

ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПОДБОРУ ТОЛЩИНЫ И
АРМИРОВАНИЯ
БЕТОННОЙ СТЯЖКИ, УСТРОЕННОЙ
ПО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ ПЛИТАМ
ФЛОР БАТТС И ФЛОР БАТТС И**

ШИФР М 34.01/03

МОСКВА 2004

Содержание

Введение.....	3
1. Рекомендации по результатам расчета.....	4
2. Пояснительная записка.....	8
3. Приложение.....	13

Отделом конструкций ОАО "ЦНИИПромзданий" разработаны рекомендации по подбору толщины и армирования бетонной стяжки, устроенной по теплоизоляционным плитам "Флор Баттс" и "Флор Баттс И".

Работа выполнялась в соответствии с Договором №М34.61/03 от 30.07.2003 по заказу ЗАО "Минеральная Вата" в сентябре - октябре 2001 года.

Рекомендации предусмотрены для плит "Флор Баттс" и "Флор Баттс И" производства ЗАО "Минеральная Вата".

Рекомендации разрабатывались при следующих исходных данных:

- рассмотренные толщины бетонных стяжек составляли 60, 80, 100, 120 и 140 мм;

- величины нагрузок принимались по СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия", а также в соответствии с Техническим заданием;

- для минераловатных плит приняты следующие предельно допустимые величины нагрузок:

- для плит Флор Баттс - 17 кПа

- для плит Флор Баттс И - 30 кПа;

- другие физико-механические показатели минераловатных плит Флор Баттс и Флор Баттс И приняты по Техническому Свидетельству № ТС-07-0698-03;

- в соответствии с техническим заданием, расчеты выполнялись только для одной толщины теплоизоляции для обоих продуктов - 100 мм; упругие характеристики для плит с указанной толщиной принимались по графику, приведенному в техническом задании.

При разработке рекомендаций выполнены следующие расчеты:

- расчет бетонных полов на комбинацию равномерно распределенных нормативных нагрузок (по табл. 3 СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия")

- распределенными нагрузками;

- расчет бетонных полов на сосредоточенные нагрузки, а также их комбинации;

- расчет бетонных полов на нагрузки от автомобильного транспорта для легковых автомобилей (Флор Баттс) и для грузового порожнего транспорта (Флор Баттс И).

Результаты расчетов выполнены в виде таблиц, форма составления которых была согласована с Заказчиком.

1. Рекомендации по результатам расчетов

1.1. При действии на бетонную стяжку линейно распределенной нагрузки (например, вес перегородок) толщину стяжки, а также ее армирование рекомендуется определять согласно табл. 1.

Таблица 1

Толщина стяжки, мм	Армирование (Ø, класс/шаг), мм	Максимально допустимая нагрузка, кг/м, P	Минимальное расстояние между нагрузками, м, l_{min}
60	-	440	3.0
80	-	620	4.0
100	-	800	4.5
"	Ø5BpI/200	1170	"
"	Ø6AIII/200	1450	"
120	-	970	5.0
"	Ø5BpI/200	1240	"
"	Ø6AIII/200	1540	"
"	Ø6AIII/150	2040	"
140	-	1160	5.5
"	Ø5BpI/200	1360	"
"	Ø6AIII/200	1690	"
"	Ø6AIII/150	2250	"

Примечания к табл. 1

1. При ширине опирания линейно распределенной нагрузки, превышающей 20 см табличные значения нагрузок P можно увеличить на 10%.
2. Если расстояние между линейно распределенными нагрузками l меньше l_{min} , но не менее $l_{min}/3$, табличные значения нагрузок можно увеличить путем умножения на коэффициент 1,3 - 0,3 l/l_{min} . При $l < l_{min}/3$ следует выполнять расчет стяжки как плиты на упругом основании.
3. Допускается использовать иное армирование, чем указанное в табл. 1; при этом нагрузку P следует принимать равной

$$P_{табл} (RsAs)_{факт} / (RsAs)_{табл} ,$$

где $(RsAs)_{факт}$ - предельное усилие в принятой арматуре на единицу длины;

$P_{табл}$ и $(RsAs)_{табл}$ - табличное значение нагрузки и соответствующее ей предельное усилие в арматуре, но не более максимальной нагрузки для данной толщины стяжки.

4. Расположение арматуры по толщине стяжки - см. рис. 1

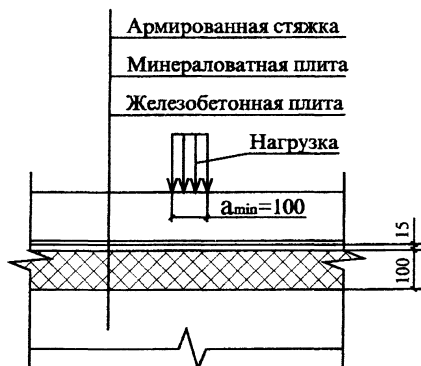


Рис.1

1.2. При действии на бетонную стяжку сосредоточенных нагрузок от стационарного оборудования толщину стяжки, а также ее армирование рекомендуется определять согласно табл. 2.

Таблица 2

Толщина стяжки, мм	Армирование (Ø, класс/шаг), мм	Максимально допустимая сосредоточенная нагрузка, кг, при минимальных расстояниях между грузами, м				
		0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
60	-	200	300	330	330	300
80	-	300	480	550	550	540
100	-	400	700	810	830	800
"	Ø5ВрI/200	500	900/1020	1180	1220	1160
"	Ø6АIII/200	580/750	900/1270	1470	1510	1440
120	-	570	940	1120	1170	1300
"	Ø5ВрI/200	610	940/1220	1440	1500	1450
"	Ø6АIII/200	610/910	940/1520	1660/1790	1870	1800
"	Ø6АIII/150	610/1050	940/1610	1660/2380	2240/2485	2400
140	-	630/760	970/1230	1490	1570	1530
"	Ø5ВрI/200	630/880	970/1410	1670/2140	1790	1740
"	Ø6АIII/200	630/1100	970/1640	1670/2660	2214	2150
"	Ø6АIII/150	"	"	1670/2950	2580/2960	2910
"	8АIII/200	"	"	"	2580/3770	3280/3670
"	10АIII/200	"	"	"	"	3280/5660

Примечания к табл. 2

1. Значение нагрузок слева от черты принимаются при плитах Флор Баттс, а справа от черты - при плитах Флор Баттс И.
2. Табличные значения нагрузок получены при размерах опорной площадки 10х10 см. При размерах грузовых площадок, превышающих в обоих направлениях 20 см, табличные значения нагрузок можно увеличить на 30%.

3. Допускается использовать иное армирование, чем указанное в табл. 2; при этом нагрузку P следует принимать равной

$$P_{\text{табл}}(RsAs)_{\text{факт}}/(RsAs)_{\text{табл}},$$

где $(RsAs)_{\text{факт}}$ - предельное усилие в принятой арматуре на единицу длины;

$P_{\text{табл}}$ и $(RsAs)_{\text{табл}}$ - табличное значение нагрузки и соответствующее ей предельное усилие в арматуре, но не более максимальной нагрузки для данной толщины стяжки.

4. Расположение арматуры по толщине стяжки - см. рис. 1

1.3. При действии на бетонную стяжку нагрузки от легковых автомобилей и от грузового порожнего транспорта толщину стяжки, а также ее армирование рекомендуется определять по табл. 3 и 4.

Для легковых и грузовых 2-х осных автомобилей

Таблица 3

Толщина стяжки, мм	Армирование (Ø, класс/шаг), мм	Максимально допустимая нагрузка, на одно колесо, кг	Минимальная площадь следа колеса, см ²
60	-	500	300
70	-	700	400
80	-	960	"
100	-	1390	"
120	-	1880	"
140	-	2620	600
140	Ø 8AIII/200	4220	"
140	Ø 10AIII/200	7030	900
140	Ø 12AIII/200	11350	1600

Для грузовых 3-х и 4-х осных автомобилей

Таблица 4

Толщина стяжки, мм	Армирование (Ø, класс/шаг), мм	Максимально допустимая нагрузка, на одно колесо, кг	Минимальная площадь следа колеса, см ²
100	-	930	400
120	-	1230	400
140	-	1620	400
140	Ø 8AIII/200	2810	600
140	Ø 10AIII/200	4758	900
140	Ø 12AIII/200	7560	1600

Примечания

1. При площади следа колеса, превышающей табличные значения в 2 и более раза допустимую нагрузку можно увеличить на 15%.
2. Допускается использовать иное армирование, чем указанное в табл. 2; при этом нагрузку P следует принимать равной

$$P_{\text{табл}}(R_s A_s)_{\text{факт}} / (R_s A_s)_{\text{табл}},$$

где $(R_s A_s)_{\text{факт}}$ - предельное усилие в принятой арматуре на единицу длины;

$P_{\text{табл}}$ и $(R_s A_s)_{\text{табл}}$ - табличное значение нагрузки и соответствующее ей предельное усилие в арматуре, но не более максимальной нагрузки для данной толщины стяжки.

3. Расположение арматуры по толщине стяжки - см. рис. 1

2. Пояснительная записка

2.1. Данные таблиц 1-4 получены на основании расчетов бетонной стяжки в виде пластины на упругом основании методом конечных элементов с помощью программы "Лира-9".

2.2. За упругое основание принят слой теплоизоляции из плит Флор Баттс и Флор Баттс И. Согласно техническому заданию (см. приложение) толщина теплоизоляции из обоих видов плит принята равной $d = 100 \text{ мм} = 10 \text{ см}$.

Из графика механических показателей имеем:

для Флор Баттс

при напряжении $\sigma = 15 \text{ кН/м}^2 = 0,153 \text{ кг/см}^2$ деформация укорочения $\Delta = 2,38 \text{ мм}$; тогда $\epsilon = \Delta/d = 2,38/100 = 0,0238$, модуль упругости $E = \sigma/\epsilon = 0,153/0,0238 = 6,43 \text{ кг/см}^2$, коэффициент постели $\kappa = E/d = 6,43/10 = 0,643 \text{ кг/см}^3$;

предельное напряжение $R = 17 \text{ кПа} = 0,173 \text{ кг/см}^2$;

для Флор Баттс И

при напряжении $\sigma = 30 \text{ кН/м}^2 = 0,306 \text{ кг/см}^2$ $\Delta = 4,43 \text{ мм}$; тогда $\epsilon = 4,43/100 = 0,0443$, $E = 0,306/0,0443 = 6,9 \text{ кг/см}^2$, $\kappa = 6,9/10 = 0,69 \text{ кг/см}^3$;

предельное напряжение $R = 30 \text{ кПа} = 0,306 \text{ кг/см}^2$;

Расчеты плит при использовании значений $\kappa = 0,64 \text{ кг/см}^3$ и $\kappa = 0,69 \text{ кг/см}^3$ показали весьма незначительное расхождение моментов и прогибов (менее 1%). Поэтому все данные в табл. 1, 2, 3, 4 представлены при одном значении $\kappa = 0,64 \text{ кг/см}^3$.

2.3. В большинстве случаев определяющим допустимые нагрузки был расчет стяжки по прочности на изгиб. При учете наличия в стяжке арматуры проверялась также ширина раскрытия трещин, однако эта ширина нигде не превосходила 0,2 мм.

В некоторых случаях расчета на действие сосредоточенных нагрузок определяющим был расчет на сжатие теплоизоляционных плит. Тогда допустимая нагрузка принималась соответствующей предельному напряжению сжатия в этих плитах, то есть равной

$$P = \frac{100R}{w/10 \cdot E},$$

где w - максимальный прогиб стяжки (см) от силы 100 кг, R и E - см. п. 2. Поэтому в табл. 2 для этих случаев приводятся различные допустимые нагрузки в зависимости от типа этих плит.

Расчет стяжки на продавливание бетона во всех случаях не был определяющим.

2.4. Сосредоточенные и линейно распределенные (полосовые) нагрузки рассматривались как длительные или постоянные, и поэтому при расчетах на эти нагрузки учитывался коэффициент условий работы бетона $\gamma_{b2}=0,9$; при расчетах же нагрузки от автомобильного транспорта учитывался коэффициент $\gamma_{b2}=1,1$. Кроме того, бетонные стяжки рассчитывались с учетом коэффициента $\gamma_{b9}=0,9$.

Для стяжек толщиной 100, 120 и 140 мм предусматривались варианты армирования в виде сеток с ячейками 200х200 и 150х150 мм, укладываемых у нижнего края стяжки.

Согласно указанию пособия к СНиП 2.03.13-88 полы под сосредоточенные нагрузки отнесены к полам IV и V групп, и, следовательно, учитывалось расчетное сопротивление бетона растяжению. Такое же сопротивление учитывалось и при действии полосовой нагрузки. Полы под автомобильные нагрузки отнесены к I группе, для которой, учитывая экономическую ответственность, используются нормативные сопротивления бетона растяжению. При этом, учитывая многократную повторность нагружений, вводится коэффициент условий работы бетона $\gamma_{b1}=0,75$.

Согласно техническому заданию бетон стяжки во всех случаях принят класса В20. При расчете на сосредоточенные и полосовые значения R_{bt} с учетом указанных выше коэффициентов равно $9,18 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 7,43 \text{ кг/см}^2$, а при расчете нагрузки от автомобилей - $R_{bt} \gamma_{b2} \gamma_{b1} = 14,3 \cdot 1,1 \cdot 0,75 = 11,8 \text{ кг кг/см}^2$.

2.5. Поскольку размеры грузовой площадки слабо влияют на определение допустимых нагрузок, данные в таблицах получены при минимально возможных размерах, а именно: для сосредоточенных нагрузок - 10х10 см, для полосовых нагрузок - ширина 10 см; для автомобильных нагрузок - в зависимости от нагрузки на одно колесо, применительно к табл. 3 указанного Пособия к СНиП 2.03.13-88. Однако, как показали сопоставительные расчеты, при существенном превышении этих размеров грузовых площадок допустимая нагрузка может несколько повыситься. Это отражено в примечаниях к табл. 1-4.

2.6. Расчет на сосредоточенные нагрузки проводился при невыгоднейших схемах их расположения, а именно: при минимальных расстояниях между грузами $a \leq 0,7 \text{ м}$ - по рис. 2, при $a \geq 0,7 \text{ м}$ - по рис. 3. При иных схемах расположения грузов и при сохранении минимального расстояния a между какими-либо двумя грузами максимальные моменты будут несколько снижены по сравнению с полученными при приведенных схемах. Моменты в точках приложения грузов у края плиты (согласно

техническому заданию не ближе 50 см) незначительно отличаются от моментов у других грузов, и поэтому всегда учитывался наибольший момент из моментов в точках 1, 2, 3 (см. рис. 2 и 3).

2.7. Расчет на полосовые нагрузки, параллельные друг другу проводился при расстояниях между этими нагрузками примерно равными

$$l = 0,544 \sqrt{\frac{E_b h^3}{k}},$$

где $E_b = 275000 \text{ кг/см}^2$; h - толщина стяжки в см; $k = 0,64 \text{ кг/см}^2$ - коэффициент постели.

При расстояниях между полосовыми нагрузками, превышающими l , моменты практически не меняются. При меньших расстояниях максимальные моменты несколько уменьшаются, что приводит к увеличению допустимых нагрузок. Это нашло отражение в примечании п. 2 к табл. 1.

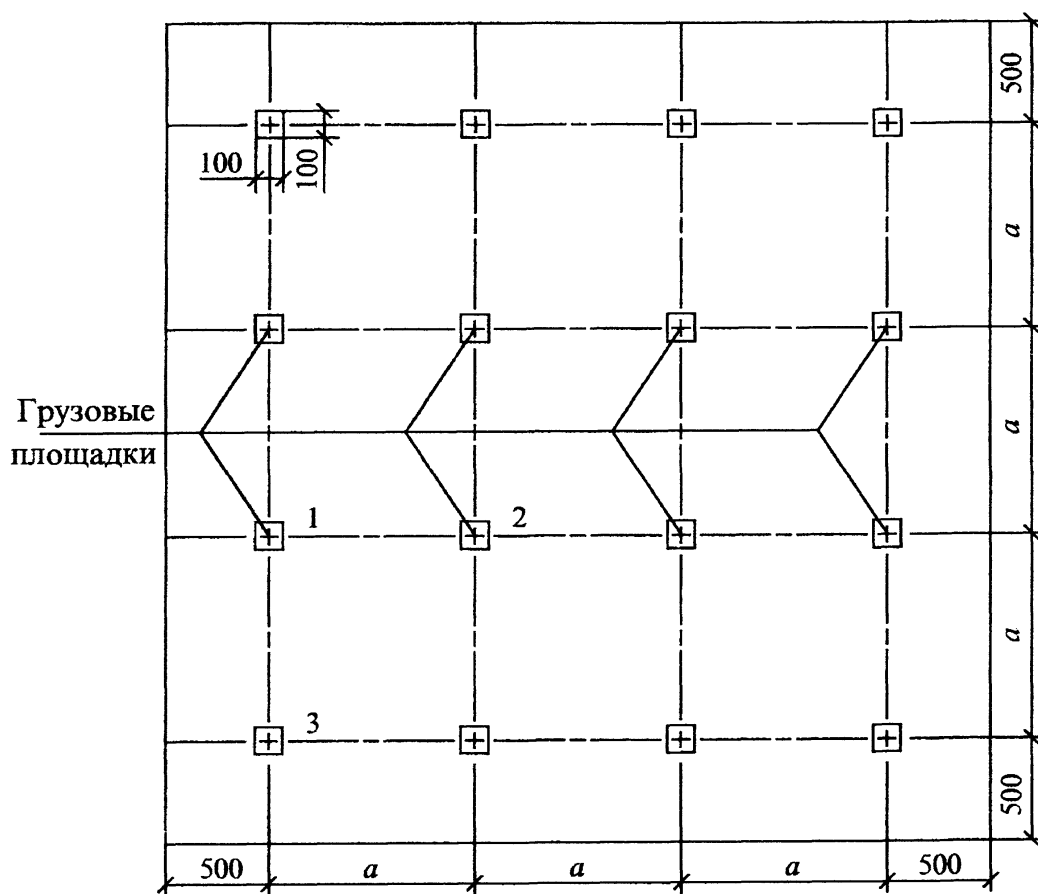
2.8. Нагрузки от легковых автомобилей основаны на данных для автомобилей ГАЗ-31029 и Джип Land Rover Defender (см. приложение) при наиболее сближенном расположении двух автомобилей. При этом учитывалось фактическое расположение колес автомобилей.

Для грузовых автомобилей расчеты проводились согласно рекомендациям указанного в п. 4 Пособия на действие одного груза, равного $1,2P$ - для двухосных машин и $1,8P$ - для 3-х и 4-х осных машин, где P - расчетная нагрузка на одно колесо. Этот груз прикладывался в центре плиты размером 21×21 ,

где

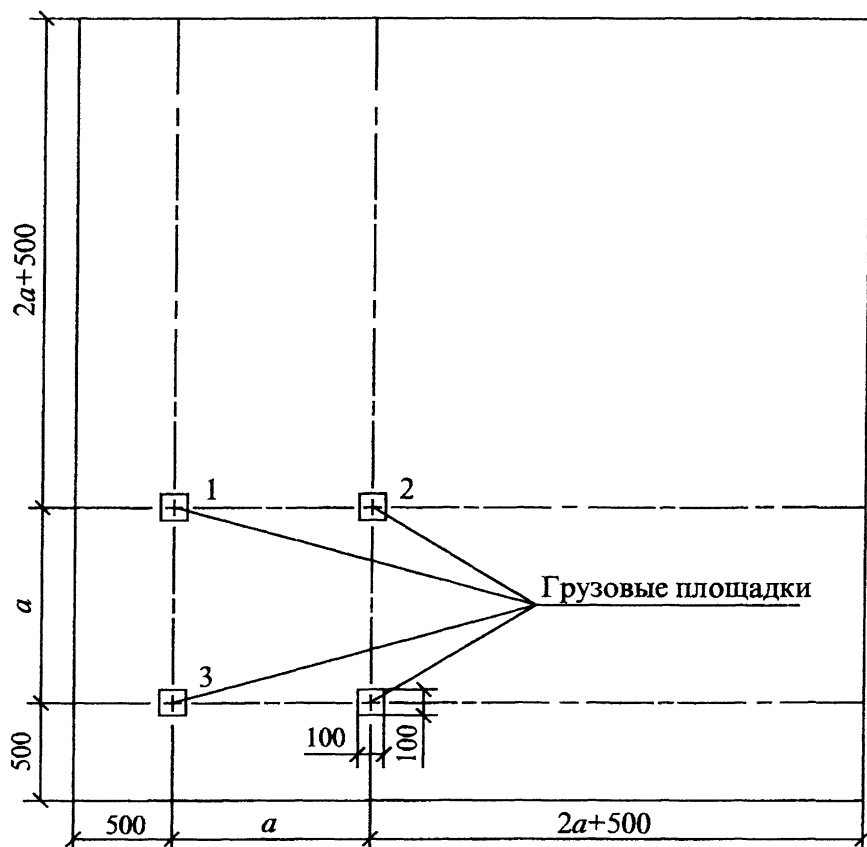
$$l = 0,544 \sqrt{\frac{E_b h^3}{k}}.$$

2.9. Как показали сопоставительные расчеты распределенная нагрузка q , действующая на пол помимо сосредоточенных и полосовых нагрузок, оказывает весьма малое влияние на величину максимальных моментов даже у краев плиты. При этом увеличение q действует в сторону снижения этих моментов. Поэтому все данные приведены без учета равномерно распределенных нагрузок.



$a=500; 700$

Рис. 2.



$a=1000; 1500; 2000$

Рис. 3.

Приложение

ДАННЫЕ ПО ЛЕГКОВЫМ АВТОМОБИЛЯМ

1. Нагрузки на полы от легкового автомобиля ГАЗ-31029

Полная масса автомобиля - 1790 кг.

Нагрузка:

- на переднюю ось - $M_{\text{по}}=855$ кг;

- на заднюю ось - $M_{\text{зо}}=935$ кг;

Схема расположения отпечатков шин легкового автомобиля:

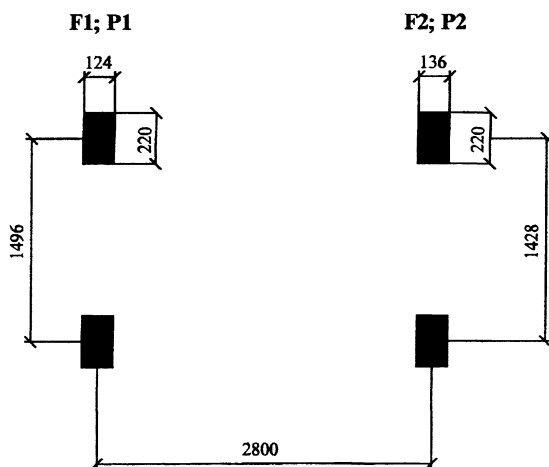


Рис. 1.1

где:

F1 - площадь отпечатка (пятно) шин переднего колеса легкового автомобиля, см^2 ;

F2 - площадь отпечатка (пятно) шин заднего колеса легкового автомобиля, см^2 ;

P1 - сосредоточенная нагрузка на пол от переднего колеса легкового автомобиля, $\text{кг}/\text{см}^2$;

P1 - сосредоточенная нагрузка на пол от заднего колеса легкового автомобиля, $\text{кг}/\text{см}^2$;

Площадь отпечатка (пятна) шин от переднего колеса легкового автомобиля - $F1=273 \text{ см}^2$.

Площадь отпечатка (пятна) шин от заднего колеса легкового автомобиля - $F2=300 \text{ см}^2$.

Расчет сосредоточенной нагрузки на пол от переднего колеса легкового автомобиля:

$$P1 = \frac{M_{\text{по}}}{N_{\text{п}} \times F1} \quad P1 = \frac{855}{2 \times 273} = 1,56 \text{ кг/см}^2$$

Расчет сосредоточенной нагрузки на пол от заднего колеса легкового автомобиля:

$$P2 = \frac{M_{30}}{N_3 \times F2} \quad P1 = \frac{855}{2 \times 273} = 1,56 \text{ кг/см}^2$$

2. Нагрузки на полы от легкового автомобиля "Джип Land Rover Defender" 110. 3,5 (95 г.)

Габариты автомобиля и схема парковки машин при максимальном их сближении и максимальной предельной массой каждого автомобиля - 2794 кг

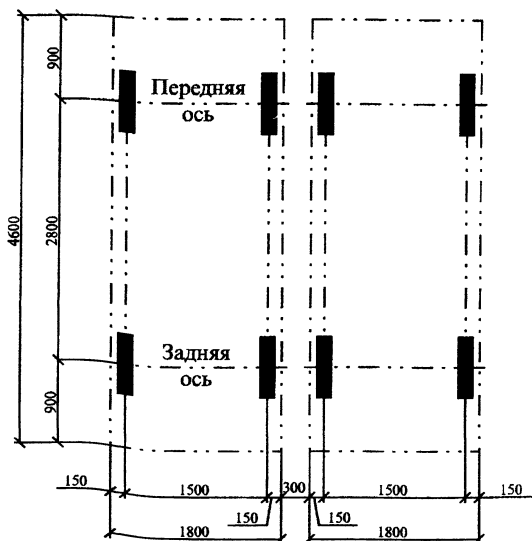


Рис. 2.1

Схема нормативных нагрузок давления колес на перекрытие

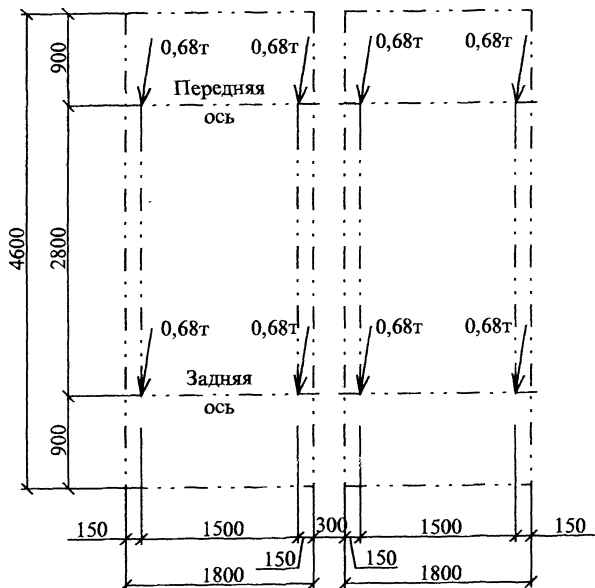


Рис. 2.2