

A photograph showing a large stack of light-colored, rectangular wooden beams in a warehouse. The beams are stacked in a way that shows their length and thickness. The background shows a concrete floor and some industrial equipment. The text "Клефанерные балки." is overlaid on the image in a large, bold, black font.

**Клефанерные
балки.**

По форме сечения могут быть коробчатыми, двутавровыми, двутаврово-коробчатыми (склеенными из двух или нескольких двутавров), треугольными, трапециевидными.

Однако наибольшее распространение в отечественном и зарубежном строительстве получили первые три вида балок:

- 1) коробчатого сечения
- 2) двутаврового сечения
- 3) двутаврово-коробчатого сечения

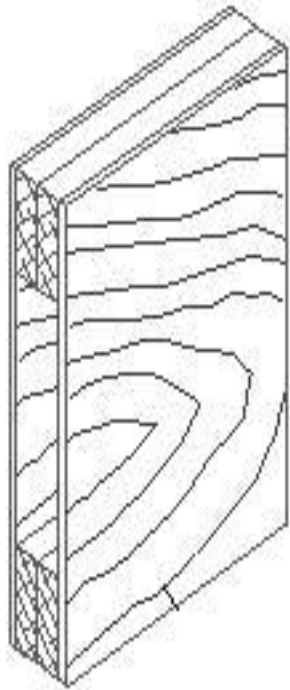


Рис. 1

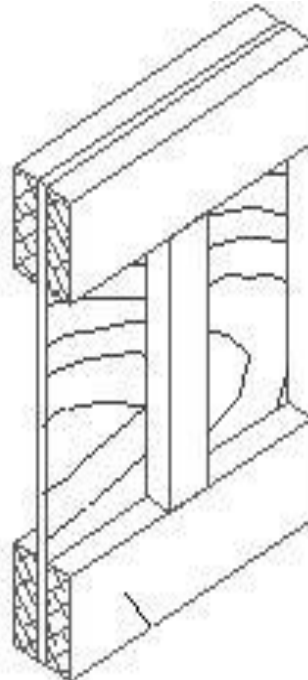


Рис. 2

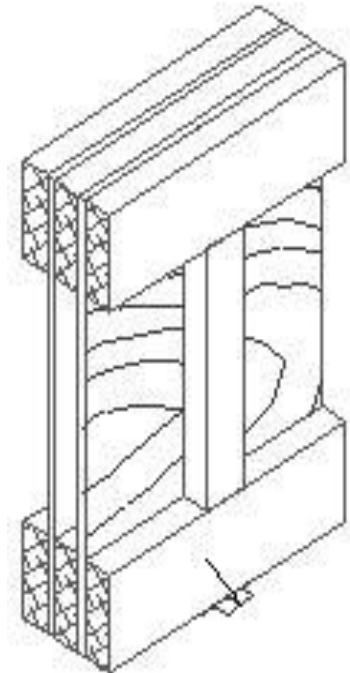
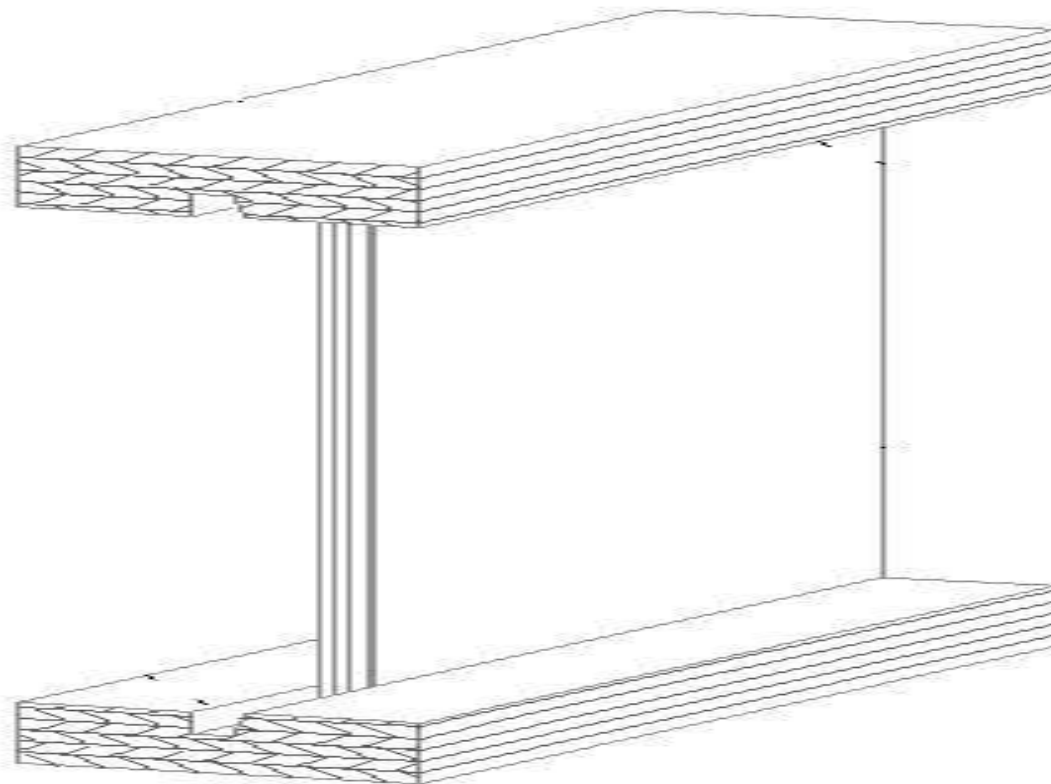


Рис. 2

Традиционно клефанерные балки состоят из дощатых поясов и фанерных стенок, однако в настоящее время предпринимаются попытки создания цельнофанерных конструкций, что позволяет экономить пиломатериал. Примером таких конструкций является цельнофанерная клееная балка, изобретенная в США



Цельнофанерная клееная балка двутаврового сечения

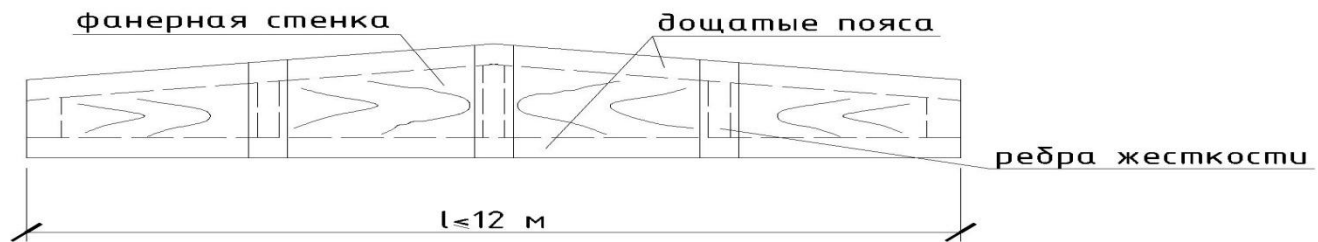
Предпринимаются попытки создания балок двутаврового сечения с поясами из манерных профилей (уголков), С-Петербург.

По длине клефанерные балки могут иметь постоянное или переменное сечение.

Их высоту в середине пролета определяют расчетом на изгиб и она получается близкой к $1/10...1/12$ пролета.

Высоту сечения на опоре определяют расчетом стенок на срез и устойчивость, но она должна быть не меньше 0.4 пролета.

Стенки клефанерных балок изготавливают из водостойкой строительной фанеры толщиной $10...12$ мм. Направления наружных волокон фанеры следует принимать параллельным волокном поясов и продольным осям балки. При этом стенка работает на изгиб в направлении наибольшей прочности и жесткости. Фанера стыкуется «на ус», либо встык с накладками. Как правило, в местах стыкования фанеры ставятся ребра жесткости, т.е. по длине балки ребра ставятся с шагом, равным $1/8...1/10$ пролета.



Расстановка ребер жесткости

По плоскостям склеивания с фанерными стенками пояса должны иметь прорези для того, чтобы ширина клеевых швов не превосходит 10 см для предотвращения перенапряжений швов при короблении. По длине доски соединяются зубчатым стыком.

Нижние растянутые пояса должны изготавливаться из досок 2 (или 1) сорта, сжатые пояса и ребра – из 2 (или 3) сорта.

^Расчет ребристых клеефанерных балок производят на изгиб с учетом совместной работы дощатых поясов и фанерных стенок.

В двускатных балках переменной высоты сечения, где при равномерной нагрузке действуют максимальные напряжения изгиба, находятся не в середине пролета, а на расстоянии X от опоры:

где $\gamma = h_{\text{оп}} / l_i$, где $h_{\text{оп}}$ – высота опорного сечения между осями поясов,

l – пролет балки,

i – уклон верхнего пояса.

Изгибающий момент в этом сечении равен . Геометрические характеристики сечений клеефанерных балок определяются с учетом различных модулей упругости древесины (E_g) и фанеры (E_f).

В результате определяются приведенные к древесине поясов геометрические характеристики сечения

При расчете ребристой клеефанерной балки выполняют следующие проверки.

1. Проверка нормальных напряжений в поясах из древесины и фанерной стенке балки производится на действие максимального изгибающего момента по формулам:

- для растянутого пояса

- для сжатого пояса

здесь φ – коэффициент продольного изгиба,

- для фанерной стенки

m_φ – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления фанеры в стыке «на ус» (для обычной фанеры $m=0.6$, для бакелизированной 0.8)

2. Проверка прочности фанерных стенок на совместное действие касательных и нормальных напряжений с учетом анизотропии фанеры, т.е. проверка по главным напряжениям в зоне перехода от поясов к стенкам

σ_p – главные напряжения,

$\sigma_{ст}, \tau_{ст}$ – нормальные и касательные напряжения в стенке на том же уровне,

$R_{\varphi\alpha}$ – расчетное сопротивление фанеры растяжению под углом α , определяются по графику приложения 5 СНиП,

α – угол наклона направления главного напряжения к оси балки, определяется из зависимости .

3. Проверка на скалывание между слоями шпона в местах приклейки стенок к поясам

(0.6 МПа)

S_n – статический момент пояса относительно оси балки,

$\Sigma b_{ш}$ – суммарная ширина клеевых швов приклейке поясов к стенкам,
 $\Sigma b_{ш} = n h_n$ (h_n – высота пояса, n – число вертикальных швов)

$R_{фск}$ – расчетное сопротивление фанеры скалыванию.

4. Проверка фанерной стенки на срез (у опор) по нейтральной оси

$S_{прф}$ – приведенный к фанере статический момент половины поперечного сечения балки относительно ее оси,

$\Sigma \delta_{ф}$ – суммарная толщина фанерных стенок.

5. Проверка стенки на местную устойчивость (в середине оппорной панели)

Для обеспечения устойчивости стенки при продольном расположении волокон относительно оси балки должно быть $h_{ст}/\delta \leq 50$, где $h_{ст}$ – высота стенки в середине опорной панели, δ – толщина стенки.

Если $h_{ст}/\delta > 50$, то должна быть выполнена проверка на местную устойчивость.

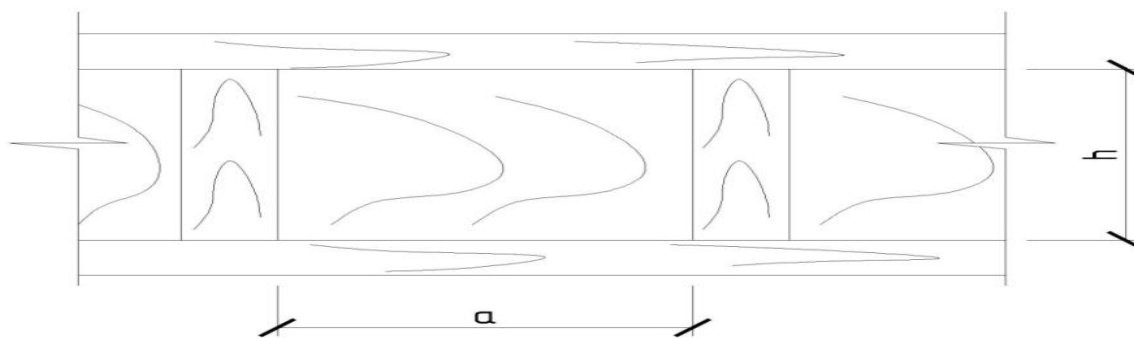
Расчет устойчивости следует производить по формуле:

Здесь K_u , K_δ – коэффициенты, определяемые по графикам СНиП,

$h_{ст}$ – высота стенки между внутренними гранями полок, $h_{расч} = h_{ст}$ при $a \geq h_{ст}$,

$h_{расч} = a$ при $a < h_{ст}$, a – расстояние между ребрами в свету.

Здесь $\delta_{ст}$, $\tau_{ст}$ – нормальные и касательные напряжения в середине опорной панели, знаменатели (в формуле проверки устойчивости стенки) – это критические напряжения, при которых стенка теряет устойчивость.



Расстановка ребер жесткости

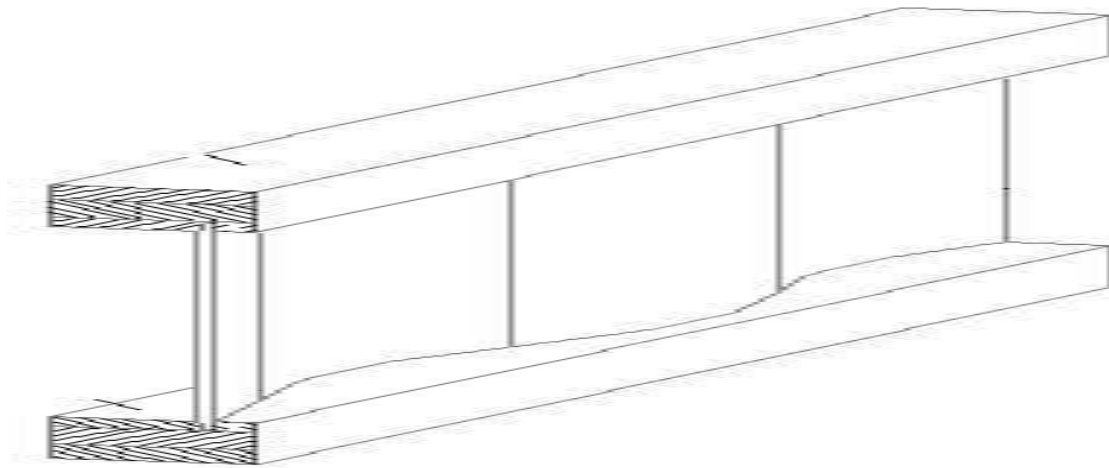
6. Расчет по прогибам

Клеефанерная балка с волнистой стенкой относится к классу малогабаритных балок. Пояса состоят из одиночных досок 2-го сорта. Они располагаются горизонтально плашмя, и в их плоскостях образуются волнистые по длине клиновидного сечения.

Фанерная стенка имеет волнистую форму, клеиваются краями в пазы.

Благодаря волнистой форме стенка лучше сопротивляется потере устойчивости, чем плоская.

Расчет плоских балок производится с учетом того, что стенка практически не работает на нормальные напряжения при изгибе и эти напряжения воспринимаются только поясами. Кроме того благодаря своей форме стенка является податливой, поэтому расчет таких балок по прочности и прогибам при изгибе производят как составных балок с податливой стенкой.



Клеефанерная балка с волнистой стенкой