

Кафедра «Металлические и деревянные конструкции»
курс «Металлические конструкции», 1 ч.

Лекция № 9. «Настилы».

Лектор ст. преподаватель кафедры «МиДК»
Крайнов Андрей Викторович

Настилы

Настилы – это горизонтальный (обычно) листовой конструктивный элемент, служащий для передачи горизонтальной полезной нагрузки на ниже лежащие линейные конструкции (стены, балки).

Настилы в строительстве бывают стальные, железобетонные, деревянные или комбинированные.

Стальной настил: положительные свойства.

- Малая толщина листа (6-16 мм);
- Малый вес (от 45 до 120 кг/м²);
- Большая несущая способность (до 5 т/м² и более).

Недостатки:

- Трудоёмкость сварных работ (много швов «вручную»)
- Повышенная пожароопасность.



Настилы

Также стальной лист ограничивают в применении из за:

- Повышенная «Шумность»;
- Требуется дополнительной защиты (окраска, покрытие, доп. Настилы и т. д.);
- Требуется противопожарную защиту;
- Обычно под стальной настил применяют малый шаг балок (до 1,5 м).

Настилы

Железобетонный настил имеет положительные свойства:

- Большая жёсткость настила;
- Повышенная шумоизоляция;
- Большая огнестойкость;
- Позволяет увеличивать шаг балок (более 2 м).

К недостаткам относят:

Большая толщина (меньше 6 см в строительстве не применяется);

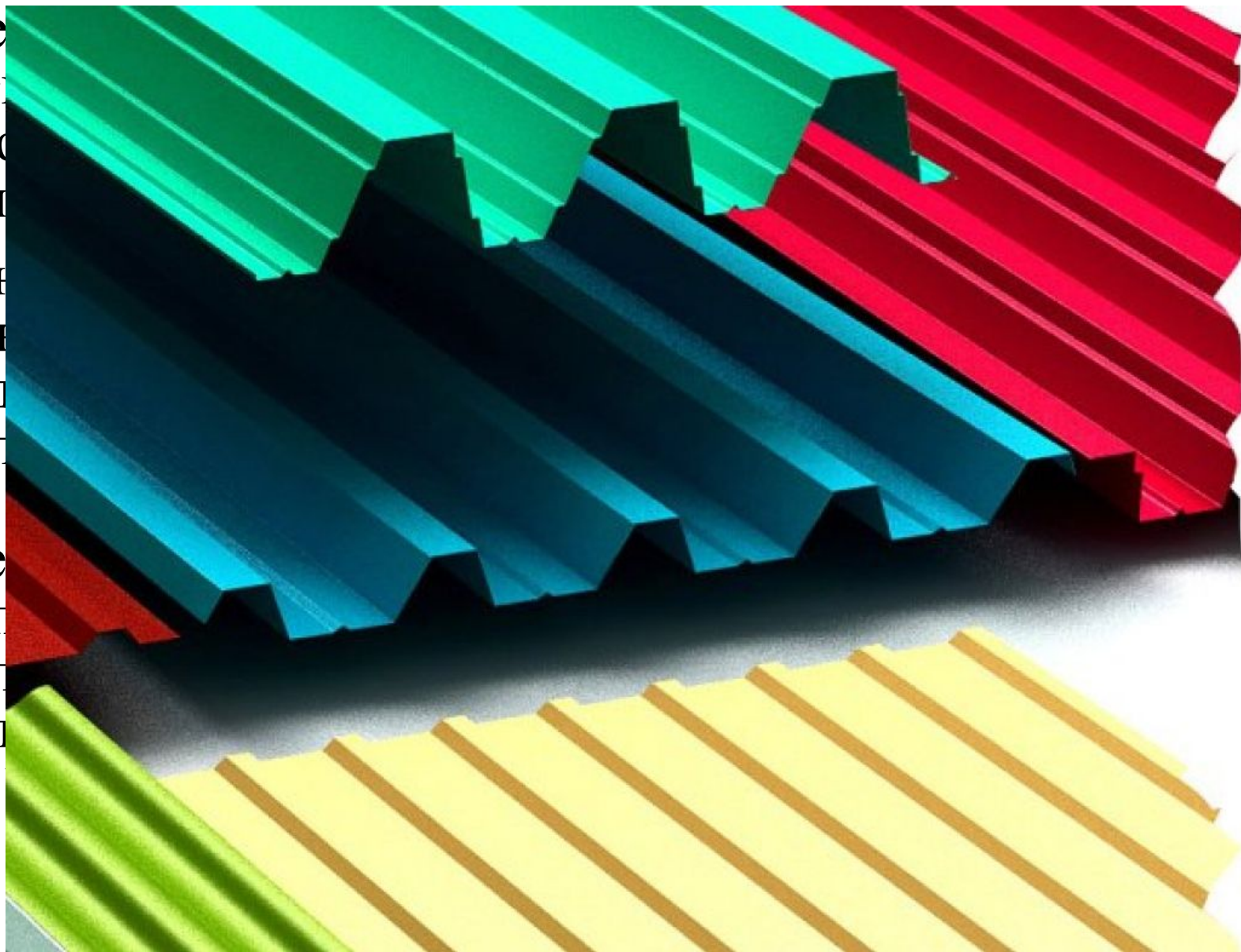
Большой вес (самый тонкий настил весит более 150 кг/м², а сборный железобетон весит в среднем 200-300 кг/м²);

Низкая несущая способность (обычно более 1 т/м² в монолитном и 2,5 т/м² в сборном виде не применяют).

Настилы

В дальнейшем
создания наст
железобетонно
настилом явля

Профилирован
0,5 до 1 мм, г
сечение в вид
применяется п
несущий. Т.к.
то чем выше
профлиста за
не несущий ил
в мм. Через т
Например, С2



бходимость
стального и
странённым

лщиной от
ределённое
3 до 35 мм
144 мм как
й 1250 мм,
3 названии
аждающий,
сота гофра
и толщина.

Настилы

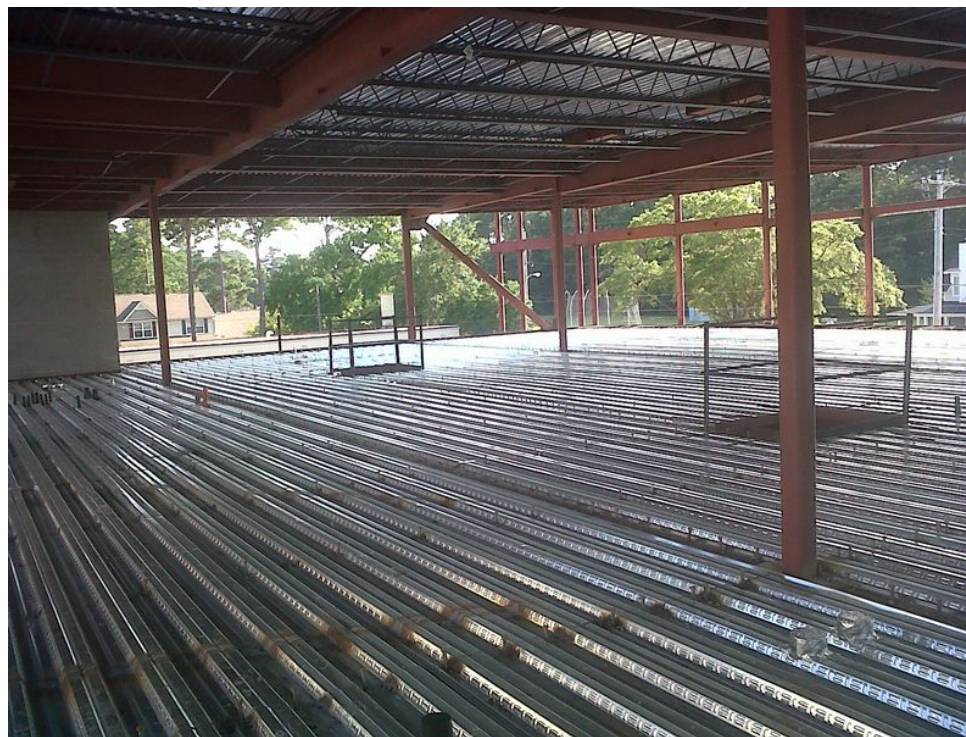
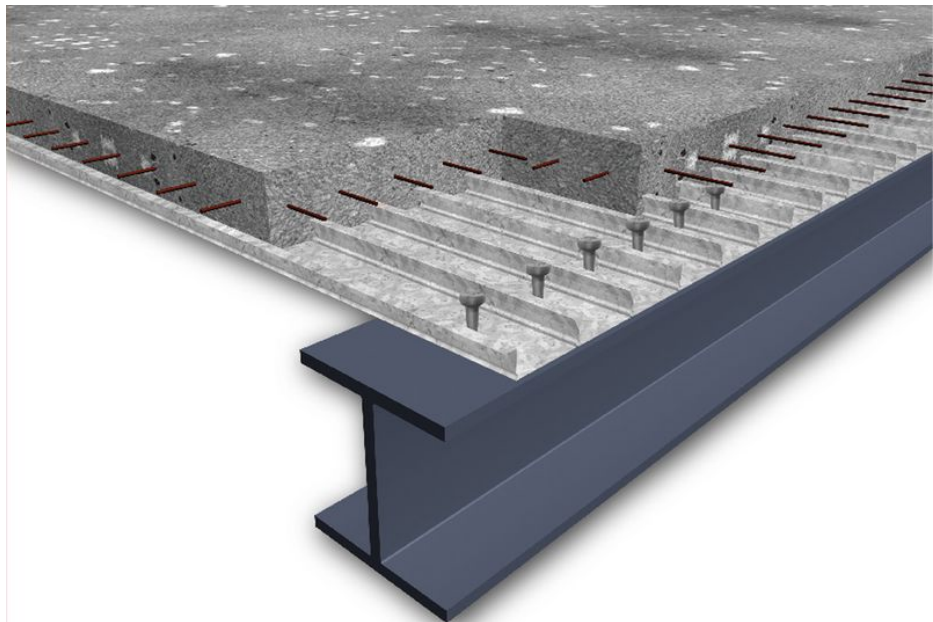
Профилированный лист может применяться в качестве подосновы под кровельные конструкции: несущая чердачная конструкция или в составе сэндвич панели.



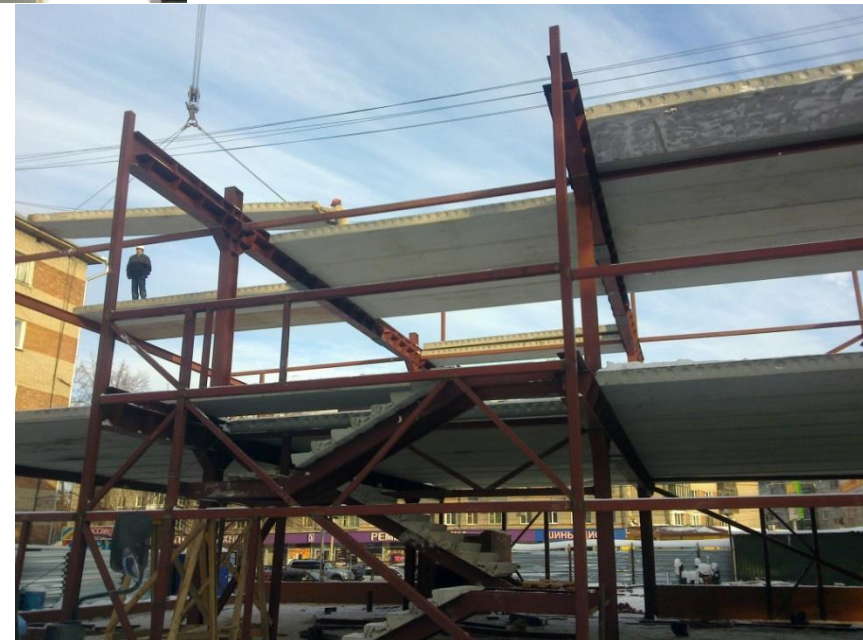
Настилы

В качестве несущего настила профлист используется совместно с железобетоном. Профлист создаёт несущую основу и используется как несъёмная опалубка, а бетон играет роль защитного слоя.

Такой вариант позволяет увеличить пожаробезопасность настила, снизить шумность, позволяет быстрее выполнить перекрытие любой конфигурации.



Настилы



Настилы

Стальные настилы представляют собой стальной лист, приваренный к балкам настила и образуют ровный пол площадки.



Настилы

По интенсивности нагрузки на настил разделяют три вида расчёта:

1. Нагрузка на настил более 50 kN/m^2 (5 т/м²);
2. Нагрузка на настил менее 10 kN/m^2 (1 т/м²);
3. Нагрузка на настил в пределах $10 - 50 \text{ kN/m}^2$ (1 – 5 т/м²).

По типу (виду) настила различают два варианта:

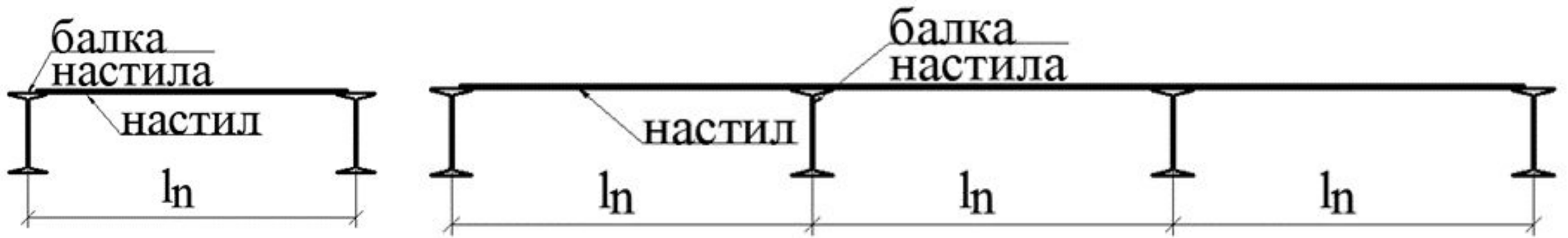
1. Сплошной лист (обычно имеется введу гладкий лист или сплошной лист с рифлением поверхности);
2. Решётчатый лист (с отверстиями).



Настилы

По схеме работы настила различают два основных варианта:

1. Однопролётная схема работы;
2. Многопролётная схема работы.

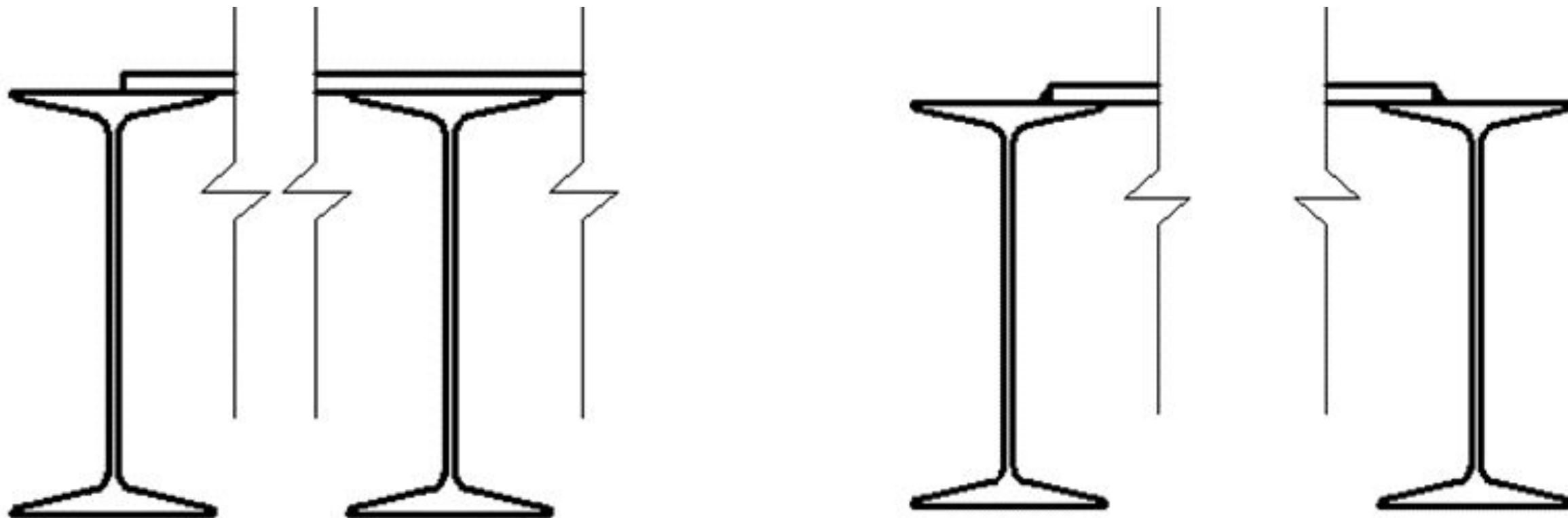


Обычно настил приваривается к балкам настила из двутавра (широкая полка) или к швеллерам. Реже можно встретить балку настила из профильной трубы, ещё реже из уголка.

Настилы

По способу закрепления стального настила к балке различают два варианта:

1. Шарнирное закрепление: настил свободно опирается на балку;
2. Жёсткое закрепление: настил прикрепляется к балке сваркой или заклёпками.

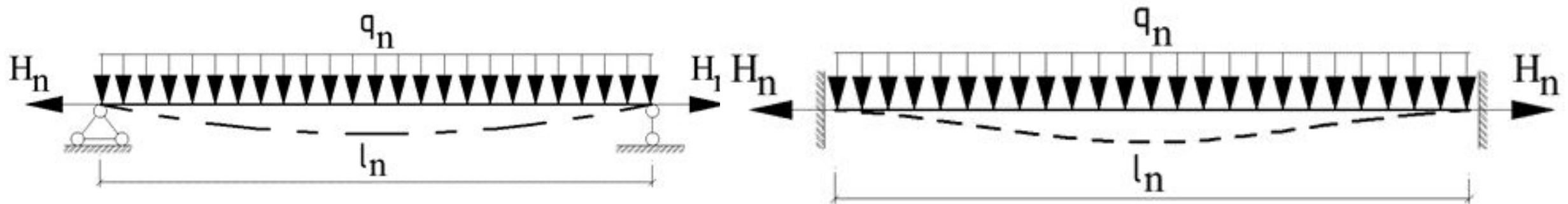


Настилы. Расчёт при нагрузке более 50 kN/m^2 (5 т/м^2).

Такая нагрузка достаточно большая и шаг балок настила принимают в пределах 0,5-0,8 метра, а толщину настила принимают не менее 10-12 мм. при проектировании стараются выдержать отношение шага балок к толщине не более 50.

$$l_n/t_n < 50$$

При таких отношениях размеров считается, что лист достаточно жёсткий и расчёт ведут только на прочность. Расчёт возможен как по однопролётной, так и по многопролётной схеме. По схеме работы настила можно считать настил как жёстко приваренный, так и шарнирным (свободно лежащим).



Настилы. Расчёт при нагрузке более 50 kN/m^2 (5 т/м^2).

Расчёт сводится к определению нагрузки на настил, вычислению изгибающего момента и вычислению требуемой толщины настила. Собственный вес настила учитывается в пределах 0,5- 1% от нагрузки.

Например при шарнирной однопролётной схеме толщина определяется

$$t_n \geq l_n \sqrt{\frac{3 \cdot q_r}{4 \cdot R_y \cdot \gamma_c}}$$

А для жёстко закреплённой однопролётной схеме

$$t_n \geq l_n \sqrt{\frac{1 \cdot q_r}{2 \cdot R_y \cdot \gamma_c}}$$

Где t_n – Толщина настила, q_r – расчётная погонная нагрузка на настил с учётом веса настила и l_n – Пролёт настила (шаг балок настила).

Настилы. Расчёт при нагрузке более 50 k N/m^2 (5 т/м^2).

Подобрав по сортаменту требуемую толщину листа (настила), проектировщик должен проверить жёсткость.

При шарнирном закреплении:

$$f = \frac{5 \cdot q_n \cdot l_n^4}{384 \cdot E_1 \cdot J_n} \leq [f]$$

При жёстком закреплении

$$f = \frac{q_n \cdot l_n^4}{384 \cdot E_1 \cdot J_n} \leq [f]$$

Где $E_1 = \frac{E}{(1-\nu^2)}$ – Цилиндрическая жёсткость настила

(ν – коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,3, E – модуль упругости стали 206000 МПа)

$J_n = \frac{b_n \cdot t_n^3}{12}$ – момент инерции настила $[f]$ – предельный прогиб настила =120.

Настилы. Расчёт при нагрузке менее 10 k N/m^2 (1 т/м^2).

Нагрузка менее 1 т/ м^2 для стального настила считается очень маленькой и поэтому толщина листа принимается минимальной (6-8 мм), а шаг балок настила увеличивается до 1,5-2 м. При таких размерах настила $l_n/t_n > (200 \dots 250)$ считается, что лист начинает работать как мембрана и расчёт в основном проводят на жёсткость (на изгиб можно не считать). При таком большом пролёте и маленькой толщине лист неизбежно будет достаточно заметно прогибаться и его края будут стремиться соскользнуть с балки и поэтому стальной лист **ОБЯЗАТЕЛЬНО** приваривают. Из за обязательной приварки лист применяется и рассчитывается по однопролётной схеме. Расчёт сводится к определению требуемого момента инерции и толщины листа. Собственный вес учитывают в пределах $\alpha=1,2-1,3$

$$J_{\text{tr}} \geq \frac{(\alpha \cdot q_n) \cdot l_n^4}{384 \cdot E_1 \cdot [f]}$$

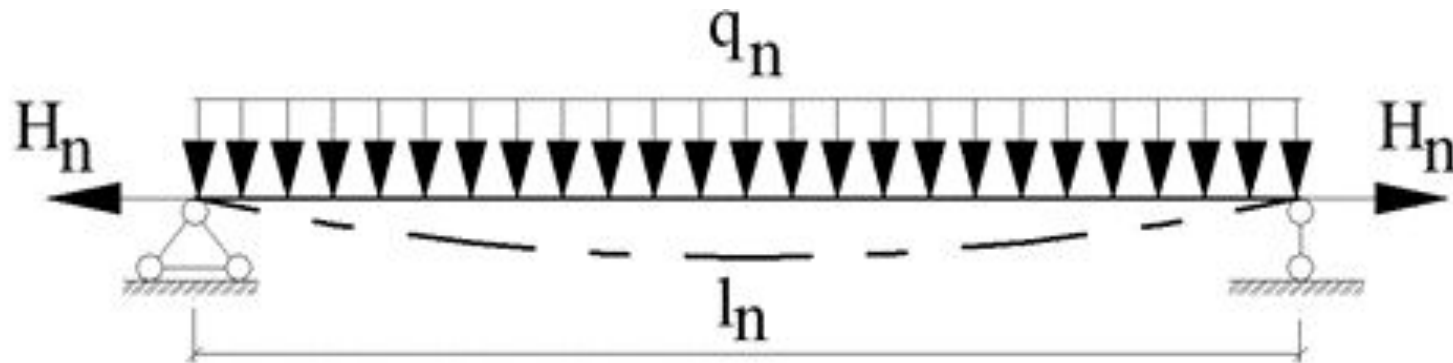
$$t_n \geq \sqrt[3]{J_{\text{tr}} \cdot 12}$$

Настилы. Расчёт при нагрузке $10 - 50 \text{ k N/m}^2$ ($1 - 5 \text{ т/м}^2$).

Нагрузка в пределах 1-5 т/м² считается самой распространённой и толщина листа принимается в пределах от 6 до 16 мм с шагом балок от 0,6 до 1,5 м. Для учёта жёсткости и прочности листа применяются формулы из теории пластин. Для упрощения расчётов обычно применяется упрощённая формула

$$\frac{l_n}{t_n} \approx \frac{4 \cdot n_0}{15} \left(1 + \frac{72 \cdot E_1}{n_0^4 \cdot q_n} \right)$$

Для простоты расчётов принимается шарнирная схема



Настилы. Расчёт при нагрузке $10 - 50 \text{ kN/m}^2$ ($1 - 5 \text{ т/м}^2$).

Собственный вес учитывают добавлением нагрузки 2-5%.

n_0 - это обратное!!! отношение предельного прогиба к пролёту и принимается в зависимости от самого пролёта.

Пролёт, в м.	>1	3	6	12	24
Значение n_0	120	150	200	200	250

Обычно проектировщик задаётся толщиной настила в зависимости от нагрузки

	10	15	20	25	30	35	40	45	50
120	6	6	6	7	8	9	10	11	12
150	6	8	10	12	14	16			

Настилы. Расчёт при нагрузке $10 - 50 \text{ k N/m}^2$ ($1 - 5 \text{ т/м}^2$).

Зная толщину настила и величину нагрузки, легко вычислить максимально возможный пролёт настила

$$l_n \leq \frac{4 \cdot n_0 \cdot t_n}{15} \left(1 + \frac{72 \cdot E_1}{n_0^4 \cdot q_{вр}} \right)$$

Далее пролёт настила (или шаг балок) настила при необходимости корректируют.

Часто корректировка шага балок настила заключается в принятии количества балок кратно какому ни будь пролёту, например главной балки или длине стены, на которую опираются балки настила. При этом необходимо помнить, что новый пролёт настила (шаг) l_k не должен превышать полученного теоретического значения l_n .

Кроме того, учитывают, что возможно есть какие то ещё ограничения: конструктивные, технологические и т.д.

Настилы. Расчёт при нагрузке $10 - 50 \text{ k N/m}^2$ ($1 - 5 \text{ т/м}^2$).

Для экономии металла (а настил иногда занимает около 30 % от общей массы) применяют следующий способ снижения толщины настила.

При расчёте проектировщик принимал шаг балок (пролёт настила) по осям балок, а фактический пролёт начинается с краю полки

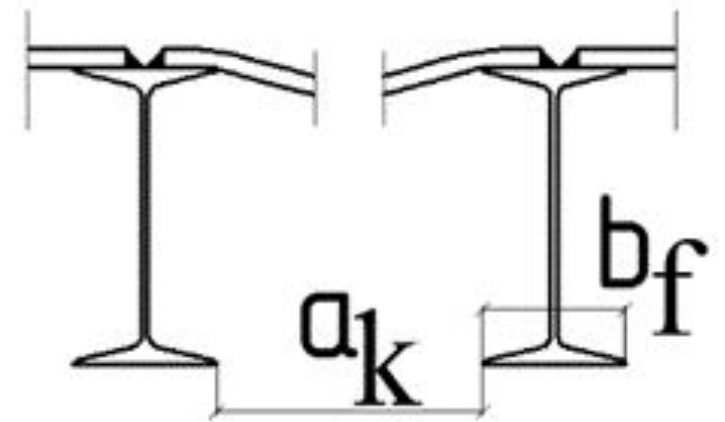
Поэтому фактический пролёт меньше теоретического

$$a_k = l_n - b_f$$

И в практических расчётах, после расчёта настила и балок настила проводят уточняющий расчёт

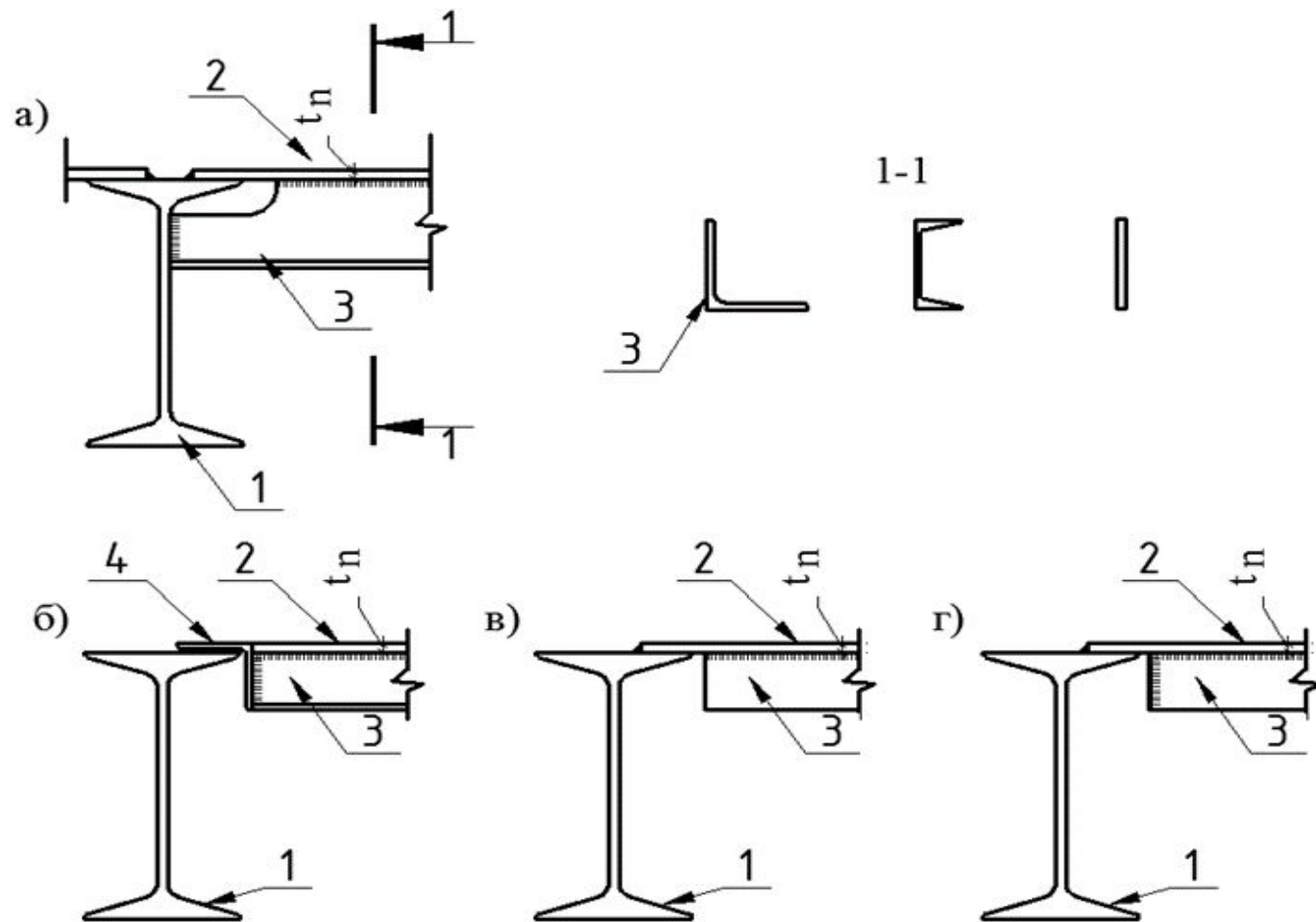
$$t_n \geq \frac{(a_k - b_f)}{\frac{4 \cdot n_0}{15} \left(1 + \frac{72 \cdot E_1}{n_0^4 \cdot \alpha \cdot q_n} \right)}$$

Такой подход позволяет снизить расход стали до 20-25 %.



Настилы. Ребра жёсткости.

Для снижения толщины настила (а следовательно и массы) при больших пролётах, применяют другое конструктивное решение – ребра жёсткости.

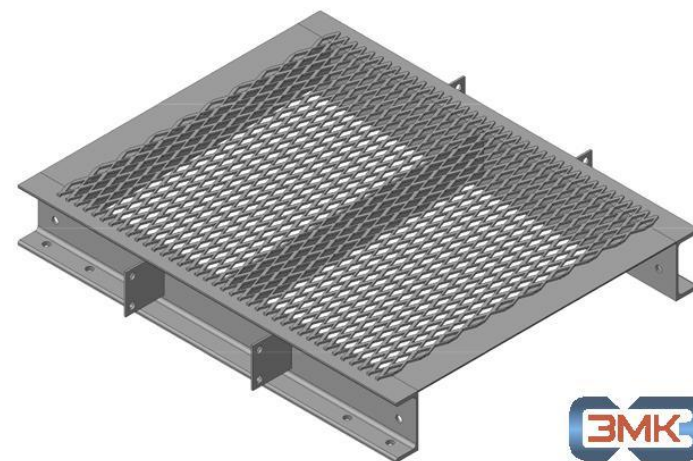


а) жёсткое крепление ребра жёсткости к балкам; б-г) шарнирное.

1) балка настила; 2) настил; 3) ребро; 4) опорное ребро

Сквозные настилы.

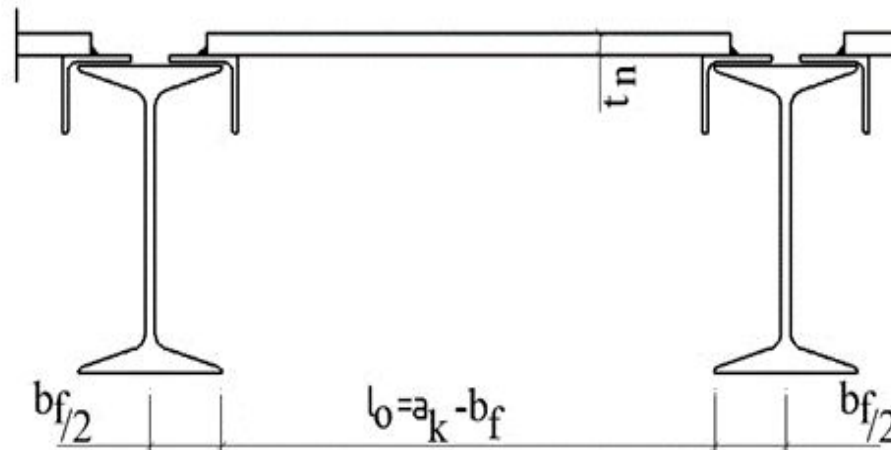
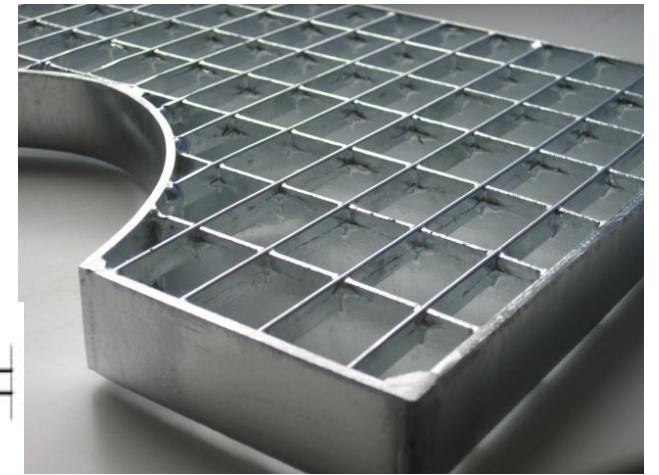
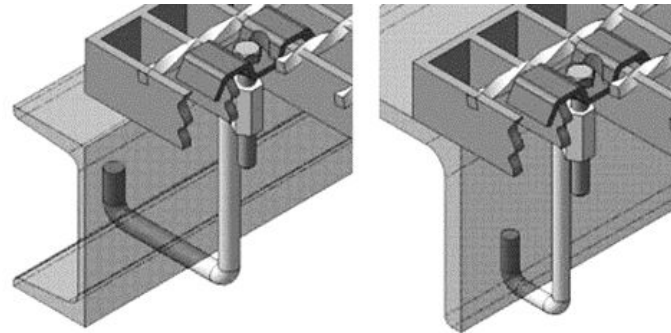
Там, где не требуется значительная нагрузка на настил или требуется, чтобы можно было контролировать визуально процессы под настилом, или возможное скопление пыли, применяют настилы со сквозным сечением.



Расчёт таких настилов как правило сложен и поэтому проектировщик обычно пользуется специальными таблицами, в которых прописана несущая способность таких настилов при разных пролётах.

Сквозные настилы.

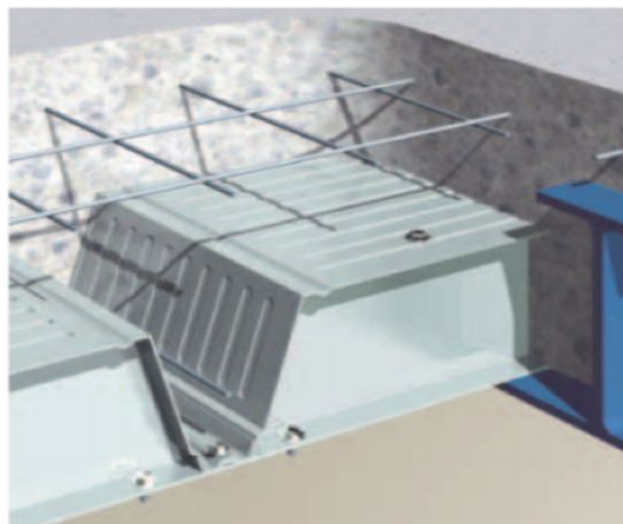
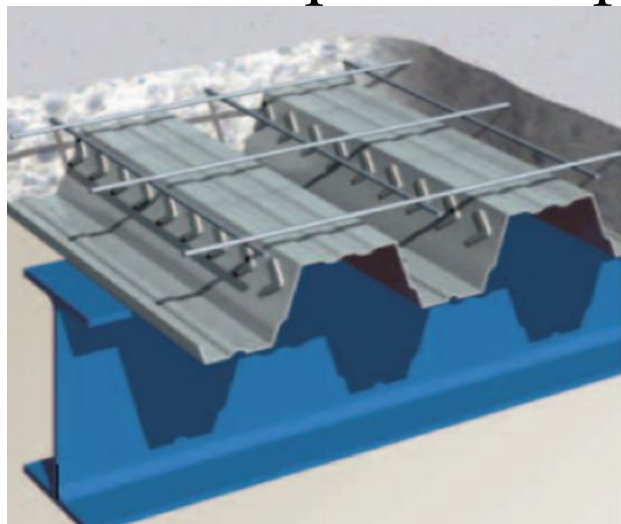
Как правило, сквозные настилы это съёмные конструкции, которые крепятся к балкам с помощью специальных приспособлений (захватов) или настил крепится к жёсткой рамке, укладываемую на балки. К достоинствам такого настила можно отнести лёгкий вес и можно создать любую конфигурацию.



Сталежелезобетонные настилы.

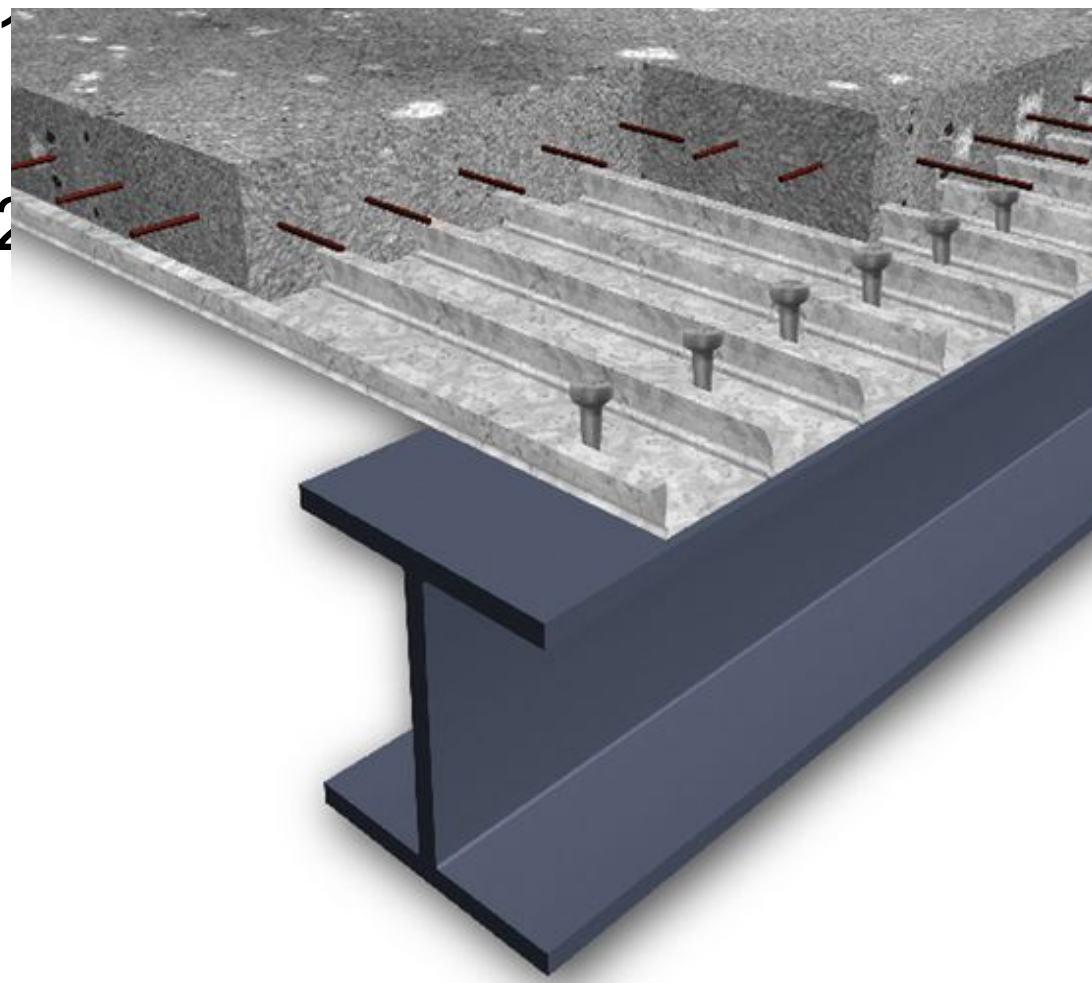
При небольших нагрузках (до 1-1,2 т/м²) большую популярность набирает настил из профилированного листа с бетонным покрытием. Лист служит несущим элементом на стадии заливки бетоном, одновременно исполняет роль несъемной опалубки. Бетонное покрытие обеспечивает защиту листа, повышает шумоизоляцию и пожаростойкость.

Для таких настилов применяют лист с высотой гофра не менее 44 мм и толщиной не менее 0,7 мм. Обычно толщина бетона принимается от 3 до 5 см. над верхней гофром.



Сталежелезобетонные настилы.

При проектировании возможны два вида расчёта:



BCE