

СТАЛЬНОЕ 2015 СТРОИТЕЛЬСТВО

Современные практики проектирования
и изготовления стальных конструкций.
Решение типовых проблем и
ограничений

Конференция «Стальное строительство-2015» (Форум 100+)

*Э.Л. Айрумян, к.т.н., Н.И. Каменщиков (ООО “ЦНИИПСК им. Мельникова”),
И.Г. Катранов, к.т.н. (Национальный исследовательский университет, МГСУ)*

*Наружные стены и сталежелезобетонные плиты перекрытий
с применением ЛСТК в многоэтажных зданиях в сейсмических районах*

Одной из актуальных проблем сейсмостойкого строительства является снижение собственного веса несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Применение легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) вместо традиционных конструкций из железобетона для изготовления наружных стен и междуэтажных перекрытий позволяет значительно снизить расчетные инерционные нагрузки на многоэтажные здания от сейсмических воздействий.

За последние 10-12 лет в России сформировалась новая быстро прогрессирующая отрасль строительной индустрии по проектированию, производству и монтажу ЛСТК из оцинкованных холодногнутых профилей для элементов каркаса и гофрированных листов для настилов.

1.Самонесущие наружные стены с каркасом из ЛСТК



Общий вид стен здания со стенами «КНАУФ»

Конструктивные решения стенового ограждения с применением ЛСТК многоэтажных зданий различного назначения возможно систематизировать в 4 основных типа:

- **Стеновое ограждение из навесных сэндвич-панелей;**
- **Полистовая сборка навесного стенового ограждения;**
- **Самонесущее стеновая система;**
- **Навесные фасадные системы с вентилируемым зазором.**

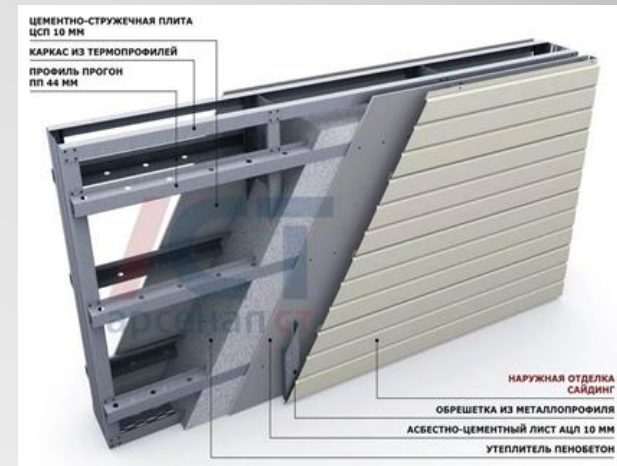
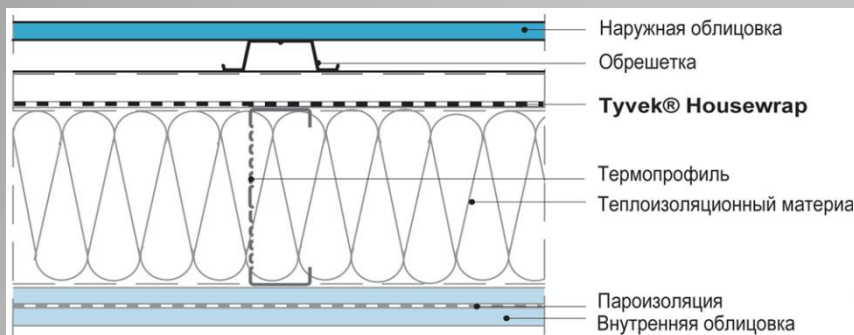
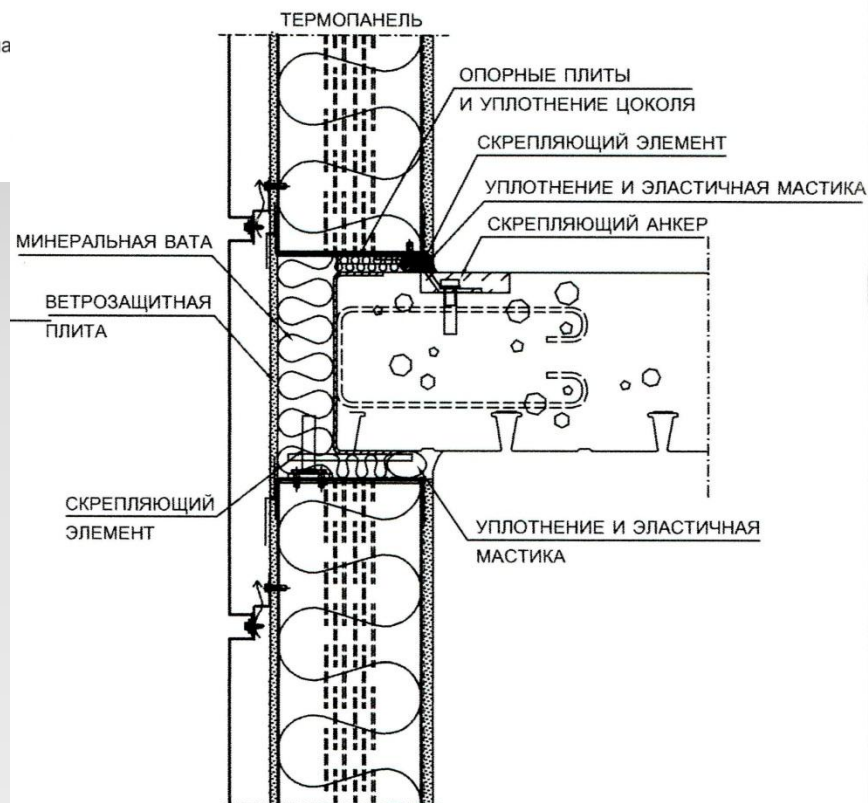


Схема разреза наружной стены из панелей



**Материал элементов каркаса
панелей – оцинкованная сталь
толщиной от 1,0 до 1,5 мм.**

**Класс цинкового покрытия – 275
по ГОСТ Р 52246.**



Сборка каркаса панели на строительной площадке

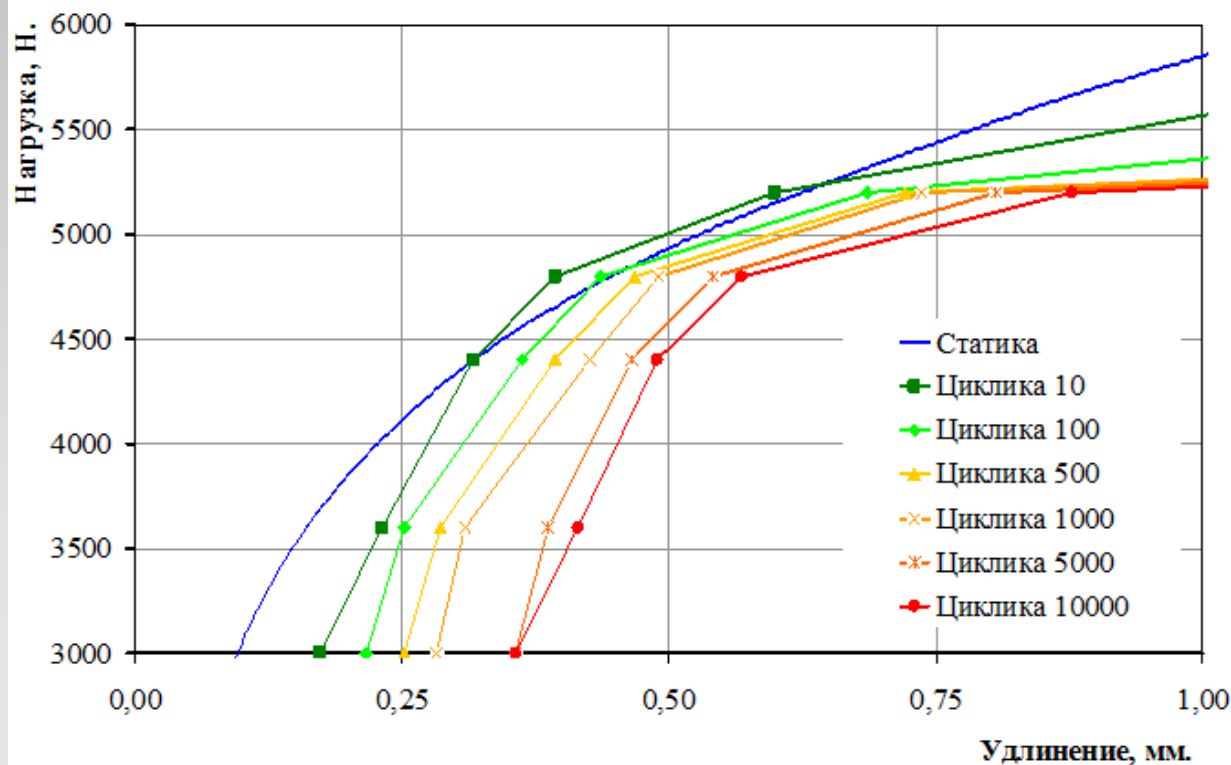


Монтаж панелей и готовый участок стены



Испытательная установка

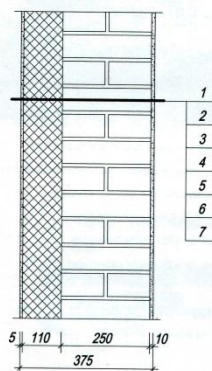
Обобщенная диаграмма циклических испытаний



Сравниваемые типы конструкции наружных стен

ТИП 1

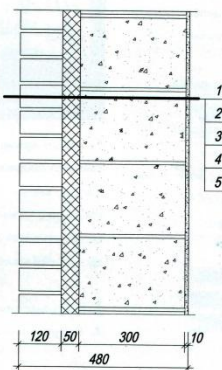
КИРПИЧНАЯ СТЕНА
С СИСТЕМОЙ НАРУЖНОГО
УТЕПЛЕНИЯ



1. Декоративная покраска.
 2. Грунтовка.
 3. Тонкослойная штукатурка с армирующей сеткой – 5 мм.
 4. Кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича плотностью 1600 кг/м³ на цементно-песчаном растворе – 250 мм.
 5. Минераловатный утеплитель «Rockwool Фасад Баттс» – 110 мм.
 6. Грунтовка КНАУФ-Тифенгрунд.
 7. Штукатурка гипсовая КНАУФ-Ротбанд – 10 мм.
- Общая толщина стены – 375 мм.
Масса участка стены без проема – 1452 кг/пог. м.
Масса участка стены с проемом – 1064 кг/пог. м.

ТИП 2

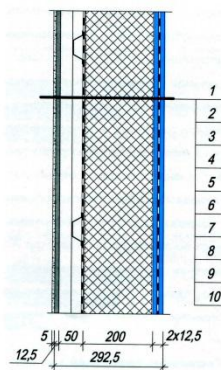
СЛОИСТАЯ КЛАДКА:
ПЕНОБЕТОН, УТЕПЛИТЕЛЬ,
КИРПИЧ



1. Кирпичная кладка из облицовочного керамического кирпича плотностью 1300 кг/м³ на цементно-песчаном растворе – 120 мм.
 2. Пенополистирол ПСБС плотностью 35 – 50 мм.
 3. Кладка из пенобетонных блоков плотностью 600 кг/м³ на клеевом составе – 300 мм.
 4. Грунтовка КНАУФ-Тифенгрунд.
 5. Штукатурка гипсовая КНАУФ-Ротбанд – 10 мм.
- Общая толщина стены – 480 мм.
Масса участка стены без проема – 1196 кг/пог. м.
Масса участка стены с проемом – 877 кг/пог. м.

ТИП 3

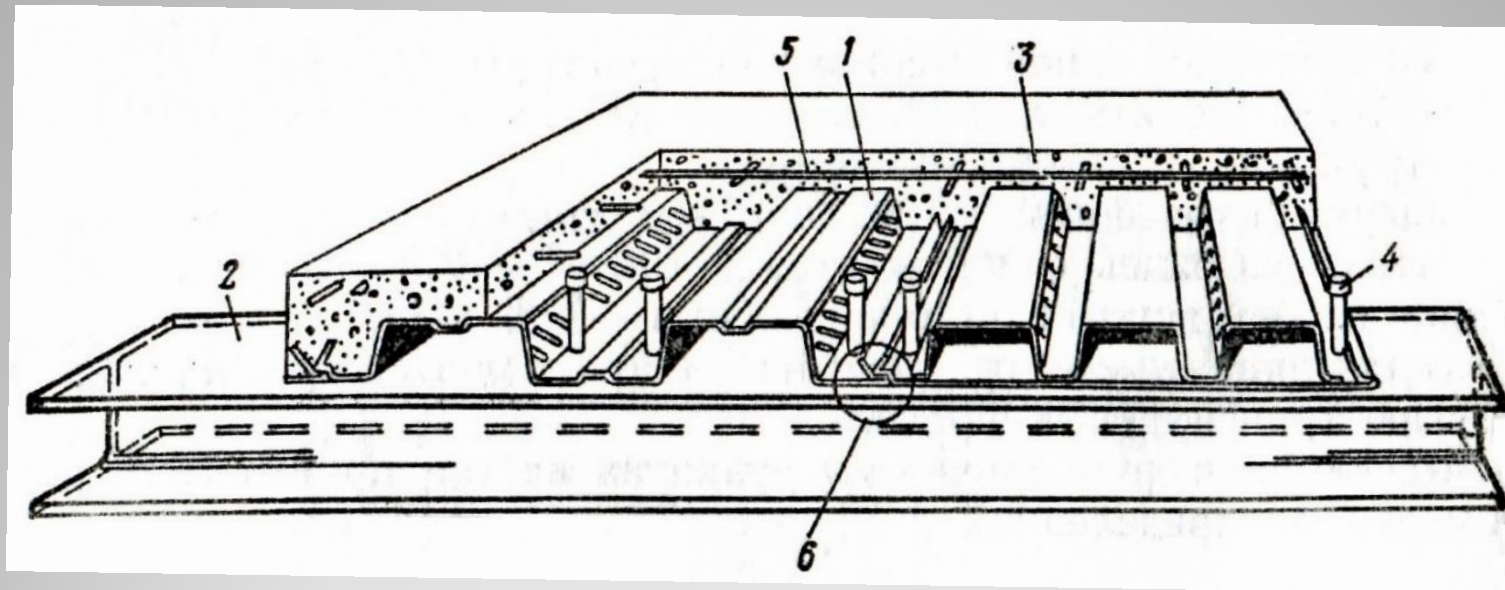
КАРКАСНО-ОБШИВНАЯ
СТЕНА «КНАУФ» С НАРУЖНОЙ
ОБШИВКОЙ ИЗ ПЛИТ
АКВАПАНЕЛЬ® Наружная



1. Декоративная покраска.
 2. Грунтовка.
 3. Тонкослойная штукатурка с армирующей сеткой – 5 мм.
 4. Плита АКВАПАНЕЛЬ® Наружная – 12,5 мм.
 5. Профили обрешетки А25-7 – 50 мм.
 6. Гидроветрозащита.
 7. Термопрофиль 200 SP с утеплителем внутри «Rockwool Лайт Баттс» – 200 мм.
 8. Гипсокартонный лист – 12,5 мм.
 9. Пароизоляция.
 10. Гипсокартонный лист – 12,5 мм.
- Общая толщина стены – 292,5 мм.
Масса участка стены без проема – 246 кг/пог. м.
Масса участка стены с проемом – 180 кг/пог. м.

Примечание: толщина утеплителя во всех конструкциях стен подобрана по результатам теплотехнического расчета для наружной стены административного здания согласно СНиП 23-02-2003 при ГСОП = 4600 для г. Москва.

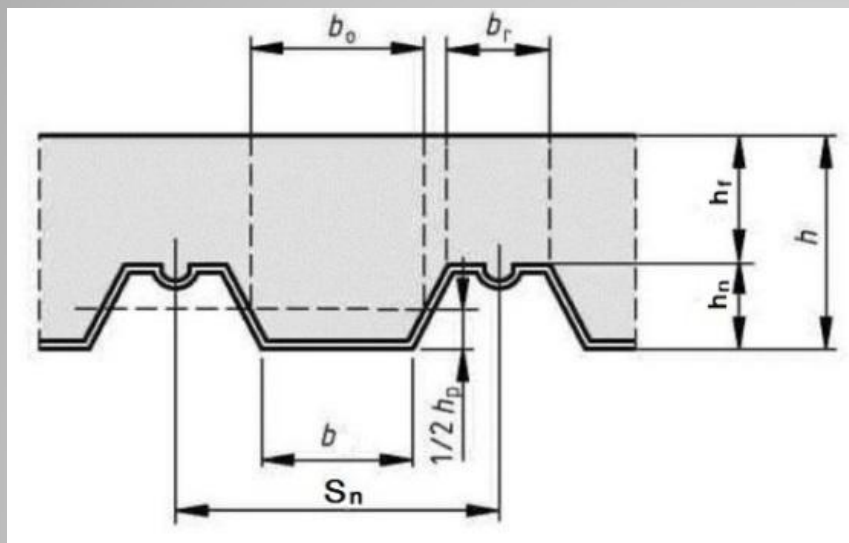
2. Сталежелезобетонные плиты по профилированному стальному настилу, выполняющего функции несъемной опалубки на стадии изготовления плиты и внешней арматуры на стадии эксплуатации плиты



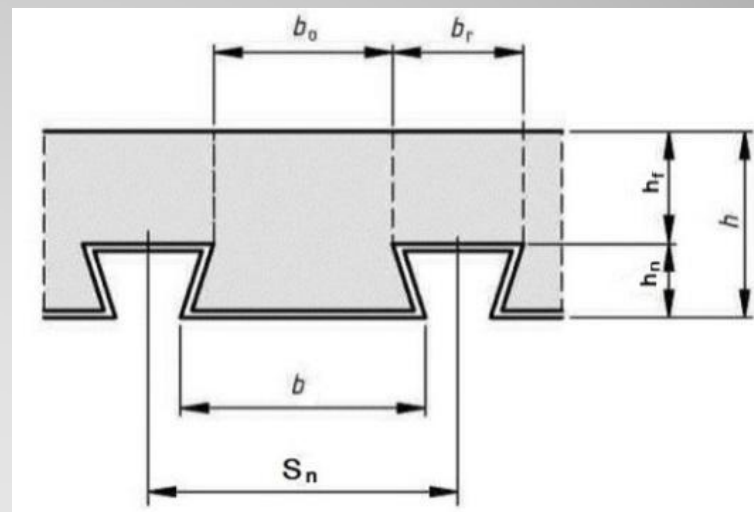
Монолитная железобетонная плита, армированная профилированным настилом:

- 1 — стальной профилированный настил с рифлеными стенками гофров;
- 2 — элемент балочной клетки; 3 — монолитный бетон перекрытия;
- 4 — стержневой анкер; 5 — сетка противоусадочного армирования;
- 6 — соединение гофрированных профилей между собой.

Геометрические параметры монолитной железобетонной плиты и профилированного настила:



стальной профилированный настил
с гофром открытого типа;



стальной профилированный настил
с гофром закрытого типа

Модельные испытания на сдвиг рифлений на настиле

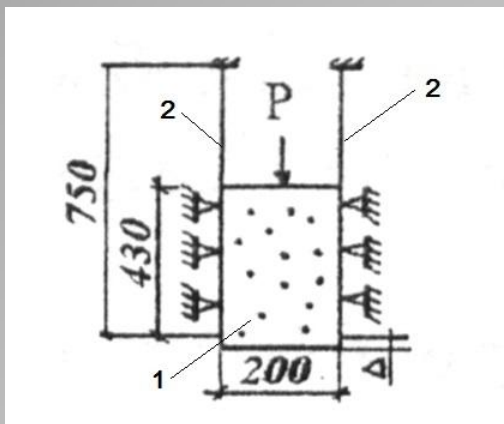
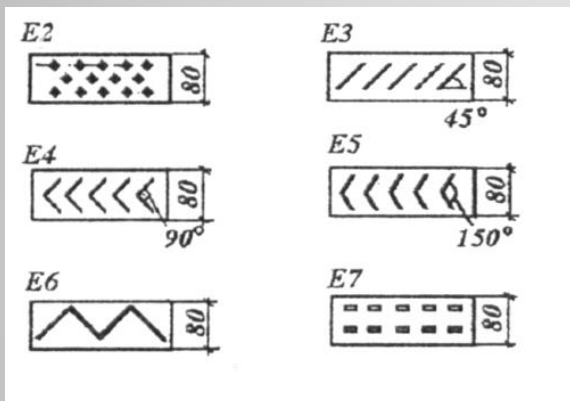
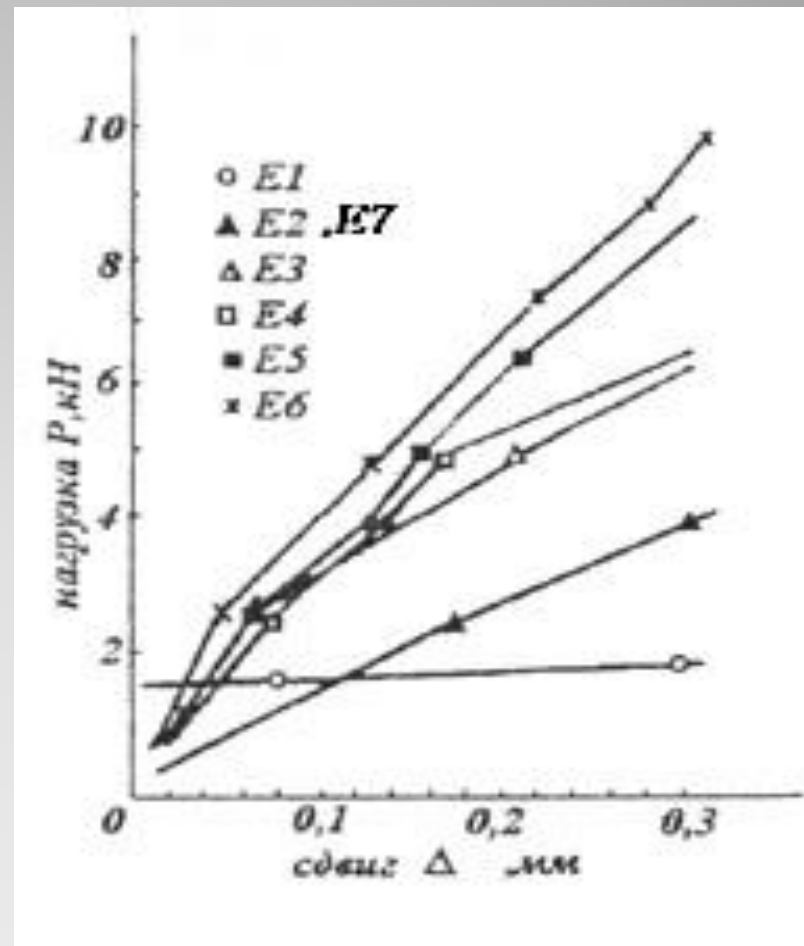


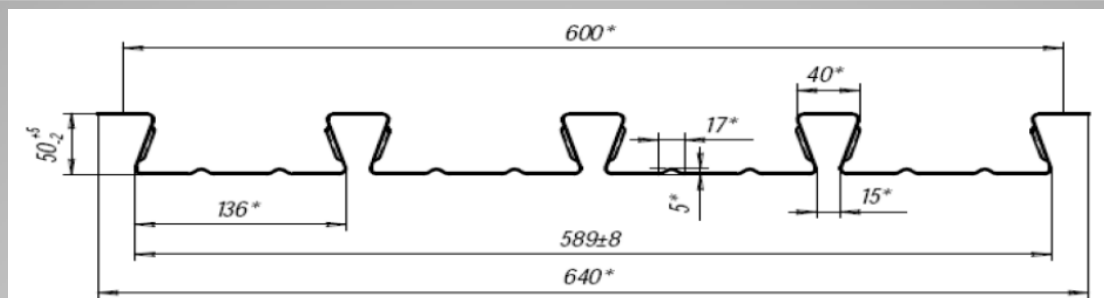
схема испытаний: 1 – бетонный блок;
2 – пластины с выштамповками;



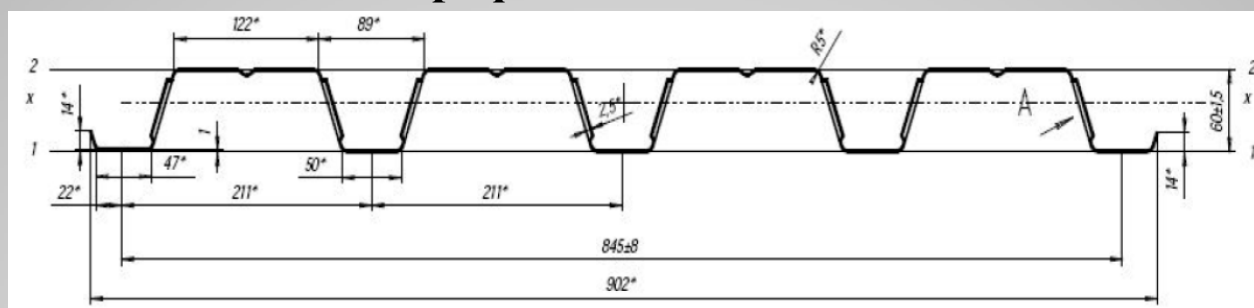
пластины с выштамповками



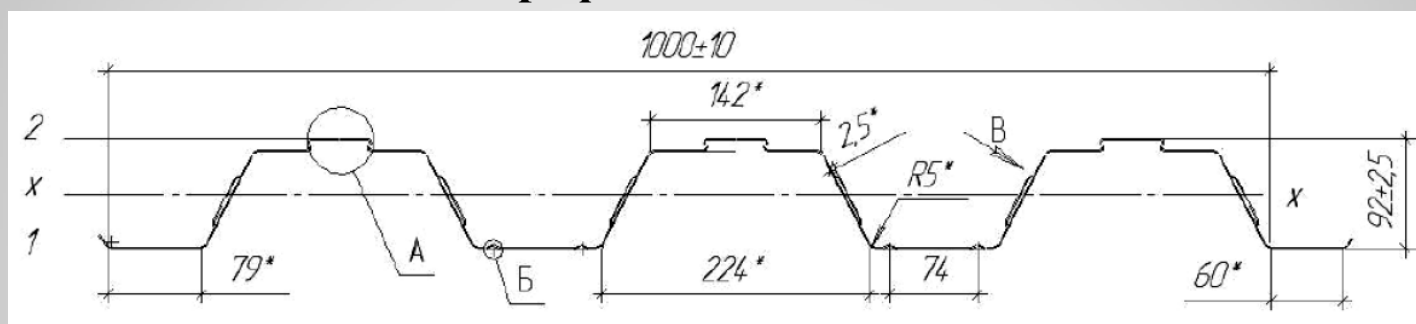
графики зависимости сдвига от нагрузки



Профиль SKH50Z-600



Профиль SKH60Z-845



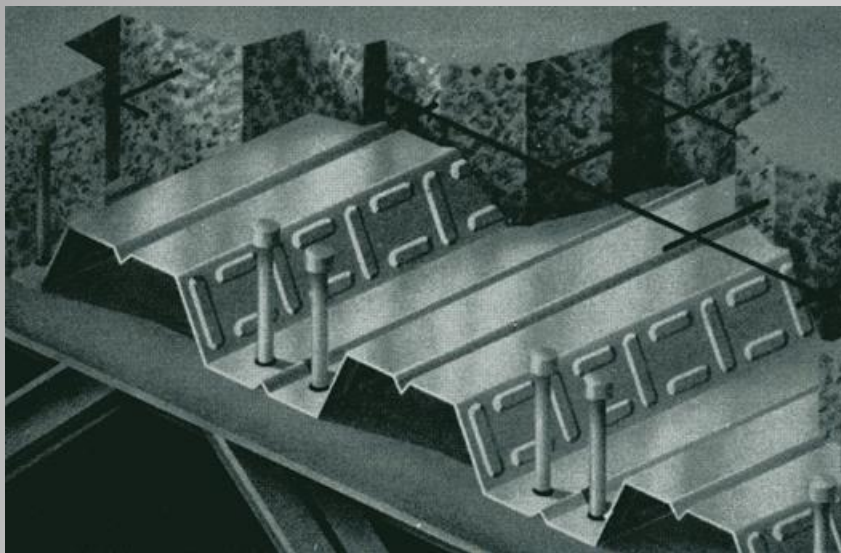
Профиль SKH90Z-1000

Сечения профилей настила по СТО 57398459-002-2011

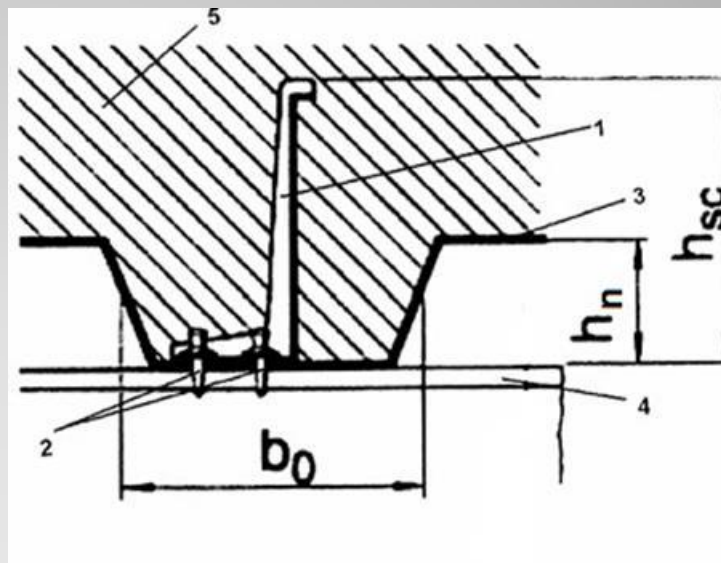
Настил из профилей СКН90Z-1000 перед укладкой бетонной смеси



Расположение стержневых упоров в железобетонной плите



Расположение уголкового упора вдоль оси балки



Стальной профилированный настил не допускается применять в качестве внешней арматуры монолитной железобетонной плиты междуэтажного перекрытия при следующих условиях:

- при воздействии средне- и слабоагрессивной среды по СП 28.13330-2012;**
- при температуре выше плюс 40° или ниже минус 50° С;**
- при влажности более 60 %;**
- при прочности тяжелого или легкого бетона на сжатие ниже В15 или В 12,5 соответственно;**
- при подвижности бетонной смеси по осадке стандартного конуса менее 6 см или более 14 см;**
- при использовании бетонной смеси с добавлением хлористого калия или других хлоридов.**

Требуемый предел огнестойкости от 30 до 120 мин для железобетонных плит, армированных профилированным настилом обеспечивается в зависимости от толщины плит, степени сцепления настила с бетоном, пролета, дополнительного армирования и наличия анкерных упоров на опорах.

Для повышения предела огнестойкости плит такой конструкции рекомендуется использовать подвесные потолки из несгораемых материалов, облицовку из гипсокартонных или жестких минераловатных плит, закрепленных в плоскости нижних полок настила, или огнезащитное вспучивающееся покрытие на нижней поверхности настила. При требуемом пределе огнестойкости плиты менее RE 30 дополнительная защита профилированного настила от огня не требуется.

Монолитные перекрытия с плитой, армированной настилом по сравнению с традиционными конструкциями перекрытий из железобетона обладают следующими преимуществами:

- сокращение трудозатрат и стоимости возведения перекрытия;**
- снижение расхода бетона и массы перекрытия;**
- снижение расхода рабочей стержневой арматуры;**
- возможность увеличения пролета плиты при ее бетонировании без временных опор;**
- возможность размещения коммуникаций в гофрах настила;**
- отсутствие закладных деталей в плите для крепления подвесных потолков и оборудования;**
- повышение безопасности труда и пожарной безопасности на стадии монтажа.**

Вывод

Применение ЛСТК для наружных стен и перекрытий многоэтажных зданий позволяет получить значительный экономический эффект при строительстве в различных районах, включая труднодоступные и сейсмически опасные.

СТАЛЬНОЕ 2015 СТРОИТЕЛЬСТВО

Современные практики проектирования
и изготовления стальных конструкций.
Решение типовых проблем и
ограничений

Конференция «Стальное строительство-2015» (Форум 100+)

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ

*Э.Л. Айрумян, к.т.н., Н.И. Каменщиков (ООО “ЦНИИПСК им. Мельникова”),
И.Г. Катранов, к.т.н. (Национальный исследовательский университет, МГСУ)*