

Концепция

Одноэтажный дом для временного размещения людей с каркасом из ЛСТК

Февраль 2015



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР
СТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

Сталь. Правильный выбор

Почему сталь?

[Экономичность]

Каркасно-щитовое строительство жилья на основе ЛСТК относится к разряду экономичных быстровозводимых решений. Приведенная стоимость каркаса здания составляет от 70 у.е./м².

[Скорость]

Технология ЛСТК для малоэтажного жилья в зависимости от типов фундамента (ленточный, плитный, на винтовых сваях) и перекрытий позволяет обеспечить сроки строительства рассматриваемого объекта в диапазоне от 2-х до 3-х месяцев.

[Гибкость]

Принятое планировочное и конструктивное решение с использованием ЛСТК позволяет в будущем изменить назначение здания с временного размещения людей на постоянное проживание в отличие, например, от модульных зданий.

[Функциональность]

Стальные конструкции дают возможность увеличить пролеты и получить свободные планировки.

[Легкость]

В сравнениях с основными альтернативными типами несущих конструкций (деревянные, железобетонные, каменные и армокаменные конструкции) сталь обладает наибольшим соотношением «несущая способность-собственный вес». Следовательно, использование ЛСТК позволяет в разы снизить вес стен и перекрытий, что положительно влияет на фундаменты здания.

[Простота монтажа]

Монтаж каркасно-щитового жилья на основе ЛСТК не требует привлечения грузоподъемных машин и может выполняться бригадами в 3-4 человека.

Высокая заводская готовность и машиностроительная точность отдельных элементов облегчает укрупнение и монтаж конструкций в сравнении с другими каркасными технологиями.

Возведение каркаса из ЛСТК может выполняться в стесненных условиях и не включает процессы, которые зависят от погодных условий.

[Надежность]

Надежная металлическая подоснова и полистовой тип сборки основных конструкций дает возможность быстрой замены отдельных участков панелей при их локальном повреждении.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Исходные данные..... | 3 |
| 2. Архитектурно-планировочные решения..... | 4 |
| 3. Укрупненная спецификация основных конструкций каркаса..... | 8 |
| 4. Нагрузки и воздействия | 9 |
| 5. Конструктивная схема | 11 |
| 6. Основные узлы | 15 |
| 7. Противопожарная и антикоррозионная защита стальных конструкций..... | 16 |

1. Исходные данные

В качестве исходного было принято планировочное решение, предоставленное компанией «Прушиньски».

Рассматривается жилое одноэтажное здание без привязки к району строительства. В связи с этим должны быть приняты наиболее неблагоприятные для территории Украины воздействия. Здание предназначено для временного размещения людей с возможностью дальнейшего использования в качестве места постоянного проживания.

Район строительства – без привязки к району строительства;

Вид строительства – новое строительство;

Категория сложности – II;

Класс ответственности – СС1;

Коэффициент надежности по ответственности – $\gamma_n = 0.975$ для первой группы предельных состояний, 0.95 для второй (в Еврокоде обозначается K_{FL});

Установленный срок эксплуатации – $T_{ef} = 20$ лет;

Габаритные размеры - 12,00м x 19,00м;

Высота этажа в чистоте – 2800мм;

Уклон кровли – не менее 10% (профнастил);

За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола здания.

Особые условия площадки (сейсмичность, просадочные грунты, подрабатываемые и подтопляемые территории) – отсутствуют.

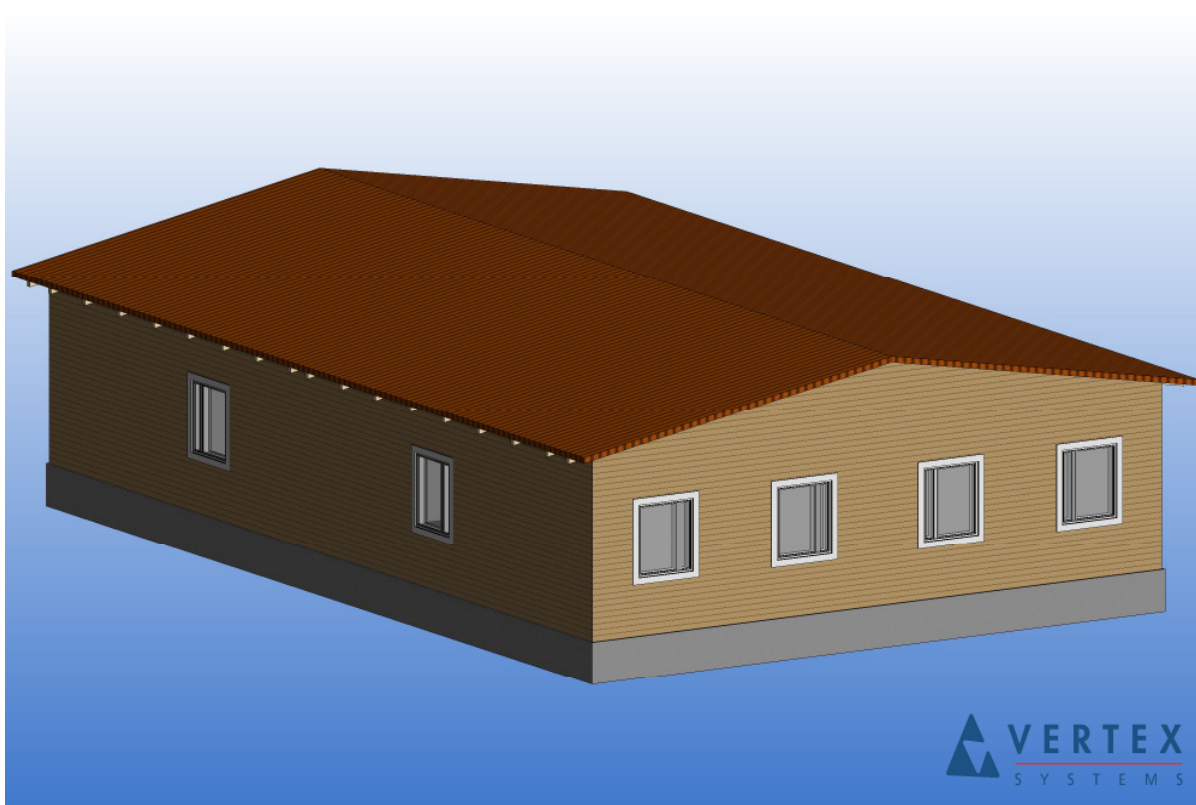
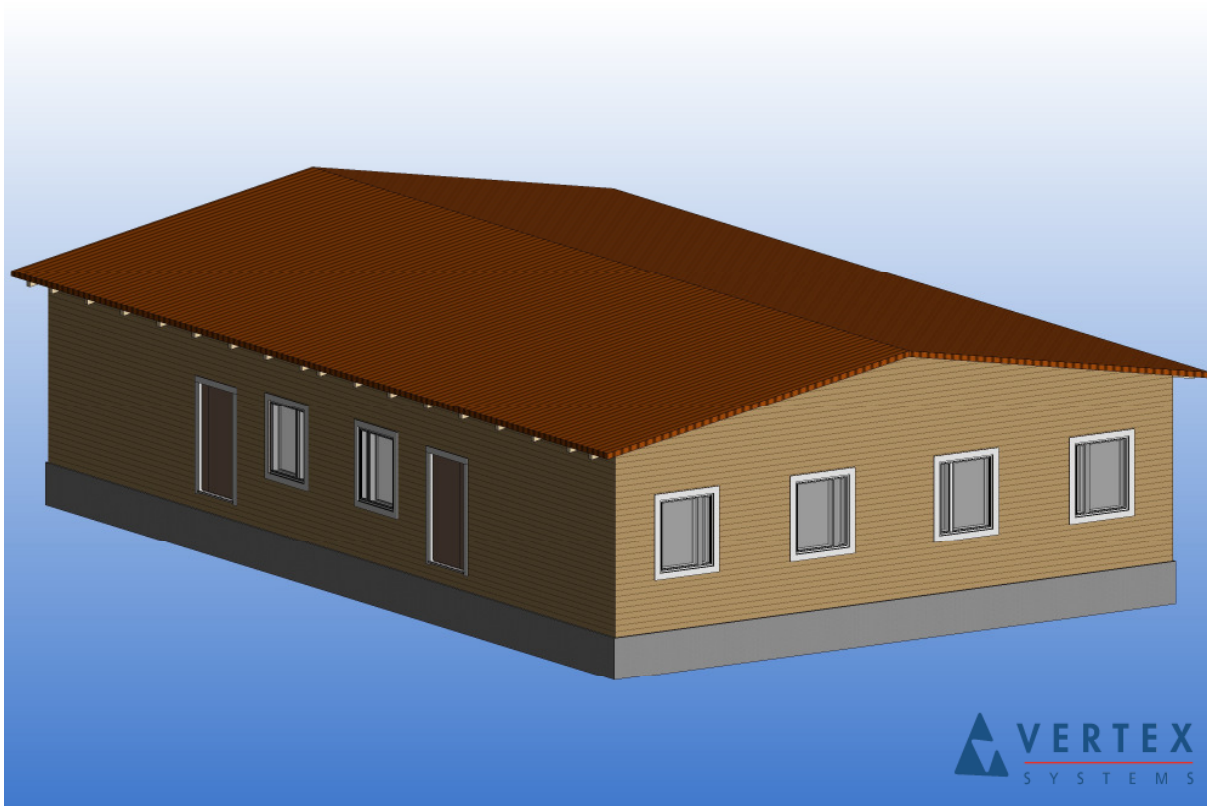
Здание имеет площадь до 300м² и этажность менее 2-х, а следовательно подпадает под Статью 27 Закона Украины «О регулировании градостроительной деятельности» и соответствующего приказа Минрегиона №103 от 05.07.2011.

В конструкции использованы материалы, производимые на заводах Украины, и, в частности, заложены толщины профилей несущего каркаса от 0.8 до 1.5мм доступные на отечественных металлургических предприятиях.

Рассмотрено несколько вариантов конструктивных решений фундаментов для различных условий участка и проведено их сравнение.

Основными критериями выбора конструкций являются общее снижение затрат на строительство и сокращение сроков строительства.

2. Архитектурно-планировочные решения



Общая характеристика здания

Здание представляет собой одноэтажный сблокированный жилой дом для временного проживания II-ой категории (социальное жилье).

Класс здания по функциональному назначению – жилое здание.

Требования к объекту регламентируются ДБН В.2.2-15-2005 «Жилые здания. Основные положения»

Степень огнестойкости здания – IIIа.

Объемно-планировочные решения

Объемно-пространственная композиция здания обусловлена его функциональным назначением – жилой дом для временного проживания. Здание состоит из одного прямоугольного объема, разделенного на два равноценных блока (квартиры).

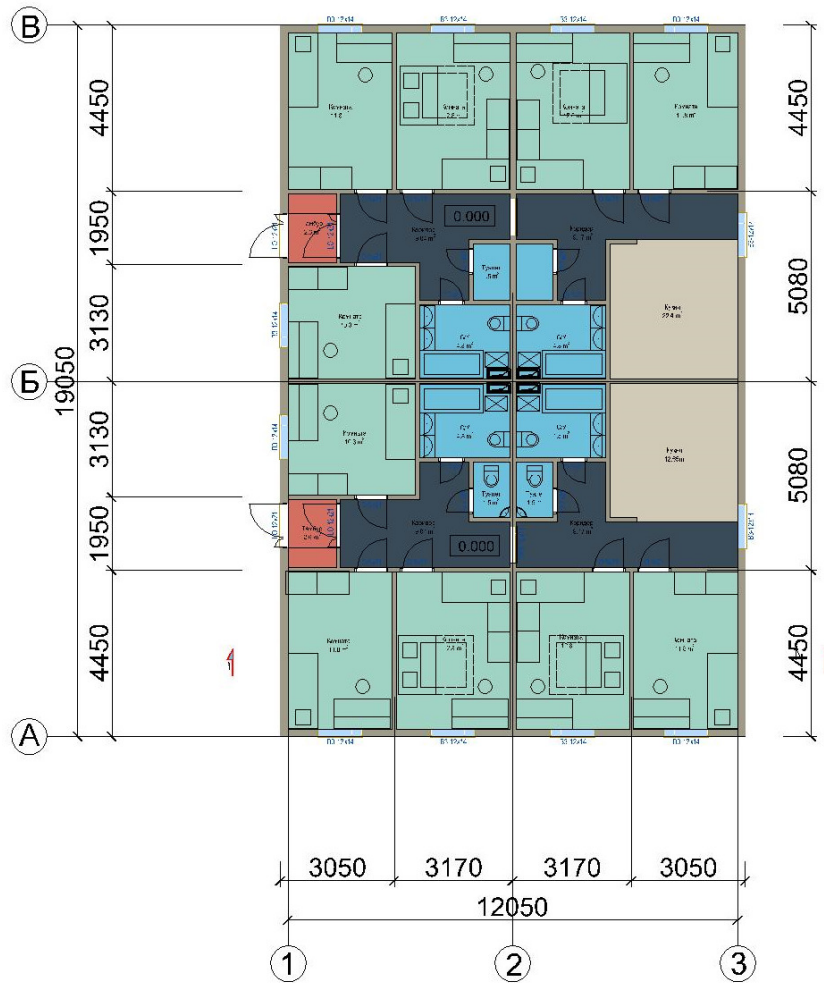
Планировка жилого дома решена в одном уровне, на этаже одного блока расположены:

1. Тамбур – 2,60м²
2. Коридор – 9,04м²
3. Коридор – 9,47м²
4. Кухня-столовая – 12,65м²
5. Санузел – 4,80м²
6. Туалет – 1,50м²
7. Жилая комната – 11,80м²
8. Жилая комната – 12,80м²
9. Жилая комната – 12,80м²
10. Жилая комната – 11,80м²
11. Жилая комната – 10,30м²

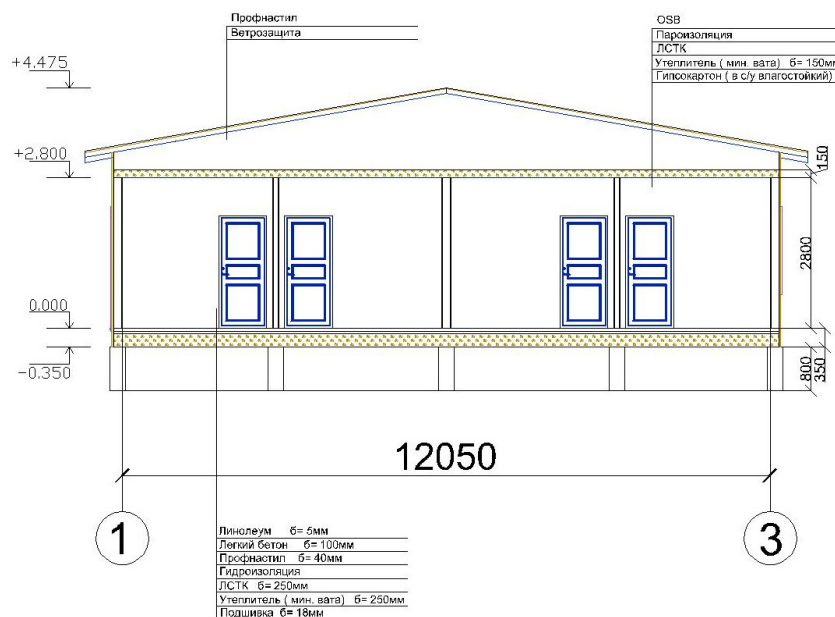
Технико экономические показатели:

| № | Наименование показателей | Ед. изм. | Кол-во | Примеч. |
|---|--------------------------|----------------|---------|---------|
| 1 | Количество этажей | эт. | 1 | |
| 2 | Количество секций | сек | 2 | |
| 3 | Строительный объём | м ³ | 1020,30 | |
| 4 | Площадь застройки | м ² | 228,00 | |
| 5 | Площадь жилая | м ² | 119,00 | |
| 6 | Площадь общая | м ² | 199,12 | |
| 7 | Количество квартир | шт. | 2 | |

План на отм. +0,000



Разрез 1-1



Ограждающие конструкции здания жилого дома запроектированы в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция зданий».

Требуемое минимальное термическое сопротивление:

1. внешних стен – $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
2. перекрытия неотапливаемого чердака – $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
3. цокольное перекрытие – $3,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$

Наружные стены – утепленные панели на основе ЛСТК с внешней отделкой металлоксайдингом;

Внутренние стены и перегородки – панели на основе ЛСТК с двухсторонней обшивкой гипсокартоном и звукоизолирующим заполнением;

Цокольное перекрытие – теплое, сталежелезобетонное либо послойной сборки;

Чердачное перекрытие – теплое, послойной сборки;

Несущая конструкция покрытия – на основе каркаса из ЛСТК;

Кровля – холодная двухскатная из профилированного настила;

Окна - из ПВХ с двойными стеклопакетами.

Двери - межкомнатные деревянные, входная - металлическая.

Полы - линолеум в комнатах, в санузлах, кухне, тамбур и коридоры - керамическая плитка.

В конструкции должны быть использованы материалы, производимые на заводах Украины.

В жилых зданиях IIIa степени огнестойкости несущие элементы стального каркаса и его узлы внутри помещений должны быть защищены строительными теплоизоляционными материалами, которые обеспечивают требуемый предел огнестойкости – ДБН В.2.2-15-2005

3. Укрупненная спецификация основных конструкций каркаса

С учетом конструктивного коэффициента полный вес металлоконструкций **без цокольного перекрытия** составил **6,90 т**. Из них:

| | | |
|---|---|------------------------|
| Фермы покрытия | - | 2,200т (S350GD) |
| Несущие стеновые панели | - | 2,000т (S350GD) |
| Ненесущие стеновые панели (перегородки) | - | 1,600т (S350GD) |
| Обрешетка кровли | - | 0,800т (S350GD) |
| <u>Связи</u> | - | <u>0,300т (S350GD)</u> |
| Итого | | 6,900 т |

Общая площадь застройки равна 228м^2 , а следовательно металлоемкость каркаса без учета цокольного перекрытия составляет $6900/228=30,3\text{ кг/м}^2$.

Общий вес балок перекрытий из холодноформованных профилей ЛСТК составляет **3,400т**.

Расход стали на перекрытие составляет $3400/228=14,9\text{ кг/м}^2$.

Следовательно, при обустройстве цокольного перекрытия общая металлоемкость каркаса составит:

| | | |
|------------------------------------|---|-------------------------------|
| Конструкции выше отм. 0.000 | - | 30,30 кг/м ² |
| <u>Балки цокольного перекрытия</u> | - | <u>14,90 кг/м²</u> |
| Итого | | 45,20 кг/м² |

4. Нагрузки и воздействия

Расчет каркаса выполнен в соответствии с Еврокодом 3 (ДСТУ-Н Б EN 1993) «Проектирование стальных конструкций» и, в частности, его частью 1-3 (ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3) «Проектирование стальных конструкций. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов».

Соответственно нагрузки и воздействия определяются Еврокодом 1 (ДСТУ-Н Б EN 1991) и имеют следующие значения:

Собственный вес цокольного перекрытия

| Материал | Распределенная нагрузка (кПа) | Объемный вес (Т/м ³) | Толщина (м) | γ _F |
|--|-------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| Легкий бетон приведенной толщиной 90 мм | - | 1,4 | 0,09 | 1,35 |
| T40-1044-0,7 | 0,066 | --- | --- | 1,35 |
| Пароизоляция в один слой | 0,013 | --- | --- | 1,35 |
| Плиты полужесткие минераловатные при g=400 кг/м ³ толщиной 100 мм | 0,392 | --- | --- | 1,35 |
| Металлокаркас | 0,150 | --- | --- | 1,35 |
| Подшивка | 0,100 | --- | --- | 1,35 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Характеристическая нагрузка | 1,981 кПа |
| Расчетная нагрузка | 2,674 кПа |

Полезная нагрузка на цокольное перекрытие

| | |
|---|-----------|
| Характеристическая нагрузка | 1,500 кПа |
| Коэффициент надежности по нагрузке γ_F | 1,5 |
| Расчетная нагрузка | 2,250 кПа |

Собственный вес чердачного перекрытия

| Материал | Распределенная нагрузка (кПа) | Объемный вес (Т/м ³) | Толщина (м) | γ _F |
|--|-------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| OSB | 0,110 | --- | --- | 1,35 |
| Пароизоляция в один слой | 0,013 | --- | --- | 1,35 |
| Плиты полужесткие минераловатные при g=400 кг/м ³ толщиной 200 мм | 0,784 | --- | --- | 1,35 |
| Обрешетка | 0,050 | --- | --- | 1,35 |
| Гипсокартон | 0,100 | --- | --- | 1,35 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Характеристическая нагрузка | 1,057 кПа |
| Предельная нагрузка | 1,427 кПа |

Снеговая нагрузка (расчет выполнен согласно норм проектирования ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3)

| Параметр | Значение |
|--|-------------|
| Снеговой район | 6 (условно) |
| Характеристическое значение снеговой нагрузки | 1,8 кПа |
| Коэффициент корректировки на средний период повторяемости $T_{ef}=20$ лет | 0,83 |

Ветровая нагрузка (Расчет выполнен согласно норм проектирования ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4)

| Параметр | Значение |
|--|-------------|
| Район по характеристическому значению базовой скорости ветра | 5 (условно) |
| Характеристическое значение базовой скорости ветра | 31 м/с |

Сочетания нагрузок и соответствующие коэффициенты принимаются в соответствии с Еврокодом 0 (ДСТУ-Н Б EN 1990).

Для первой группы предельных состояний:

$$\sum_{j \geq 1} 1,35 G_{k,j} + 1,5 \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} 1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Для второй группы предельных состояний:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

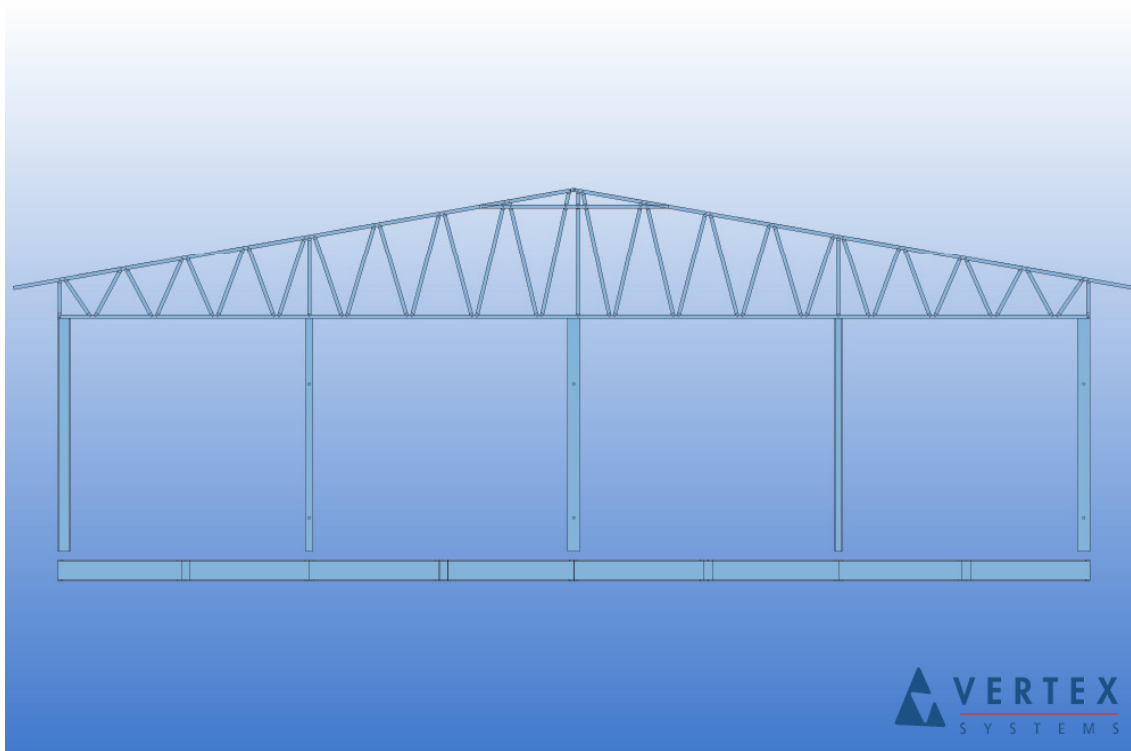
5. Конструктивная схема

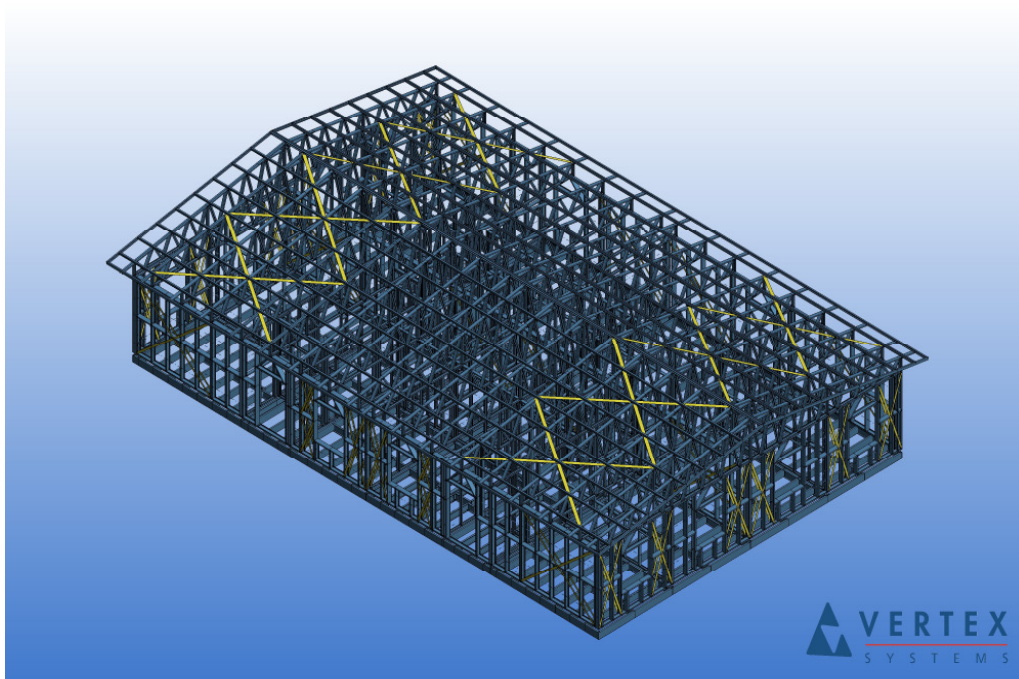
Конструктивная схема здания - каркасно-щитовая на основе Легких Стальных Тонкостенных Конструкций (ЛСТК).

Несущий каркас состоит из тонкостенных холодноформованных профилей, объединенных в решетчатые конструкции (панели, фермы). Основной тип профилей – С-образные с отгибами полок. Толщина профилей от 1 до 1.5мм. Рекомендуемая удельная масса цинкового покрытия – 275г/м².

Соединения каркаса – условно шарнирные (с ограниченной изгибной жесткостью) на самонарезных винтах.

Пространственная жесткость каркаса в вертикальном направлении обеспечивается системой связей из гибких крестовых связей и распорок, элементами обшивки и многосвязностью конструкции (наличием ограниченной жесткости узлов). В горизонтальном направлении жесткость обеспечивает система связей перекрытий и покрытия, а также элементы обшивки.





Опирается на фундаменты – ленточные через направляющий профиль. Были рассмотрены следующие основные типы фундаментов:

| | |
|--|--|
| <p>1. Ленточный малозаглубленный (принят как основной в 3D-модели)</p> | |
| <p>2. Плитный малозаглубленный</p> | |
| <p>3. Винтовые сваи</p> | |

Сравнение недостатков и преимуществ по каждому типу фундамента были сведены в таблицу, представленную ниже:

| Характеристики | Преимущества | Недостатки |
|-------------------------------|--|--|
| 1. Ленточный малозаглубленный | <ul style="list-style-type: none"> • снижение объемов бетонных работ; • наличие техподполья, облегчающее горизонтальную разводку и доступ к коммуникациям; • возможность использования при тяжелом стеновом заполнении. | <ul style="list-style-type: none"> • необходимость засыпки грунта либо устройства цокольного перекрытия; • необходимость выполнения земляных работ; • необходимость выполнения бетонных работ; • сложные опалубочные работы; |
| 2. Плитный малозаглубленный | <ul style="list-style-type: none"> • подходят для условий слабых и просадочных грунтов; • простые опалубочные работы; • отсутствие необходимости в устройстве цокольного перекрытия; • возможность использования при тяжелом стеновом заполнении | <ul style="list-style-type: none"> • увеличение объемов бетонных работ; • требуют выравнивания и подготовки поверхности; • отсутствие техподполья. |
| 3. Винтовые сваи | <ul style="list-style-type: none"> • не требуют выравнивания поверхности; • не требуют выполнения земляных работ; • не требуют выполнения бетонных работ; • могут прорезать слабые слои грунтов. | <ul style="list-style-type: none"> • необходимость устройства цокольного перекрытия с обвязочным каркасом; • ограниченная доступность винтовых свай на рынке Украины; • потребность в специальных устройствах либо спецтехнике для заглубления свай |

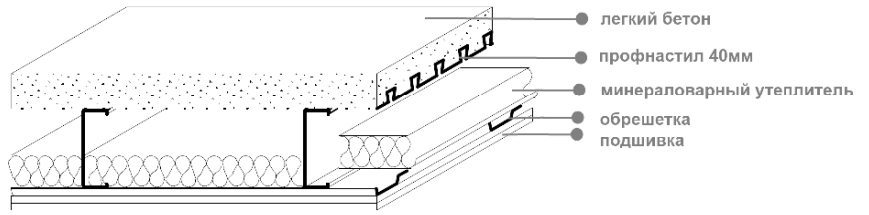
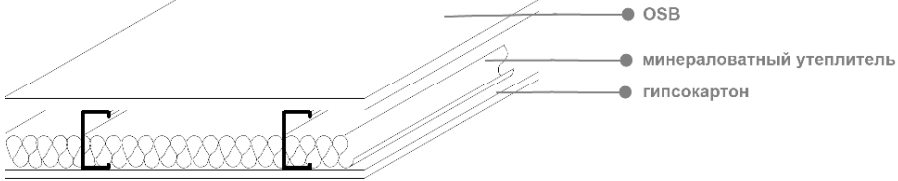
В зависимости от типа фундамента рассматривалось два решения цоколя:

1. без техподполья – при обратной засыпке ленточного фундамента либо в случае плитного фундамента;
2. устройство цокольного перекрытия из ЛСТК в случаях ленточного фундамента либо винтовых свай.

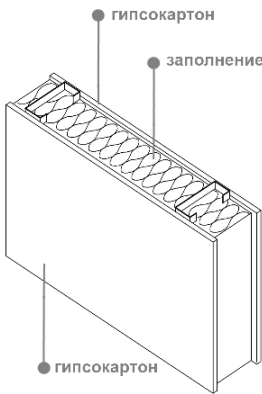
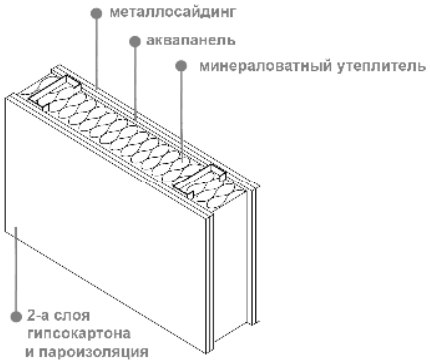
В качестве основного варианта цокольного перекрытия на основе ЛСТК было принято сталежелезобетонное утепленное решение, которое обеспечивает наилучшие показатели звукоизоляции на уровне до 60Дб, огнестойкости в 60 мин и защиты от вибраций.

Данный вариант перекрытия характеризуется наилучшими эксплуатационными характеристиками, однако увеличивает сроки его обустройства. В качестве альтернативы существует ряд решений послойной сборки.

С целью снизить затраты на отопления чердак здания предполагается неотапливаемым с утеплением в уровне чердачного перекрытия. Конструкция чердачного перекрытия предполагает классическую для ЛСТК конструкцию листовую сборку.

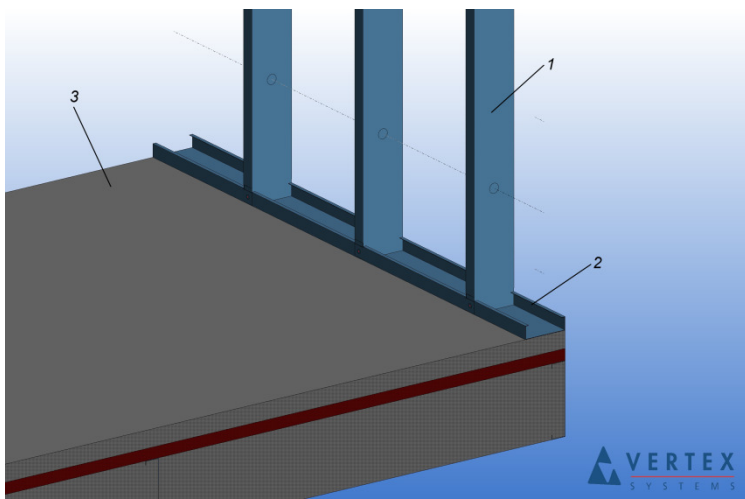
| | |
|---|--|
| <p>1. Цокольное композитное перекрытие (принято как основное в 3D-модели)</p> |  <ul style="list-style-type: none"> ● легкий бетон ● профнастил 40мм ● минераловатный утеплитель ● обрешетка ● подшивка |
| <p>2. Пример чердачного перекрытия послойной сборки</p> |  <ul style="list-style-type: none"> ● OSB ● минераловатный утеплитель ● гипсокартон |

Стены имеют аналогичную щитовую конструкцию:

| | |
|---|--|
| <p>1. Конструкция внутренних стеновых панелей</p> |  <ul style="list-style-type: none"> ● гипсокартон ● заполнение ● гипсокартон |
| <p>2. Конструкция внешних стеновых панелей</p> |  <ul style="list-style-type: none"> ● металлосайдинг ● аквапанель ● минераловатный утеплитель ● 2-а слоя гипсокартона и пароизоляция |

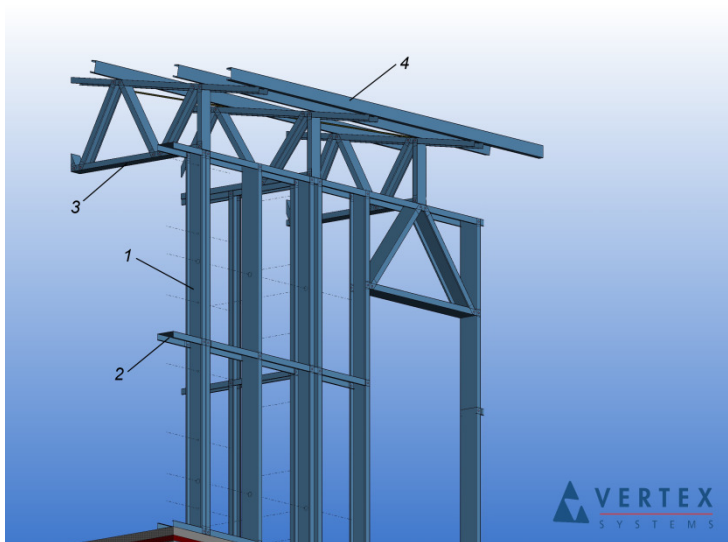
6. Основные узлы

Опорный узел стеновой панели



1. Стойки стеновой панели; 2. Направляющий (опорный) профиль стеновой панели;
3. Верх фундамента либо цокольного перекрытия.

Опираие ферм покрытия



1. Стойки стеновой панели; 2. Распорка для раскрепления стоек из плоскости;
3. Ферма покрытия; 4. Обрешетка покрытия.

7. Противопожарная и антикоррозионная защита стальных конструкций

Зданию присвоена степень огнестойкости IIIa, для которой необходимо обеспечение следующих классов огнестойкости отдельных конструктивных элементов:

несущие стены – REI60 M0;

внутренние ненесущие стены (перегородки) – EI15 M1;

перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные) – REI15 M0;

элементы совмещенных покрытий – RE15 M1 и R15 M0.

В соответствии с п.4.40 ДБН В.1.1-7 допускается не производить огнезащиту стальных конструкций в случаях, когда минимальный предел огнестойкости данной конструкций не превышает 15 минут.

Принимается, что огнестойкость несущей стены будет обеспечена конструктивными решениями проектирования легких стальных тонкостенных конструкций, подтвержденными протоколами испытаний.

Антикоррозионная защита конструкций здания обеспечивается цинковым покрытием всех холодноформованных профилей каркаса. Рекомендуемый удельный вес цинкового покрытия составляет 275г/м².

Все элементы обшивки здания, изготовленные из тонколистовой стали, должны также иметь либо цинковое, либо полимерное покрытие.