

Сравнительная оценка применения  
стальной арматуры класса А-500С  
и стеклопластиковой арматуры АКП-СП  
в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	<i>Лист</i>
							<b>1.1</b>
<i>Изм.</i>	<i>Кол.уч</i>	<i>Лист</i>	<i>№док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# Общие данные

## Ведомость чертежей

№ Листа	Наименование	Примечание
1	Общие данные (на 8-ми листах)	
2	План дома	
3	Армирование плиты фундамента. Арматура А-500С. Плита 300 мм.	
4	Армирование фундаментной плиты. Арматура АКП-СП. Плита 300 мм.	
5	Армирование плиты фундамента. Арматура АКП-СП. Плита 200 мм.	

### 1. Исходные данные

- Принимаем расчетное сопротивление грунта  $R_0 = 1.5 \text{ кг} / \text{см}^2$
- Размеры здания в плане 10х10 м с шагом поперечных стен не более 5 метров
- Здание 2-х этажное. Перекрытие – монолитный железобетон  $t=180$ . Кровля – деревянные стропила. Наружные стены – кирпичная кладка 250 мм и штукатурка по утеплителю
- Высота этажа 3м.
- Фундамент – плитного типа, мелкого заложения

### 2. Задачи:

- Расчет фундаментной плиты с использованием стальной арматуры класса А-500С
- Расчет фундаментной плиты с использованием стеклопластиковой арматуры АКП-СП
- Сравнительные выводы расхода и цены для обоих видов арматуры.

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	<i>Лист</i>
							<b>1.2</b>
<i>Изм.</i>	<i>Кол.уч</i>	<i>Лист</i>	<i>№док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

№ п.п.	Конструкция	Формула подсчета	Нагрузки кг/м2		
			Норматив	Коэффициент перегрузки	Расчет нагрузки
<b>1-й этаж</b>					
1	Фундаментная плита	$q = 0.3м * 2.7м / м^3 = 0.81м / м^2 *$	810	1,1	900
2	Ц.-п. стяжка(30)	$q = 0.03м * 1.8м / м^3 = 0.054м / м^2$	54	1,1	60
3	Керамическая плитка		27	1,1	30
4	Полезная нагрузка	<a href="#">СНиП 2.01.07-85*</a>	150	1,3	200
<b>Итого</b>					1190

<b>2-й этаж</b>					
1	Плита перекрытия	$q = 0.3м * 2.7м / м^3 = 0.81м / м^2 *$	486	1,1	535
2	Ц.-п. стяжка(30)	$q = 0.03м * 1.8м / м^3 = 0.054м / м^2$	54	1,1	60
3	Керамическая плитка		27	1,1	30
4	Вес перегородок	<a href="#">СНиП 2.01.07-85*</a>	50	1,3	65
5	Полезная нагрузка	<a href="#">СНиП 2.01.07-85*</a>	150	1,3	200
<b>Итого</b>					890

<b>кровля</b>					
1	Снеговая нагрузка	<a href="#">СНиП 2.01.07-85*</a>			180
2	Конструкция кровли		200	1,1	220
<b>Итого</b>					400

Нагрузка от стен:

- кирпичная кладка 250 мм при высоте кладки 7 м  
 $(\gamma_{кл} = 1.3тн / м^3)$   
 $q = 0.25м * 1.3тн / м^3 * 7м * 1.1 = 2.5тн / м$
- утеплитель 200 мм при высоте стены 7 м  
 $(\gamma_{ут} = 0.2тн / м^3)$   
 $q = 0.2м * 0.2тн / м^3 * 7м * 1.1 = 0.31тн / м$
- штукатурка 50 мм при высоте стены 7 м  
 $(\gamma_{шт} = 1.4тн / м^3)$   
 $q = 0.05м * 1.4тн / м^3 * 7м * 1.1 = 0.54тн / м$

Вес от наружных стен составляет:  $q = 2.5тн / м + 0.31тн / м + 0.54тн / м = 3.35тн / м$

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		1.3

Вес здания при общей площади  $S = 10\text{ м} * 10\text{ м} = 100\text{ м}^2$ , при общей длине внутренних несущих стен

$l = 10\text{ м} + 10\text{ м} = 20\text{ м}$  и при общей длине наружных стен  $l_{нар} = (10\text{ м} + 10\text{ м}) * 2 = 40\text{ м}$  составляет:

$$P = 100\text{ м}^2 * (0.89\text{ тн} / \text{ м}^2 + 0.4\text{ тн} / \text{ м}^2) + 20\text{ м} * 2.5\text{ тн} / \text{ м} + 40\text{ м} * 3.35\text{ тн} / \text{ м} = 313\text{ тн}$$

### Расчетная нагрузка на основание здания

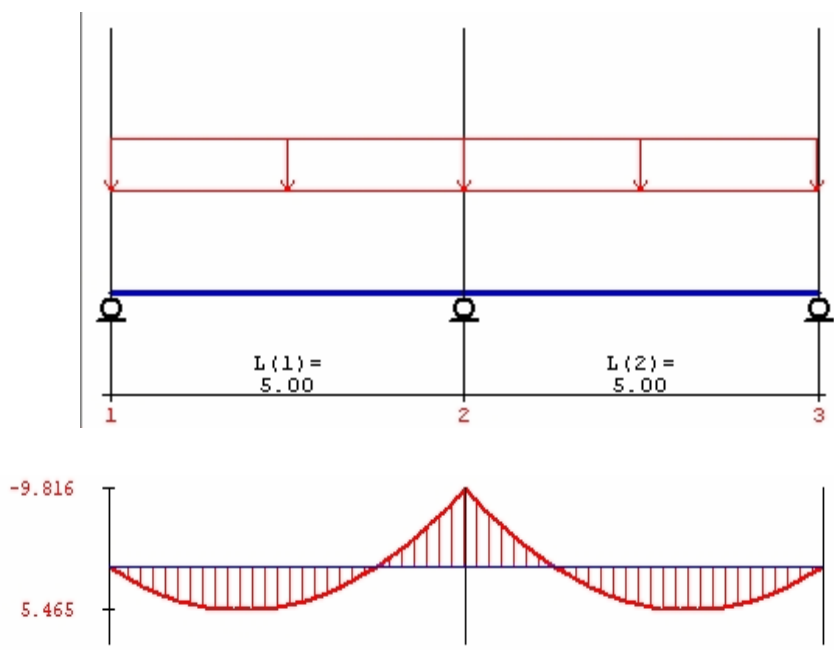
$$p_0 = 313\text{ тн} / 100\text{ м}^2 = 3.13\text{ тн} / \text{ м}^2 = 0.313\text{ кг} / \text{ см}^2$$

- При внесении изменений в предложенные конструкции здания и габариты, сбор нагрузок необходимо выполнить заново вместе с расчетом фундаментной плиты.
- При изменении пролетов между несущими стенами расчет плиты также выполняется заново.
- При выборе в качестве несущих конструкций – колонн вместо стен, фундаментную плиту необходимо дополнительно проверить на продавливание в местах их опирания.

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		1.4

#### 4. Расчет фундаментной плиты с использованием арматуры класса А-500С при толщине плиты 300 мм

- Толщину фундаментной плиты назначаем – 300 мм исходя из условия обеспечения толщины защитного слоя (расстояние от поверхности арматуры до соответствующей грани конструкций) стальной арматуры не менее 40 мм при наличии бетонной подготовки.
- Расчетное сопротивление растяжению арматуры класса А-500С  
 $R_b = 4\ 500\text{кг/см}^2$
- Расчет плиты производим как многопролетной балки без защемления концов с учетом давления под фундаментной плитой 3.13тн/м, которое и будет нагрузкой на плиту, а стены – опорами.



Эпюра M

- Максимальный пролетный момент между стенами  $M_{пр\ max} = 5,5\ \text{тн}^*\ \text{м}$
- Максимальный опорный момент над средней стеной  $M_{оп\ max} = -9,8\ \text{тн}^*\ \text{м}$

##### Подбор сечения арматуры в нижней зоне под стенами (перпендикулярно стенам)

Определяем коэффициент  $A_0$  при  $b=1(\text{м})$ :

$$A_0 = \frac{M_{оп}^{max} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{в2}} = \frac{980\ 000\ \text{кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100\ \text{см} \cdot (24\ \text{см})^2 \cdot 148\ \text{кг/см}^2 \cdot 1} = 0.11 \Rightarrow \eta = 0.94.$$

Площадь сечения арматуры класса А 500С:

$$A_s = \frac{M_{оп}^{max} \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{980\ 000\ \text{кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{0.94 \cdot 24\ \text{см} \cdot 4\ 500\ \text{кг/см}^2} = 9.2(\text{см}^2)$$

Принимаем основную в нижней зоне армирования из  $\varnothing 12$  А-500С с шагом 200 ( $A_s=5.65\text{см}^2$ )

Дополнительно вводим арматуру  $\varnothing 12$  А-500С с шагом 200 перпендикулярно несущим стенам  $11.3\text{см}^2 > 9.2\ \text{см}^2$ , следовательно, условие выполнено.

##### Подбор сечения арматуры в верхней зоне в пролетах (между стенами)

Определяем коэффициент  $A_0$  при  $b=1(\text{м})$ :

$$A_0 = \frac{M_{пр}^{max} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{в2}} = \frac{550\ 000\ \text{кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100\ \text{см} \cdot (24\ \text{см})^2 \cdot 148\ \text{кг/см}^2 \cdot 1} = 0.061 \Rightarrow \eta = 0.965.$$

Площадь сечения арматуры класса А 500С:

$$A_s = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{550\ 000\ \text{кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{0.965 \cdot 24\ \text{см} \cdot 4\ 500\ \text{кг/см}^2} = 5.01(\text{см}^2)$$

Принимаем в верхней зоне армирования сетку из  $\varnothing 12$  А-500С с шагом 200 ( $A_s=5.65\text{см}^2$ )

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
							1.5
Изм.	Кол.уч	Лист	Недок.	Подпись	Дата		

## 5. Расчет фундаментной плиты с использованием арматуры из стеклопластика при толщине плиты 300 мм

- Толщину фундаментной плиты назначаем аналогичную – 300 мм.
- Расчетное сопротивление растяжению арматуры из стеклопластика  $R_{\text{акп-сп } b} = 12\,000 \text{ кг/см}^2$
- Нагрузки принимаем те же –  $3.13 \text{ тн/м}^2$
- Максимальный пролетный момент между стенами  $M_{\text{пр max}} = 5,5 \text{ тн} \cdot \text{м}$
- Максимальный опорный момент над средней стеной  $M_{\text{оп max}} = -9,8 \text{ тн} \cdot \text{м}$

### Подбор сечения арматуры в нижней зоне под стенами (перпендикулярно стенам)

Определяем коэффициент  $A_0$  при  $b = 1(\text{м})$ :

$$A_0 = \frac{M_{\text{оп max}} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_s \cdot \gamma_{k2}} = \frac{980\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100 \text{ см} \cdot (24 \text{ см})^2 \cdot 148 \text{ кг/см}^2 \cdot 1} = 0.11 \Rightarrow \eta = 0.94.$$

Площадь сечения арматуры класса АКП-СП:

$$A_s = \frac{M_{\text{оп max}} \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{980\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{0.94 \cdot 24 \text{ см} \cdot 12\,000 \text{ кг/см}^2} = 3.44 (\text{см}^2)$$

Принимаем основную в нижней зоне армирования из  $\varnothing 8$  АКП-СП с шагом 200 ( $A_s = 2.51 \text{ см}^2$ )  
Дополнительно вводим арматуру  $\varnothing 8$  АКП-СП с шагом 200 перпендикулярно несущим стенам  $5.02 \text{ см}^2 > 3.44 \text{ см}^2$ , следовательно, условие выполнено.

### Подбор сечения арматуры в верхней зоне в пролетах (между стенами)

Определяем коэффициент  $A_0$  при  $b = 1(\text{м})$ :

$$A_0 = \frac{M_{\text{пр max}} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_s \cdot \gamma_{k2}} = \frac{550\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100 \text{ см} \cdot (24 \text{ см})^2 \cdot 148 \text{ кг/см}^2 \cdot 1} = 0.061 \Rightarrow \eta = 0.965.$$

Площадь сечения арматуры класса АКП-СП:

$$A_s = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{550\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{0.965 \cdot 24 \text{ см} \cdot 12\,000 \text{ кг/см}^2} = 1.9 (\text{см}^2)$$

Принимаем в верхней зоне армирования сетку из  $\varnothing 8$  АКП-СП с шагом 200 ( $A_s = 2.51 \text{ см}^2$ )

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	Недок.	Подпись	Дата		1.6

## 6. Расчет фундаментной плиты с использованием арматуры из стеклопластика при толщине плиты 200 мм

- При армировании фундаментной плиты арматурой из стеклопластика можно уменьшить величину защитного слоя, т.к. арматура не подвержена коррозии и имеет лучшие характеристики по расчетному сопротивлению на растяжение.
- Толщину фундаментной плиты назначаем – 200 мм.
- Величина защитного слоя 30 мм.
- Рабочая зона сечения -  $R_{\text{АКП-СП } b} = 12\,000 \text{ кг/см}^2$
- Расчетное сопротивление растяжению арматуры из стеклопластика  $R_{\text{АКП-СП } b} = 12\,000 \text{ кг/см}^2$
- Нагрузки принимаем те же – 3.13 тн/м<sup>2</sup>
- Максимальный пролетный момент между стенами  $M_{\text{пр max}} = 5,5 \text{ тн} \cdot \text{м}$
- Максимальный опорный момент над средней стеной  $M_{\text{оп max}} = -9,8 \text{ тн} \cdot \text{м}$

### Подбор сечения арматуры в нижней зоне под стенами (перпендикулярно стенам)

Определяем коэффициент  $A_0$  при  $b = 1(\text{м})$ :

$$A_0 = \frac{M_{\text{оп max}} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_s \cdot \gamma_{s2}} = \frac{980\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100 \text{ см} \cdot (16 \text{ см})^2 \cdot 148 \text{ кг/см}^2 \cdot 1} = 0.25 \Rightarrow \eta = 0.855.$$

Площадь сечения арматуры класса АКП-СП:

$$A_s = \frac{M_{\text{оп max}} \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{980\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{0.855 \cdot 16 \text{ см} \cdot 12\,000 \text{ кг/см}^2} = 5.7 (\text{см}^2)$$

Принимаем основную в нижней зоне армирования из  $\varnothing 10$  АКП-СП с шагом 200 ( $A_s = 3.93 \text{ см}^2$ )

Дополнительно вводим арматуру  $\varnothing 10$  АКП-СП с шагом 200 перпендикулярно несущим стенам  $7.86 \text{ см}^2 > 5.7 \text{ см}^2$ , следовательно, условие выполнено.

### Подбор сечения арматуры в верхней зоне в пролетах (между стенами)

Определяем коэффициент  $A_0$  при  $b = 1(\text{м})$ :

$$A_0 = \frac{M_{\text{пр max}} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_s \cdot \gamma_{s2}} = \frac{550\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100 \text{ см} \cdot (16 \text{ см})^2 \cdot 148 \text{ кг/см}^2 \cdot 1} = 0.138 \Rightarrow \eta = 0.925.$$

Площадь сечения арматуры класса АКП-СП:

$$A_s = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{550\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{0.925 \cdot 16 \text{ см} \cdot 12\,000 \text{ кг/см}^2} = 2.94 (\text{см}^2)$$

Принимаем в верхней зоне армирования сетку из  $\varnothing 10$  АСП с шагом 200 ( $A_s = 3.93 \text{ см}^2$ )

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	Недок.	Подпись	Дата		1.7

## 7. ВЫВОДЫ

- Для выбранного 2-х этажного здания, в фундаментной плите толщиной 300 мм принята арматура Ø12 А - 500С с шагом 200 в обоих направлениях в верхней и нижней зонах с местным усилением под стенами в нижней зоне.
- При той же толщине плиты стеклопластиковая арматура должна быть не менее Ø8 АКП-СП.

**Таблица сравнения расхода и стоимости арматуры при толщине плиты 300 мм**

№	Класс арматуры	Диаметр	Кол-во, кг	Стоимость за 1 тонну арм, руб.	Стоимость арм, руб.
1	А-500С	8	74	27 400,00	86 957,00
		12	3254	26 100,00	
2	АКП-СП	8	184	181 250,00	33 350,00

- Затраты на стеклопластиковую арматуру при одинаковой толщине фундаментной плиты в 3 раза меньше, чем на стальную
- В связи с тем, что антикоррозийная стойкость стеклопластиковой арматуры несравнимо выше стальной, может быть уменьшен защитный слой бетона и, соответственно, толщина плиты. При толщине плиты 200 мм применяется стеклопластиковая арматура - Ø10 АКП-СП с шагом 200 в обоих направлениях в нижней и верхней зонах армирования с местным усилением под стенами.

**Таблица сравнения общей стоимости материалов на фундаментную плиту при толщине плиты 300 и 200 мм**

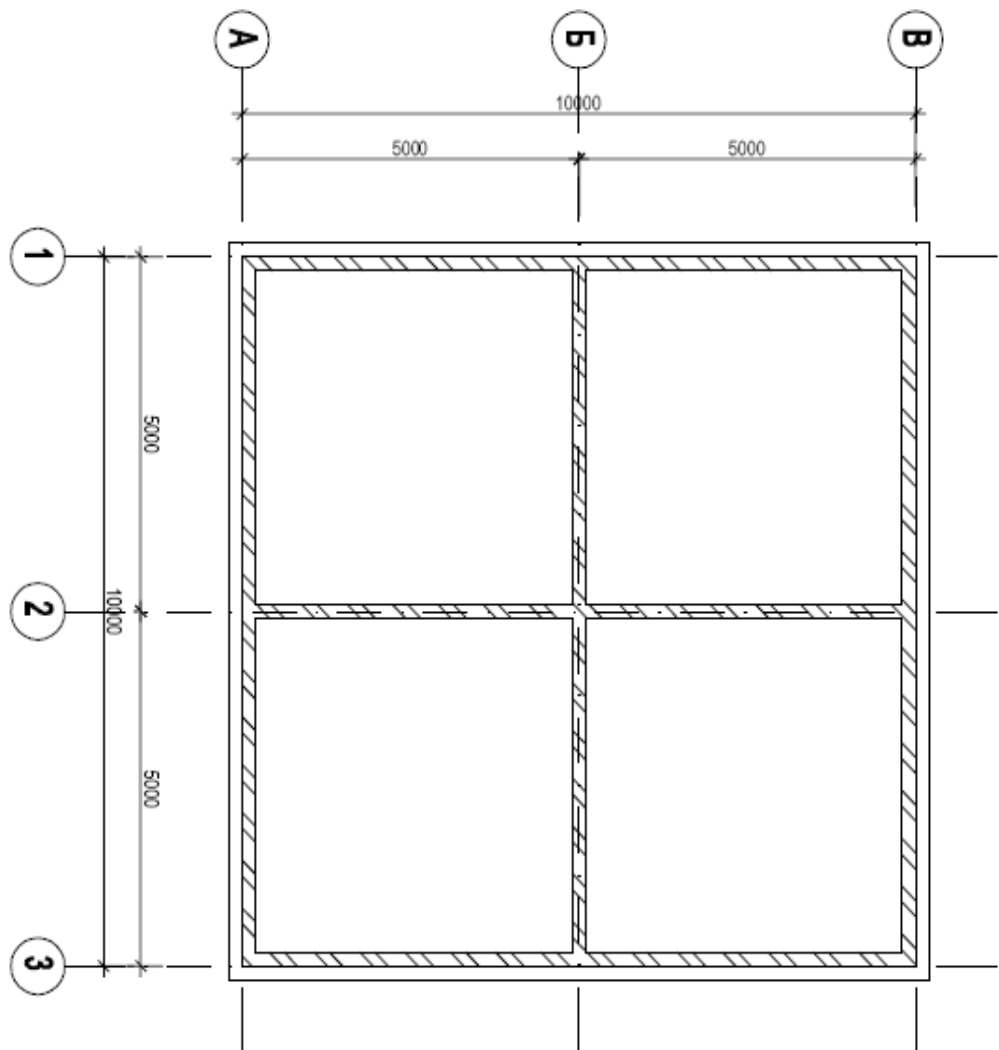
№	Толщина плиты, мм	V бетона, куб.м.	Стоимость за 1 куб.м., руб.	Класс арматуры	Диаметр	Кол-во, кг	Стоимость за 1 тонну арм, руб.	Общая стоимость, руб.
1	300	30	2750	А-500С	8	74	27 400,00	169 457,00
					12	3254	26 100,00	
2	300	30	2750	АКП-СП	8	184	181 250,00	115 850,00
3	200	20	2750	АКП-СП	8	10	181 250,00	104629,61
					10	274	174 515,00	

- Из таблицы видно, что при использовании арматуры из стеклопластика и уменьшении толщины плиты до 200 мм общая стоимость материалов будет минимальной из рассмотренных вариантов.
- При внесении изменений в предложенные конструкции здания и габариты, сбор нагрузок необходимо выполнить заново вместе с расчетом фундаментной плиты.
- При изменении пролетов между несущими стенами расчет плиты также выполняется заново.
- При выборе в качестве несущих конструкций – колонн (вместо стен), фундаментную плиту необходимо дополнительно проверить на продавливание в местах их опирания.
- Расчет фундаментной плиты произведен только на прочность.
- Расчет произведен исходя из цен на стеклопластиковую арматуру, действительных на дату 12.01.2013
- **Обращаем внимание, что при расчете надземных конструкций необходимо обязательно производить расчет по деформациям, т.к. модуль упругости арматуры АКП-СП в 4 раза ниже модуля упругости стальной арматуры.**

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		1.8



План дома с размерами 10x10 М 1:100



Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

План дома

2

Лист

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата

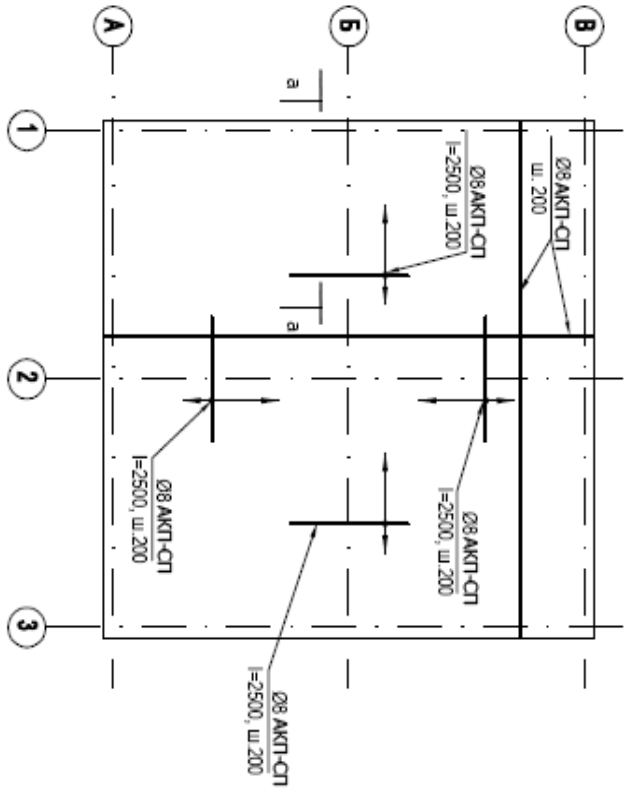
Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКП-СП в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.

Лист

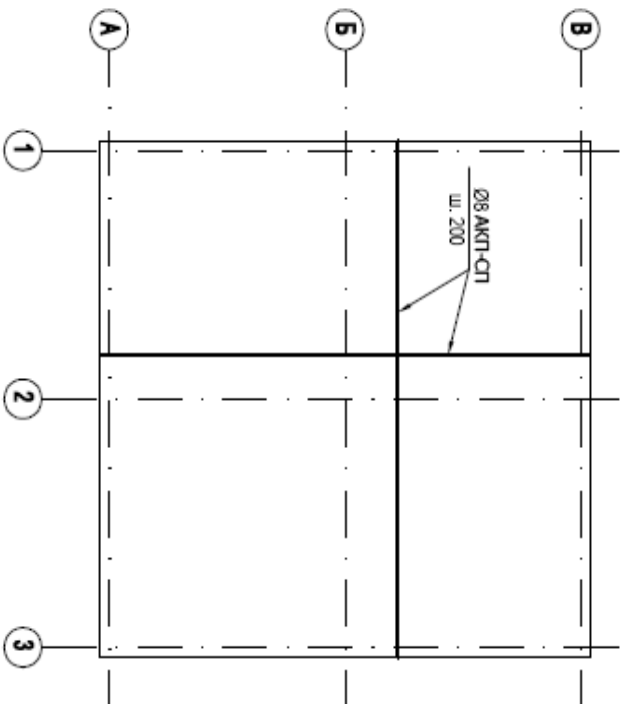
1.9



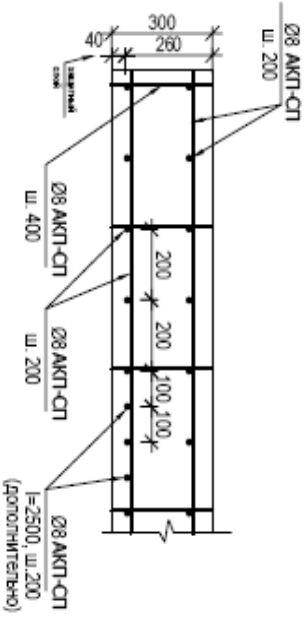
Армирование фундаментной плиты.  
Нижняя зона.



Армирование фундаментной плиты.  
Верхняя зона



а-а



Ведомость расхода стеклопластика на фунда. плиту t=300, кт

Марка элемента	Арматурные изделия			Общий расход, кт.
	АКП-СП			
	Ø 8	Ø 10	Итого	
Фундаментная плита	184	0	184	184
	Всего			184
	Бетон В 25 Ф 100 W 4			V = 30м <sup>3</sup>

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

Армирование фунда. плиты  
Арматура АКП-СП Плита 300 мм.

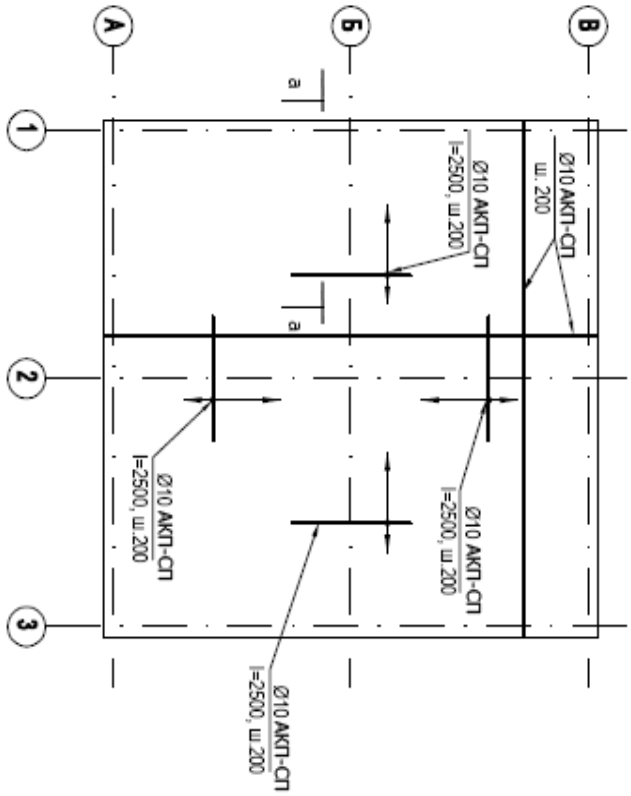
Лист  
4

Сравнительная оценка применения  
стальной арматуры класса А-500С  
и стеклопластиковой арматуры АКП-СП  
в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.

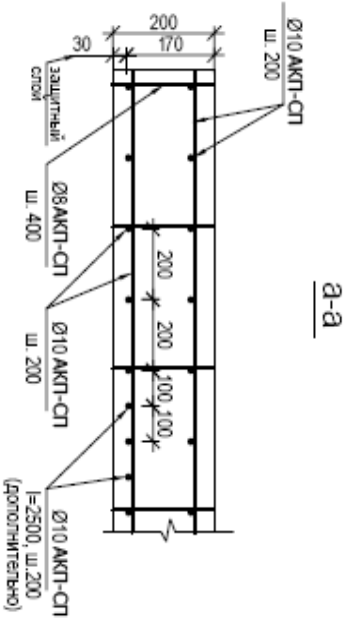
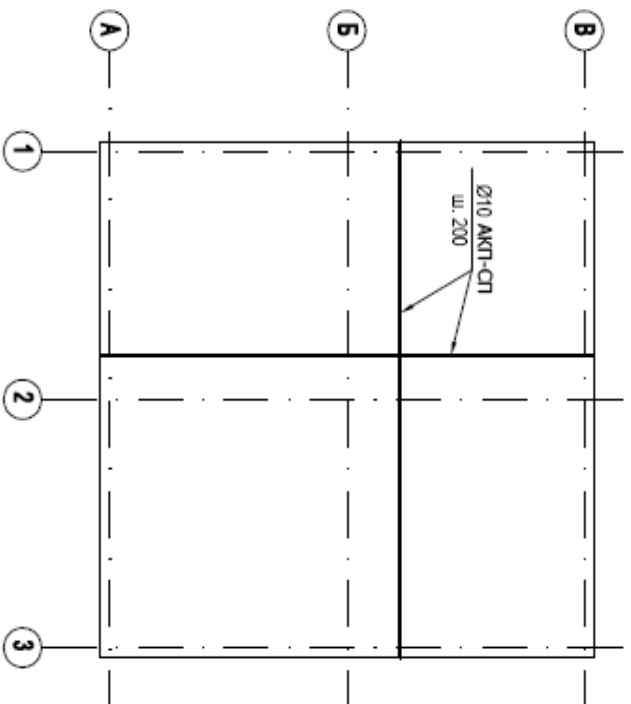
Лист  
1.11

Изм.	Кол.уч	Лист	Недок.	Подпись	Дата

Армирование фундаментной плиты.  
Нижняя зона.



Армирование фундаментной плиты.  
Верхняя зона



Ведомость расхода стеклопластика на фунда. плиту  $t=200$ , кг

Марка элемента	Арматурные изделия			Общий расход, кг.
	АКП-СП		Всего	
Фундаментная плита	Ø 8	Ø 10		итого
	10	274	284	
Бетон В 25 F 100 W 4				V = 20м <sup>3</sup>

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

Армирование фунда. плиты  
Арматура АКП-СП. Плита 200 мм.

Лист  
5

Сравнительная оценка применения  
стальной арматуры класса А-500С  
и стеклопластиковой арматуры АКП-СП  
в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.

Лист  
1.12

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата