций паркинга		
Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Лист
						7

где: P_n – нормативное значение нагрузки, кгс/м² (кроме оговоренных);

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке;

P – расчетное значение нагрузки, кгс/м² (кроме оговоренных);

$K_{\text{длит}}$ – коэффициент перехода от полных значений кратковременной нагрузки к пониженным значениям временной нагрузки длительного действия (доля длительности);

K_1 – коэффициенты для комбинации #1, определяющие **расчетные** значения нагрузок с учетом понижающих коэффициентов сочетаний, включающих постоянные и не менее двух временных нагрузок (для расчётов по I группе ПС);

K_2 – коэффициенты для комбинации #2, определяющие **нормативные** значения постоянных и длительных нагрузок, а также действие ветра (для расчётов по II группе ПС);

3.4. Дополнительные исходные данные расчёта

Подготовка данных для модуля Бетон

Расчёт производится согласно требований СНиП 52-01-2003.

Для задания исходных данных для подбора арматуры формируются списки элементов:

1. элементы плит;

Исходные данные для подбора арматуры в группе #1:

модуль армирования: плита, оболочка;

расстояние до центра тяжести растянутой арматуры: $A_1=A_2=40$ мм;

признак статической определимости: неопределенная;

бетон: тяжелый, В30;

коэффициент условий твердения: 1,0;

учет нагрузок длительного действия G_{b1} : 0,9;

результатирующий коэффициент без G_{b1} : 1,0;

арматура продольная: А400, коэффициент условий работы: 1,0;

арматура поперечная: В500, коэффициент условий работы: 1,0;

максимальный процент армирования: 10%;

категория трещиностойкости: ограниченная ширина раскрытия трещин;

допустимая ширина непродолжительного раскрытия трещин: 0,4 мм;

допустимая ширина продолжительного раскрытия трещин: 0,3 мм;

диаметр стержней продольной арматуры: 16 мм;

диаметр стержней поперечной арматуры: 8 мм.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							
							Техническое заключение		Лист
							Поверочный расчёт конструкций паркинга		8
Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата				

3.5. Основные результаты расчёта

Расчетом по I группе предельных состояний проверены:

- плиты перекрытий и колонны для предотвращения разрушения при действии силовых воздействий в процессе расчетного срока эксплуатации.

Расчетом по II группе предельных состояний проверены:

- пригодность конструкций здания к нормальной эксплуатации в процессе расчетного срока эксплуатации.

Подробные результаты расчёта представлены в Приложении 3-5.

На основании полученных результатов, установлено:

1. Принятого в проекте армирования плит **не достаточно**. Требуемая площадь арматуры в опорных зонах из условия прочности – 24,0 см² (119%), проектом предусмотрено 20,11 см². С учётом требований по трещиностойкости, требуемая площадь арматуры в опорных зонах – 26,7 см² (133%).

При достижении действующими усилиями порога прочности произойдет существенное раскрытие трещин (напряжения в арматуре достигнут предела текучести), после чего до полного разрушения конструкции останется небольшой запас по несущей способности (порядка 10–15%).

2. Прочность плит на продавливание **не достаточна**. Расчётное усилие составляет 48,7 тс (127%). Усилие, воспринимаемое конструкцией – 38,3 тс.

Данное отклонение наиболее **опасно** (отсутствуют внешние признаки достижения порога прочности), т.к. разрушение носит **хрупкий характер** и приведет к **прогрессирующему разрушению всей конструкции**.

3. Расчётные прогибы плит перекрытий с учётом пониженного модуля упругости бетона составляют 54 мм (135%), что **превышает** допустимые значения (для пролёта $l=8100$ мм: $l/200 = 40$ мм). Фактические прогибы достигают 60 мм.

Значительные деформации не позволяют выполнить организованный водосток с кровли.



Рис. 3.3. Деформации перекрытия

Инв. № подл.	Подл. и дата		Взам. инв. №																				
					Рис. 3.3. Деформации перекрытия																		
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм.</td><td>№уч.</td><td>Лист</td><td>№док</td><td>Подпись</td><td>Дата</td></tr></table>												Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга					Лист
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата																		
						9																	



Рис. 3.4. Деформации покрытия

4. Ширина раскрытия трещин при данном армировании **превышает** допустимые значения. Не обеспечено условие сохранности арматуры, что приведёт к её коррозии и **значительному снижению срока службы конструкции.**



Рис. 3.4. Трещины на нижней поверхности плиты

Инв. № подл.	Взам. инв. №						
	Подл. и дата						
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга	Лист
							10

4. Выводы и рекомендации

На основании результатов обследования определена категория технического состояния конструкции – **недопустимое состояние** (классификация согласно СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих конструкций зданий и сооружений») – категория технического состояния строительной конструкции, характеризующаяся снижением несущей способности и эксплуатационных характеристик, при котором **существует опасность для пребывания людей и сохранности оборудования**. Необходимо проведение страховочных мероприятий и усиление конструкций.

Общая характеристика технического состояния – **удовлетворительное**, что характеризуется наличием трещин в плитах перекрытий, начальным развитием коррозионных повреждений арматуры перекрытий, а также деформациями, превышающими нормируемые.

Конструктивные элементы в целом пригодны для эксплуатации, но требуют капитального ремонта, который наиболее целесообразен именно на данной стадии.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение			11
Поверочный расчёт конструкций паркинга									

Приложение 1. Методика расчета

1. Общие данные

Расчет выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций. В представленной ниже пояснительной записке описаны лишь фактически использованные при расчетах названного объекта возможности комплекса SCAD.

2. Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др.

Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы – тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей – основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

- 1 – линейное перемещение вдоль оси X;
- 2 – линейное перемещение вдоль оси Y;
- 3 – линейное перемещение вдоль оси Z;
- 4 – угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);
- 5 – угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);
- 6 – угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).

Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.

В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок $(h/L)^*$, где h – максимальный шаг

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	3 – линейное перемещение вдоль оси Z; 4 – угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X); 5 – угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y); 6 – угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z). Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота. В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок $(h/L)^*$, где h – максимальный шаг							
									Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга	Лист 12
			Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

сетки; L — характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени k , который имеет разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

3. Расчетная схема Системы координат

Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы. В дальнейшем для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:

Глобальная правосторонняя система координат XYZ , связанная с расчетной схемой

Локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

4. Тип схемы

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X , Y , Z и поворотами вокруг этих осей.

5. Выбранный режим статического расчета

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

6. Набор исходных данных

Детальное описание расчетной схемы содержится в документе "Исходные данные", где в табличной форме представлены сведения о расчетной схеме, содержащие координаты всех узлов, характеристики всех конечных элементов, условия примыкания конечных элементов к узлам и др.

7. Граничные условия

Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающими некоторые из этих перемещений. Наличие таких связей помечено в таблице "Координаты и связи" описания исходных данных символом #.

8. Условия примыкания элементов к узлам

Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

9. Характеристики использованных типов конечных элементов

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов.

Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось $X1$ ориентирована вдоль стержня, а оси $Y1$ и $Z1$ — вдоль главных осей инерции поперечного сечения.

Некоторые стержни присоединены к узлам через абсолютно жесткие вставки, с помощью которых учитываются эксцентриситеты узловых примыканий. Тогда ось $X1$ ориентирована вдоль упругой части стержня, а оси $Y1$ и $Z1$ — вдоль главных осей инерции поперечного сечения упругой части стержня.

К стержневым конечным элементам рассматриваемой расчетной схемы относятся следующие типы элементов:

Элемент типа 10, который работает по пространственной схеме и воспринимает продольную силу N , изгибающие моменты M_y и M_z , поперечные силы Q_z и Q_y , а также крутящий момент M_k .

Конечные элементы оболочек, геометрическая форма которых на малом участке элемента является плоской (она образуют многогранник, вписанный в действительную

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Техническое заключение						Лист
									13
			Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	

криволинейную форму срединной поверхности оболочки). Для этих элементов, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена упрощенными зависимостями. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой оси $X1$ и $Y1$ расположены в плоскости элемента и ось $X1$ направлена от первого узла ко второму, а ось $Z1$ ортогональна поверхности элемента.

Треугольный элемент типа 42, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 4 степени, а поле тангенциальных перемещений полиномом первой степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

Четырехугольный элемент типа 44, который имеет четыре узловые точки, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 3 степени, а поле тангенциальных перемещений неполным полиномом 2 степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

10. Описание загрузок и их характеристики

Конструкция рассчитана на 4 статических загрузки.

11. Результаты расчета

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

12. Перемещения

Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от загрузок представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов».

Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от комбинаций загрузок представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов от комбинаций».

13. Правило знаков для перемещений

Правило знаков для перемещений принято таким, что линейные перемещения положительны, если они направлены в сторону возрастания соответствующей координаты, а углы поворота положительны, если они соответствуют правилу правого винта (при взгляде от конца соответствующей оси к ее началу движение происходит против часовой стрелки).

14. Усилия и напряжения

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от загрузок представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов».

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от комбинаций загрузок представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов от комбинаций загрузок».

Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, объемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии запроса пользователя в узлах элемента.

15. Правило знаков для усилий (напряжений)

Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими:

Для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий:

N – продольная сила;

M_{KP} – крутящий момент;

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов от комбинаций загружений». Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, объемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии запроса пользователя в узлах элемента. 15. Правило знаков для усилий (напряжений) Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими: Для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий: <i>N</i> – продольная сила; <i>MKP</i> – крутящий момент;								
			Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга						Лист		
									14		
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата						

M_Y – изгибающий момент с вектором вдоль оси Y_1 ;

Q_Z – перерезывающая сила в направлении оси Z_1 соответствующая моменту M_Y ;

M_Z – изгибающий момент относительно оси Z_1 ;

Q_Y – перерезывающая сила в направлении оси Y_1 соответствующая моменту M_Z ;

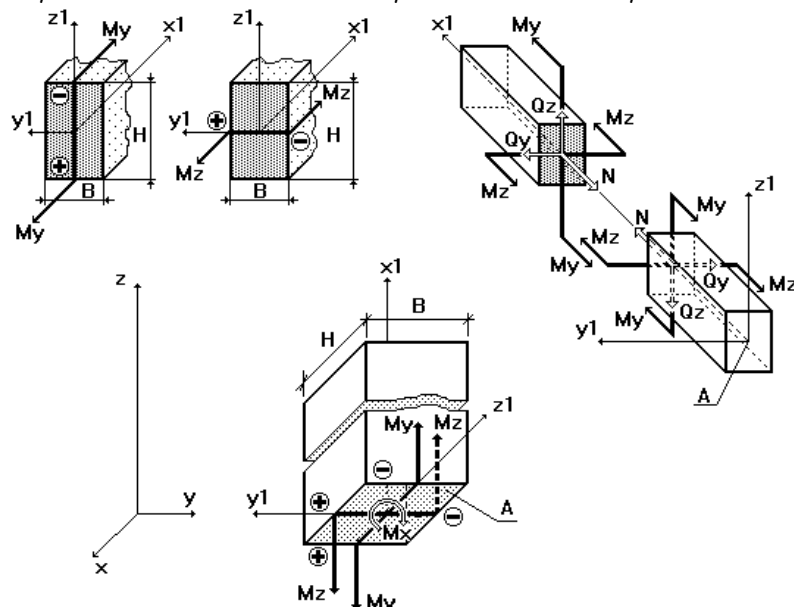
R_Z – опор упругого основания.

Положительные направления усилий в стержнях приняты следующими:

для перерезывающих сил Q_Z и Q_Y – по направлениям соответствующих осей Z_1 и Y_1 ;

для моментов M_X , M_Y , M_Z – против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси X_1 , Y_1 , Z_1 ;

положительная продольная сила N всегда растягивает стержень.



На рисунке показаны положительные направления внутренних усилий и моментов в сечении горизонтальных и наклонных (а), а также вертикальных (б) стержней.

Знаком "+" (плюс) помечены растянутые, а знаком "-" (минус) – сжатые волокна поперечного сечения от воздействия положительных моментов M_y и M_z .

В конечных элементах оболочки вычисляются следующие усилия:

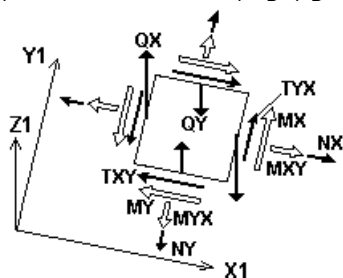
нормальные напряжения N_X , N_Y ;

сдвигающее напряжений T_{XY} ;

моменты M_X , M_Y и M_{XY} ;

перерезывающие силы Q_X и Q_Y ;

реактивный опор упругого основания R_Z .



На рисунке показаны положительные значения напряжений, перерезывающих сил и векторов моментов, действующие по граням элементарного прямоугольника, вырезанного в окрестности центра тяжести КЭ оболочки.

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	

реактивный отпор упругого основания RZ .

На рисунке показаны положительные значения напряжений, перерезывающих сил и векторов моментов, действующие по граням элементарного прямоугольника, вырезанного в окрестности центра тяжести КЭ оболочки.

Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата

Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Лист 15

16. Суммарные значения приложенных нагрузок по нагружениям

В протоколе решения задачи для каждого из нагружений указываются значения суммарной узловой нагрузки, действующей на систему.

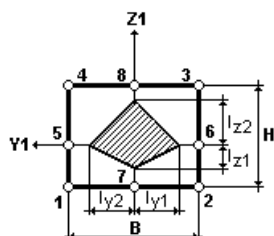
17. Расчетные сочетания усилий

Значения расчетных сочетаний усилий представлены в таблице результатов расчета «Расчетные сочетания усилий».

Вычисление расчетных сочетаний усилий производится на основании критериев, характерных для соответствующих типов конечных элементов – стержней, плит, оболочек, массивных тел. В качестве таких критериев приняты экстремальные значения напряжений в характерных точках поперечного сечения элемента. При расчете учитываются требования нормативных документов и логические связи между нагружениями.

Основой выбора невыгодных расчетных сочетаний усилий служит принцип суперпозиции. Из всех возможных сочетаний, отбираются те РСЧ, которые соответствуют максимальному значению некоторой величины, избранной в качестве критерия и зависящей от всех компонентов напряженного состояния:

а) для стержней – экстремальные значения нормальных и касательных напряжений в контрольных точках сечения, которые показаны на рисунке

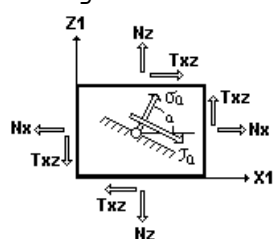


б) для элементов, находящихся в плоском напряженном состоянии – по огибающим экстремальным кривым нормальных и касательных напряжений по формулам:

$$\sigma(\alpha) = N_x \cdot \cos^2 \alpha + N_z \cdot \sin^2 \alpha + T_{xz} \cdot \sin 2\alpha ;$$

$$\tau(\alpha) = \frac{1}{2} (N_z - N_x) \cdot \sin 2\alpha + T_{xz} \cdot \cos 2\alpha .$$

Обозначения приведены на рисунке. Нормальные напряжения вычисляются в диапазоне изменения углов от 90° до -90° , а касательные от 90° до 0° . Шаг изменения углов 15° .



в) для плит применяется аналогичный подход – расчетные формулы приобретают вид:

$$M(\alpha) = M_x \cdot \cos^2 \alpha + M_y \cdot \sin^2 \alpha + M_{xy} \cdot \sin 2\alpha ;$$

$$M_k(\alpha) = \frac{1}{2} (M_y - M_x) \cdot \sin 2\alpha + M_{xy} \cdot \cos 2\alpha .$$

Кроме того, определяются экстремальные значения перерезывающих сил.

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	

в) для плит применяется аналогичный подход – расчетные формулы приобретают вид:

$$M(\alpha) = M_x \cdot \cos^2 \alpha + M_y \cdot \sin^2 \alpha + M_{xy} \cdot \sin 2\alpha ;$$
$$M_k(\alpha) = \frac{1}{2} \left(M_y - M_x \right) \cdot \sin 2\alpha + M_{xy} \cdot \cos 2\alpha .$$

Кроме того, определяются экстремальные значения перерезывающих сил.

Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата

Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Лист
16

г) для оболочек также применяется аналогичный подход, но вычисляются напряжения на верхней и нижней поверхностях оболочки с учетом мембранных напряжений и изгибающих усилий.

д) для объемных элементов критерием для определения опасных сочетаний напряжений приняты экстремальные значения среднего напряжения (гидростатического давления) и главных напряжений девиатора.

Инв. № подл.	Подл. и дата					Взам. инв. №					
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга					Лист
											17

Приложение 2. Протокол выполнения расчета

Fri Jun 11 15:22:53 2010

Полный расчет. Версия 11.3. Сборка: Feb 17 2010

файл - "Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА
сниженный модуль.SPR",

15:22:53

Ввод исходных данных основной схемы

15:22:53

Исключение незадействованных степеней свободы

15:22:54

Подготовка данных многофронтального метода

15:22:54

Использование оперативной памяти: 60 процентов

15:22:54

Высокопроизводительный режим факторизации

15:22:54

Информация о расчетной схеме:

- шифр схемы	
- порядок системы уравнений	94476
- ширина ленты	9051
- количество элементов	16116
- количество узлов	15862
- количество загрузений	4
- плотность матрицы	100%

15:22:54

Необходимая для выполнения расчета дисковая память:

матрица жесткости основной схемы -	154438 Kb
динамика	0 Kb
перемещения	3045 Kb
усилия	3094 Kb
рабочие файлы	11158 Kb

всего	192.510 Mb

15:22:54

На диске свободно 37472.500 Mb

15:22:55

Разложение матрицы жесткости многофронтальным методом.

15:23:08

Накопление нагрузок основной схемы.

Суммарные внешние нагрузки на основную схему

	X	Y	Z	UX	UY	UZ
1-	0	0	850.74	0.00158625	-0.00141225	0
2-	0	0	74.472	0.00519641	-0.0014907	0
3-	0	0	125.248	-6.75999e-006	0.00166706	0
4-	0	0	74.6619	-0.00285359	-0.00110091	0

15:23:10

ВНИМАНИЕ: Дана сумма всех внешних нагрузок на основную схему

Взам. инв. №	Разложение матрицы жесткости многофронтальным методом.							
	15:23:08							
Подл. и дата	Накопление нагрузок основной схемы.							
	Суммарные внешние нагрузки на основную схему							
	X	Y	Z	UX	UY	UZ		
	1-	0	0	850.74	0.00158625	-0.00141225	0	
	2-	0	0	74.472	0.00519641	-0.0014907	0	
	3-	0	0	125.248	-6.75999e-006	0.00166706	0	
4-	0	0	74.6619	-0.00285359	-0.00110091	0		
Инв. № подл.	15:23:10							
	ВНИМАНИЕ: Дана сумма всех внешних нагрузок на основную схему							
Инв. № подл.							Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга	Лист 18
	Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата		

15:23:11

Вычисление перемещений в основной схеме.

15:23:12

Работа внешних сил

1 - 4.13446
2 - 0.0962777
3 - 0.495835
4 - 0.0964413

15:23:12

Контроль решения для основной схемы.

15:23:17

Вычисление усилий в основной схеме.

15:23:19

Вычисление сочетаний нагрузжений в основной схеме.

15:23:19

Вычисление усилий при комбинации загружений

15:23:21

Вычисление перемещений по сочетаниям
нагрузок в основной схеме.

15:23:21

Выбор новых расчетных сочетаний усилий в основной схеме.

15:23:21

В РСУ не учитываются комбинации загружений: 1-6

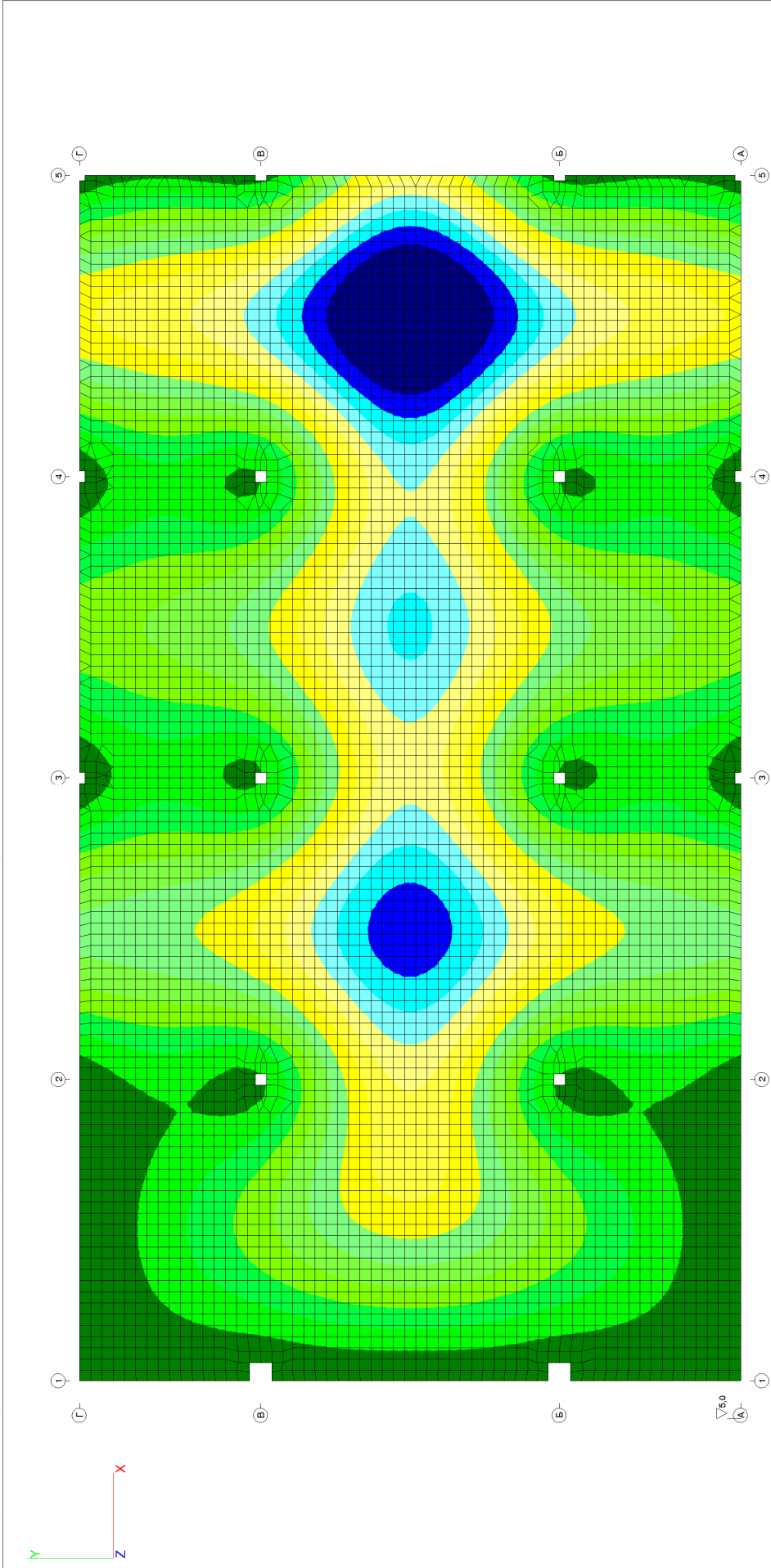
15:23:26

З А Д А Н И Е В Ы П О Л Н Е Н О
Затраченное время : 0.55 мин.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение			19
Поверочный расчёт конструкций паркинга									

Приложение 3. Результаты расчёта

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Перемещения Z (мм). Комбинация 4 ((L1)*0.91+(L2)*0.83+(L3)*0.83+(L4)*0.83)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Деформации плиты перекрытия

	-53.84	-49.96	-26.63	-22.74
	-49.96	-46.07	-22.74	-18.85
	-46.07	-42.18	-18.85	-14.96
	-42.18	-38.29	-14.96	-11.07
	-38.29	-34.4	-11.07	-7.18
	-34.4	-30.51	-7.18	-3.3
	-30.51	-26.63	-3.3	0.59

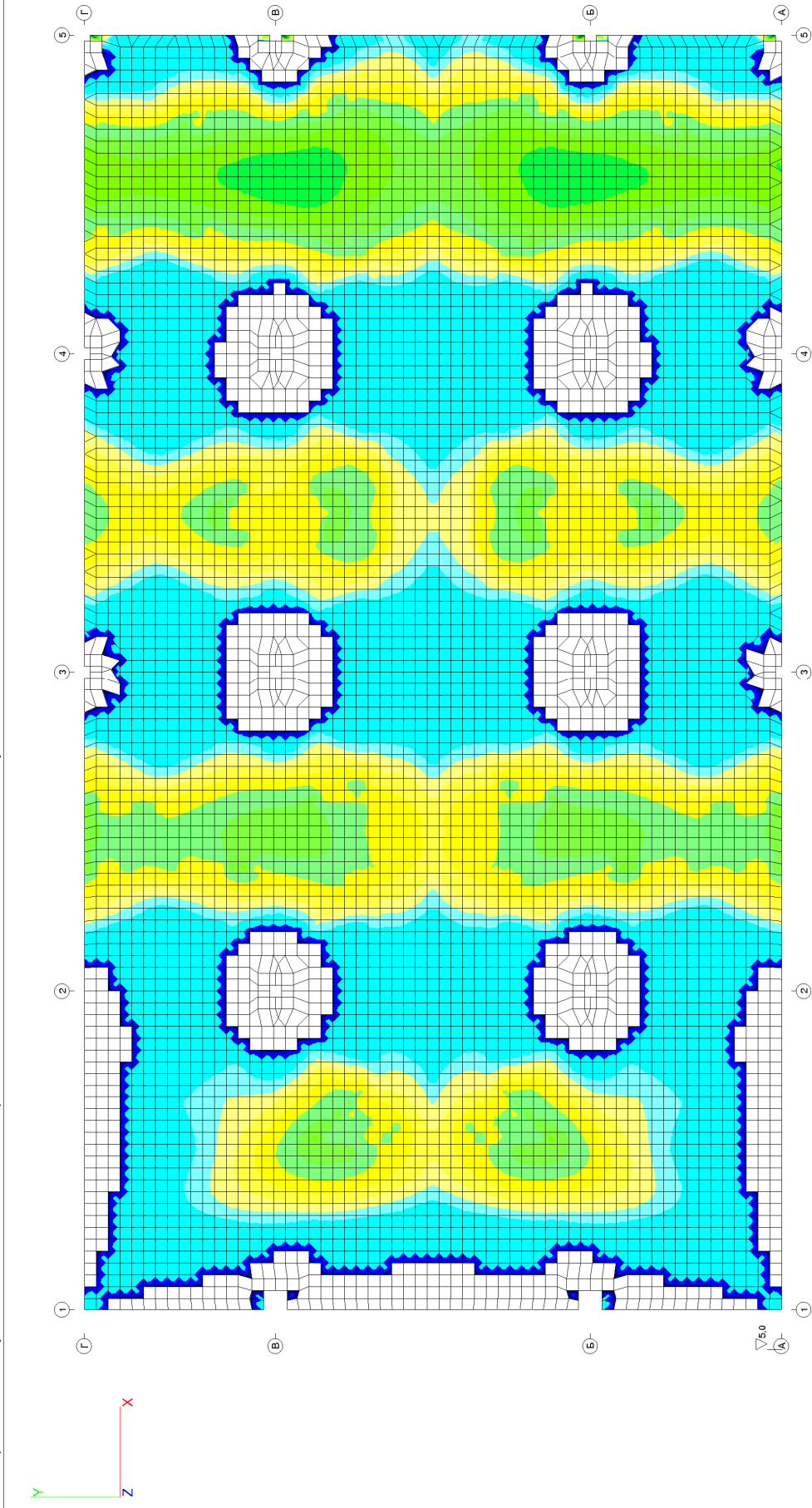
Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата

Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS1 Нижняя по X (см2/м)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Группа армирования : 1 - плита на +5,000
 СНиП 52-101-2003
 Плита. Оболочка
 Бетон: В30
 АРМАТУРА : продольная: А400С
 АРМАТУРА : поперечная: В500
 Ц.т. : а1 = 4, а2 = 4 (см)
 Ц.т. : а3 = 0, а4 = 0 (см)

5d6 (0.5)	5d12 (3.98)
5d6 (1.0)	5d12 (4.48)
5d8 (1.49)	5d12 (4.98)
5d8 (1.99)	5d12 (5.47)
5d8 (2.49)	5d14 (5.97)
5d10 (2.99)	5d14 (6.47)
5d10 (3.48)	5d14 (6.97)

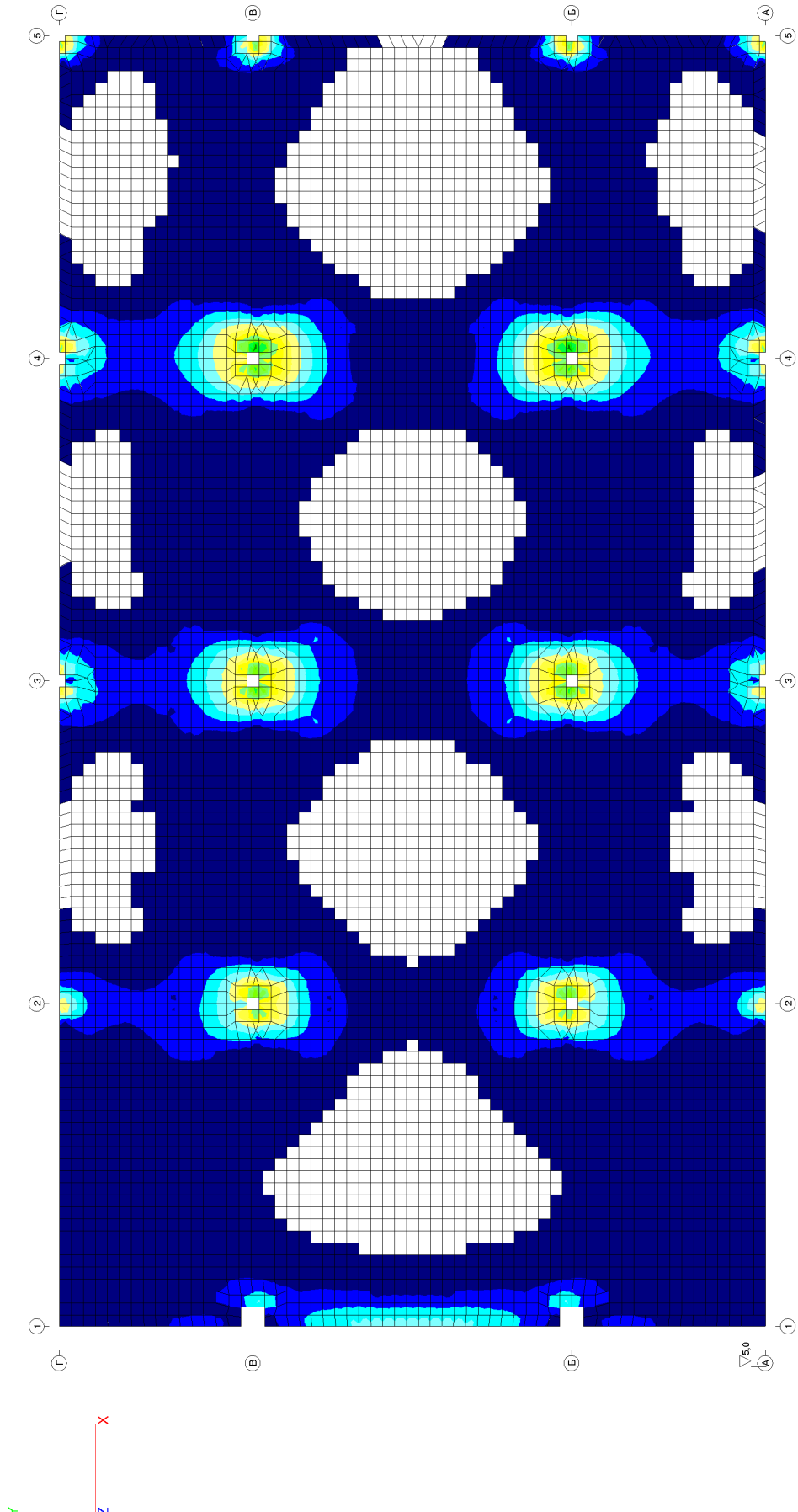
Армирование плиты без учёта трещиностойкости

Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата

Техническое заключение
 Поверочный расчёт конструкций паркинга

Инв. № подл.	
--------------	--

Файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS2 Верхняя по X (см²/м)



Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Группа армирования : 1 - плита на +5,000

СНИП 52-101-2003

Плита, Оболочка

Бетон: В30

АРМАТУРА : продольная: А400С
АРМАТУРА : поперечная: В500

$$\begin{aligned} \text{Ц.т.: } a1 &= 4, a2 = 4 \text{ (см)} \\ \text{Ц.т.: } a3 &= 0, a4 = 0 \text{ (см)} \end{aligned}$$

Армирование плиты без учёта трещиностойкости

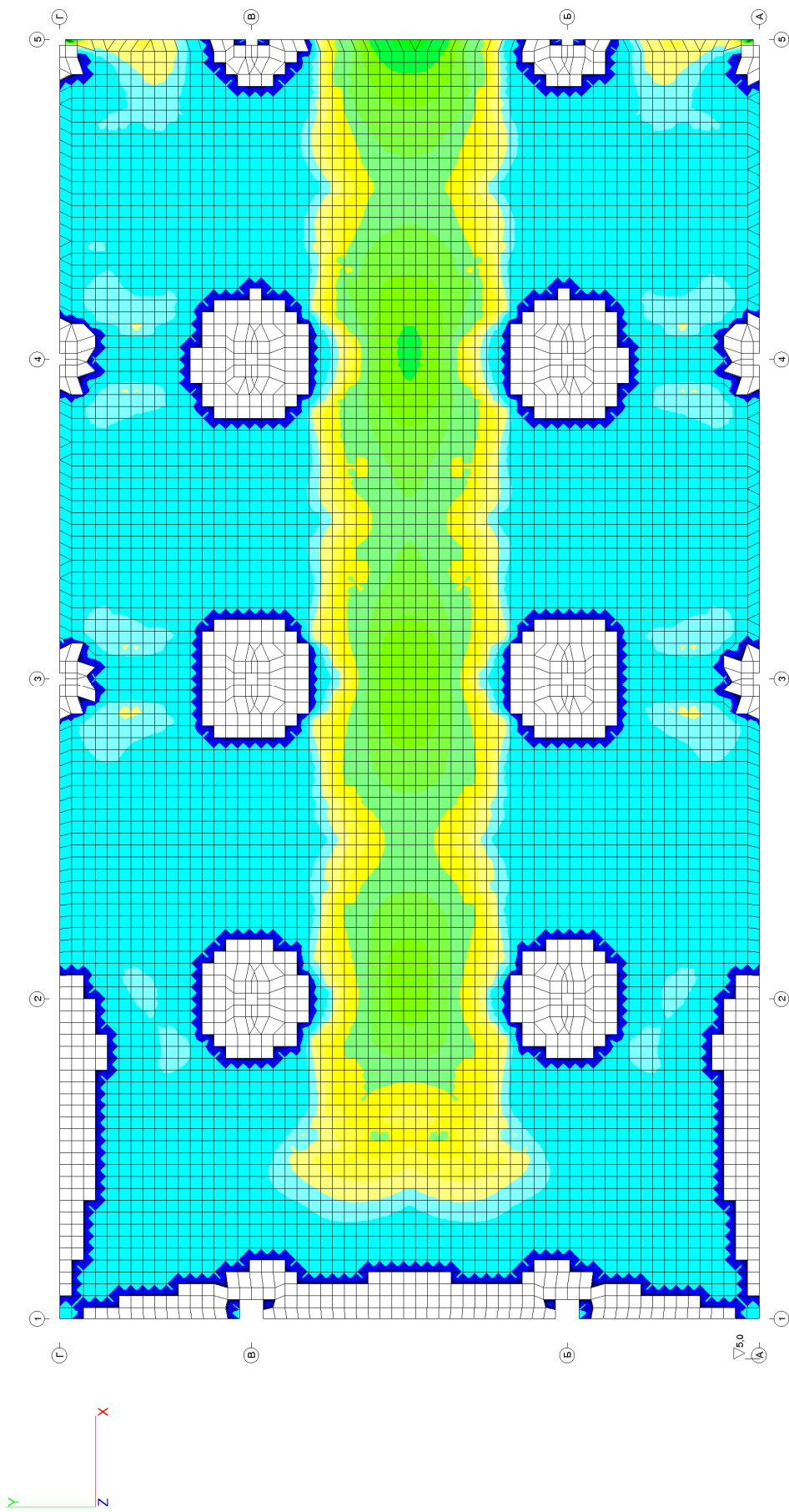
Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Луст

22

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR

Арматура AS3 Нижняя по Y (см²/м)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Color	Label	Value
Dark Blue	5d6	(0, 52)
Dark Blue	5d6	(1, 05)
Blue	5d8	(1, 57)
Cyan	5d8	(2, 1)
Light Cyan	5d10	(2, 62)
Light Cyan	5d10	(3, 15)
Yellow	5d10	(3, 67)
Yellow	5d12	(4, 2)
Light Green	5d12	(4, 72)
Light Green	5d12	(5, 25)
Light Green	5d14	(5, 77)
Light Green	5d14	(6, 3)
Light Green	5d14	(6, 82)
Dark Green	5d14	(7, 35)



Группа армирования : 1 - плита на +5,000

СНИП 52-101-2003

Плита. Оболочка

Бетон: В30
Арматура: прокатная: А400С

АРМАТУРА : поперечная: В500

$$\text{Ц.т.: } a_1 = 4, a_2 = 4 \text{ (см)}$$
$$\text{Ch. 1. } \alpha_3 = 0, \alpha_4 = 0 \text{ (CM)}$$

Армирование плиты без учёта трещиностойкости

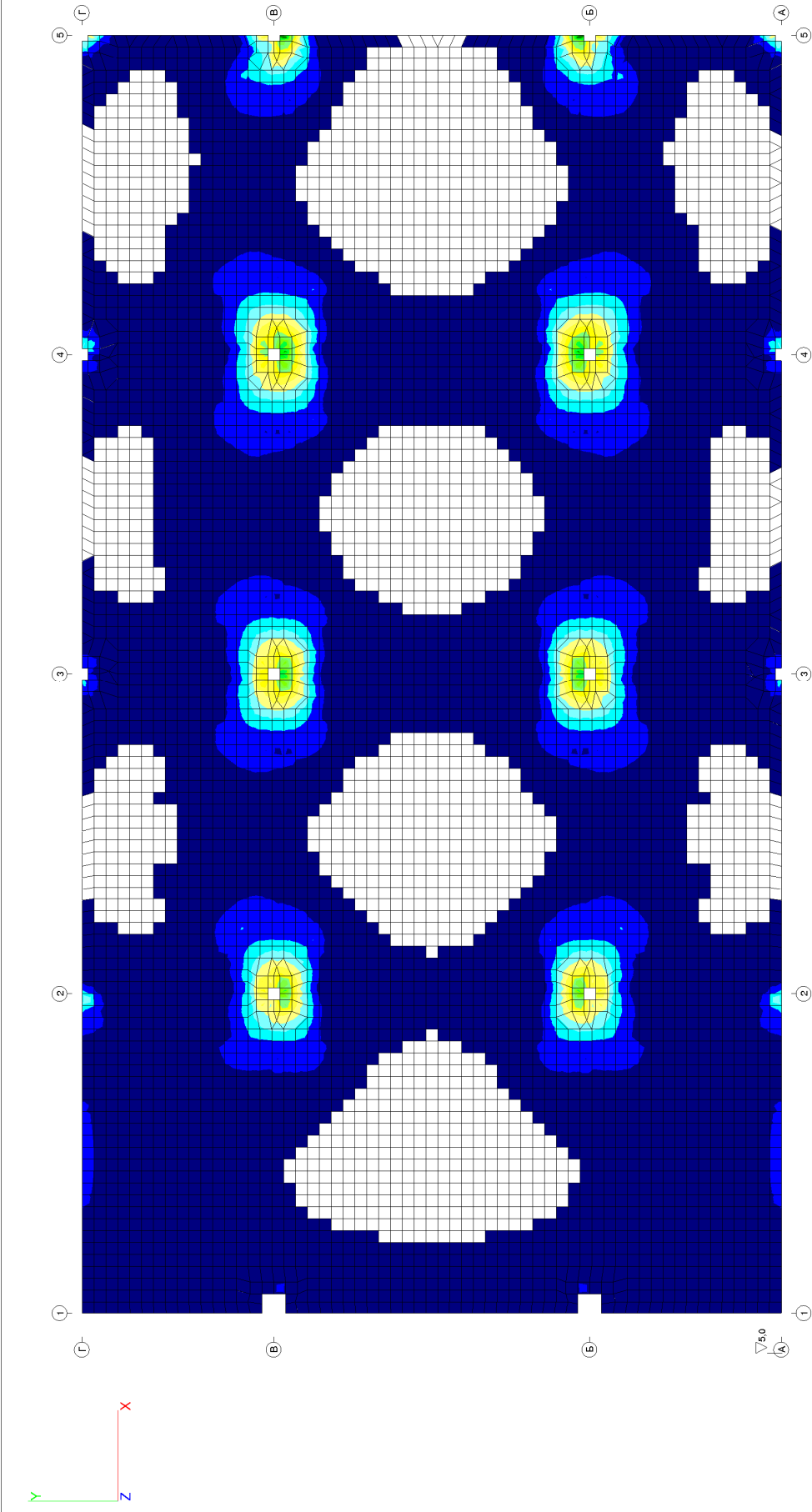
Техническое заключение

Поверочный расчёт конструкций паркинга

Лист

23

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS4 Верхняя по Y (см²/м)



Structure CAD® 11.3

Организация
Объект
Проект



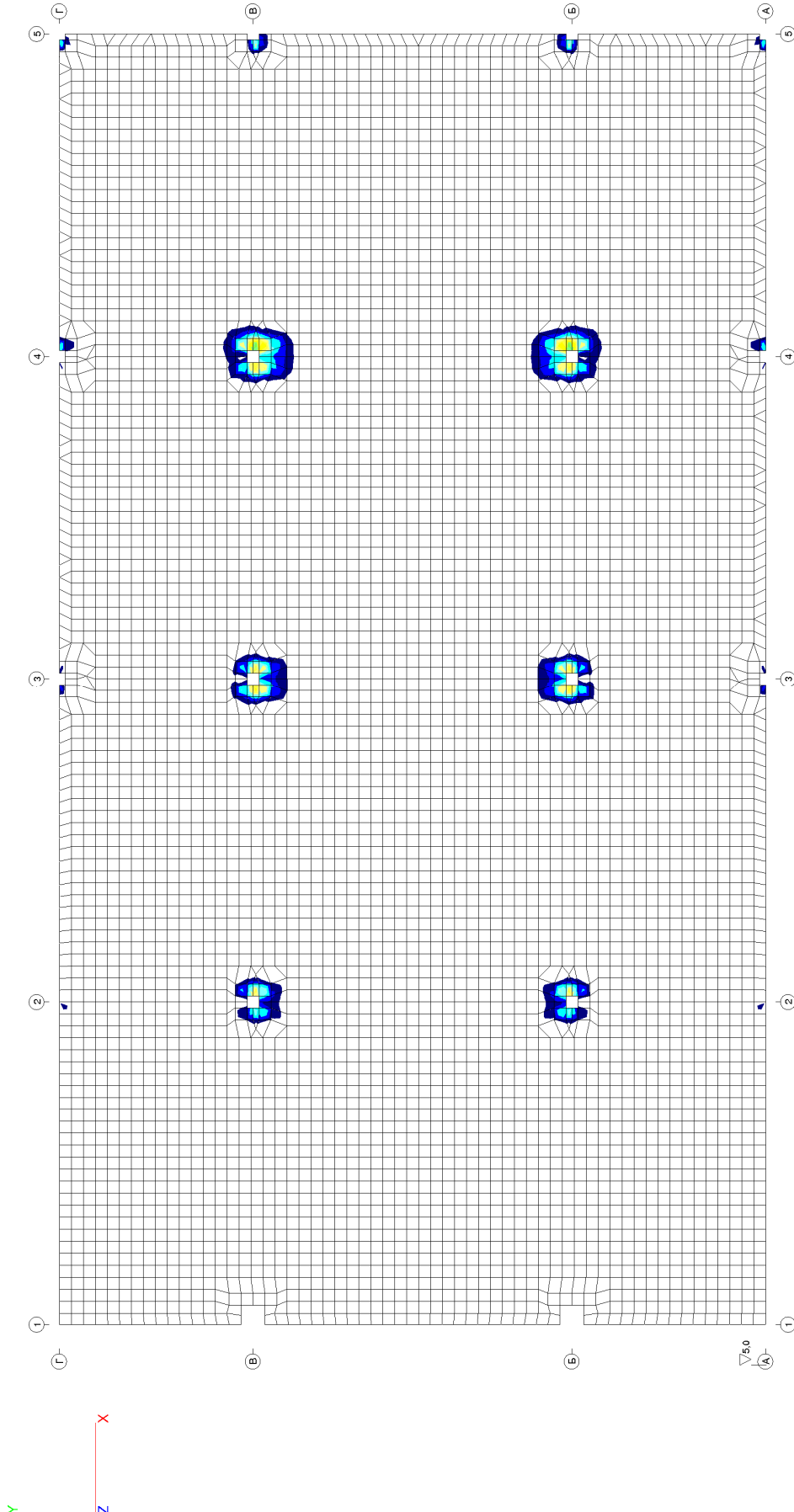
Группа армирования : 1 - плита на +5,000
СНиП 52-101-2003
Плита. Оболочка
Бетон: В30
АРМАТУРА : продольная: А400С
АРМАТУРА : поперечная: В500
Ц.т. : a1 = 4, a2 = 4 (см)
Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)

5d8 (1,69)	5d20 (13,49)
5d10 (3,37)	5d20 (15,17)
5d12 (5,06)	5d22 (16,86)
5d14 (6,74)	5d22 (18,54)
5d16 (8,43)	5d25 (20,23)
5d18 (10,11)	5d25 (21,92)
5d18 (11,8)	5d25 (23,6)

Армирование плиты без учёта трещиностойкости

Инв. № подл.	
--------------	--

Файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS2 Верхняя по X (см²/м)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Группа армирования : 1 - плита на +5,000

СНИП 52-101-2003

Бетон: В30

АРМАТУРА :продольная: А400С

АРМАТУРА :поперечная: B500

$$\text{Ц.т.: } a_1 = 4, a_2 = 4 \text{ (см)}$$
$$\text{Ц.т.: } a_3 = 0, a_4 = 0 \text{ (см)}$$

Зоны дополнительного армирования (без учёта ширины раскрытия трещин)

Техническое заключение

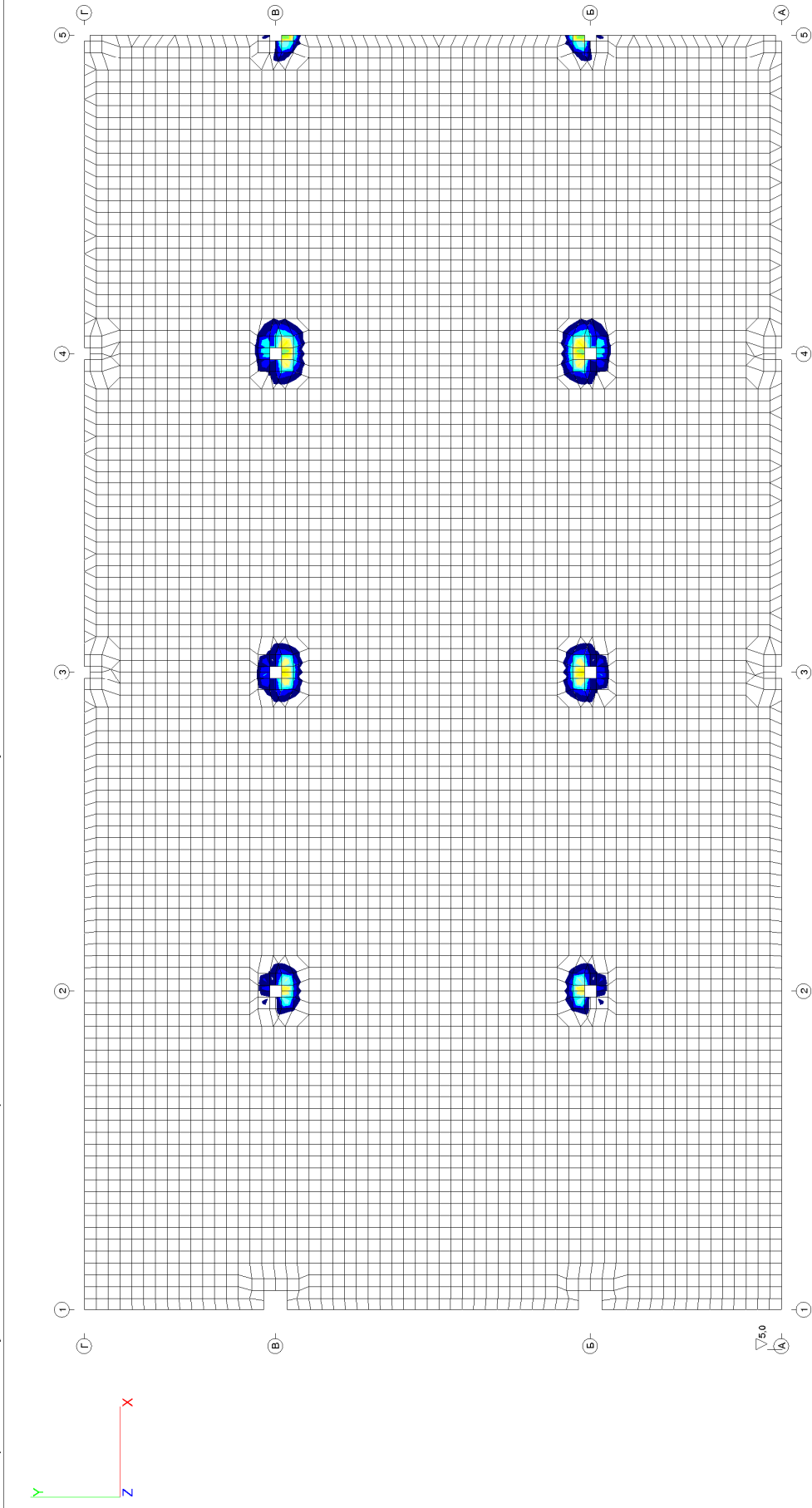
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Лист

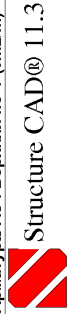
25

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS4 Верхняя по Y (см2/м)



Организация	
Объект	
Проект	



Группа армирования : 1 - плита на +5,000
 СНиП 52-101-2003
 Плита. Оболочка
 Бетон: В30
 АРМАТУРА продольная: А400С
 АРМАТУРА поперечная: В500
 Ц.т. : a1 = 4, a2 = 4 (см)
 Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)

5d16 (10,0)	+4d15 (17,56)
+1d16 (11,51)	+5d15 (19,07)
+2d16 (13,02)	+6d15 (20,58)
+3d16 (14,53)	+7d15 (22,09)
+4d16 (16,05)	+7d15 (23,6)

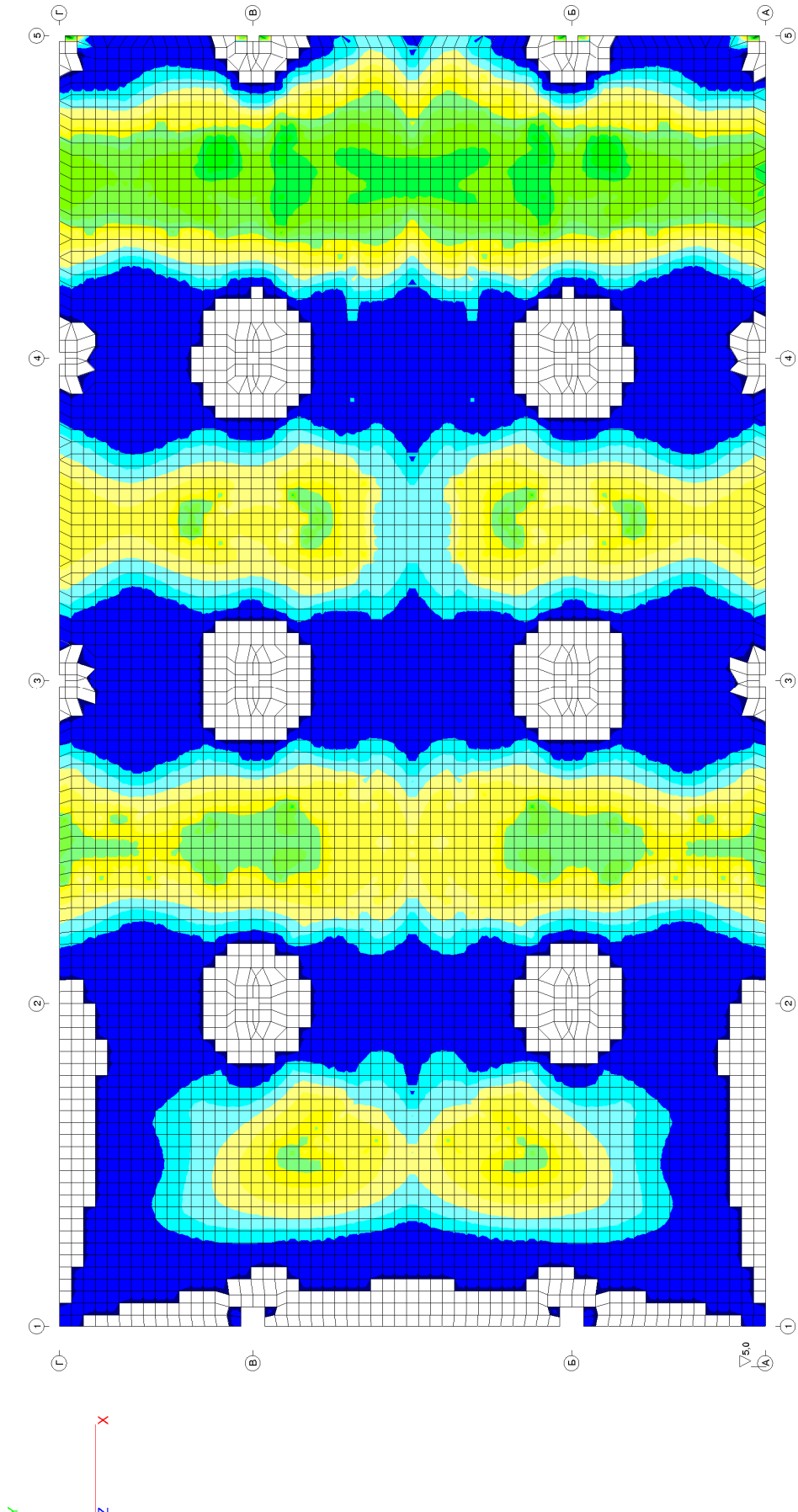
Зоны дополнительного армирования (без учёта ширины раскрытия трещин)

Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата

Техническое заключение
 Поверочный расчёт конструкций паркинга

Инв. № подл.	
--------------	--

райл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура АS1 Нижняя по X (см²/м)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Color Name	Value
5d6	(0,6)
5d6	(1,21)
5d8	(1,81)
5d8	(2,41)
5d10	(3,01)
5d10	(3,62)
5d12	(4,22)
5d12	(4,82)
5d12	(5,42)
5d14	(6,03)
5d14	(6,63)
5d14	(7,23)
5d16	(7,83)
5d16	(8,44)



Група армирования : 1 - плита на +5,000

CHMP 52-101-2003

Плита. Оболочка

Бетон: В30
АРМАТУРА : продольная: А400С

/чет трещиностойкости. $D = 16 \text{ мм}$

АРМАТУРА :поперечная: B500

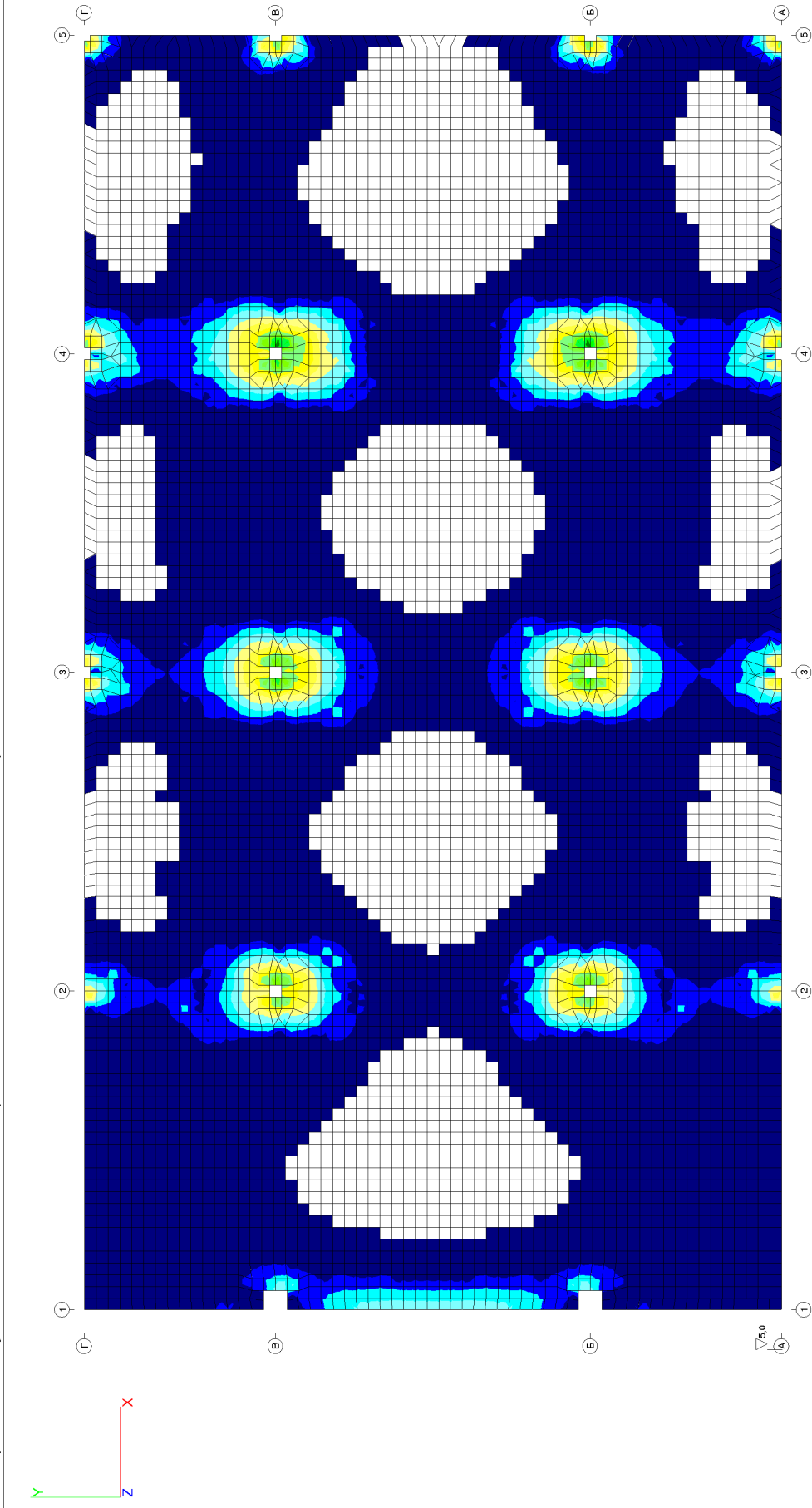
$$\begin{aligned} \text{I.T.: } a_1 &= 4, a_2 = 4 \text{ (cm)} \\ \text{I.T.: } a_3 &= 0, a_4 = 0 \text{ (cm)} \end{aligned}$$

Армирование плиты перекрытия с учётом допустимого раскрытия трещин

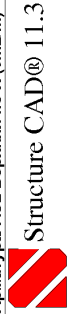
Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Лист
27

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS2 Верхняя по X (см2/м)



Организация	
Объект	
Проект	



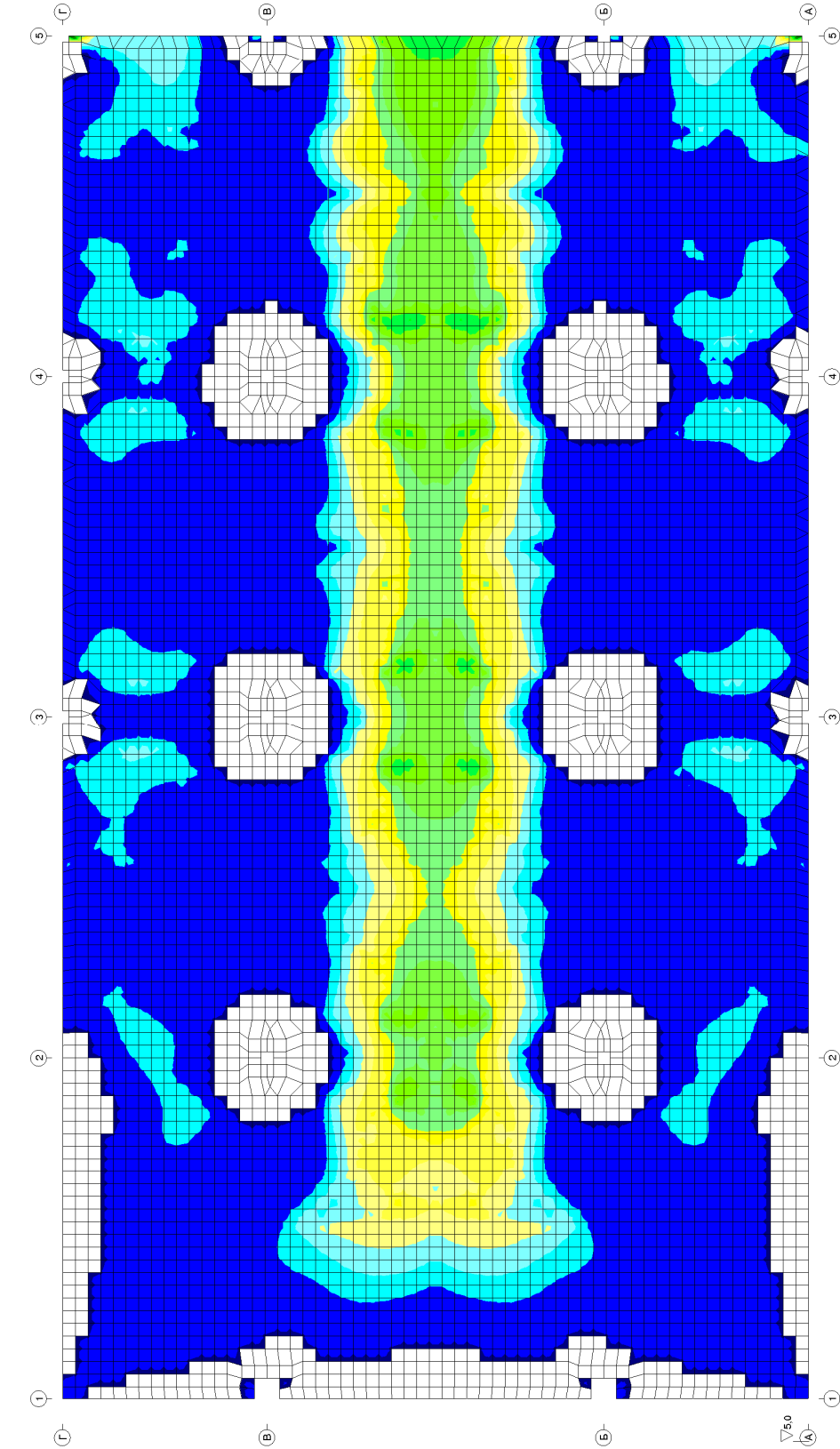
5d8 (1,89)	5d20 (15,09)
5d10 (3,77)	5d22 (16,97)
5d14 (5,66)	5d22 (18,86)
5d14 (7,54)	5d25 (20,75)
5d16 (9,43)	5d25 (22,63)
5d18 (11,32)	5d25 (24,52)
5d20 (13,2)	5d28 (26,4)

Группа армирования : 1 - плита на +5,000
СНиП 52-101-2003
Плита. Оболочка
Бетон: В30
АРМАТУРА : продольная: А400С
Учет трещиностойкости, D = 16 мм
АРМАТУРА : поперечная: В500
Ц.т. : a1 = 4, a2 = 4 (см)
Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)

Армирование плиты перекрытия с учётом допустимого раскрытия трещин

Инв. № подл.	
--------------	--

Файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



 Crestations CAD® 11.3

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	

Группа армирования: 1 - плита на +5,000

Плита, Оболочка

Бетон: В30

Учет трещиностойкости. $D = 16 \text{ мм}$

АРМАТУРА :поперечная: В:

$$\text{U.T.: } a_3 = 0, a_4 = 0 \text{ (cm)}$$

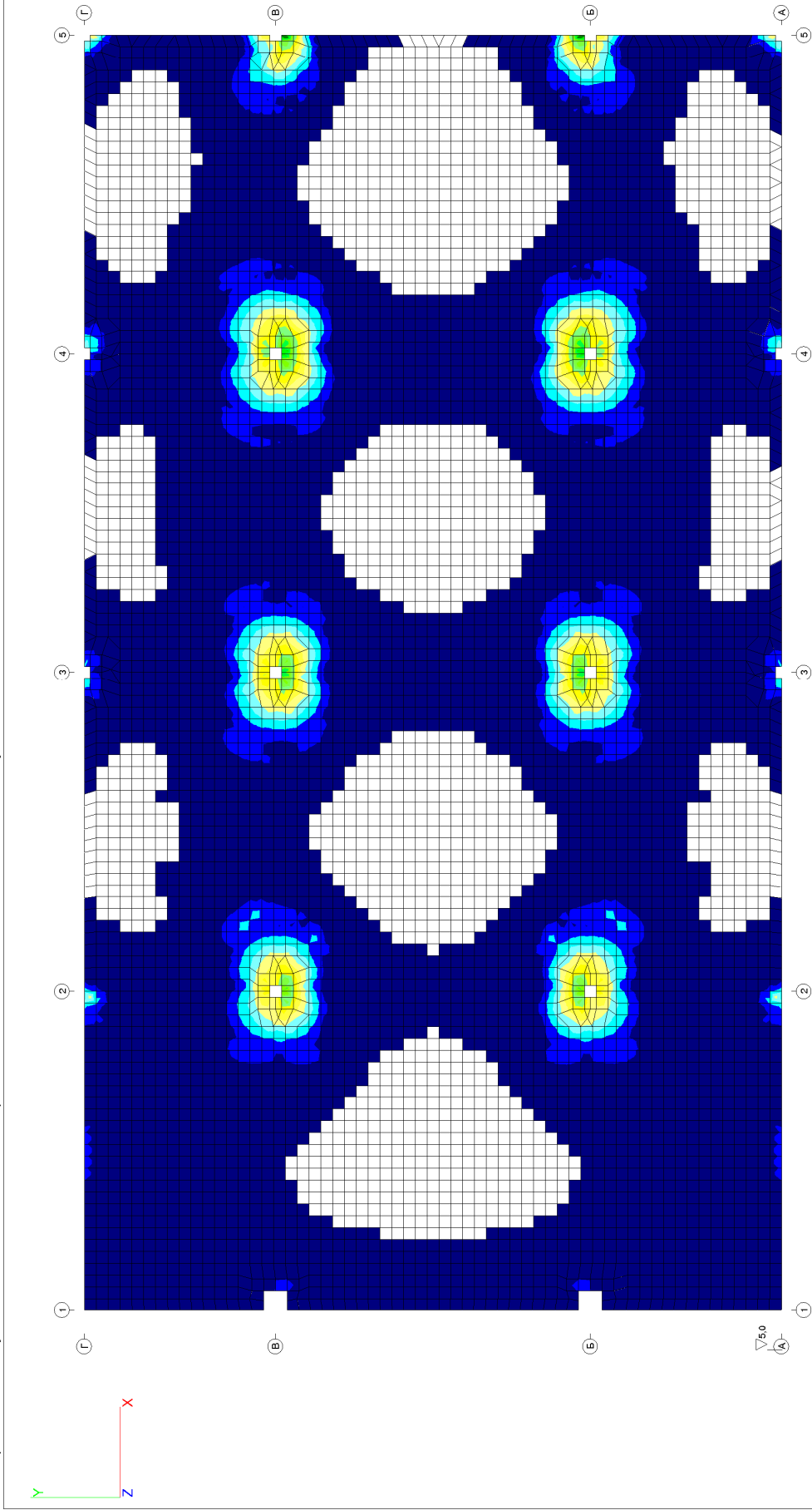
Армирование плиты перекрытия с учётом допустимого раскрытия трещин

*Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга*

Луст

29

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS4 Верхняя по Y (см2/м)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



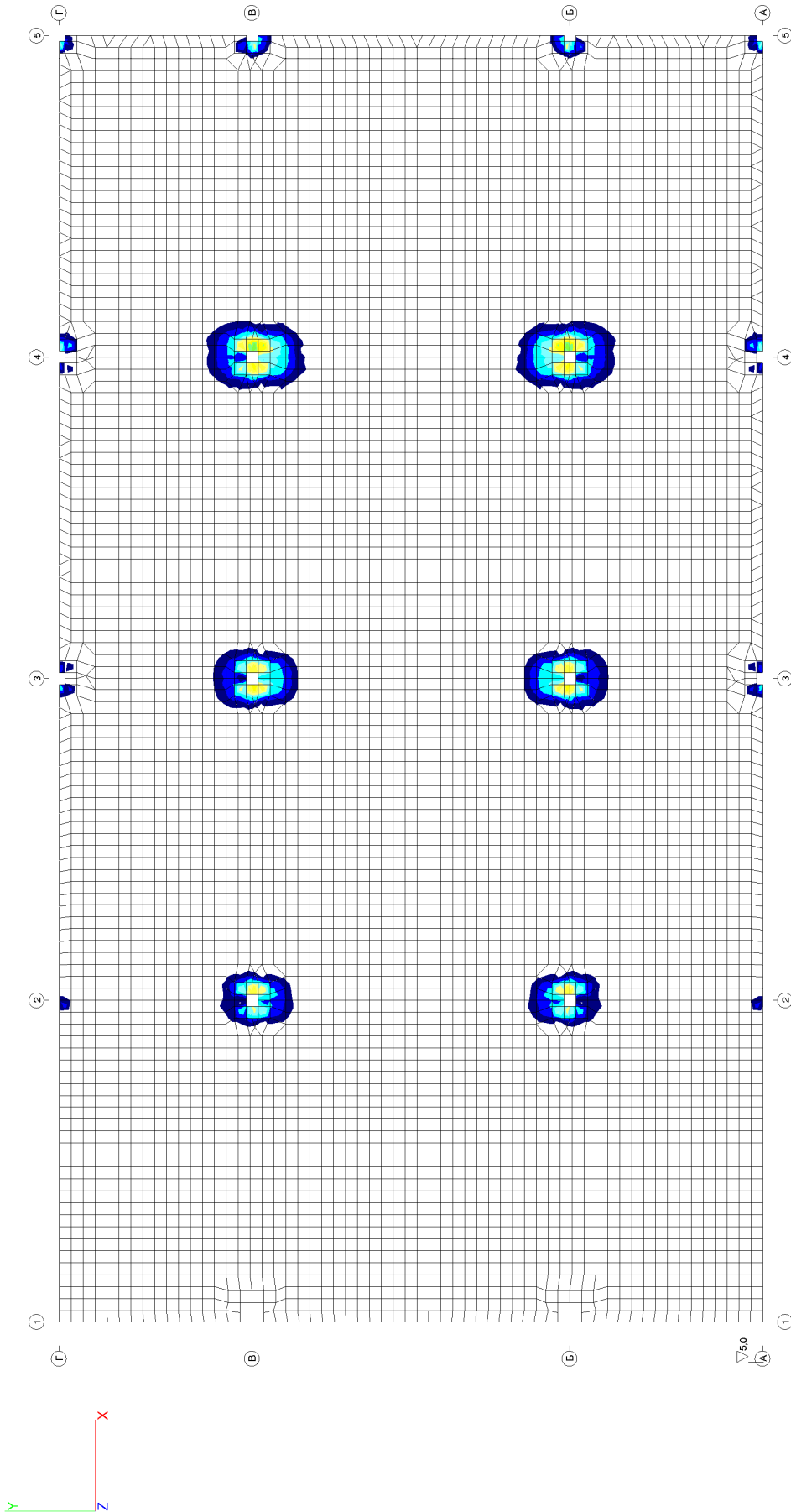
5d8 (1,91)	5d20 (15,26)
5d10 (3,81)	5d22 (17,16)
5d14 (5,72)	5d25 (19,07)
5d14 (7,63)	5d25 (20,98)
5d16 (9,54)	5d25 (22,89)
5d18 (11,44)	5d28 (24,79)
5d20 (13,35)	5d28 (26,7)

Группа армирования : 1 - плита на +5,000
СНиП 52-101-2003
Плита. Оболочка
Бетон: В30
АРМАТУРА : продольная: А400С
Учет трещиностойкости, D = 16 мм
АРМАТУРА : поперечная: В500
Ц.т. : a1 = 4, a2 = 4 (см)
Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)

Армирование плиты перекрытия с учётом допустимого раскрытия трещин

Инв. № подл.	
--------------	--

Файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS2 Верхняя по X (см²/м)

Structure CAD® 11.3

Организация	
Объект	
Проект	



Группа армирования : 1 - плита на +5,000

СНИП 52-101-2003

Бетон: В30

АРМАТУРА :продольная: А400С

Учет трещиностойкости. $D = 16 \text{ мм}$

АРМАТУРА :поперечная: В500

U.T.: $a_1 = 4, a_2 = 4 \text{ (cm)}$

$$\underline{\underline{U}}_{\text{т.т.}} : a_3 = 0, a_4 = 0 \text{ (см)}$$

Зоны дополнительного армирования (с учётом допустимой ширины раскрытия трещин)

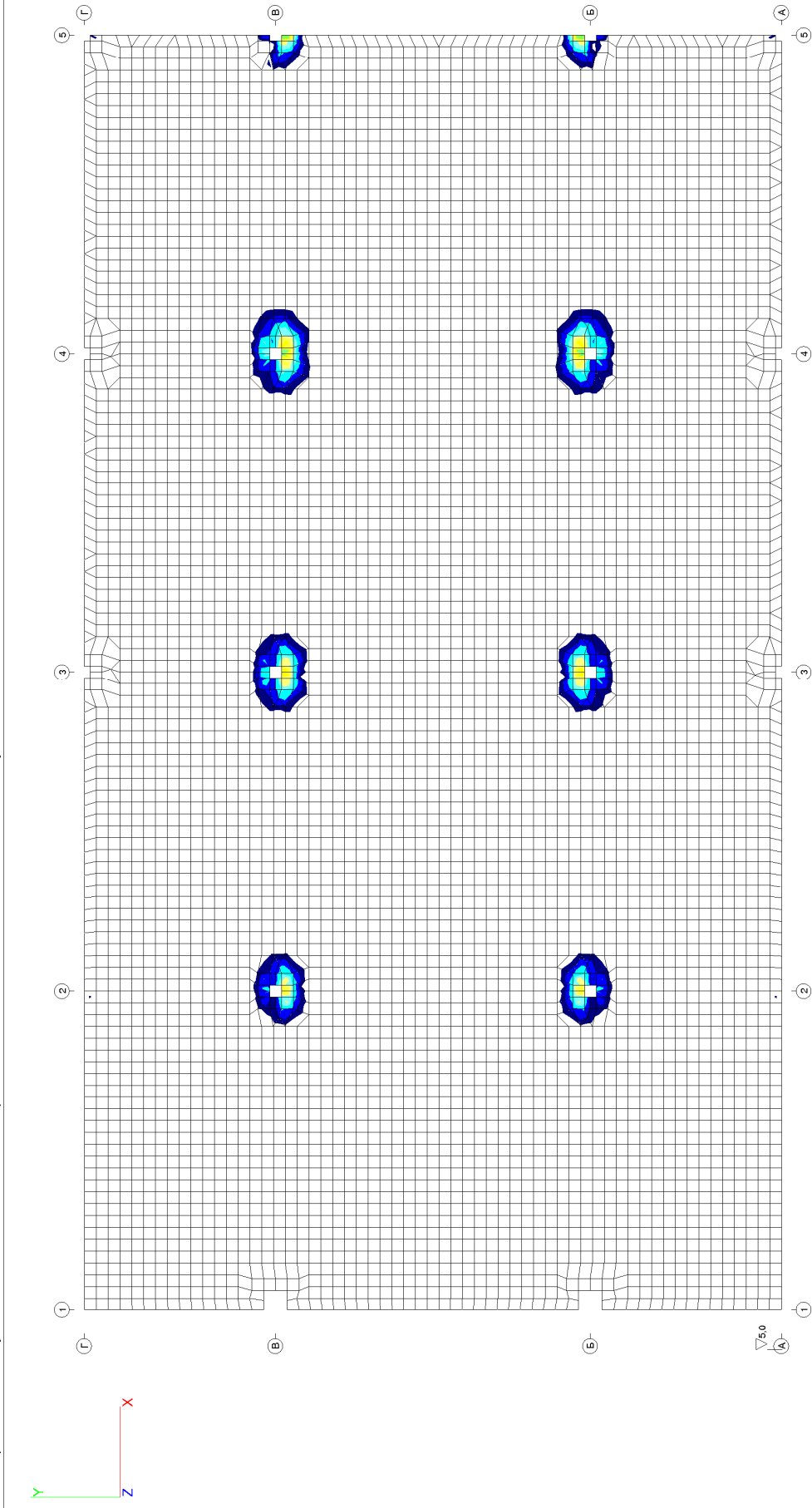
Техническое заключение
Поверочный расчёт конструкций паркинга

Лист
31

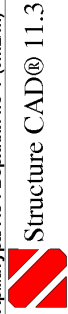
Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата

файл проекта : Z:\документы\2010-06-11 Токсово паркинг\2010-06-12 ПАРКОВКА сниженный модуль.SPR



Арматура AS4 Верхняя по Y (см2/м)



Организация	
Объект	
Проект	



5d16 (10,0)	+5d15 (19,28)
+1d16 (11,86)	+6d15 (21,13)
+2d16 (13,71)	+7d15 (22,99)
+3d16 (15,57)	+8d15 (24,84)
+4d16 (17,42)	+9d15 (26,7)

Группа армирования : 1 - плита на +5,000
СНиП 52-101-2003
Плита. Оболочка
Бетон: В30
АРМАТУРА продольная: А400С
Учет трещиностойкости: D = 16 мм
АРМАТУРА поперечная: В500
Ц.т. : a1 = 4, a2 = 4 (см)
Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)

Зоны дополнительного армирования (с учётом допустимой ширины раскрытия трещин)

Приложение 4. Расчёт колонны 1 этажа в осях В/4

Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 0,95$

Длина элемента 2,3 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости XoY 0,54

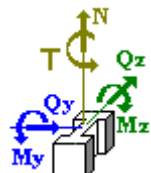
Коэффициент расчетной длины в плоскости XoZ 0,54

Случайный эксцентриситет по Z 10 мм

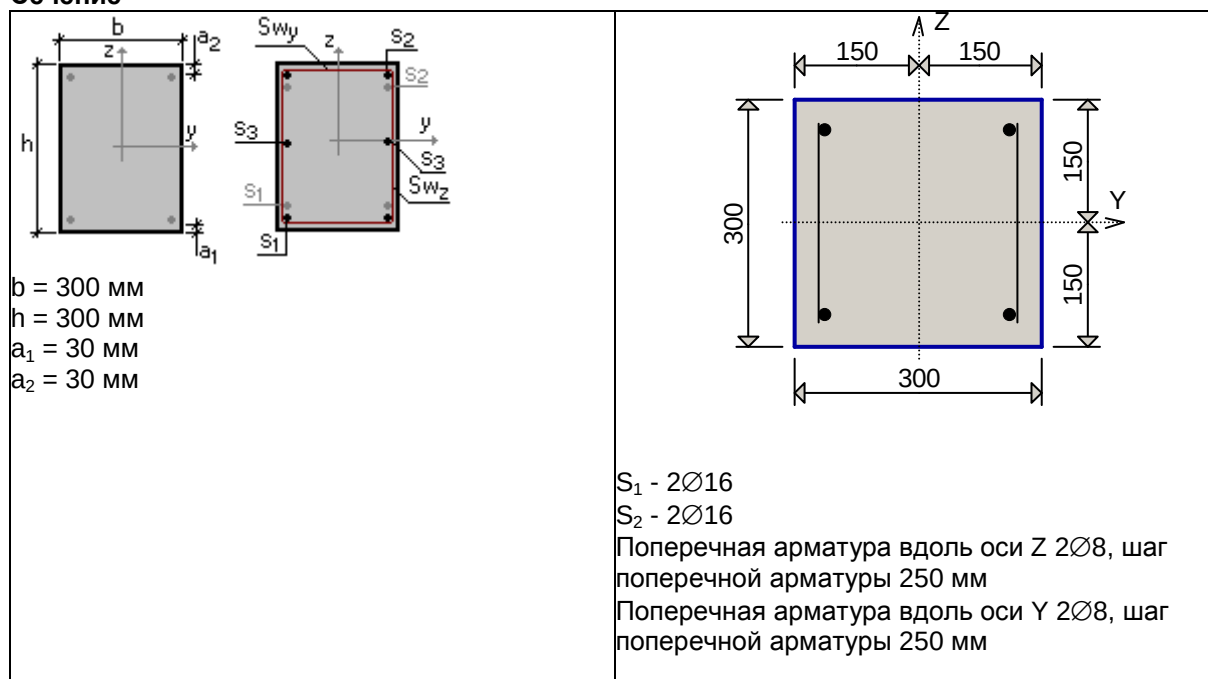
Случайный эксцентриситет по Y 10 мм

Конструкция статически неопределимая

Предельная гибкость - 120



Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В30

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия $\gamma_{b1} 0,9$

Результирующий коэффициент без γ_{b1} 1

Трещиностойкость

Ограниченная ширина раскрытия трещин

Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие 0,4 мм

Продолжительное раскрытие 0,3 мм

Инв. №	Взам. инв. №	Подл. и дата					Техническое заключение Повторный расчёт конструкций паркинга		Лист
Инв. № подл.			Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	33

Результаты расчета по комбинациям загрузений

$N = -92,615 \text{ Т}$

$M_y = 1,735 \cdot 10^{-16} \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,471 \text{ Т}$

$M_z = -5,19 \cdot 10^{-16} \text{ Т*м}$

$Q_y = 0,995 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,817

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,519
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,574
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,39
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,025
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,106
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,574 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -83,352 \text{ Т}$

$M_y = 1,251 \cdot 10^{-16} \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,383 \text{ Т}$

$M_z = -5,51 \cdot 10^{-16} \text{ Т*м}$

$Q_y = 1,105 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,797

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,467
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,516
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,351
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,022
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,028
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,116
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,516 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -91,57 \text{ Т}$

$M_y = 1,787 \cdot 10^{-16} \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,481 \text{ Т}$

$M_z = -5,098 \cdot 10^{-16} \text{ Т*м}$

$Q_y = 0,942 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,836

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,513
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,567

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Техническое заключение		Лист
									Поверочный расчёт конструкций паркинга		34
			Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата			

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,386
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,024
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,1
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,567 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -92,305 \text{ Т}$

$M_y = 0,589 \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,471 \text{ Т}$

$M_z = -1,244 \text{ Т*м}$

$Q_y = 0,995 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,817

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,517
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,586
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,393
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,025
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,106
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,586 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -83,043 \text{ Т}$

$M_y = 0,478 \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,383 \text{ Т}$

$M_z = -1,381 \text{ Т*м}$

$Q_y = 1,105 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,796

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,465
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,541
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,358
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,022
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,028
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,116
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Взам. инв. №	Подл. и дата	Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования			
		п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,465			
		п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,541			
		п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,358			
		п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i>14$	0,022			
		п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,028			
		п. 6.2.34, пп. 3.52,3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,116			
		п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12			
		п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12			
Инв. № подл.						Лист	
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга	35

Техническое заключение
 Поверочный расчёт конструкций паркинга

Коэффициент использования 0,541 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -91,261 \text{ Т}$
 $M_y = 0,601 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0,481 \text{ Т}$
 $M_z = -1,177 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 0,942 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,835

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,511
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,577
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,388
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,024
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,1
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,577 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -84,862 \text{ Т}$
 $M_y = 0,954 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0,382 \text{ Т}$
 $M_z = -2,864 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 1,146 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,778

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,476
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,638
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,4
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,022
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,029
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,121
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,638 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -76,067 \text{ Т}$
 $M_y = 1,113 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0,445 \text{ Т}$
 $M_z = -1,491 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 0,596 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 1

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,426
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,516

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подл. и дата							Лист	
Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга				36

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,339
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,022
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,015
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,062
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,516 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -92,71 \text{ Т}$

$M_y = 1,17 \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,468 \text{ Т}$

$M_z = -2,628 \text{ Т*м}$

$Q_y = 1,051 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,797

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,52
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,67
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,428
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,026
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,112
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Коэффициент использования 0,67 - Прочность по предельному моменту сечения

$N = -82,734 \text{ Т}$

$M_y = 0,956 \text{ Т*м}$

$Q_z = 0,383 \text{ Т}$

$M_z = -2,762 \text{ Т*м}$

$Q_y = 1,105 \text{ Т}$

$T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,795

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,464
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,621
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,39
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,022
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,028
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,116
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12

Взам. инв. №	Подл. и дата	Проверено по СНиП	Проверка	коэффициент использования			
		п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,464			
		п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,621			
		п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,39			
		п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i>14$	0,022			
		п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,028			
		п. 6.2.34, пп. 3.52,3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,116			
		п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoY	0,12			
		п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости XoZ	0,12			
Инв. № подл.						Лист	
							37
Изм.	№уч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга	

Техническое заключение
 Поверочный расчёт конструкций паркинга

Коэффициент использования 0,621 - Прочность по предельному моменту сечения

N = -90,951 Т
 $M_y = 1,201 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0,481 \text{ Т}$
 $M_z = -2,354 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 0,942 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,835

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,51
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,646
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,416
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,024
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,1
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости ХоУ	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости ХоZ	0,12

Коэффициент использования 0,646 - Прочность по предельному моменту сечения

N = -91,996 Т
 $M_y = 1,178 \text{ Т*м}$
 $Q_z = 0,471 \text{ Т}$
 $M_z = -2,487 \text{ Т*м}$
 $Q_y = 0,995 \text{ Т}$
 $T = 0 \text{ Т*м}$

Коэффициент длительной части 0,816

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,516
п.п. 6.2.25, 6.2.31	Прочность по предельному моменту сечения	0,658
п.п. 6.2.21-6.2.31	Деформации в сжатом бетоне	0,422
п. 6.2.16	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,025
п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,025
п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия	Прочность по наклонному сечению	0,106
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости ХоУ	0,12
п.8.2.2	Предельная гибкость в плоскости ХоZ	0,12

Коэффициент использования 0,658 - Прочность по предельному моменту сечения

Коэффициент использования по всему пакету комбинаций 0,67 - Прочность по предельному моменту сечения

Коэффициент длительной части 0
 Коэффициент надежности по нагрузке 1

Отчет сформирован программой **АРБАТ**, версия: 11.3.1.1 от 19.03.2010

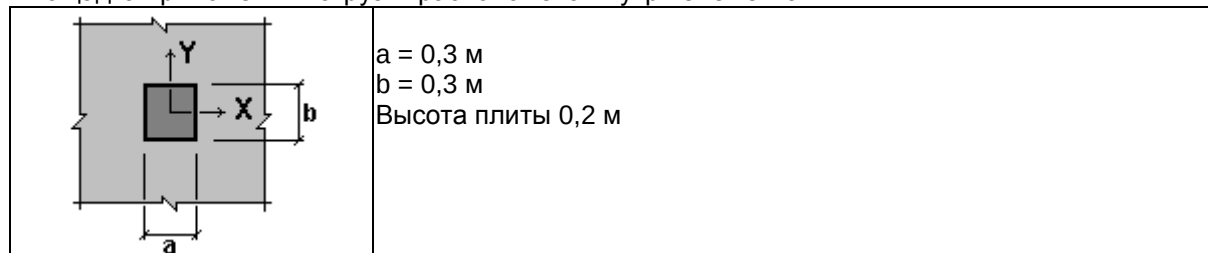
Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	11.8.2.2			Предельная толщина в плоскости X0Z			0,12							
			Коэффициент использования 0,658 - Прочность по предельному моменту сечения													
			Коэффициент использования по всему пакету комбинаций 0,67 - Прочность по предельному моменту сечения													
			Коэффициент длительной части 0													
			Коэффициент надежности по нагрузке 1													
			Отчет сформирован программой АРБАТ , версия: 11.3.1.1 от 19.03.2010													
									Техническое заключение Поверочный расчёт конструкций паркинга						Лист 38	
			Изм. №уч. Лист №док Подпись Дата													

Приложение 5. Расчёт на продавливание плиты перекрытия

Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)

Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 0,95$

Площадка приложения нагрузки расположена внутри элемента



Бетон

Вид бетона: Тяжелый

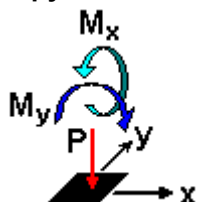
Класс бетона: В30

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия $\gamma_{b1} 0,9$

Результирующий коэффициент без $\gamma_{b1} 1$

Нагрузки



	P	M_x	M_y
	T	T*м	T*м
1	48,7	0	0

Результаты расчета по комбинациям загрузжений

$P = 48,7 \text{ Т}$

$M_x = 0 \text{ Т*м}$

$M_y = 0 \text{ Т*м}$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 6.2.47 СП	прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы	1,269

Коэффициент использования 1,269 - прочность на продавливание бетонного элемента при действии сосредоточенной силы

Отчет сформирован программой АРБАТ, версия: 11.3.1.1 от 19.03.2010

Инв. №	Взам. инв. №
подл.	Подл. и дата
Инв. № подл.	

Изм.	№уч.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Техническое заключение	Лист
						Поверочный расчёт конструкций паркинга	39