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

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Введение.....3

1. Рекомендации по результатам расчета.....4

2. Пояснительная записка.....8

3. Приложение.....13

Введение

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") слинейно распределенными нагрузками;
- расчет бетонных полов на сосредоточенные нагрузки, а так же 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, *lmin*
60	-	440	3.0
80	-	620	4.0
100 " "	- Ø5BpI/200 Ø6AIII/200	800 1170 1450	4.5 " "
120 " " "	- Ø5BpI/200 Ø6AIII/200 Ø6AIII/150	970 1240 1540 2040	5.0 " " "
140 " " "	- Ø5BpI/200 Ø6AIII/200 Ø6AIII/150	1160 1360 1690 2250	5.5 " " "

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 *lmin*, но не менее *lmin/3*, табличные значения нагрузок можно увеличить путем умножения на коэффициент 1,3 - 0,3 *l/lmin*. При *l<lmin/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

$$Pтабл(RsAs)факт/(RsAs)табл ,$$

где *(RsAs)факт* - предельное усилие в принятой арматуре на единицу длины;

Pтабл 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
"	Ø5BpI/200	500	900/1020	1180	1220	1160
"	Ø6AIII/200	580/750	900/1270	1470	1510	1440
120	-	570	940	1120	1170	1300
"	Ø5BpI/200	610	940/1220	1440	1500	1450
"	Ø6AIII/200	610/910	940/1520	1660/1790	1870	1800
"	Ø6AIII/150	610/1050	940/1610	1660/2380	2240/2485	2400
140	-	630/760	970/1230	1490	1570	1530
"	Ø5BpI/200	630/880	970/1410	1670/2140	1790	1740
"	Ø6AIII/200	630/1100	970/1640	1670/2660	2214	2150
"	Ø6AIII/150	"	"	1670/2950	2580/2960	2910
"	8AIII/200	"	"	"	2580/3770	3280/3670
"	10AIII/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 10x10 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

$$Pтабл(RsAs)факт/(RsAs)табл ,$$

где *(RsAs)факт* - предельное усилие в принятой арматуре на единицу длины;

Pтабл 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

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	Ø8AIII/200	4220	"
140	Ø10AIII/200	7030	900
140	Ø12AIII/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	Ø8AIII/200	2810	600
140	Ø10AIII/200	4758	900
140	Ø12AIII/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

$$Pтабл(RsAs)факт/(RsAs)табл\ ,$$

где *(RsAs)факт* - предельное усилие в принятой арматуре на единицу длины;

Pтабл и (RsAs)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 мм = 10 см.

Из графика механических показателей имеем:

для Флор Баттс

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

предельное напряжение R=17 кПа=0,173 кг/см^2;

для Флор Баттс И

при напряжении σ =30 кН/м^2 = 0,306 кг/см^2 Δ=4,43 мм; тогда ε=4,43/100=0,0443, E=0,306/0,0443=6,9 кг/см^2, κ=6,9/10=0,69 кг/см^3;

предельное напряжение R=30 кПа=0,306 кг/см^2;

Расчеты плит при использовании значений κ=0,64 кг/см^3 и κ=0,69 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 κ=0,64 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 γ_{b2}=0,9; при расчетах же нагрузки от автомобильного транспорта учитывался коэффициент γ_{b2}=1,1. Кроме того, бетонные стяжки рассчитывались с учетом коэффициента γ_{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 γ_{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*0,9*0,9=7,43 кг/см^2, а при расчете нагрузки от автомобилей - $R_{btn}\gamma_{b2}\gamma_{b1}$=14,3*1,1*0,75=11,8 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 $a \le 0,7$ м - по рис. 2, при $a \ge 0,7$ м - по рис. 3. При иных схемах расположения грузов и при сохранении минимального расстояния а 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

$$l = 0{,}54\sqrt[4]{\frac{E_b h^3}{k}},$$

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

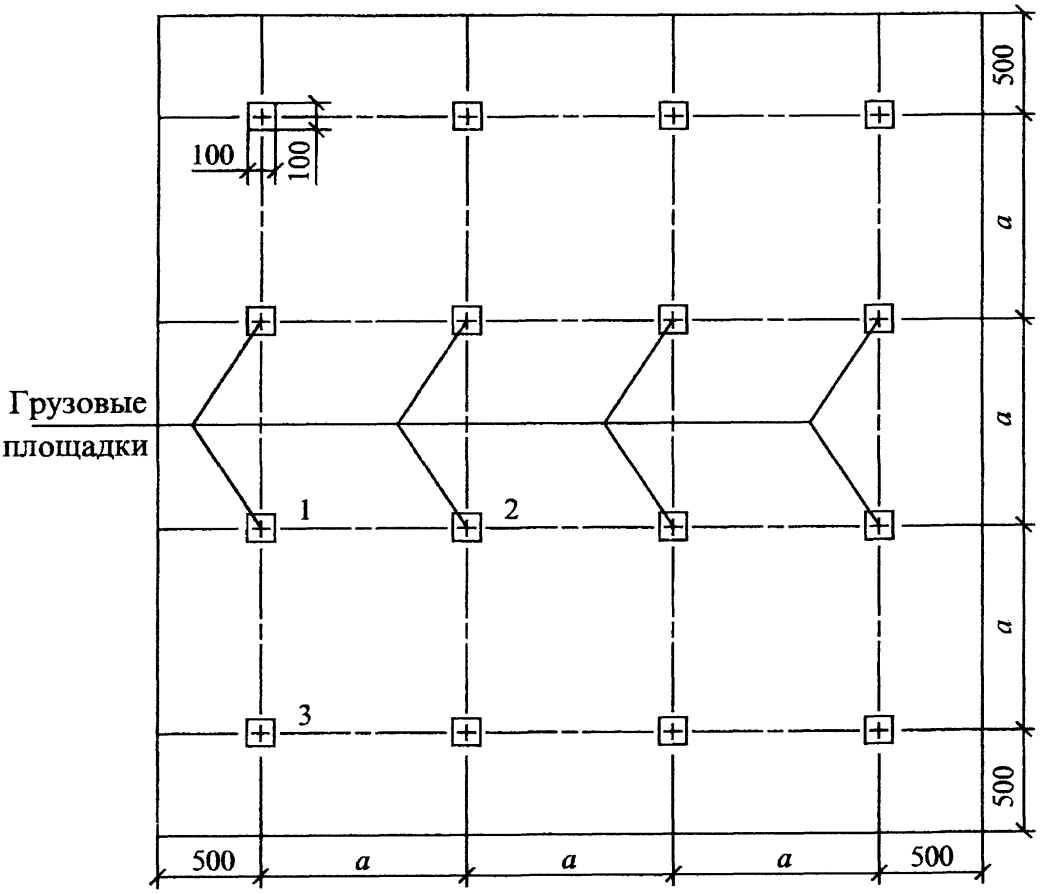
При расстояниях между полосовыми нагрузками, превышающими l, моменты практически не меняются. При меньших расстояниях максимальные моменты несколько уменьшаются, что приводит к увеличению допустимых нагрузок. Это нашло отражение в примечании п. 2 к табл. 1.

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 21х21,

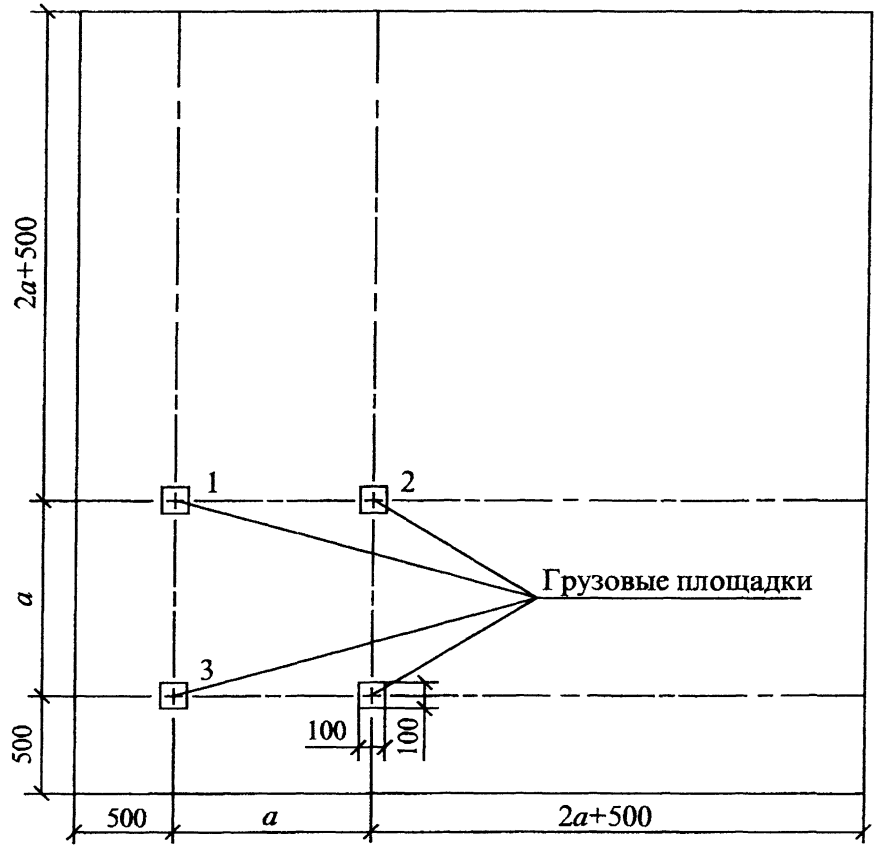
где $l = 0{,}54\sqrt[4]{\frac{E_b h^3}{k}}$.

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 - $М_{по}$=855 кг;
- на заднюю ось - $М_{зо}$=935 кг;

Схема расположения отпечатков шин легкового автомобиля:

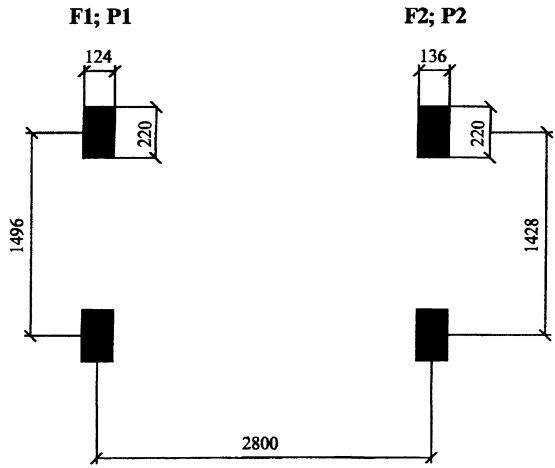


Рис. 1.1

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

Площадь отпечатка (пятна) шин от переднего колеса легкового автомобиля - F1=273 см2.
Площадь отпечатка (пятна) шин от заднего колеса легкового автомобиля - F2=300 см2.

Расчет сосредоточенной нагрузки на пол от переднего колеса легкового автомобиля:

$$P1 = \frac{M_{по}}{N_{п} x F1} \qquad P1 = \frac{855}{2x273} = 1{,}56 \text{ кг/см}^2$$

Расчет сосредоточенной нагрузки на пол от заднего колеса легкового автомобиля:

$$P2 = \frac{M_{30}}{N_{3} x F2} \qquad P1 = \frac{855}{2x273} = 1{,}56 \text{ кг/см}^2$$

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

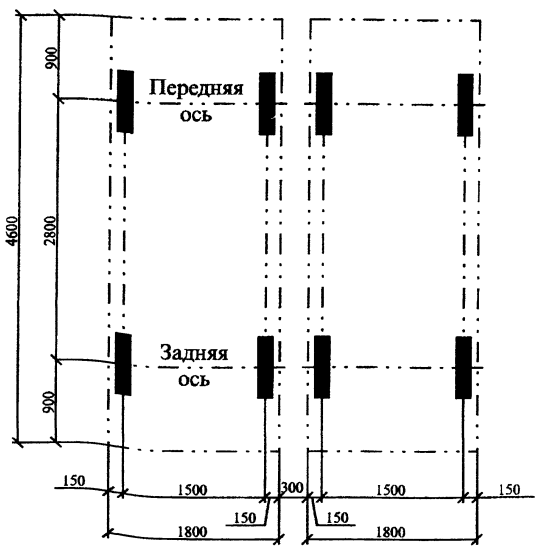


Рис. 2.1

Схема нормативных нагрузок давления колес на перекрытие

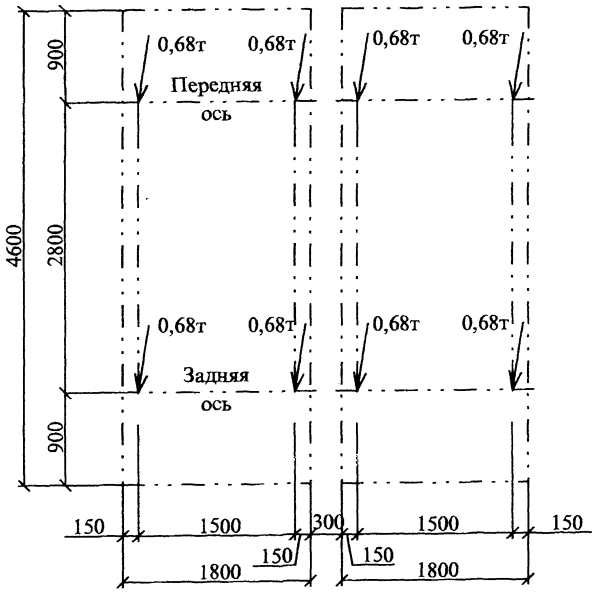


Рис. 2.2

gost.e-ecolog.ru