

1. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Ограждающие конструкции
 - 1.1. Настилы и обрешетки
 - 1.2. Прогоны
 - 1.3. Крепление прогонов
2. Клеефанерные плиты покрытия

ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ:

1. Трехслойные панели с применением пластмасс
2. Типы обшивок для облегченных ограждающих конструкций. Их преимущества и недостатки
3. Современные типы крепежных элементов. Особенности работы гвоздей и шурупов на выдергивание

1.1. Настилы и обрешетки

Для изготовления настилов и обрешетки допускается применять древесину хвойных пород *3 сорта*.

Сплошное основание под кровлю, устраиваемое из досок или брусков называется деревянным **настилом**.

Разреженное основание под кровлю, устраиваемое из досок или брусков с сечением не менее *50×50 мм*, называется **обрешеткой**.

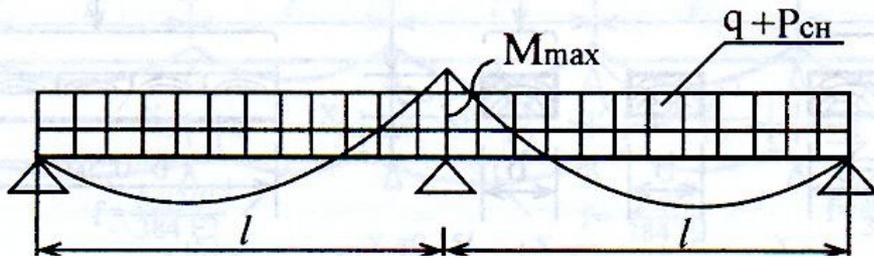
Настилы могут быть однослойными (одинарными) и двухслойными (двойными).

Однослойный настил из досок толщиной *19...32 мм*, соединяемых между собой впритык или в четверть, подшивают снизу распределительными брусками.

Двойной перекрестный настил состоит из верхнего защитного слоя и нижнего рабочего слоя. Защитный сплошной слой выполняют из досок толщиной *16...22 мм* шириной не более *100 мм*, укладываемых под углом *45°* к доскам толщиной 19...32 мм разреженного рабочего слоя. Защитный слой не подлежит расчету, а доски рабочего слоя необходимо рассчитывать.

В расчете настил и обрешетку, работающих на поперечный изгиб, моделируют двухпролетной балкой для двух сочетаний нагрузок:

1. Постоянная от собственного веса покрытия и временная от снегового покрова распределены равномерно по всей длине



Расчет на прочность и прогиб.

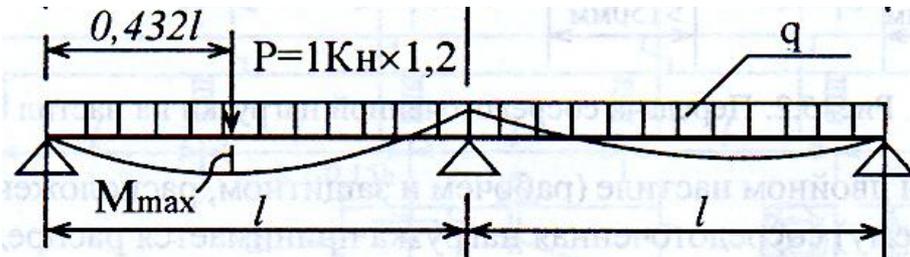
$$\frac{M}{W_{\text{расч}}} \leq R_{\text{и}}$$

$$M = \frac{(q + p_{\text{сн}}) \cdot l^2}{8}$$

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

$$f = 2,13 \cdot \frac{(q^H + p_{\text{сн}}^H) \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

2. Постоянная от собственного веса покрытия распределена равномерно по всей длине, кратковременная сосредоточенная от веса монтажника – на расстоянии $0,432l$ от крайней опоры



Проверка прочности.

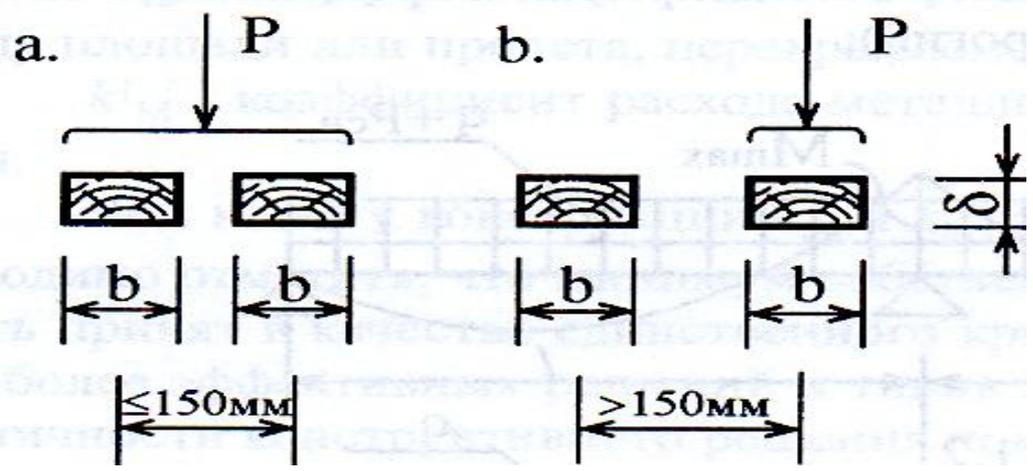
$$\frac{M}{W_{\text{расч}}} \leq m_H R_{\text{и}}$$

$$M = 0,07 \cdot q \cdot l^2 + 0,21 \cdot P \cdot l$$

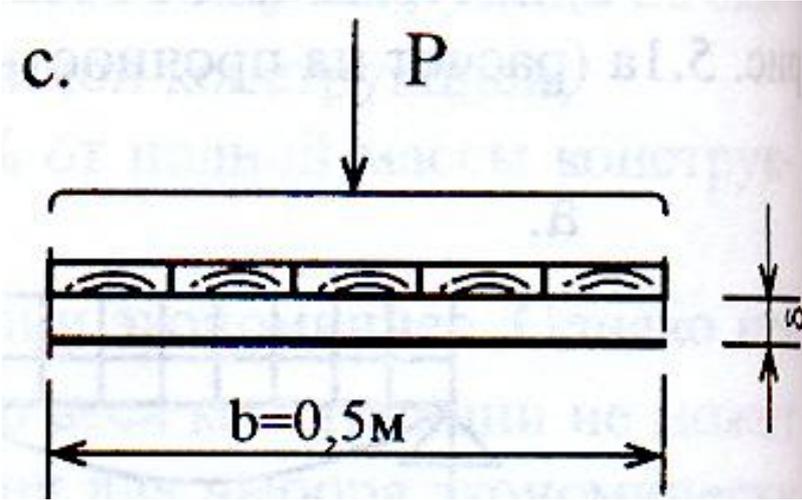
При сплошном или разреженном настиле с расстоянием между осями досок или брусков:

Менее 150 мм – сосредоточенная нагрузка прикладывается к **двум** брускам или доскам;

Больше 150 мм – к **одной** доске или бруску.



При двойном настиле (рабочем и защитном) сосредоточенная нагрузка распределяется на ширину *500 мм рабочего настила*. Рабочий настил воспринимает нормальные составляющие нагрузок.



1.2. Прогоны

Прогоны покрытий и стен предназначены для передачи нагрузок на несущие конструкции.

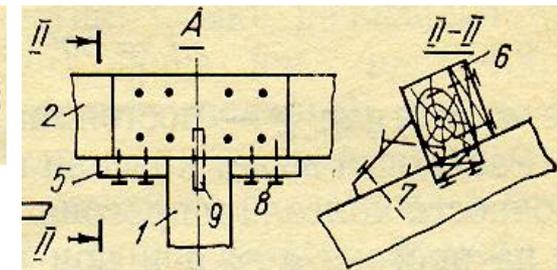
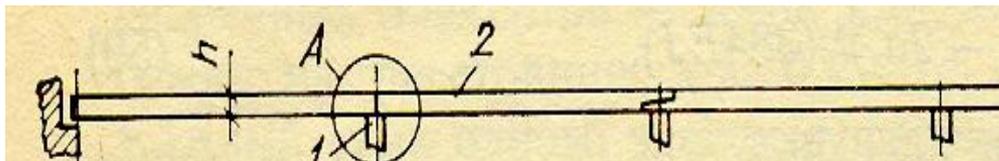
В чердачных покрытиях прогоны опирают на торцевые стены или стойки наслонной системы стропил.

В бесчердачных покрытиях прогоны опирают на несущие конструкции.

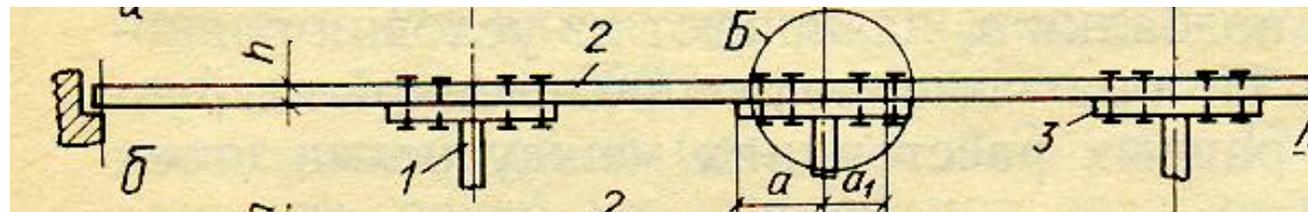
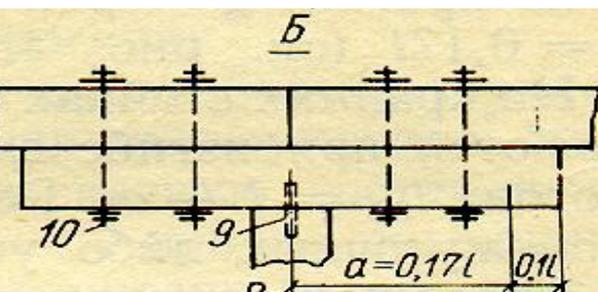
В подвесных покрытиях прогоны подвешивают к несущим конструкциям.

В покрытиях применяют прогоны:

- разрезные;

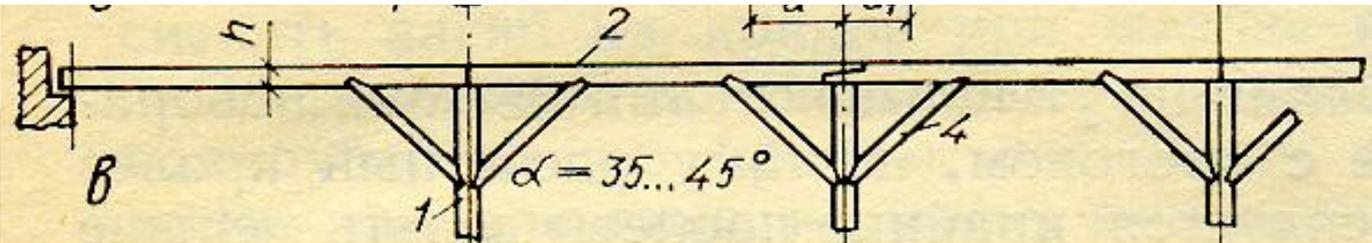


- разрезные с подбалками;

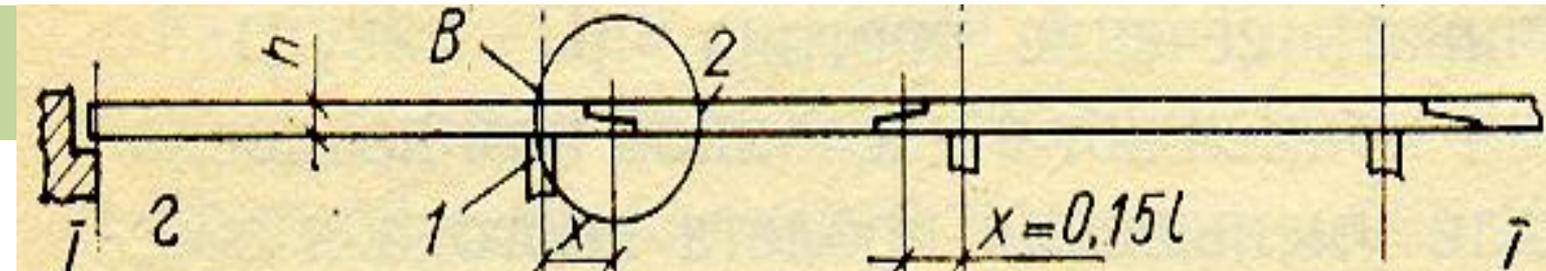


Лекция 13
№13/6

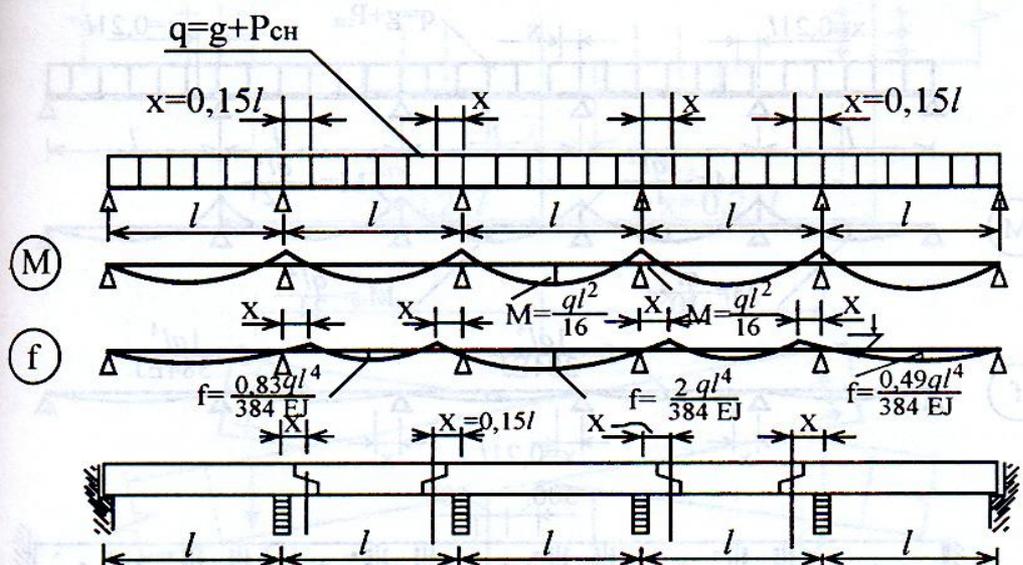
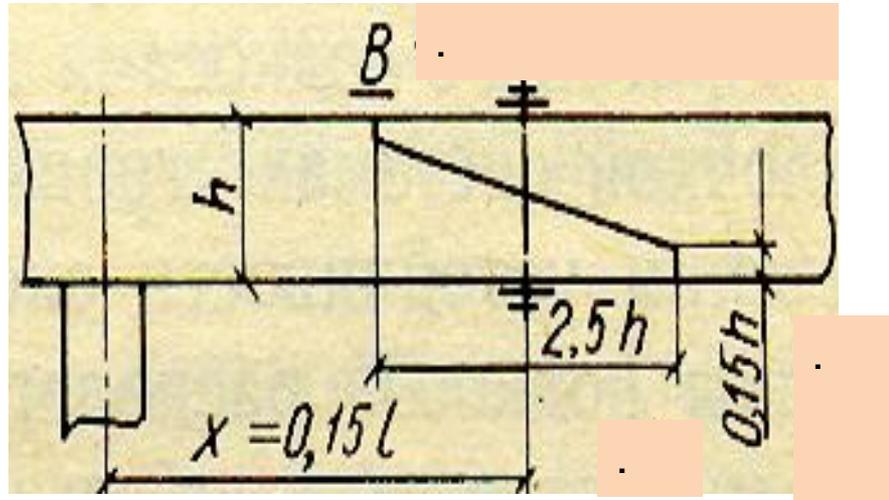
- разрезные с подкосами;



- консольно-балочные;



В консольно-балочных прогонах шарниры по два устраивают через пролет в зоне наименьших моментов на расстоянии $x=0,15l$ от опоры.



В этом случае получается **равномomentное решение** и изгибающие моменты

$$M = \frac{q \cdot l^2}{16}$$

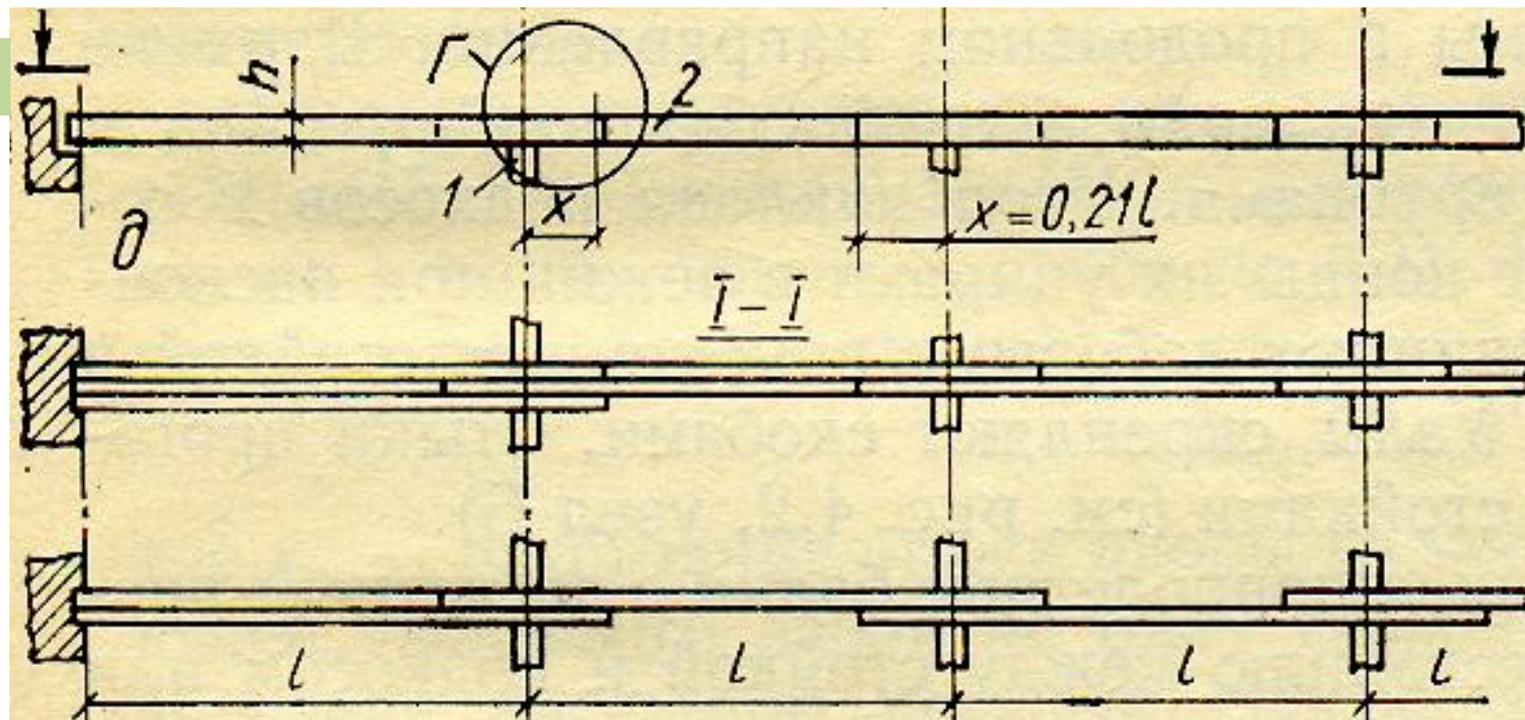
Лекция 13
№13/7

Бревна и брусья консольно-балочных прогонов стыкуют косым прирубом с болтом посередине. Болты не затягивают.

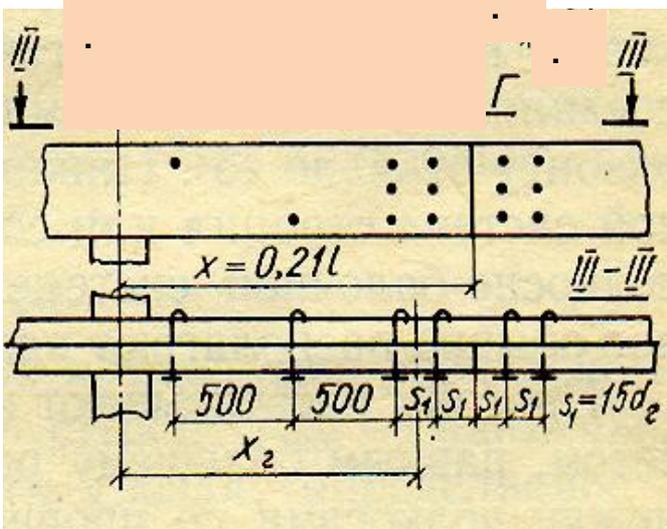
Величина пролетов как правило *не более 4,5 м* ограничена сортаментной длиной пиломатериалов *6 м*. Крайние пролеты принимают $l_{кр} = 0,85l_{пр}$. При равных пролетах сечение крайних прогонов необходимо увеличивать.

К недостаткам следует отнести высокую чувствительность расчетных моментов даже от небольшого изменения временной нагрузки.

- неразрезные.



Неразрезные прогоны проектируют по равнопрогибной схеме из спаренных досок. Стыки размещают вразбежку на расстоянии $x = 0,21l$ от оси опор.

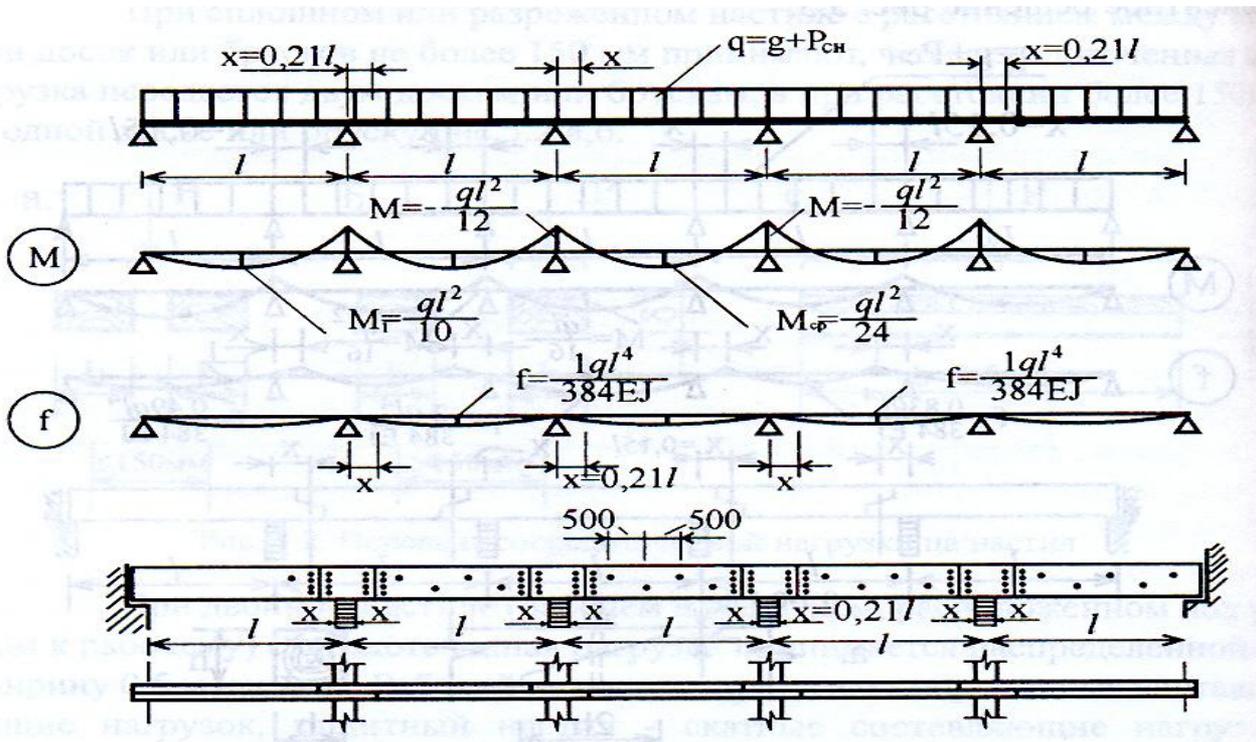


Стык досок в ряду перекрывается цельными досками смежного ряда.

Доски соединяют по длине гвоздями, расставленными в шахматном порядке с шагом **500 мм**.

В стыке гвозди ставят по расчету на восприятие поперечной силы.

Длина гвоздей должна обеспечить загиб их концов на выходе из прогона.



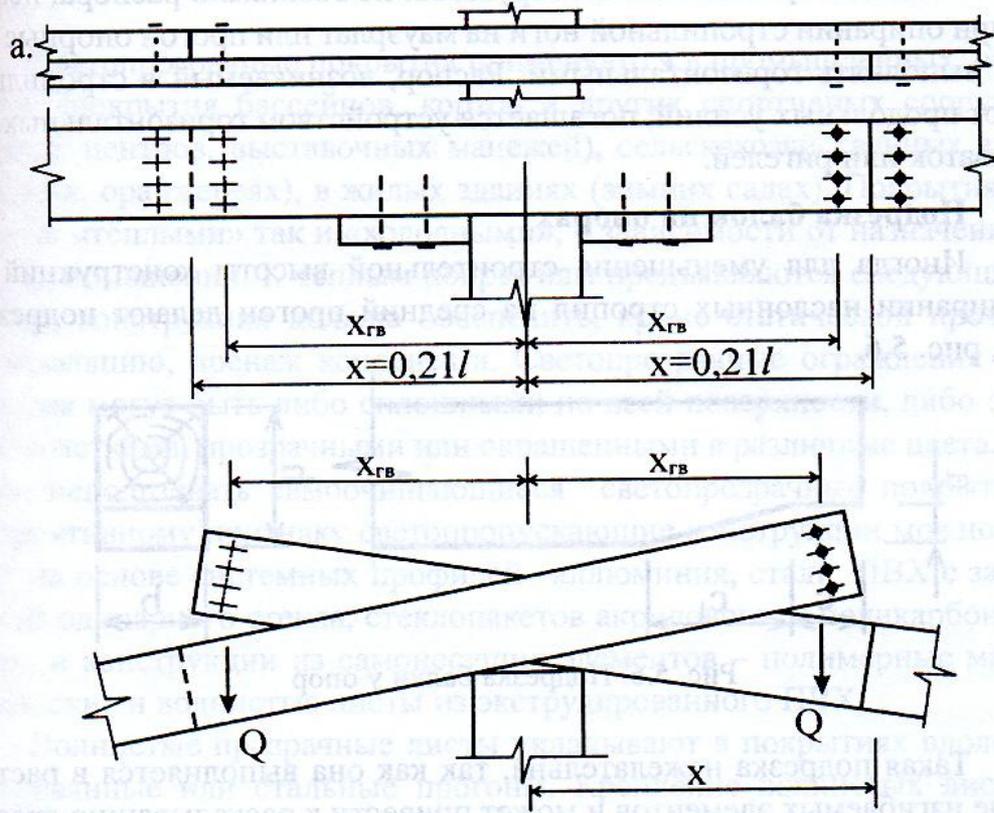
Неразрезные прогоны рассчитывают на прочность и жесткость.

Количество односрезных гвоздей с одной стороны стыка

$$n_{зв} \geq \frac{M_{оп}}{2 \cdot x_2 \cdot T_2}$$

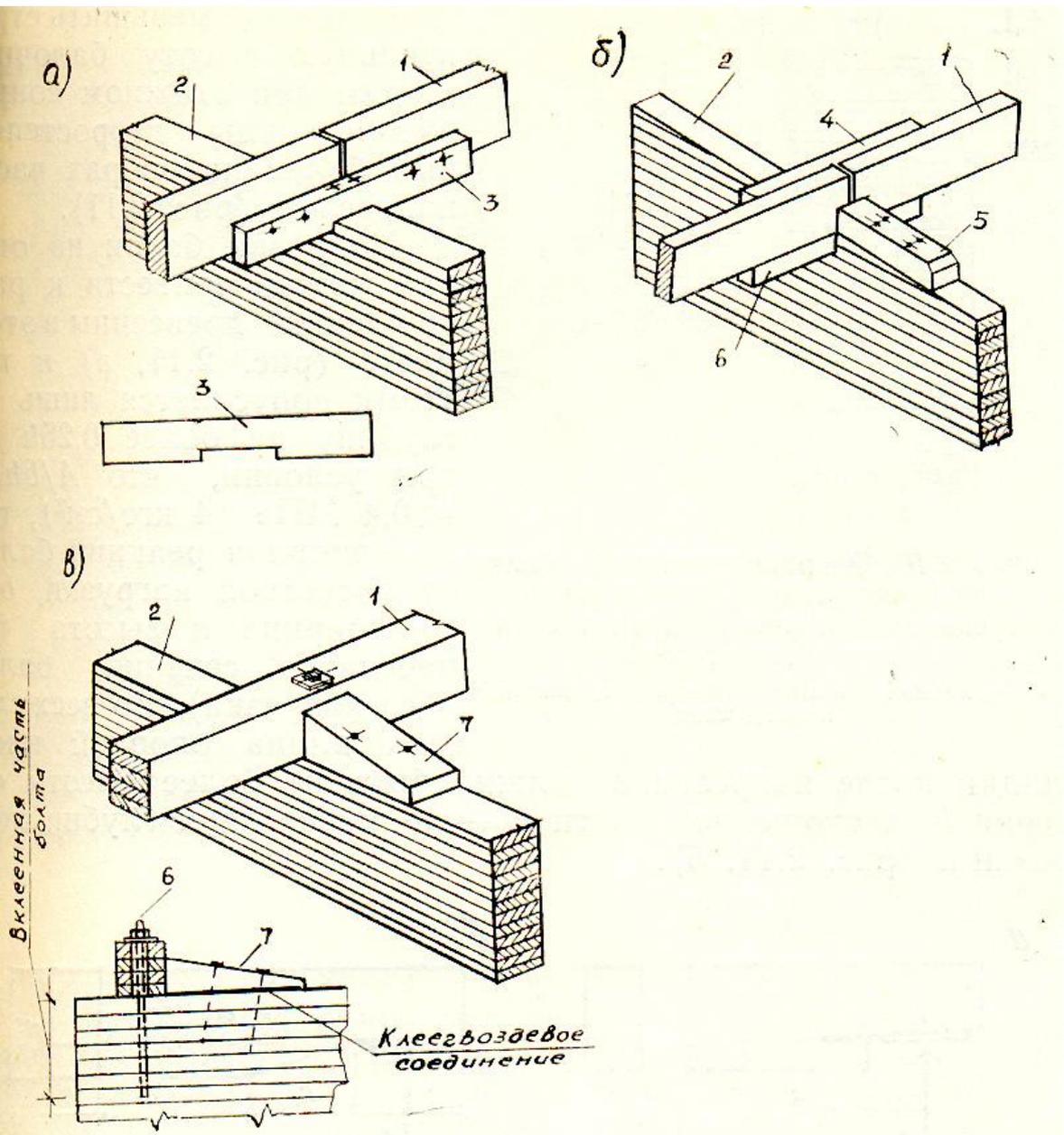
Лекция 13

№13/9



При пролетах прогонов до 4,5 м и мягкой рулонной кровле возможна схема, при которой в каждом пролете укладывают одиночный прогон с двумя консолями. Концы прогонов соединяют гвоздями. В этом случае в зоне наибольших моментов оказывается две доски, а в пролете – одна.

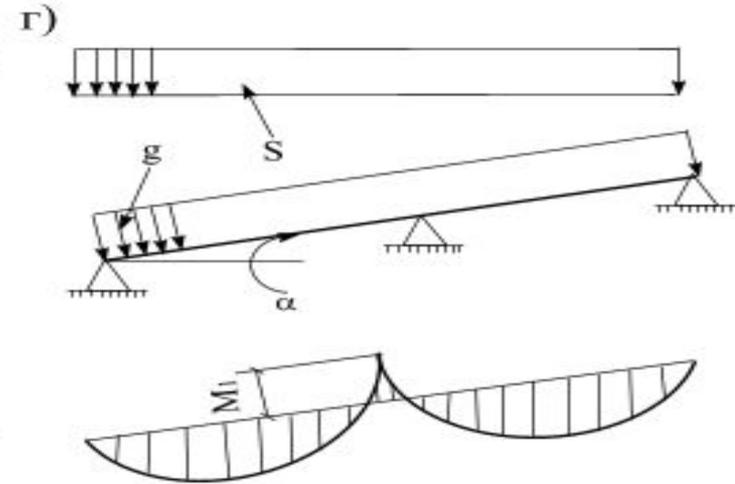
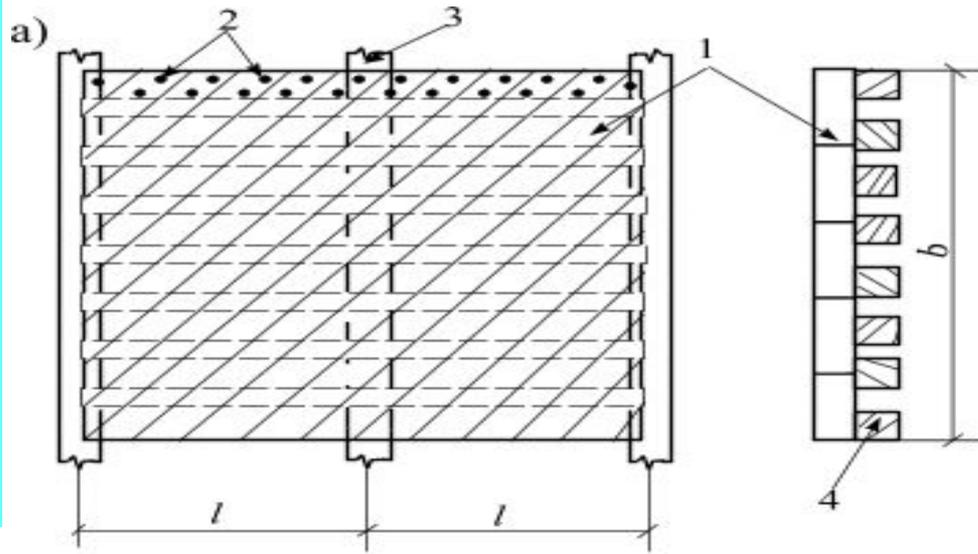
1.3. Крепление прогонов



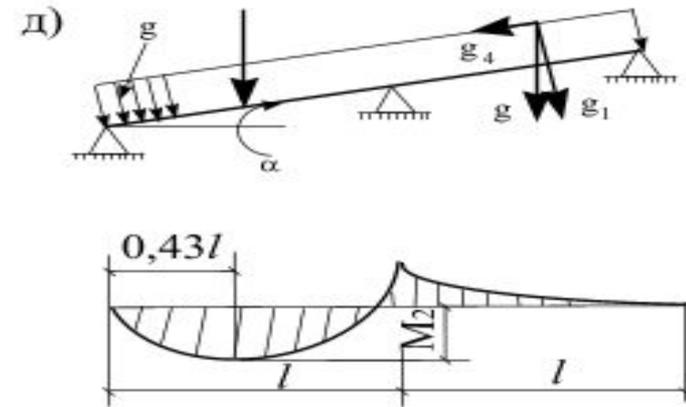
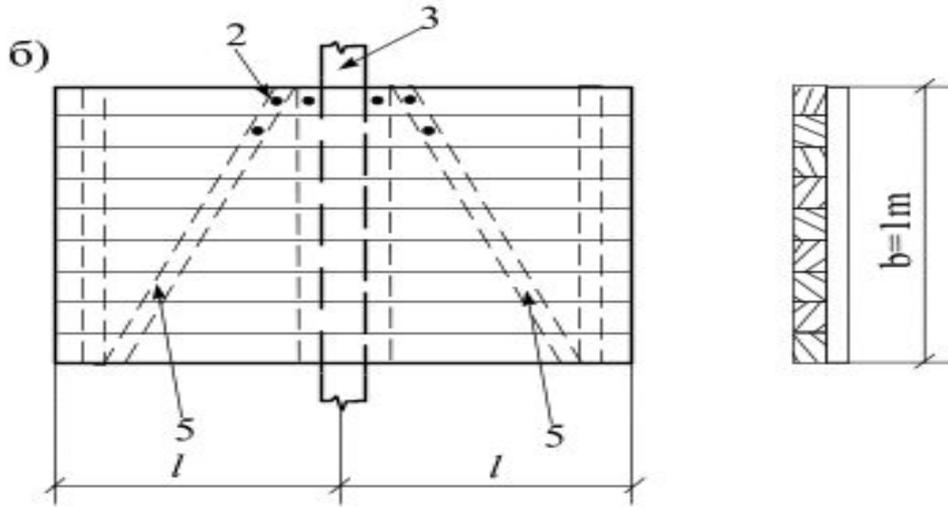
- 1 – прогон;
- 2 – несущая конструкция покрытия;
- 3, 4 – накладки;
- 5, 6, 7 - бобышки

Деревянные настилы целесообразно изготавливать щитовыми. Длина щитов принимается из условия опирания на прогоны, не более $3...4$ м, ширина — из условия простоты перевозки и монтажа в пределах $1,5...2$ м.

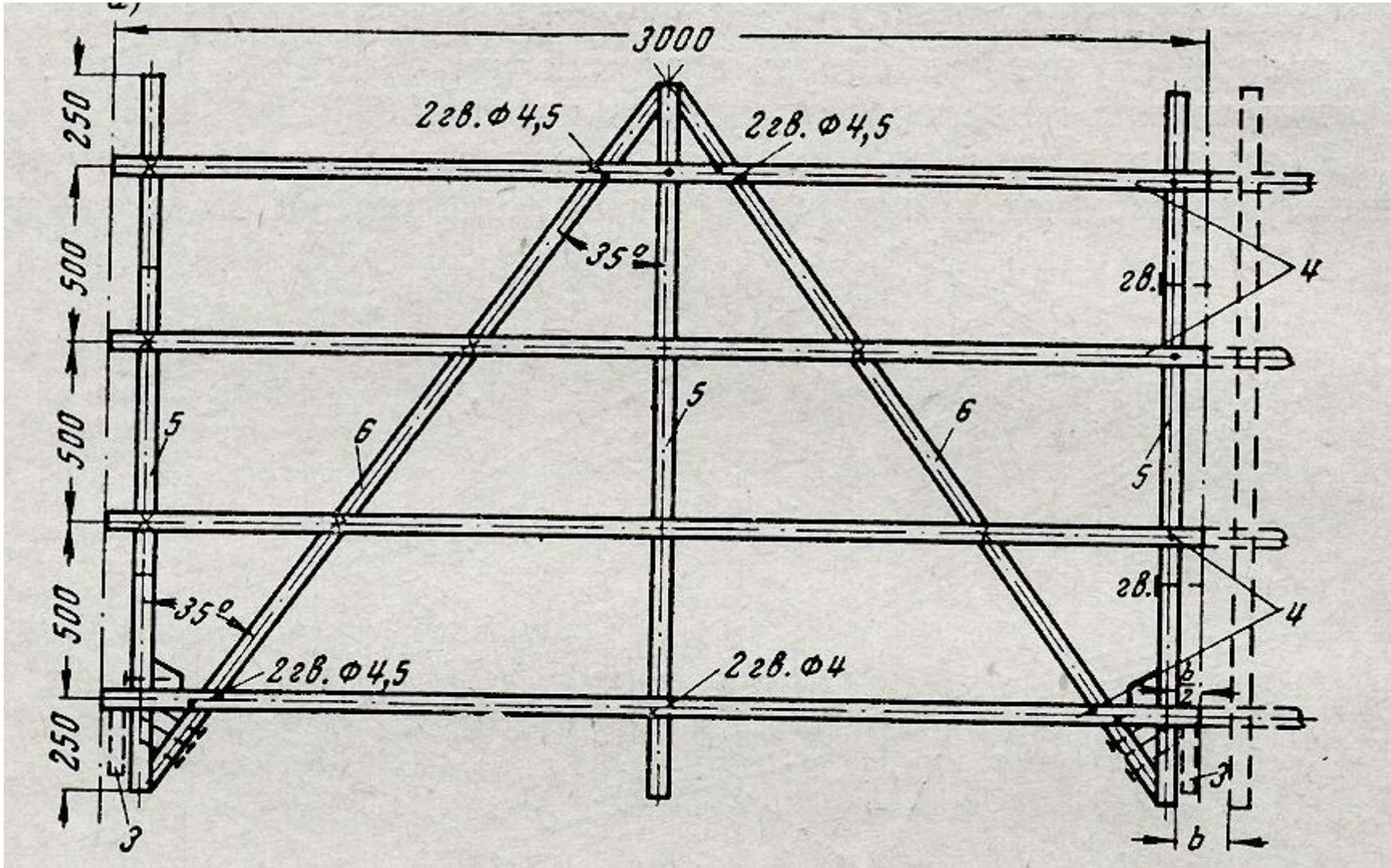
Щит двойного
перекрестного настила

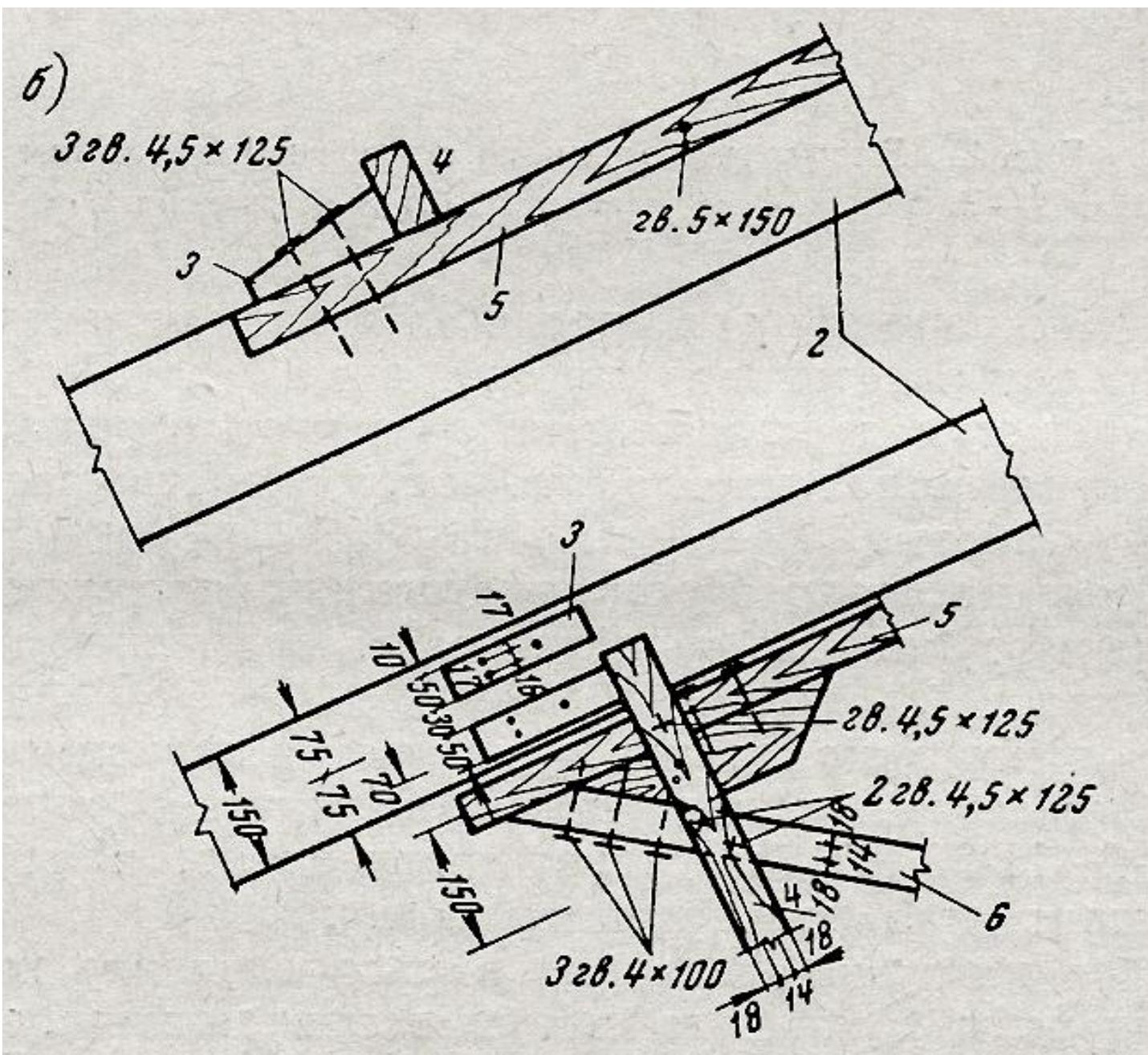


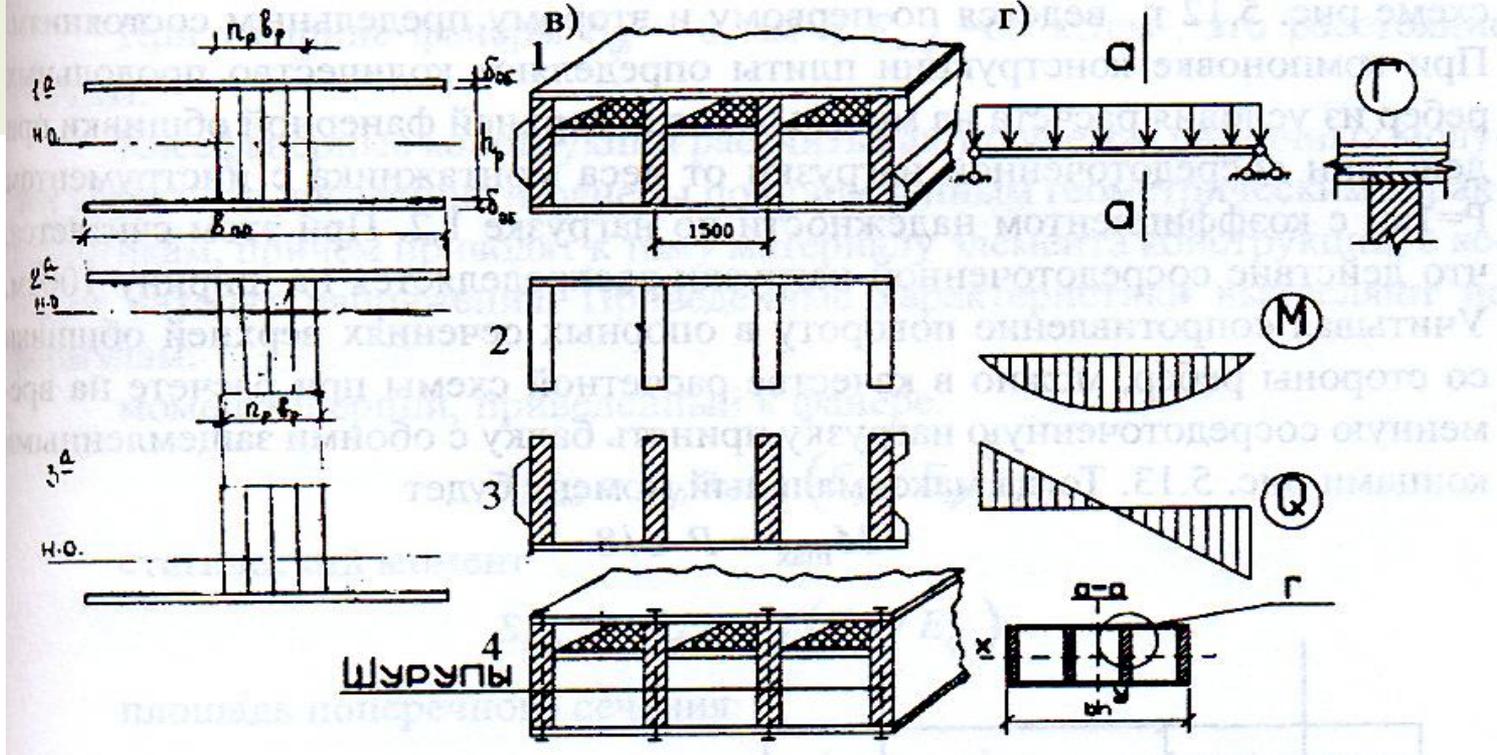
Щит однослойного
настила



Конструкция разрезанного щита







Высота плиты $h = (1/15 \dots 1/40)l$.

Для обшивок используют водостойкую фанеру марки ФСФ сорта В/ВВ из шпонов сосны, лиственницы или их комбинации с березой толщиной не менее **8 мм** – верхней обшивки и **6 мм** – нижней.

Волокна наружных шпонов (рубашек) должны быть направлены вдоль пролета плиты.

Продольные ребра каркаса выполняют из древесины **2 сорта** из брусков толщиной **25; 33; 36; 42** и **52 мм** высотой **94 ... 192 мм**.

Шаг продольных ребер по ширине плиты не более *500 мм*.

Поперечные ребра ставят с шагом не более *1,5 мм*, как правило, в местах стыкования листов обшивки. При пересечении с продольными ребрами они прерываются.

В качестве утеплителей применяют несгораемые и биостойкие теплоизоляционные материалы: пенопласты, пенополиуретаны, стекломаты или минераловатные жесткие и полужесткие плиты на синтетическом связующем с объемным весом *$g=0,5; 0,75; 1,0 \text{ кН/м}^3$*

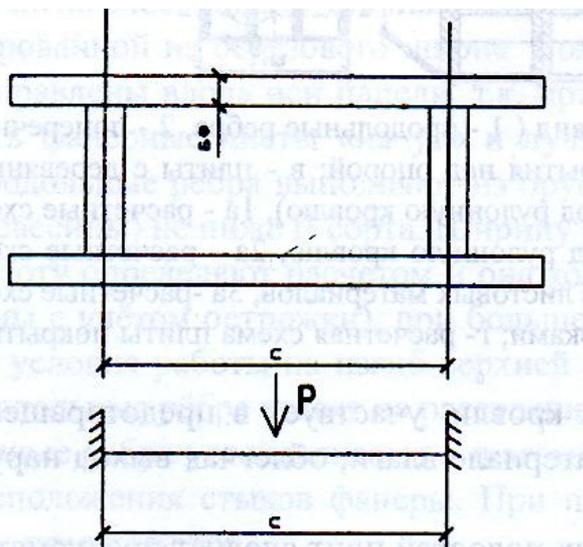
Для проветривания внутренних полостей плит следует предусматривать зазор *50 мм* между утеплителем и верхней обшивкой или пазы в поперечных ребрах. Для этой же цели в ряде случаев выполняют отверстия *Ø30 мм* в поперечных ребрах над утеплителем. Суммарная площадь сообщающихся полостей не должна превышать *54 кв.м* из соображений пожарной безопасности.

На верхнюю обшивку в заводских условиях наклеивают один слой мягкой кровли.

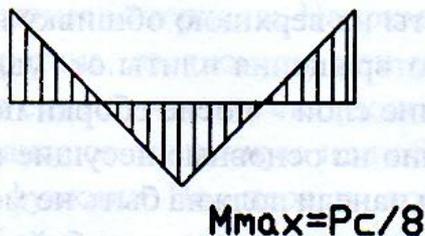
Плиты монтируют на несущие конструкции покрытия, при этом длина площадки опирания должна быть *не менее 60мм*.

Для предотвращения неравномерного прогиба плит их соединяют между собой в продольном направлении глухими нагелями, которые ставят с шагом $1,5...2 м$, или с помощью стыковочных брусков.

Обшивки в плитах работают **на местный изгиб** от постоянной и временной нагрузок, а также веса монтажника, и **на общий изгиб** за счет вовлечения в совместную работу с продольными ребрами.



В расчетах на **местный изгиб** обшивку моделируют двухпролетной балкой, имеющей прямоугольное поперечное сечение шириной $b=1000$ мм и высотой, равной толщине обшивки $h=\delta$. Балка работает в коротком направлении – в наименьшем из расстояний между продольными ребрами (тогда $E_{\phi 90}$) или поперечными ребрами (тогда E_{ϕ}).



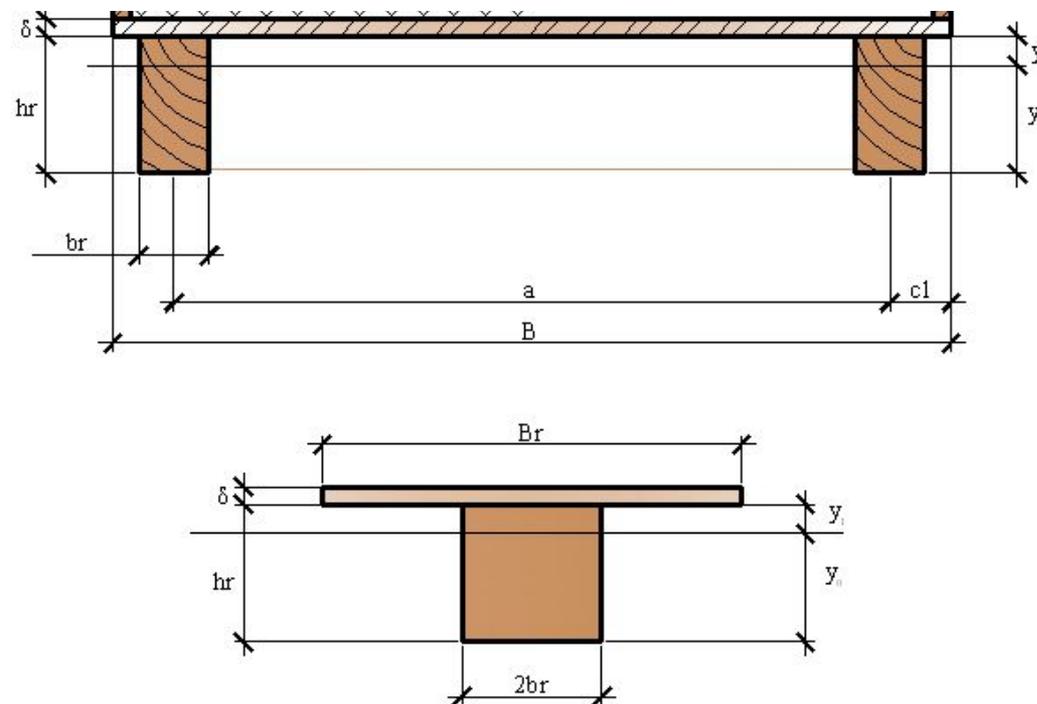
Изгибные напряжения в верхней обшивке поперек волокон рубашек фанеры

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{W_{\phi}} = \frac{6 \cdot P \cdot c}{8 \cdot 100 \cdot \delta_{\phi}^2} = 0,9 \cdot \frac{c}{\delta_{\phi}^2} \leq m_n \cdot R_{u.\phi}$$

$$c \leq 1,33 \cdot R_{u.\phi} \cdot \delta_{\phi}^2$$

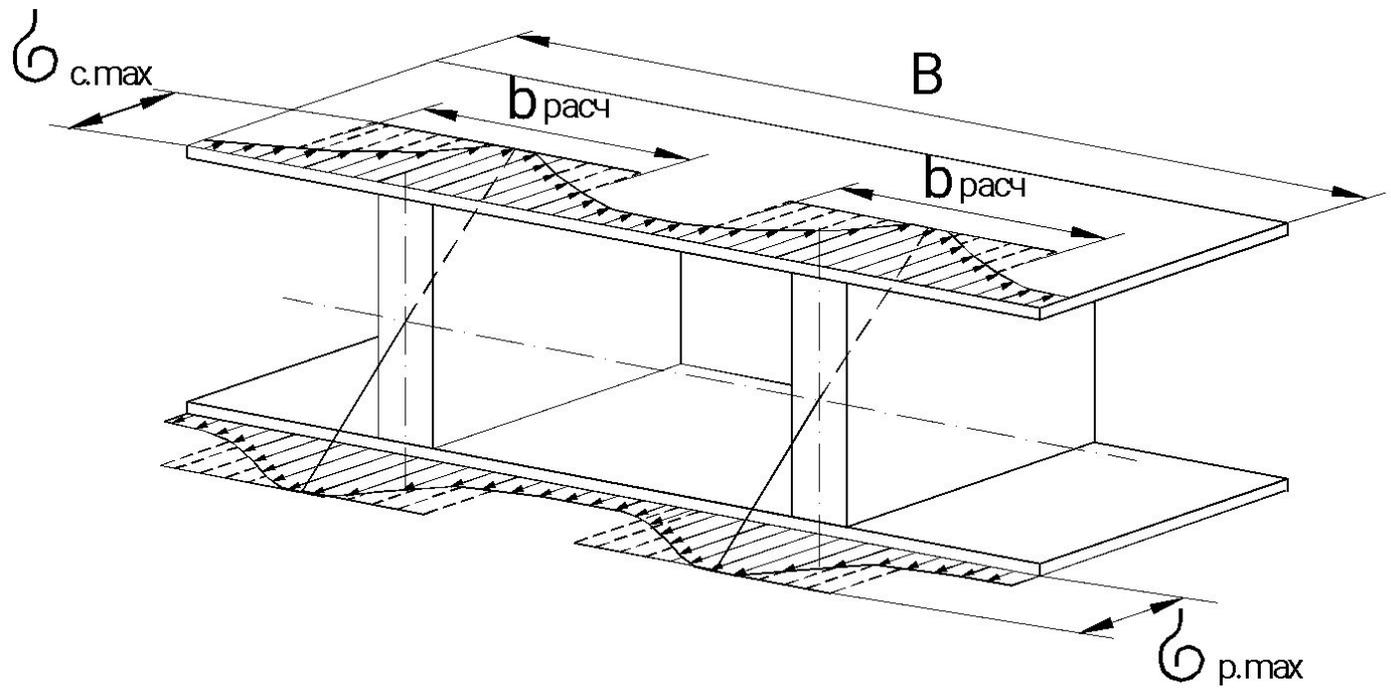
При толщине фанеры $\delta_{\phi} = 8 \text{ мм}$ и $R_{u.\phi 90} = 6,5 \text{ МПа}$ расстояние между продольными ребрами $c \leq 55 \text{ см}$.

В расчетах на общий изгиб плиту моделируют однопролетной балкой, имеющей двутавровое или тавровое поперечное сечение в зависимости от наличия обшивок.



Расчет выполняют с учетом приведенных статических геометрических характеристик элементов поперечного сечения. Приведение осуществляют к материалу того элемента, в котором проверяют напряжение, с помощью коэффициента приведения E_{δ} / E_{ϕ} или E_{ϕ} / E_{δ} .

Нормальные напряжения в обшивках в поперечном сечении плиты, где возникает максимальный изгибающий момент, имеют максимум над ребрами и минимум в поле между ними.



Суммарное усилие в действительной обшивке равно суммарному усилию в уменьшенной (редуцированной).

Ширина полок устанавливается при помощи редуцирующего коэффициента, характеризующего степень неравномерности распределения нормальных напряжений по ширине обшивок реальных плит:

В нормативной методике действительную ширину обшивки заменяют уменьшенной с таким расчетом, чтобы при использовании элементарных теорий изгиба и сжатия значения наибольших напряжений для преобразованного и действительного сечений оказывались равными.

$$K = \frac{\sigma_{cp.y}}{\sigma_{max.y}} = \frac{\int_0^B \sigma_y dx}{B \cdot \sigma_{max.y}}$$

где $\sigma_{cp.y}$ и $\sigma_{max.y}$ - среднее и максимальное значения нормальных напряжений, действующих вдоль пролета плиты, в обшивке в исследуемом поперечном сечении; σ_y - нормальное напряжение в точке поперечного сечения обшивки; B - ширина обшивки.

$K = 0,9$ при $l \geq 6a$ и

$K = 0,15l/a$ при $l < 6a$

l - пролет плиты, a - расстояние между продольными ребрами по осям).

Приведенный момент сопротивления поперечного сечения клееных элементов из фанеры с древесиной следует определять по формуле

$$W_{пр} = \frac{I_{пр}}{y_0}$$

где y_0 - расстояние от центра тяжести приведенного сечения до нижней грани обшивки;

$I_{пр}$ - момент инерции сечения, приведенного к фанере

$$I_{\text{пр}} = I_{\phi} + I \frac{E}{E_{\phi}}$$

где I_{ϕ} - момент инерции поперечного сечения фанерных обшивок;

I - момент инерции поперечного сечения деревянных ребер каркаса;

E/E_{ϕ} - отношение модулей упругости древесины и фанеры.

Устойчивость сжатой обшивки плит и панелей следует проверять по формуле

$$\frac{M}{\varphi_{\phi} W_{\text{пр}}} \leq R_{\phi.c}$$

где

$$\varphi_{\phi} = \frac{1250}{(a/\delta)^2} \quad \text{при} \quad \frac{a}{\delta} \geq 50$$

$$\varphi_{\phi} = 1 - \frac{(a/\delta)^2}{5000} \quad \text{при} \quad \frac{a}{\delta} \leq 50$$

Проверку на скалывание ребер каркаса плит и панелей или обшивки по шву в месте примыкания ее к ребрам следует производить по формуле

$$\frac{QS_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}} b_{\text{рас}}} \leq R_{\text{ск}}$$

где Q - расчетная поперечная сила;
 $S_{\text{пр}}$ - статический момент сдвигаемой части приведенного сечения относительно нейтральной оси;

$R_{\text{ск}}$ - расчетное сопротивление скалыванию древесины вдоль волокон или фанеры вдоль волокон наружных слоев;

b - расчетная ширина сечения, которую следует принимать равной суммарной ширине ребер каркаса.

Прочность растянутой фанерной обшивки плит и панелей следует проверять по формуле

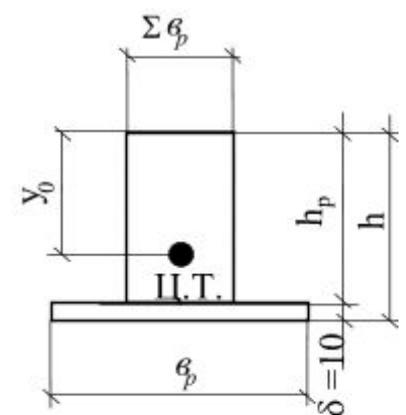
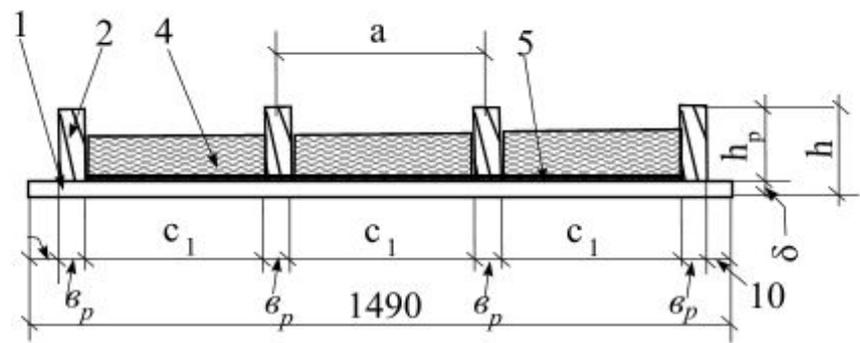
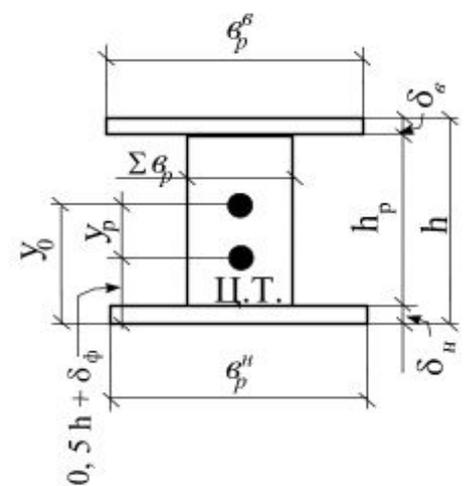
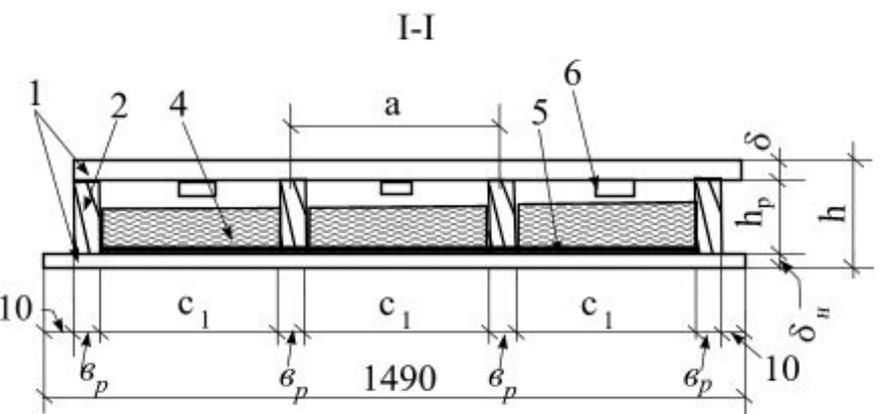
$$\frac{M}{W_{\text{пр}}} \leq m_{\text{ф}} R_{\text{ф.р}}$$

где M - расчетный изгибающий момент; $R_{\text{ф.р}}$ - расчетное сопротивление фанеры растяжению; $m_{\text{ф}}$ - коэффициент, учитывающий снижение расчетного сопротивления в стыках фанерной обшивки, принимаемый равным при усовом соединении или с двусторонними накладками: $m_{\text{ф}} = 0,6$ для фанеры обычной и

$m_{\text{ф}} = 0,8$ для фанеры бакелизированной; при отсутствии стыков $m_{\text{ф}} = 1$;

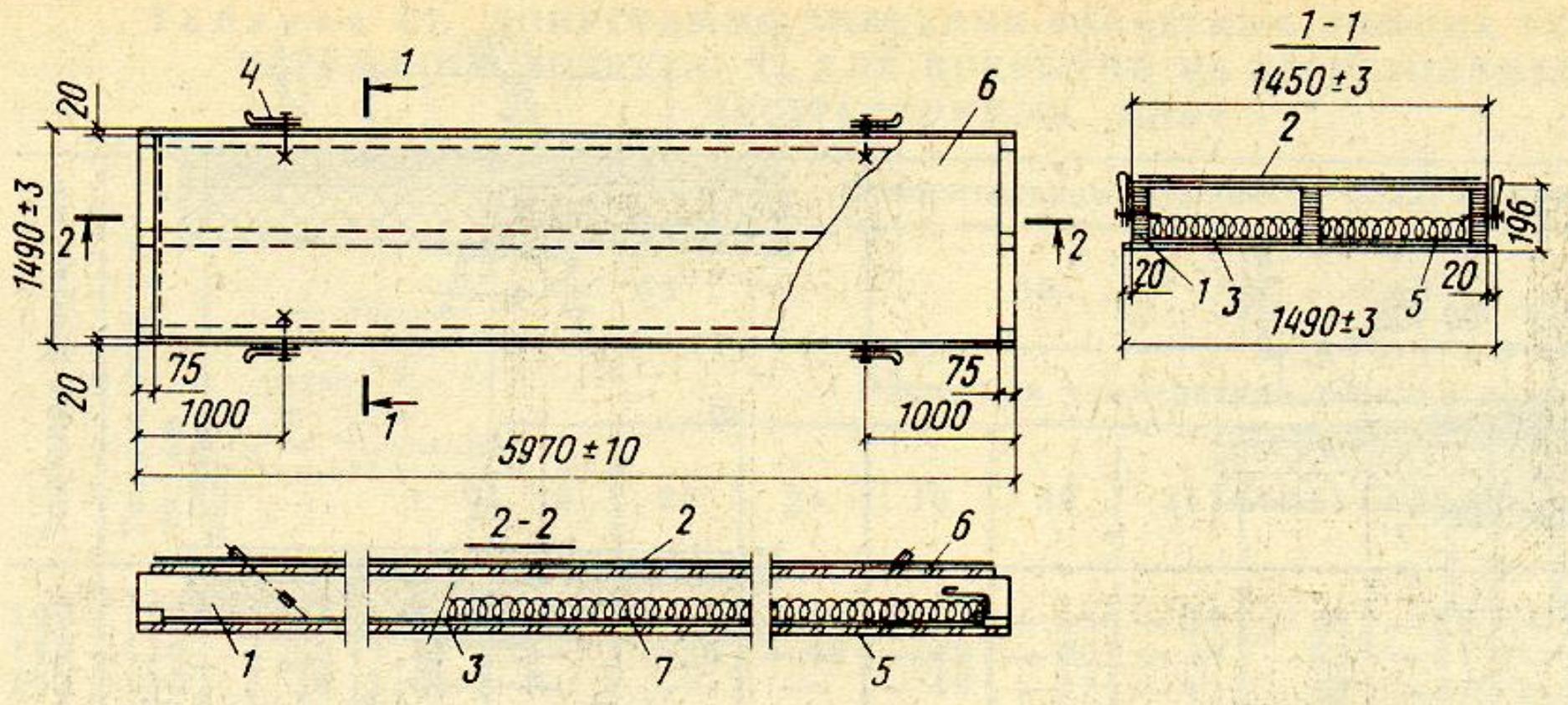
$W_{\text{пр}}$ - момент сопротивления поперечного сечения, приведенного к фанере

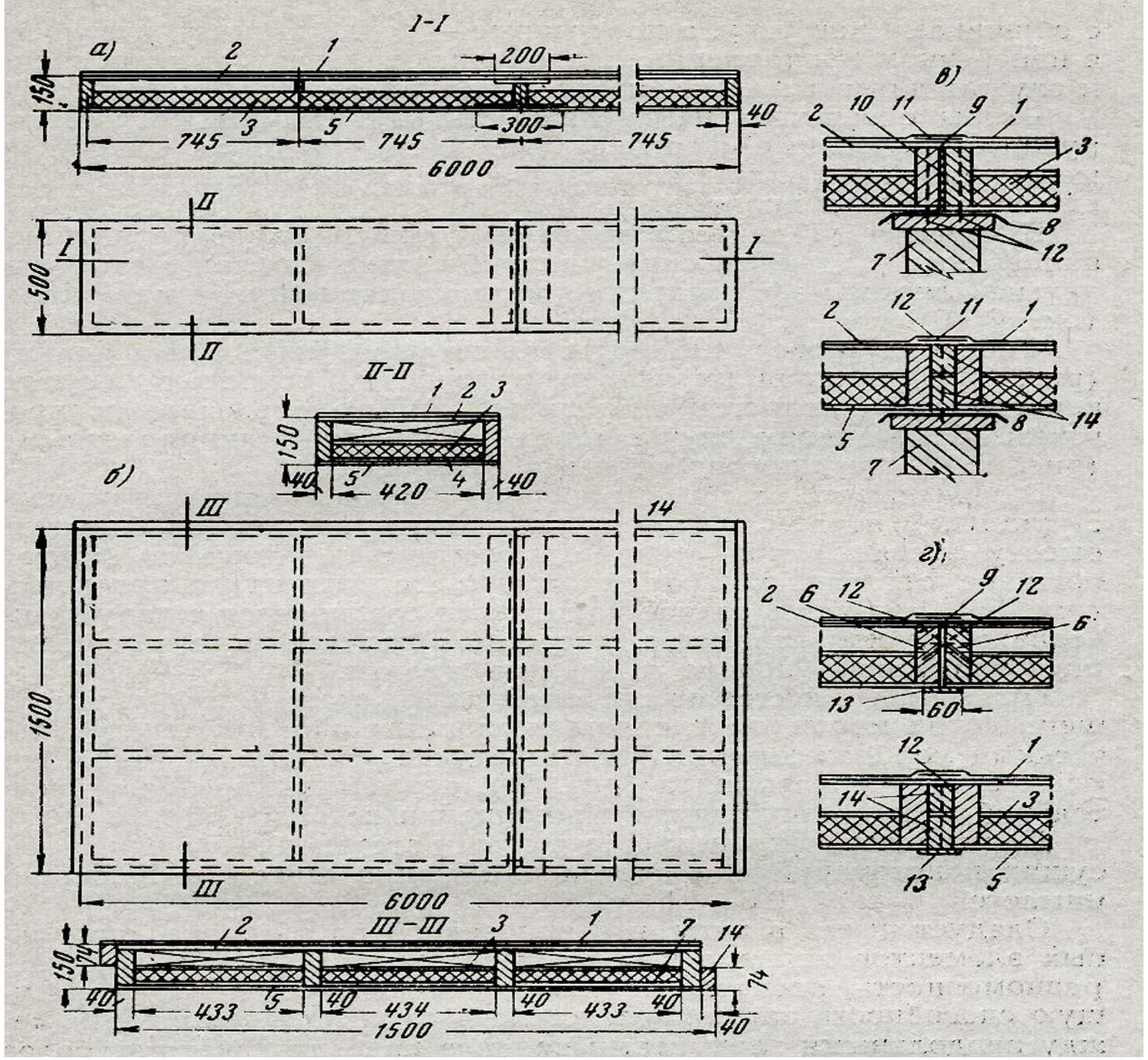
$$\frac{f}{l} = \frac{5q^H \cdot l^4}{384 \cdot 0,7E \cdot I_{np}} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

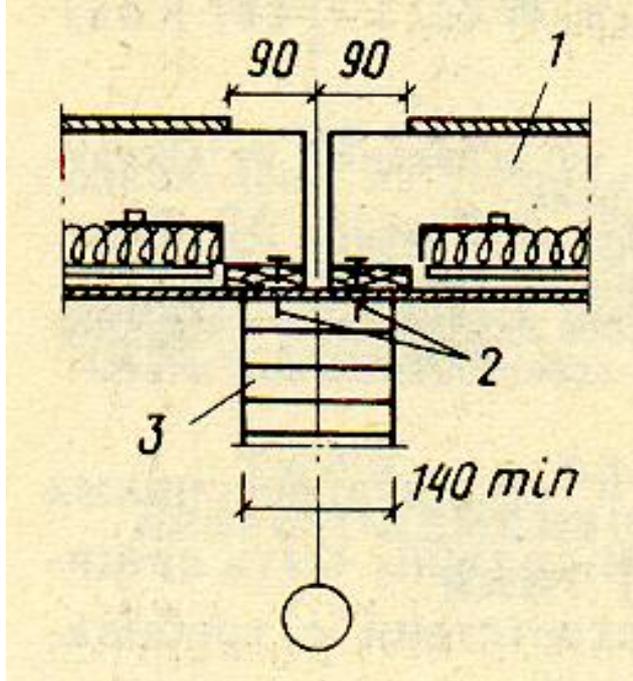


К выбору расчетной модели плиты

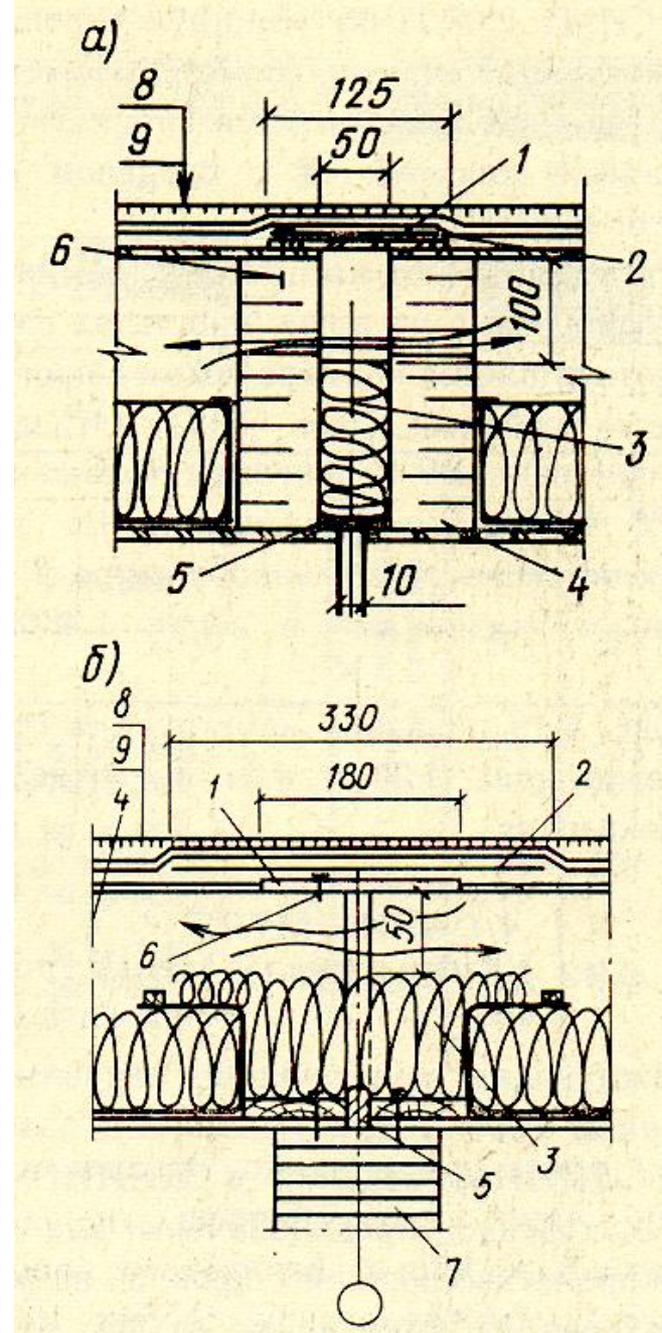
Конструктивное решение плиты ЦНИИСК







Узлы сопряжения плит между собой и с несущей конструкцией покрытия.





Обшивки из асбестоцементных плоских листов или ЦСП крепят к деревянному каркасу шурупами (саморезами). Отверстия под шурупы в листах должны быть диаметром большим, чем диаметр шурупа. Совместность работы листов и ребер не учитывают в запас несущей способности.