

К. Т. Сақанов

**ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.
ПРИМЕРЫ ДЛЯ КУРСОВОГО И
ДИПЛОМНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**



Павлодар

024.011
С 15
Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет им.
С. Торайгырова

К.Т. Саканов

**ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.
ПРИМЕРЫ ДЛЯ КУРСОВОГО И
ДИПЛОМНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебное пособие

Павлодар
Кереку
2015

УДК 624.011.1(075.8)

ББК 38.55я73

С 15

Рекомендовано учебно-методической секции Республиканского учебно-методического совета МОН РК по специальностям архитектурно-строительного и дизайнерского профилей

Рецензенты:

А. А. Шалкаров – ведущий научный сотрудник Казахского дорожного научно-исследовательского института, д.т.н.

Ж. А. Усенкулов – зав.кафедрой промышленного гражданского и дорожного строительства Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауезова, к.т.н., профессор.

А. К. Курманов – канд. техн. наук, доцент.

Саканов К. Т.

С15 Деревянные конструкции. Примеры для курсового и дипломного проектирования : учебное пособие / К. Т. Саканов. – Павлодар : Кереку, 2015. – 123 с.

ISBN 978-601-238-471-0

В учебном пособии рассмотрены примеры часто встречающихся в курсовом и дипломном проектировании отдельных видов деревянных конструкций. Расчеты выполнены с учетом требований действующих нормативных материалов в соответствии с учебным курсом раздела «Конструкции из дерева и пластмасс» дисциплины «Строительные конструкции».

Пособие предназначено для студентов вузов обучающихся по специальностям 5B072900 – Строительство, 5B042000 – Архитектура, 5B074500 – Транспортное строительство, а также может быть полезно для студентов других строительных специальностей.

УДК 624.011.1(075.8)

ББК 38.55я73

ISBN 978-601-238-471-0

© Саканов К. Т., 2015

© ПГУ им. С. Торайгырова, 2015

За достоверность материалов, грамматические и орфографические ошибки ответственность несут авторы и составители

Введение

В учебном пособии приведены примеры расчета строительных конструкций из древесины и пластмассы, наиболее часто встречающихся в курсовом проектировании в разделе «Конструкции из дерева и пластмасс» дисциплины «Строительные конструкции» для студентов строительных и транспортных специальностей.

Рассматриваемые примеры расчета так же могут быть применены при проектировании отдельных конструкций из дерева. Расчеты выполнены в строгом соответствии с действующими действующими СНиП и другими нормативными документами.

В настоящем учебном пособии рассмотрены только те конструкции, которые менее подробно рассмотрены в другой учебной и нормативной литературе.

Автор выражает признательность рецензентам за высказанные замечания и советы при подготовке издания.

1 Ограждающие конструкции покрытия

1.1 Клеефанерная панель с дощатом каркасом

1.1.1 Исходные данные. Размер панели в плане $1,48 \times 3,98$ м, обшивка из березовой фанеры ФСБ сорта В/ВВ по ГОСТ 3919-69*, продольные и поперечные ребра из сосновых досок второго сорта толщиной $\delta = 32$ мм. Утеплитель – пенопласт толщиной 100 мм, плотностью 200 кг/м^3 приклеен к нижней обшивке латексом. Латекс одновременно является пароизоляцией. Кровля трехслойная – рубероидная. Район строительства – Павлодарская область. Температурно - влажностные условия эксплуатации Б1. Класс ответственности здания первый.

1.1.2 Компоновка сечения панели. Толщина фанеры для верхней обшивки принята равной $\delta^c = 8$ мм, нижней $\delta^p = 6$ мм. Количество продольных ребер определяется из условия продавливания верхней обшивки панели монтажной нагрузкой $P = 120 \text{ кг} = 1,2 \text{ кН}$. Максимально допустимый шаг продольных ребер определяется по формуле

$$C = \frac{1,2 \cdot 8 \cdot R_{ф.н} (\delta^c)^2}{6 \cdot P}$$

Принято два наружных и два внутренних продольных ребра сечением, с учетом острожки кромок, $h \times b = 170 \times 32$ мм, расположенных через 0,5 м друг от друга. Поперечные ребра из таких же досок расположены через 1,5 м по длине панели в местах стыковки фанерных обшивок (стыки фанеры «на ус»).

Расчетный пролет панели $l_0 = 0,99 \cdot l = 0,99 \cdot 3,98 = 358,0$ мм. Высота панели $h = 170 + (8 + 6) = 184$ мм.

Сечение панели приведено на рисунке 1.

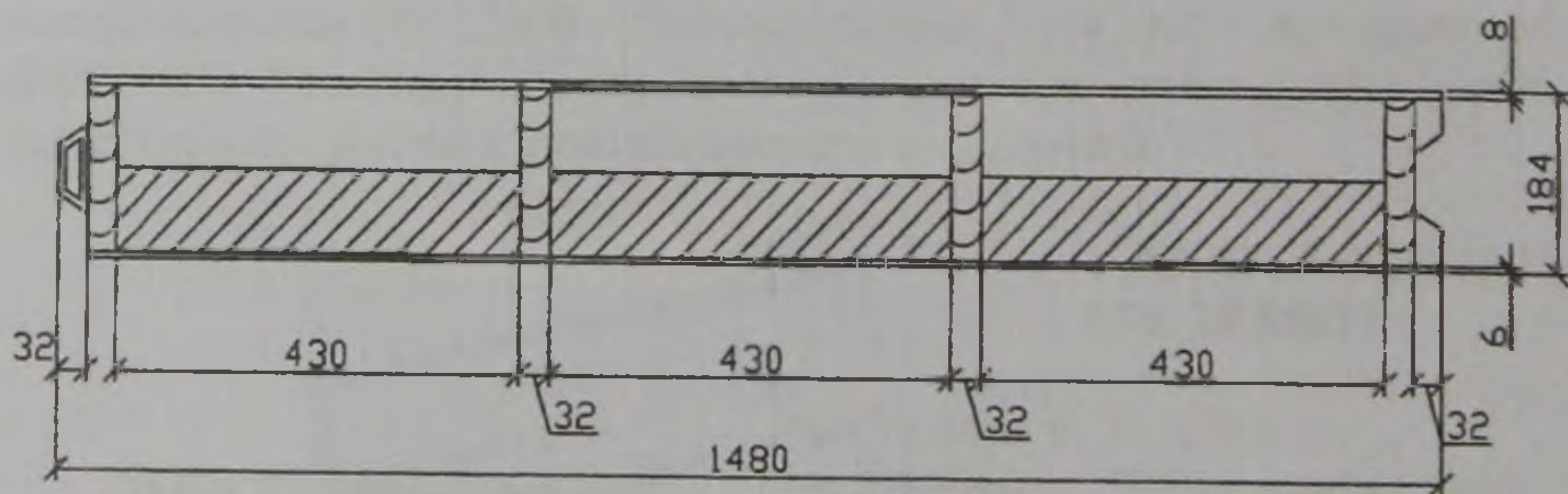


Рисунок 1 – Поперечное сечение панели

1.1.3 Нагрузка на панель. Панель укладывается по несущим деревянным конструкциям покрытия. Подсчет нагрузок приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Подсчет нагрузок на 1м² панели

№ п/п	Нагрузка	Норм. нагрузка кН/ м ²	Кoeff. надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка кН/ м ²
1	2	3	4	5
1	Постоянная:			
1.1	Кровля рубероидная трехслойная титульной ластике	0,090	1,3	0,117
1.2	Фанерные обшивки ($\rho=700\text{кг/ м}^3$) (0,008+0,006).7	0,098	1,1	0,108
1.3	Дошчатые продольные ребра ($\rho=500\text{кг/ м}^3$) $\frac{4 \cdot 3,98 \cdot 0,032 \cdot 0,17 \cdot 5}{1,5 \cdot 4}$	0,072	1,1	0,079
1.4	То же поперечные ребра ($\rho=500\text{кг/м}^3$) $\frac{12 \cdot 0,454 \cdot 0,032 \cdot 0,17 \cdot 5}{1,5 \cdot 4}$	0,025	1,1	0,027
1.5	Утеплитель ($\rho =200\text{кг/ м}^3$) 0,1×2,0	0,200	1,1	0,22
	Итого: постоянная	0,485	-	0,551
2	Временная			
2.1	Снеговая нагрузка	0,70	1,6	1,12
	Итого: полная	1,185	-	1,671

Коэффициент надежности для снеговой нагрузки $\gamma_f = 1,6$. Согласно п.5.7 СНиП 2.01.07-85, определяемый в зависимости от отношения нормативного веса покрытия к нормативному весу снегового покрова:

$$g'' / s_0 = 0,485 / 0,7 = 0,69 < 0,8 / s_0.$$

Полная нагрузка на 1м панели:

- нормативная $q'' = g'' \cdot b = 1,185 \cdot 1,5 = 1,770\text{кН / м}$;

- расчетная $q = q \cdot b = 1,671 \cdot 1,5 = 2,500\text{кН / м}$,

где b – номинальная ширина панели, $b = 1,5\text{м}$.

1.1.4 Расчетная характеристика материалов. Для фанеры марки ФСВ сорта В/ВВ семислойной толщиной 8мм по таблице 10 и 11 СНиП 11-25-80: расчетное сопротивление растяжению $R_{ф.р} = 14 \text{ МПа}$; расчетное сопротивление сжатию $R_{ф.с} = 12 \text{ МПа}$; расчетное сопротивление скалыванию $R_{ф.ск} = 0,8 \text{ МПа}$; модуль упругости $E_{ф} = 9000 \text{ МПа}$; расчетное сопротивление изгибу $R_{ф.и 90} = 6,5 \text{ МПа}$. Модуль упругости древесины $E_{д.р} = 10000 \text{ МПа}$ согласно п.3.5 [5].

1.1.5 Геометрические характеристики сечения. Приведенная расчетная ширина фанерных обшивок согласно п.4.25. [5]

$$b_{расч} = 0,9b = 0,9 \times 1,48 = 1,332 \text{ м}.$$

Геометрические характеристики поперечного сечения клеефанерной панели приводим к фанерной обшивке. Расчетное сечение панели приведено на рисунке 2. Приведенный момент инерции поперечного сечения панели

$$J_{пр} = J_{ф} + J_{др} \cdot \frac{E_{др}}{E_{ф}} = \frac{1,332(0,184 \cdot -0,170)^3}{12} + 4 \cdot \frac{0,032 \cdot 0,170^3 \cdot 10000}{12 \cdot 9000} =$$

$$= 0,000000304 + 0,00001455 = 0,00001485 = 1,48 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4.$$

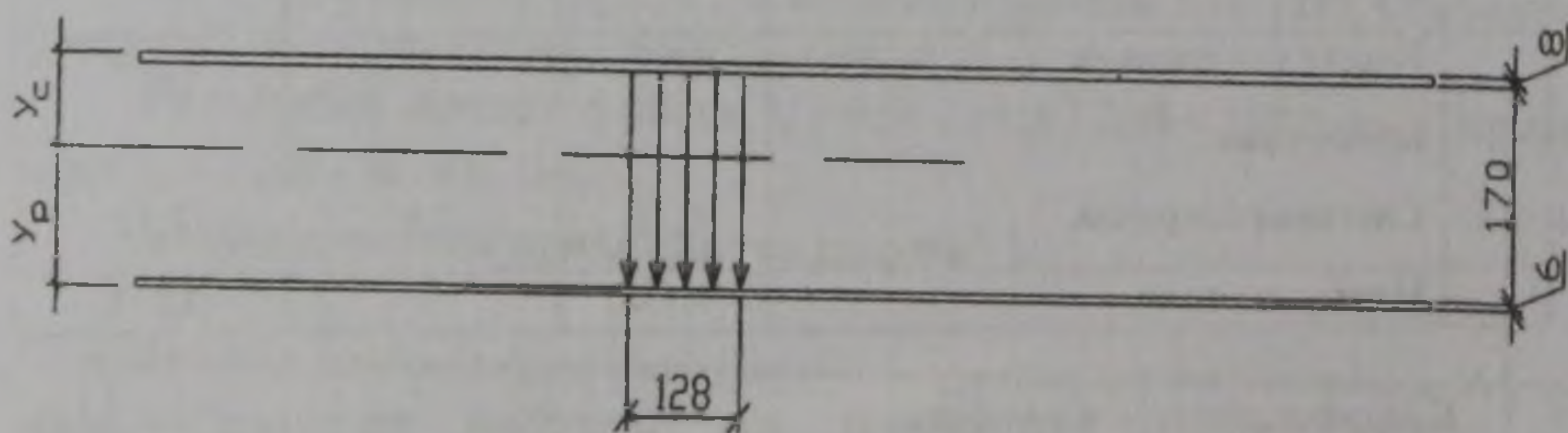


Рисунок 2 – Расчетное сечение дощато-фанерной панели

Приведенный статический момент верхней фанерной обшивки относительно нейтральной оси

$$S_{пр} = b_{пр} \cdot \delta_{ф} \left(\frac{h_{п}}{2} - \frac{\delta_{ф}}{2} \right) = 1,332 \cdot 0,008 \left(\frac{1,184}{2} - \frac{0,008}{2} \right) = 0,0925 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3.$$

Приведенный момент сопротивления поперечного сечения панели

$$W_{np} = \frac{1,48 \cdot 10^{-4} \cdot 2}{0,184} = 0,16 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3.$$

1.1.6 Проверка панели на прочность. Максимальный изгибающий момент в середине пролета

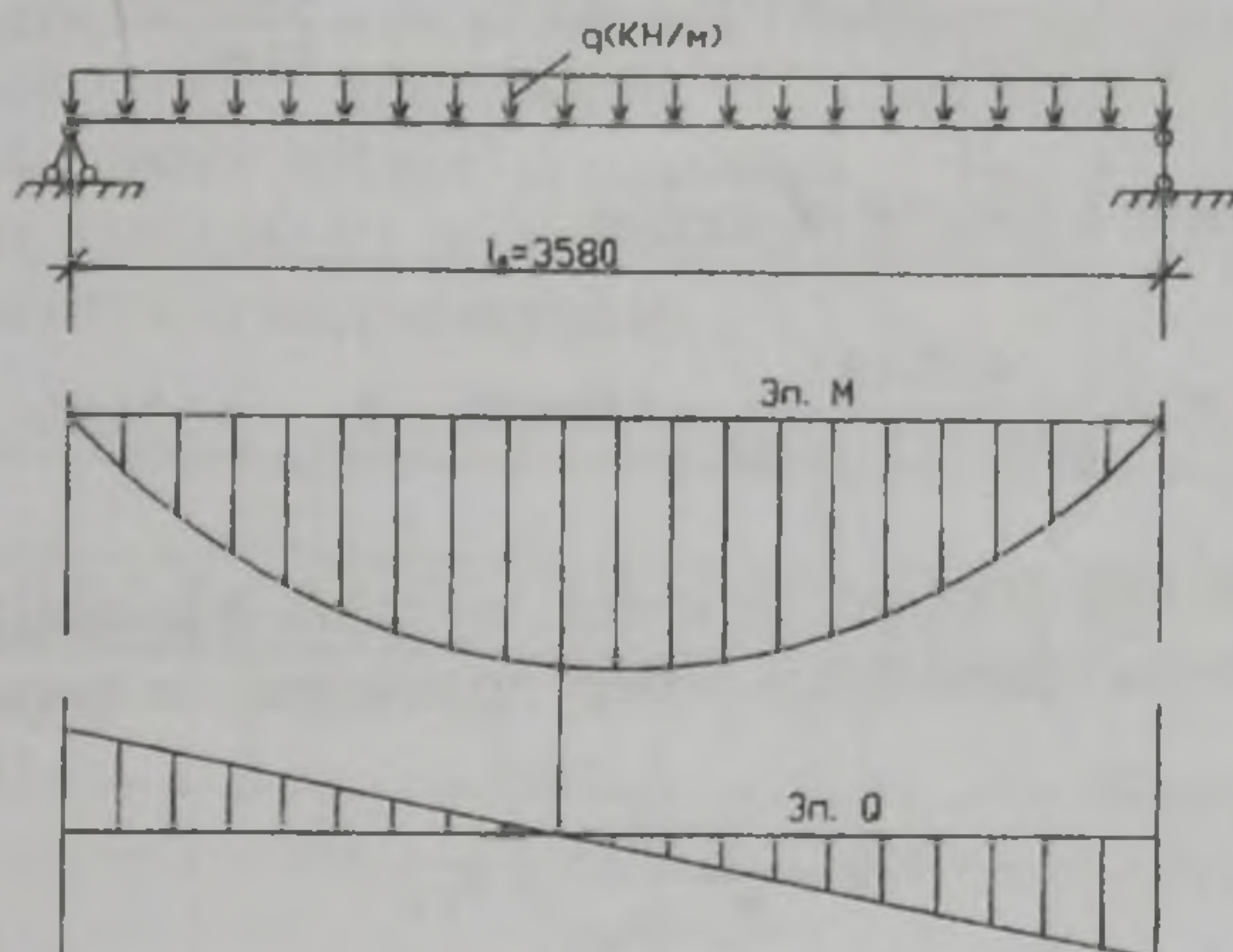


Рисунок 3 – Расчетная схема панели

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l_0^2}{8} = \frac{2,500 \cdot 3,58^2}{8} = 4,00 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = \frac{q \cdot l_0}{2} = \frac{2,500 \cdot 3,58}{2} = 4,47 \text{ кН}.$$

Напряжения в расчетной обшивке

$$\sigma_p = \frac{M_{\max}}{W_{np}} = \frac{4,00 \cdot 10^{-3}}{0,16 \cdot 10^{-2}} = 2,5 \text{ МПа} < 0,6 \cdot 14 = 8,4 \text{ МПа},$$

где 0,6 – коэффициент, учитывающий снижение расчетного сопротивления фанеры в растянутом стыке.

Расчет на устойчивость сжатий обшивки производят по формуле 41 [5]

$$\sigma_c = \frac{M_{\max}}{W_{np} \cdot \varphi_{\phi}} \leq R_{\phi c},$$

по

Пол

$$J_{np} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g^n l_0^3}{E_{np}} \left(\frac{l}{f} \right) = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,736 \cdot 10^{-3} \cdot 3,92}{10^4} \cdot 250 = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ см}^4.$$

где l_0 – расчетный пролет, $l_0 = 3,92 \text{ м}$.

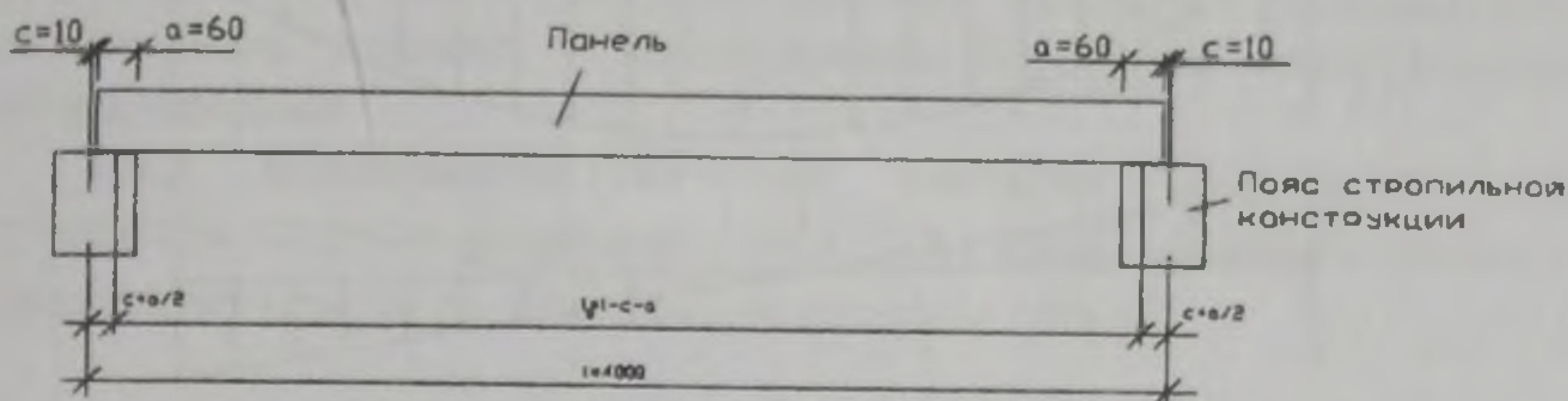


Рисунок 6 – Расчетный пролет панели

c – конструктивный зазор, $c = 10 \text{ мм}$;

a – длина площадки опирания, $a = 60 \text{ мм}$, см. п. 6.7 [5].

При высоте ребра $h = 16 \text{ см}$ требуемая суммарная минимальная его ширина ребер

$$J_{np} = \frac{bh^3}{12} \quad \text{или} \quad b_{min} = \frac{12 \cdot J_{np}}{h^3} = \frac{12 \cdot 3,4 \cdot 10^{-5}}{0,16^3} = 0,099 \text{ м}.$$

Принятая ширина при четырех ребрах из досок шириной $0,05 \text{ м}$ составляет

$$4 \cdot b = 4 \cdot 0,05 = 0,20 \text{ м} > 0,099 \text{ м}.$$

Продольные ребра рассчитываются как однопролетные статистически определяемые балки, загруженные равномерно распределенной нагрузкой (рисунок 7).

$$q = g \cdot b = 1,658 \cdot 1,48 = 2,454 \text{ кН / м};$$

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{2,454 \cdot 3,92^2}{8} = 4,713 \text{ кН / м};$$

$$Q = \frac{ql_0}{2} = \frac{2,454 \cdot 3,92}{2} = 4,988 \text{ кН}.$$

<

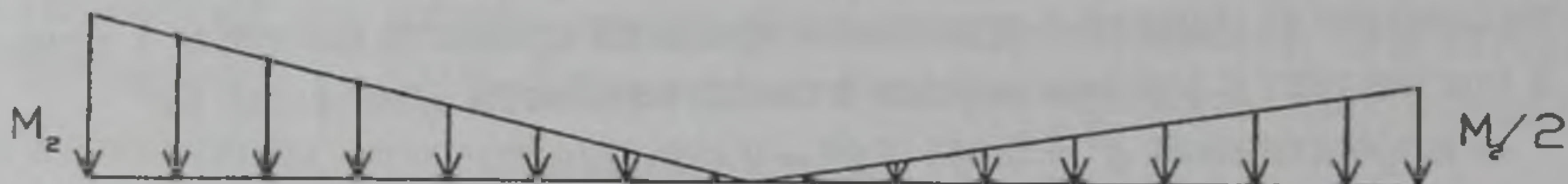
$$S_1 = S_1'' \cdot \gamma_f = 0,60 \cdot 1,6 = 0,96 \text{ кН / м}^2.$$



$$\frac{(g_{сн}'' + g_{нр}'')}{s_0} = \frac{0,125 + 0,480}{0,700} = 0,86, \text{ поэтому } \gamma_f = 1,6.$$

- вариант 2 (треугольное распределение)

$$\frac{f}{l} = \frac{3,5}{24} = \frac{1}{6,86} > \frac{1}{8}$$



Согласно прил. 3 СНиП 2.01.07 – 85, $\mu_2 = 1,8$;

$$S_2'' = s_0 \cdot \mu_2 = 0,70 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ кН / м}^2;$$

$$S_2 = S_2'' \cdot \gamma_f = 1,26 \cdot 1,6 = 2,01 \text{ кН / м}^2.$$

Расчетная нагрузка, приходящаяся на 1 п.м фермы:

- постоянная

$$q'' = (g_{нр}'' + g_{сн}'') \cdot B = (0,480 + 0,125) \cdot 4,0 = 2,42 \text{ кН / м};$$

$$q = (g_{нр} + g_{сн}) \cdot B = (0,523 + 0,138) \cdot 4,0 = 2,64 \text{ кН / м};$$

- снеговая (вариант 1)

$$S_1'' = s_1'' \cdot B = 0,60 \cdot 4,0 = 2,40 \text{ кН / м};$$

$$S_1 = s_1 \cdot B = 0,96 \cdot 4,0 = 3,84 \text{ кН / м};$$

- снеговая (вариант 2)

$$S_2'' = s_2'' \cdot B = 1,26 \cdot 4,0 = 5,04 \text{ кН / м};$$

$$S_2 = s_2 \cdot B = 2,01 \cdot 4,0 = 8,04 \text{ кН / м},$$

где B – шаг ферм, $B = 4,0 \text{ м}$.

