

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

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКС в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	<i>Лист</i>
							1.1
<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 АКС. Плита 300 мм.	
5	Армирование плиты фундамента. Арматура АКС. Плита 200 мм.	

1. Исходные данные

- Принимаем расчетное сопротивление грунта $R_0 = 1.5 \text{ кг} / \text{см}^2$
- Размеры здания в плане 10x10 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 АКС
- Сравнительные выводы расхода и цены для обоих видов арматуры.

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

№ п.п.	Конструкция	Формула подсчета	Нагрузки кг/м2		
			Норматив	Коэффициент перегрузки	Расчет нагрузки
1-й этаж					
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	ДБН В.1.2-2:2006*	150	1,3	200
Итого					1190

2-й этаж					
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	ДБН В.1.2-2:2006*	50	1,3	65
5	Полезная нагрузка	ДБН В.1.2-2:2006*	150	1,3	200
Итого					890

кровля					
1	Снеговая нагрузка	ДБН В.1.2-2:2006*			180
2	Конструкция кровли		200	1,1	220
Итого					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 АКС в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
							1.3
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

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

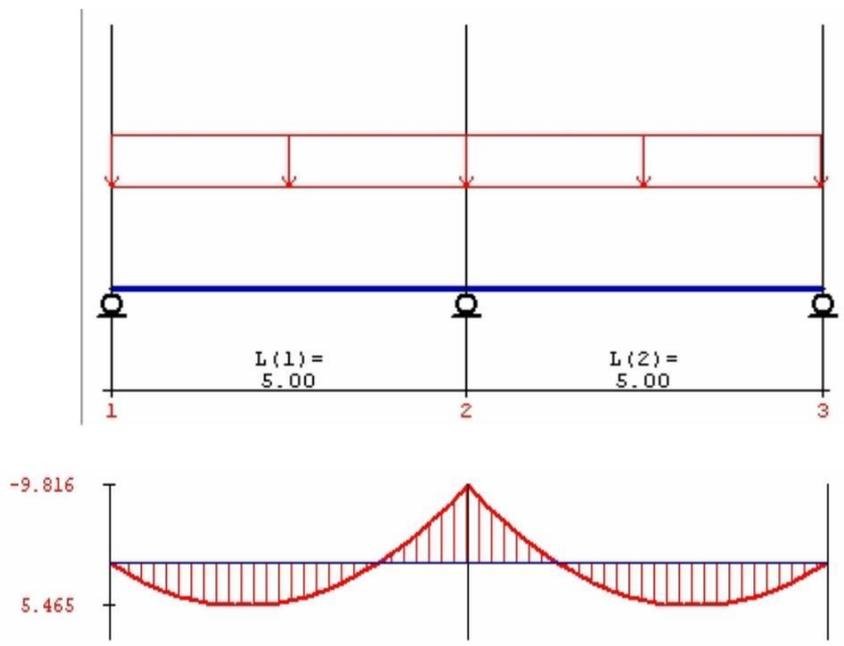
$$p_0 = 313\text{тн} / 100\text{м}^2 = 3.13\text{тн} / \text{м}^2 = 0.313\text{кг} / \text{см}^2$$

- 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 АКС в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
							1.4
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата		

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 $b=1(\text{м})$:

$$A_0 = \frac{M_{оп}^{max} \cdot \gamma_s}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{s2}} = \frac{980\ 000\ \text{кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100\ \text{см} \cdot (24\ \text{см})^2 \cdot 148\ \text{кг/см}^2 \cdot 1} = 0.11 \Rightarrow \eta = 0.94.$$

Площадь сечения арматуры класса А 500С:

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

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 $b=1(\text{м})$:

$$A_0 = \frac{M_{пр}^{max} \cdot \gamma_s}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{s2}} = \frac{550\ 000\ \text{кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100\ \text{см} \cdot (24\ \text{см})^2 \cdot 148\ \text{кг/см}^2 \cdot 1} = 0.061 \Rightarrow \eta = 0.965.$$

Площадь сечения арматуры класса А 500С:

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

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 АКС 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 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:

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

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

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКС в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	Лист
							1.6
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

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/м²
- 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 $b = 1(\text{м})$:

$$A_0 = \frac{M_{\text{оп max}} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2}} = \frac{980\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100 \text{ см} \cdot (16 \text{ см})^2 \cdot 148 \text{ кг/см}^2 \cdot 1} = 0.25 \Rightarrow \eta = 0.855.$$

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 $b = 1(\text{м})$:

$$A_0 = \frac{M_{\text{пр max}} \cdot \gamma_n}{b \cdot h_0^2 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2}} = \frac{550\,000 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot 0.95}{100 \text{ см} \cdot (16 \text{ см})^2 \cdot 148 \text{ кг/см}^2 \cdot 1} = 0.138 \Rightarrow \eta = 0.925.$$

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 $\varnothing 10$ АКС с шагом 200 ($A_s = 3.93 \text{ см}^2$)

						Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса А-500С и стеклопластиковой арматуры АКС	Лист
							1.7
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подпись	Дата	в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.	

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 АКС.

Таблица сравнения расхода и стоимости арматуры при толщине плиты 300 мм

№	Класс арматуры	Диаметр	Кол-во, кг	Стоимость за 1 тонну арм, грн.	Стоимость арм, грн.
1	А-500С	8	74	17 000,00	63 084,00
		12	3254	19 000,00	
2	АКП-СП	8	184	138 000,00	25 392,00

- Затраты на стеклопластиковую арматуру при одинаковой толщине фундаментной плиты в 2 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 АКС с шагом 200 в обоих направлениях в нижней и верхней зонах армирования с местным усилением под стенами.

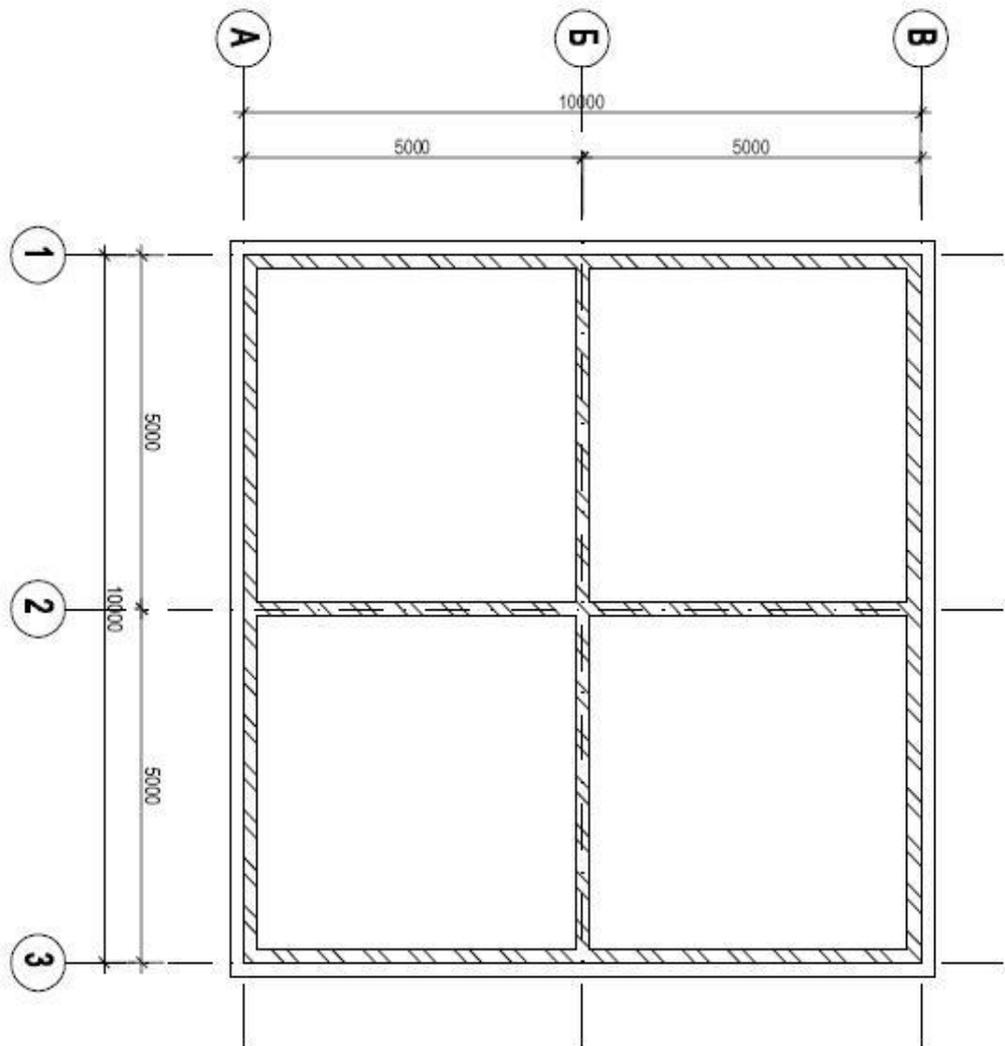
Таблица сравнения общей стоимости материалов на фундаментную плиту при толщине плиты 300 и 200 мм

№	Толщина плиты, мм	V бетона, куб.м.	Стоимость за 1 куб.м., руб.	Класс арматуры	Диаметр	Кол-во, кг	Стоимость за 1 тонну арм, грн.	Общая стоимость, грн.
1	300	30	2750	А-500С	8	74	17 000,00	63 084,00
					12	3254	19 000,00	
2	300	30	2750	АКС	8	184	138 000,00	25 392,00
3	200	20	2750	АКС	8	10	138 000,00	34 250,00
					10	274	125 000,00	

- 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 08.02.2019
- **Обращаем внимание!!! Что при расчете надземных конструкций необходимо обязательно производить расчет по деформациям, т.к. модуль упругости арматуры АКС в 10 раз ниже модуля упругости стальной арматуры.**

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

План дома с размерами 10x10 М 1:100



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

План дома

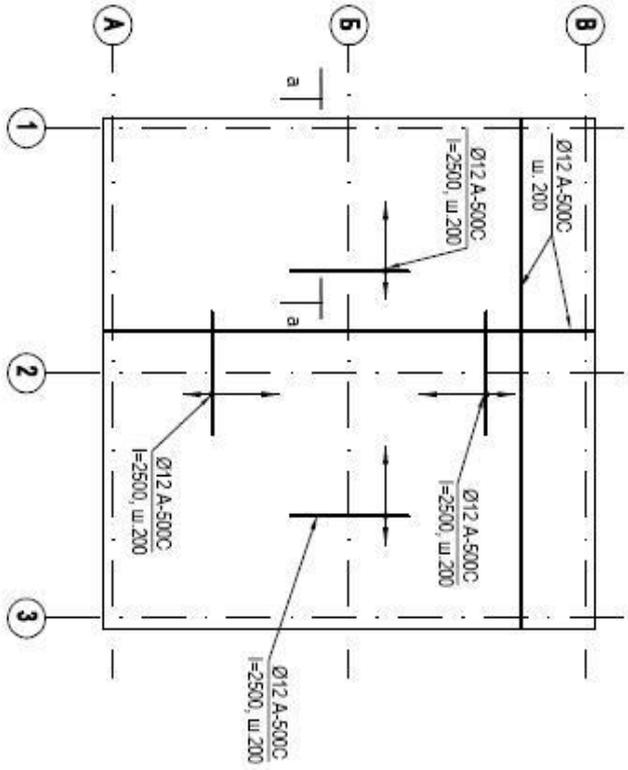
Лист

2

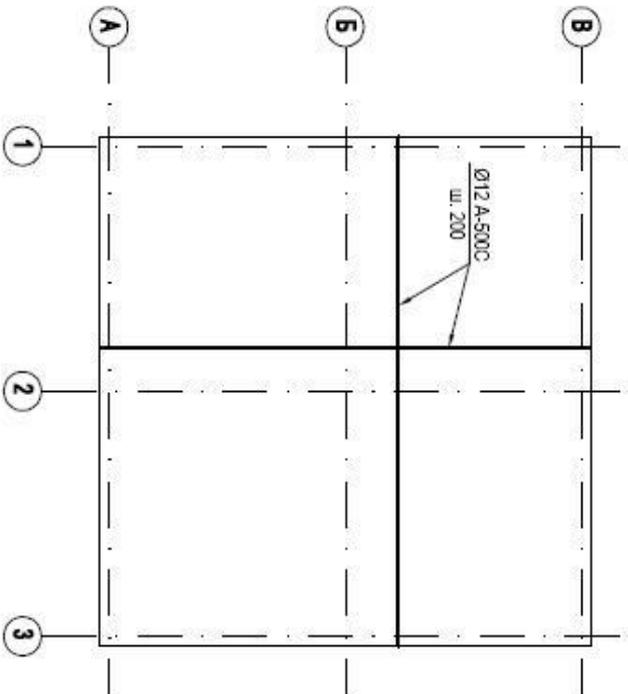
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

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

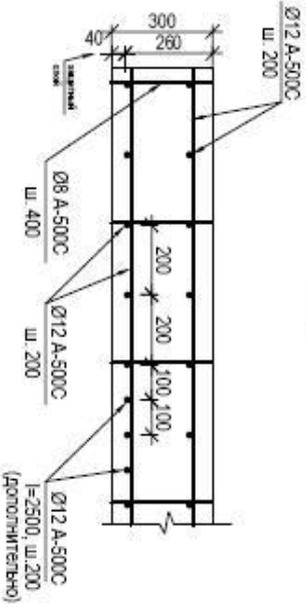
Армирование фундаментной плиты.
Нижняя зона.



Армирование фундаментной плиты.
Верхняя зона.



а-а



Ведомость расхода стали на фунда. плиту t=300, кг

Марка элемента	Арматурные изделия			Общий расход, кг.
	А 500С			
Фундаментная плита	СТО АСЧМ 7-93			3328
	в	в	Итого	
	74	3254	3328	3328
Бетон В 25 Ф 100 W 4				V = 30м ³

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

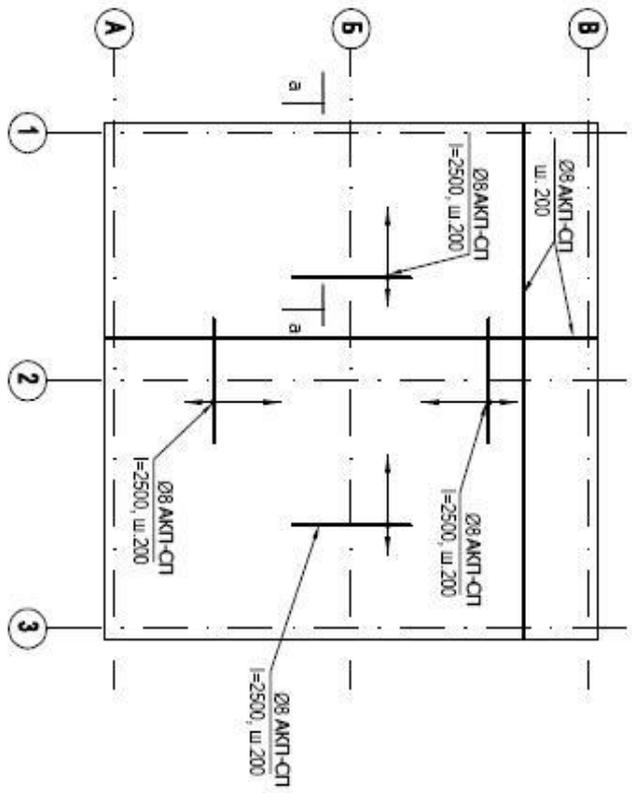
Армирование фунда. плиты
Арматура А-500С. Плита 300 мм.

Лист
3

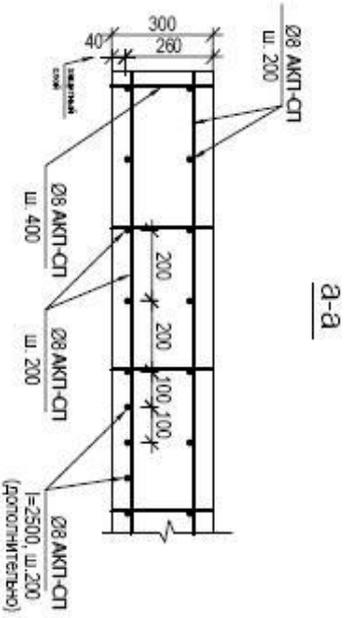
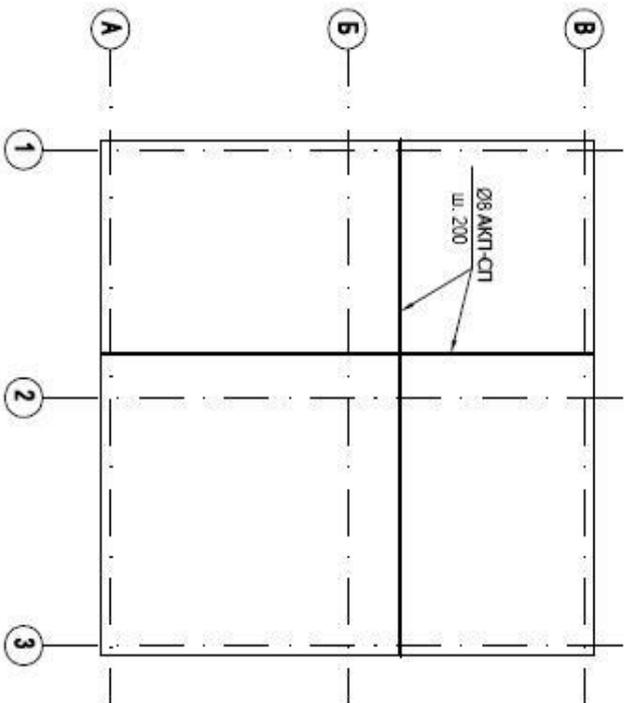
Сравнительная оценка применения
стальной арматуры класса А-500С
и стеклопластиковой арматуры АКС
в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

Армирование фундаментной плиты. Нижняя зона.



Армирование фундаментной плиты. Верхняя зона.



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

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата

Армирование фунда. плиты
АрматураАКП-СП Плита 300 мм.

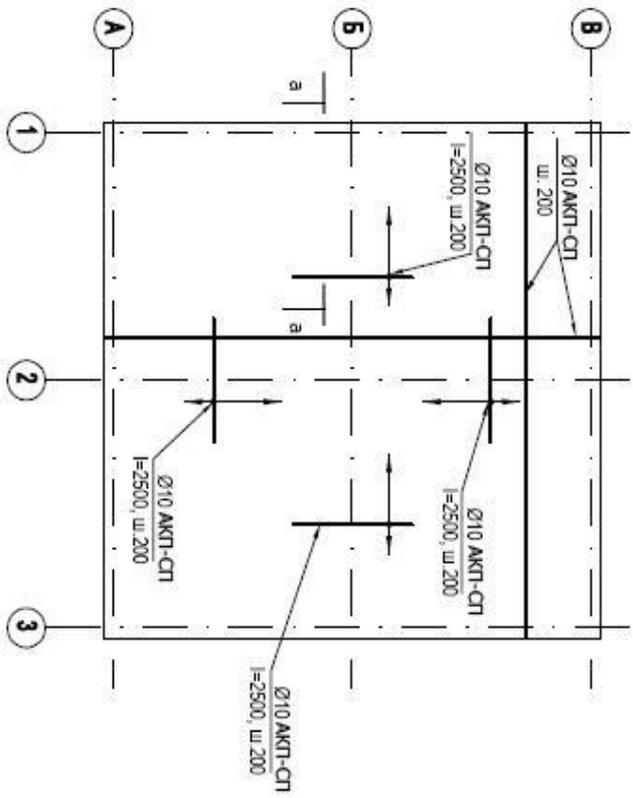
Лист
4

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

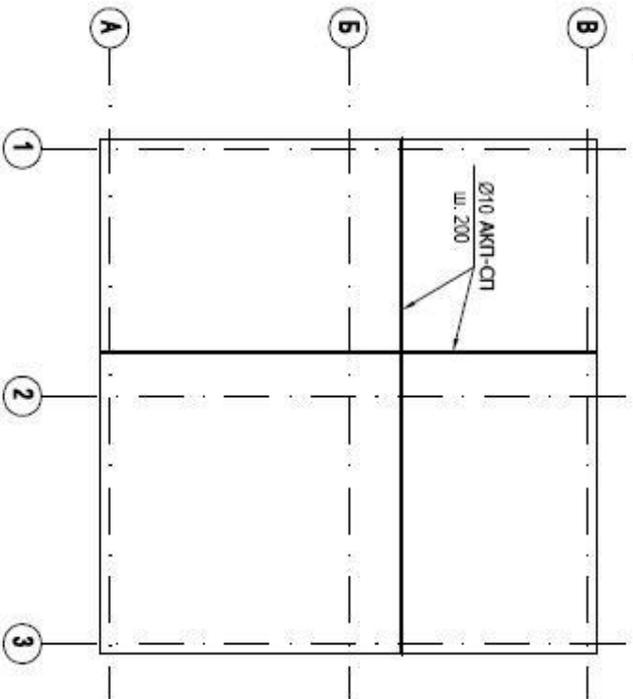
Лист
1.11

Изм.	Кол.уч	Лист	Недок.	Подпись	Дата

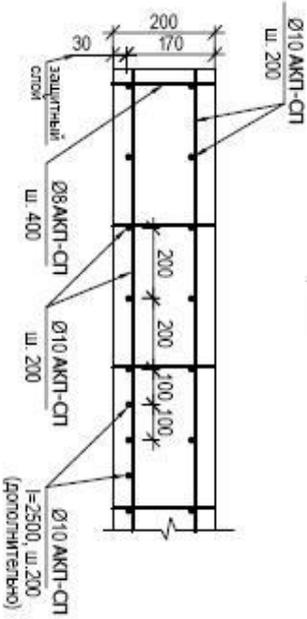
Армирование фундаментной плиты.
Нижняя зона.



Армирование фундаментной плиты.
Верхняя зона



а-а



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	
Бетон В 25 F 100 W 4				V = 20м ³

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 АКС в плитных фундаментах для малоэтажной застройки.

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата