



ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ



СОДЕРЖАНИЕ

1	ЛСТК КАК НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	3
2	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛСТК	6
3	СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЛСТК	10
4	СХЕМЫ ТИПОВЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛСТК	14



ЛСТК КАК НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Термин ЛСТК происходит от американского термина Light Gauge Steel Framing, что в переводе на русский язык означает «легкие стальные тонкостенные конструкции». Понятие ЛСТК используется, прежде всего, для обозначения каркасной технологии строительства зданий с использованием стальных тонкостенных (толщина до 4 мм) профилей различных конфигураций. Технология строительства на основе легких стальных тонкостенных конструкций – это метод быстрого строительства, позволяющий возводить здания различного функционального назначения в любое время года и при любых климатических условиях. Применение технологии ЛСТК дает значительный экономический эффект благодаря малому удельному весу конструкций, снижению расходов на транспорт и трудозатрат при монтаже, а также сокращению сроков строительства без применения грузоподъемной техники.

УМЕНЬШЕНИЕ ЗАТРАТ НА МОНТАЖЕ И СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ИЗ ЛСТК ДОСТИГАЕТСЯ БЛАГОДАРЯ ЛЕГКОСТИ И ТОЧНЫМ РАЗМЕРАМ КАЖДОГО ЭЛЕМЕНТА, ПОДРОБНОЙ МАРКИРОВКЕ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ СТАДИИ КМД, А ТАКЖЕ ПРОСТОТЕ УЗЛОВЫХ СОПРЯЖЕНИЙ. ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ МОГУТ БЫТЬ СГЕНЕРИРОВАНЫ АВТОМАТИЧЕСКИ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ, ЧТО РЕЗКО СОКРАЩАЕТ СРОКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СНИЖАЕТ ВЕРОЯТНОСТЬ ПОЯВЛЕНИЯ ОШИБОК

Ключевые преимущества технологии ЛСТК

Надежность зданий из ЛСТК обеспечивается высокими показателями долговечности, ремонтпригодности и живучести. Оцинкованные стальные элементы, применяемые в технологии ЛСТК, выдерживают большие перепады температур, воздействия осадков и ветровых нагрузок, не подвержены влиянию биологических и влажностно-температурных процессов. За счет низкой массы и высокой жесткости каркасы зданий на основе ЛСТК способны выдерживать сейсмические нагрузки до 9 баллов по шкале MSK-64 (7 баллов по шкале Рихтера) и не склонны к просадкам.

Скорость строительства из ЛСТК гораздо выше сроков возведения зданий из традиционных материалов.

Экологичность обусловлена простотой монтажа с минимальной отходностью и воздействием на окружающую среду. В элементах зданий, возведенных по технологии ЛСТК, в качестве утеплителя применяются минеральная- и эковата, а также другие экологически чистые материалы.

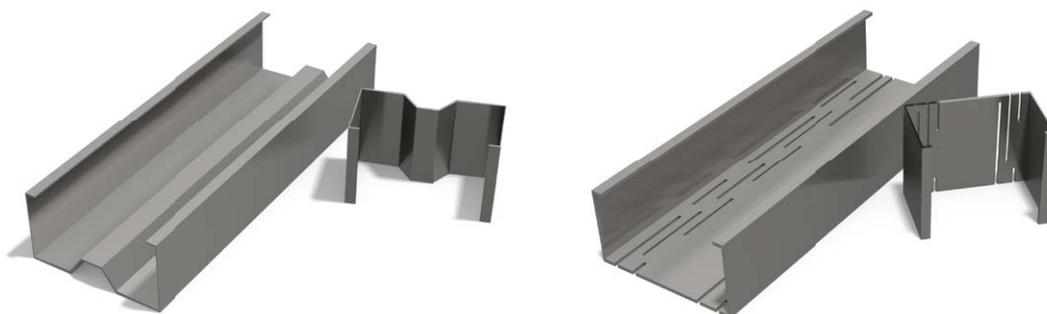
Всесезонность монтажа связана с применением готовых элементов и отсутствием мокрых процессов, что снимает ограничения и зависимость строительства от температурных условий.

Низкая стоимость зданий, построенных по технологии ЛСТК, базируется на легкости таких конструкций, что снижает в 1,5-2 раза затраты на возведение фундамента, а также

расширяет возможности строительства на «слабых» грунтах. Простота и легкость монтажа, отсутствие тяжелой техники позволяет задействовать в строительстве минимальное количество специалистов.

Энергосбережение и минимальные тепловые потери обеспечиваются тем, что вся толщина стены наполняется высокоэффективным утеплителем, а это позволяет значительно снизить затраты на отопление зданий. Стена толщиной 20 см, выполненная по технологии ЛСТК, по теплопроводности равна каменной кладке из полнотелого кирпича толщиной 1,5 метра.

Широкие архитектурные возможности заключаются, прежде всего, в гибкости проектных решений технологии ЛСТК и возможности с ее помощью перекрывать достаточно большие пролеты без промежуточных опор, что позволяет архитекторам максимально использовать внутреннее пространство, создавать оригинальные планировки и художественные решения.



Профиль ЛСТК

Термопрофиль ЛСТК

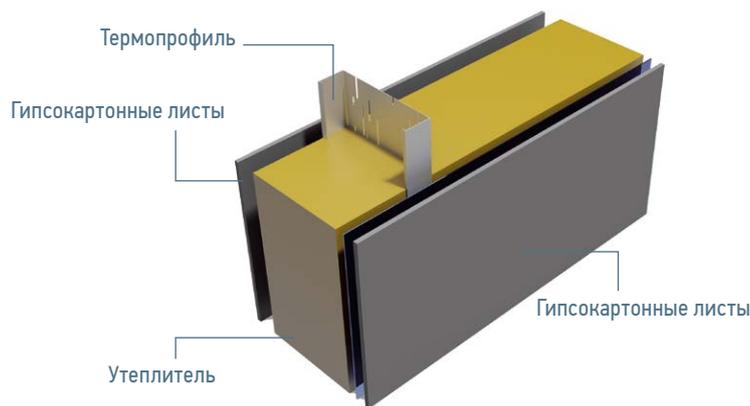
Многократное использование конструкций, возведенных по технологии ЛСТК, основанное на возможности разобрать, перевезти и собрать на новом месте, может быть использовано компаниями добывающей отрасли, подразделениями чрезвычайных служб и приобретает особое значение в ситуациях, связанных с миграцией населения.

Технология ЛСТК позволяет строить каркасные здания самого различного назначения:

- Жилые, административные и коммерческие здания различной этажности.
- Социальные объекты и быстромонтируемые дома в рамках специальных программ.
- Логистические центры, сельскохозяйственные объекты.
- Магазины, торговые павильоны и МАФы.
- Детские сады, школы, больницы, базы отдыха, отели, мотели.
- Надстройки и пристройки существующих зданий и сооружений.
- Типовые конструкции в виде панелей, объемных модулей и др. здания промышленного и гражданского строительства.

Технология ЛСТК рекомендуется к применению при реконструкции зданий, в устройстве внутренних и наружных несущих и ненесущих стен, межэтажных перекрытий, кровельных систем, эксплуатируемых чердачных пространств, при обновлении и утеплении кровельных покрытий и фасадов.

Основой конструктивной системы зданий из легких стальных тонкостенных конструкций является несущий каркас из гнутых U, C, Z и Σ - образных профилей. Для снижения теплопроводности конструкций применяют термопрофили, на стенках которых выполнена перфорация в



виде продольных просечек. Термопрофиль имеет пониженную теплопроводность, благодаря увеличению пути следования теплового потока между полками профиля.

Основными элементами типовых систем ЛСТК являются тонкостенные, преимущественно холодноформованные, стальные оцинкованные профили, утеплитель, при необходимости рулонные паро- и ветробарьеры, а также облицовочные материалы, представляющие собой гипсокартонные или гипсоволокнистые плиты, магнезитовые плиты, сайдинг в различном исполнении.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДАВНО И УСПЕШНО ПРИМЕНЯЕТСЯ В СТРАНАХ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ (70% ЖИЛЬЯ В СКАНДИНАВСКИХ СТРАНАХ ПОСТРОЕНО ПО ЭТОЙ ТЕХНОЛОГИИ), ГДЕ ОНА ПРОШЛА ПРОВЕРКУ НА ПРОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ, А БЛАГОДАРЯ ЛЕГКОСТИ И МНОГОСВЯЗНОСТИ ЛСТК АКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮТ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РЕГИОНАХ

В качестве утеплителя для систем ЛСТК используют минераловатные базальтовые маты и плиты, стекловату, эковату или другие волокнистые изоляционные материалы, которые защищают от увлажнения пароизоляционными и диффузионными пленками. Внутреннюю облицовку стального каркаса с утеплителем производят стандартными гипсокартонными (гипсоволокнистыми) плитами или их аналогами. Для наружной отделки стен можно использовать облицовочный кирпич, деревянную рейку, пластиковый или металлический сайдинг, каменные или штукатурные материалы. Кровельные покрытия для зданий из ЛСТК выполняются из металлических профилированных настилов, натуральной, или цементно-песчаной черепицы, а также из мягких кровельных материалов.

При проектировании зданий по технологии ЛСТК в соответствии с национальной веткой нормативных документов необходимо соблюдать требования ДБН В.2.6-198 «Стальные конструкции. Нормы проектирования» и ДСТУ-Н Б В.2.6-87 «Конструкции зданий и сооружений. Руководство по проектированию конструкций зданий с применением стальных тонкостенных профилей». Проектирование по европейским нормам осуществляют по Еврокоду 3, Часть 1-3 (ДСТУ-Н Б EN1993-1-3), при этом требования к изготовлению и монтажу регламентируются ДСТУ Б EN1090-1 и ДСТУ Б EN1090-2.

Нормируемый класс огнестойкости и предел распространения огня для конструкций, выполненных по технологии ЛСТК, не отличается от конструкций, выполненных по альтер-

нативным технологиям строительства и должны соответствовать требованиям ДБН В.1.1-7 «Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства», строительным нормам на здания различного функционального назначения и подтверждаться согласно ДСТУ Б В.1.1-4 «Защита от пожара. Строительные конструкции. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ ЛСТК

Согласно ДБН В.1.1-7 степень огнестойкости зданий классифицируют в зависимости от классов огнестойкости примененных строительных конструкций и элементов в соответствии с таблицей 1.

Предел огнестойкости конструкции является одним из характеристических показателей сопротивляемости строительных конструкций в условиях пожара. Согласно ДСТУ Б В.1.1-4 предел огнестойкости конструкции – это показатель огнестойкости конструкции, определяемый временем от начала огневого испытания при стандартном температурном режиме до наступления одного из нормируемых для данной конструкции предельных состояний по огнестойкости.

Таблица 1. Минимальные значения классов огнестойкости строительных конструкций и максимальные значения пределов распространения огня по ним

Степень огнестойкости здания	Стены				Колонны	Лестничные площадки, косоуры, лестницы балки, марши лестничных клеток	Перекрытия междуэтажные (в т.ч. чердачные и над подвалами)	Элементы совмещенных покрытий	
	Несущие и лестничных клеток	Самонесущие	Внешние несущие	Внутренние несущие (перегородки)				Плиты, настилы, прогоны	Балки, фермы, арки, рамы
I	REI 150 M0	REI 75 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормируются	
IIIa	REI 60 M0	REI 30 M0	E15 M1	EI 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0
IIIб	REI 60 M1	REI 30 M1	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 60 M1	R 45 M0	REI 45 M1	RE 15, M0 RE 30, M1	R 45 M1
IV	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M1	EI 15 M1	R 30 M1	R 15 M1	REI 15 M1	Не нормируются	
IVa	REI 30 M1	REI 15 M1	E15 M2	EI 15 M1	R 15 M0	R 15 M0	REI 15 M0	RE 15 M2	R 15 M0
V	Не нормируются								

Примечание. Пределы огнестойкости самонесущих стен, которые учитываются при расчетах жесткости и устойчивости здания, принимают как для несущих стен.

Основные виды предельных состояний:

- По признаку потери несущей способности (R).
- По признаку потери целостности (E).
- По признаку потери теплоизолирующей способности (I).

Для нормирования пределов огнестойкости систем ЛСТК используются следующие предельные состояния:

- Для колонн, балок, ферм, арок и других стержневых конструкций, а также элементов лестниц (маршей, площадок) - R.
- Для элементов покрытий - R, E.
- Для наружных ненесущих стен и остекления - E.
- Для ненесущих внутренних стен (перегородок) - E, I.
- Для перекрытий, несущих и самонесущих стен - R, E, I.

Определение класса огнестойкости строительной конструкции

Пределы огнестойкости конструкций, выполненных с применением технологии ЛСТК, определяются по результатам огневых испытаний согласно национальным стандартам на методы испытаний строительных конструкций и изделий на огнестойкость, а также расчетными методами в соответствии со стандартами и методиками, утвержденными Минрегионом Украины и Государственной службой по чрезвычайным ситуациям Украины (ГСЧС Украины). Одним из примеров таких стандартизированных методик расчета огнестойкости является имплементированный стандарт европейской ветки проектирования по Еврокодам - ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2 (Еврокод 3).

Определение предела огнестойкости путем огневых испытаний

Предел огнестойкости стержневых элементов ЛСТК определяют в соответствии с национальными стандартами ДСТУ Б В.1.1-4, ДСТУ Б В.1.1-13 «Защита от пожара. Балки. Метод испытания на огнестойкость», ДСТУ Б В.1.1-14 «Защита от пожара. Колонны. Метод испытания на огнестойкость».

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЛСТК ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ СВОЙСТВАМИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ, И СВОЙСТВОМ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПОЖАРА И РАСПРОСТРАНЕНИЮ ЕГО ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ – ОГНЕСТОЙКОСТЬЮ

Огнестойкость несущих стен устанавливают по ДСТУ Б В.1.1-19 «Защита от пожара. Несущие стены. Метод испытания на огнестойкость», который применяется как для внутренних, так и для внешних стен. Показатель огнестойкости несущих стен обычно оценивают на сплошных образцах без проемов, например, с остеклением. Результатом этого испытания является оценка способности образца несущей стены сохранять свои несущие (R), ограждающие (E) и теплоизоляционные (I) функции.

Для определения предела огнестойкости многослойных перегородок, содержащих элементы ЛСТК, применяют ДСТУ Б В.1.1-15 «Защита от пожара. Перегородки. Методы определения огнестойкости». Для перегородок определяют предельные состояния по признаку потери целостности (E) и теплоизолирующей способности (I).

Предел огнестойкости перекрытий (покрытий) зданий и сооружений на основе легких стальных конструкций определяют согласно ДСТУ Б В.1.1-20 «Защита от пожара. Перекрытия и покрытия. Метод испытания на огнестойкость». Для перекрытий и эксплуатируемых покрытий определяют показатели R, E и I, для покрытий, которые не эксплуатируются, определяют предельные состояния по признаку потери несущей способности (R) и потере целостности (E).

Определение предела огнестойкости расчетными методиками

Согласно Приложения В (ДБН В.1.1-7) расчетные методы могут использоваться для оценки огнестойкости строительных конструкций любых видов, за исключением тех, в которых основным предельным состоянием по огнестойкости является потеря целостности конструкции.

В Украине при использовании в проектировании строительных норм, разработанных на основе национальных технологических традиций, нет утвержденных методик, позволяющих рассчитать предел огнестойкости той или иной строительной конструкции, выполненной по технологии ЛСТК.

Однако, при использовании строительных норм, гармонизированных с нормативными документами Европейского Союза (Еврокодов), предел огнестойкости некоторых элементов ЛСТК возможно рассчитать в соответствии с требованиями раздела 4 (ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2). При этом использование методик расчета огнестойкости строительных конструкций согласно части 1-2 Еврокода 3 возможно при условии, что весь объект в целом проектируется согласно имплементированных европейских строительных норм (ДБН А.1.1-94:2010 и постановление КМ Украины №547 от 23.05.2011 г.).

Расчет огнестойкости конструкций в соответствии с Еврокодом включает следующие этапы:

- Выбор возможных расчетных сценариев пожара.
- Определение соответствующих проектных сценариев пожаров.
- Расчет повышения температуры в конструкциях (теплотехнический расчет).
- Расчет механических характеристик конструкций в условиях пожара (статический расчет).

Для расчета необходимо учитывать, что при пожаре расчетный предел текучести стали принимается равным условному при пластической деформации 0,2%. Указанный расчетный предел текучести может использоваться для определения сопротивления растяжению, сжатию, кручению или сдвигу.

Принятая расчетная схема конструкции должна отражать ожидаемое поведение конструкции в условиях пожара. Воздействия на конструкции в условиях пожара классифицируются как чрезвычайные согласно ДСТУ-Н Б В.1.2-13 (EN 1990).

Согласно Еврокоду 3 поперечное сечение профилей ЛСТК автоматически относится к 4-му Классу сечений (сечений, в которых потеря местной устойчивости наступает до достижения предела текучести в одной или более зонах поперечного сечения). В общем случае, для стальных профилей 4-го Класса сечения температура, при которой стальная конструкция перестает выполнять свою несущую функцию (критическая температура), принимается равной 350°C.

Пожарная классификация ЛСТК

Пожарная опасность конструкций, выполненных с применением ЛСТК, определяется показателями пожарной опасности строительных материалов, составляющих данные конструктивные элементы (таблицы 2 и 3).

Таблица 2. Группы пожарно-технической классификации горючих строительных материалов

Показатель пожарной опасности	Группа
Горючесть по ДСТУ Б В.2.7-19 «Строительные материалы. Методы испытаний на горючесть»	Г1 (слабогорючие) Г2 (умеренногорючие) Г3 (нормальногорючие) Г4 (сильногорючие)
Воспламеняемость по ДСТУ Б В.1.1-2 «Защита от пожара. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость»	В1 (трудновоспламеняемые) В2 (умеренновоспламеняемые) В3 (легковоспламеняемые)
Распространение пламени поверхностью по ДСТУ Б В.2.7-70 «Строительные материалы. Метод испытания на распространение пламени»	РП1 (нераспространяющие) РП2 (слабораспространяющие) РП3 (умереннораспространяющие) РП4 (сильнораспространяющие)
Дымообразующая способность по ГОСТ 12.1.044 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»	Д1 (малая дымообразующая способность) Д2 (умеренная дымообразующая способность) Д3 (высокая дымообразующая способность)
Токсичность продуктов горения по ГОСТ 12.1.044 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»	Т1 (малоопасные) Т2 (умеренноопасные) Т3 (высокоопасные) Т4 (чрезвычайно опасные)

В соответствии с приведенной классификацией определяется возможность применения заполнителей и отделочных строительных материалов к основанию из ЛСТК для зданий различных степеней огнестойкости. Так, например, согласно ДБН В.1.1-7 в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях запрещается предусматривать полости, ограниченные материалами групп горючести Г3, Г4 (за исключением пустот между металлическим профилированным листом и пароизоляцией) при условии расположения за пароизоляцией утеплителя из негорючего материала или материалов групп горючести Г1, Г2. При использовании утеплителя из материалов групп горючести Г3, Г4 (в том числе без пароизоляции) эти пустоты по торцам листов должны быть заполнены на длину не менее 0,25 м негорючими материалами или материалами групп горючести Г1, Г2.

В зданиях II и III степеней огнестойкости допускается выполнять наружную поверхность облицовки наружных стен домов с использованием материалов группы горючести Г1. Во внутренних слоях системы наружной облицовки стен зданий II, III степеней огнестойкости могут использоваться материалы групп горючести Г3, Г4 в случае положительного заключения ГСЧС Украины.

Таблица 3. Группы распространения огня по строительным конструкциям

Предел распространения огня по Приложению Г ДБН В.1.1-7	<p>М0 (предел распространения огня равняется 0 см) М1 ($M \leq 25$ см - для горизонтальных конструкций; $M \leq 40$ см - для вертикальных и наклонных конструкций) М2 ($M > 25$ см - для горизонтальных конструкций; $M > 40$ см - для вертикальных и наклонных конструкций)</p> <p>В случаях, когда строительная конструкция состоит только из негорючих материалов, ее относят к группе М0 без проведения соответствующих испытаний.</p>
---	--

При проектировании зданий по технологии ЛСТК необходимо предусматривать, что на путях эвакуации в зданиях всех степеней огнестойкости, кроме V, не разрешается применять строительные материалы с более высокой пожарной опасностью, чем:

- а) Г1, В1, Д2, Т2 - для отделки стен, потолков и заполнения в подвесных потолках вестибулей, лестничных клеток, лифтовых холлов.

- б) Г2, В2, Д2, Т2 – для отделки стен, потолков и заполнения в подвесных потолках коридоров, холлов и фойе.
- в) Г2, РП1, Д2, Т2 – для покрытий полов вестибюлей, лестниц, лестничных клеток, лифтовых холлов.
- г) В2, РП2, Д2, Т2 – для покрытий полов коридоров, холлов, фойе.

Вышеперечисленные требования пожарной безопасности строительных материалов и конструкций необходимо учитывать при использовании систем ЛСТК, в состав которых могут входить полимерные материалы (пенополистирол, пенополиуретан, поливинилхлорид и др.), а также отделочные и облицовочные материалы повышенной пожарной опасности.

Составляющие строительных систем ЛСТК – сталь, минераловатный утеплитель, гипсокартонные, а также другие изоляционные плиты и изделия представляют собой негорючие или трудногорючие материалы, которые характеризуются низкими коэффициентами дымообразования, практически не распространяют пламя по поверхности конструкций и не создают дополнительной пожарной нагрузки при возникновении пожара. Стеновые конструкции, перекрытия и модули из ЛСТК ремонтпригодны при возникновении локальных возгораний.

Преимущества систем ЛСТК с точки зрения пожарной безопасности:

- Сталь является негорючим материалом и не увеличивает пожарную нагрузку здания.
- Заполнение перегородок и перекрытий негорючими материалами препятствует распространению огня между помещениями.
- Отделочные материалы и обрамляющие элементы стеновых панелей и перекрытий выполняют огнезащитную функцию и повышают предел огнестойкости несущих стальных конструкций до 150 мин.
- Количество горючих материалов в системах ЛСТК гораздо ниже, чем при использовании древесины и композитных материалов.
- ЛСТК легко восстанавливаются после локальных повреждений вследствие небольших пожаров или других аварийных ситуаций.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЛСТК

Строительные конструкции из тонколистовой стали должны быть запроектированы и защищены от воздействия пожара таким образом, чтобы обеспечить огнестойкость конструктивных элементов для различных степеней огнестойкости возводимых зданий, предусмотренных ДБН В.1.1-7.

При проектировании строительных объектов по технологии ЛСТК необходимо комплексно учитывать все эксплуатационные требования, которые предъявляются к тем или иным элементам зданий и сооружений – механические, теплоизоляционные, звукоизоляционные, огнестойкие и декоративные. При этом повышение огнестойкости элементов ЛСТК в большинстве случаев решается не за счет дополнительной огнезащиты входящих в конструктив элементов ЛСТК, а подбором необходимых облицовочных и теплоизоляционных материалов, которые уже входят в состав данной конструкции, выполняя декоративную и теплозвукоизоляционную функции.

В силу конструктивных особенностей элементы ЛСТК, изготовленные с применением негорючих или слабогорючих (Г1) материалов (стальной профиль, гипсокартонные или ми-

неральные плиты, минеральная вата), характеризуются общепринятыми показателями огнестойкости. В общем случае зависимость огнестойкости строительной конструкции от количества примененного облицовочного материала (без учета типа минераловатных утеплителей, штукатурных или шпаклевочных составов, армирующих и других материалов) может составлять:

Для стен:

- REI 30 – один слой (12,5 мм) гипсокартонной плиты с повышенным сопротивлением к действию огня с каждой стороны стены.
- REI 60 – два слоя (25 мм) гипсокартонной плиты с повышенным сопротивлением к действию огня с каждой стороны стены.

Для перекрытий:

- REI 30 – слой конструкции «пирога» пола толщиной не менее 15 мм, выполненного из негорючих или трудногорючих материалов, и один слой (12,5 мм) гипсокартонной плиты с повышенным сопротивлением к действию огня со стороны потолка.
- REI 45 – слой конструкции «пирога» пола толщиной не менее 15 мм, выполненного из негорючих или трудногорючих материалов, и два слоя (25 мм) гипсокартонной плиты с повышенным сопротивлением к действию огня со стороны потолка.

Для колонн:

- R 120 – облицовка по периметру – два слоя вермикулитовых плит (20 мм) и два слоя (25 мм) гипсокартонных плит с повышенным сопротивлением к действию огня.
- R 120 – облицовка по периметру – 4 слоя (50 мм) гипсокартонных плит с повышенным сопротивлением к действию огня.

Для балок:

- R 45 – облицовка с трех сторон – два слоя (25 мм) гипсокартонных плит с повышенным сопротивлением к действию огня.

При необходимости повышения предела огнестойкости элементов ЛСТК (преимущественно дополнительной огнезащите подлежат те элементы ЛСТК, в которых для выполнения их основных эксплуатационных функций не используются облицовочные и изоляционные материалы – колонны, балки, фермы и др.) способы и средства огнезащиты определяются при составлении проекта проведения огнезащитных работ с учетом основных факторов:

- Требуемый минимальный класс огнестойкости конструкции в соответствии со степенью огнестойкости здания и его функциональным назначением.
- Конструктивные особенности и первоначальный предел огнестойкости элемента ЛСТК.
- Рассчитанные критические температуры стальных элементов (для стержневых конструкций из тонкостенных профилей, проектируемых согласно Еврокодов, в общем случае применяется значение 350°C).
- Условия эксплуатации огнезащитного материала.

Огнезащита ЛСТК стержневых элементов аналогична огнезащите стальных конструкций и представляет собой две разновидности:

- Активная огнезащита – пожарные сигнализации, автоматические системы пожаротушения в виде водных сплинклерных установок, а также системы автоматического дымоудаления.
- Пассивная огнезащита – повышение предела огнестойкости путем использования огнезащитных материалов.

Пассивный способ огнезащиты

Реактивные покрытия – тонкослойные покрытия, которые при действии огня образуют плотный теплоизоляционный слой и предохраняют конструкцию от температурного воздействия. Эти средства огнезащиты называют тонкослойными интумесцентными (вспучивающимися, терморасширяющимися) составами. Покрытия этого типа практически не используются в практике огнезащиты элементов ЛСТК, поскольку они не могут обеспечить требуемый предел огнестойкости металлоконструкций в силу их высокого значения коэффициента профильного сечения.

Огнезащитные сухие строительные смеси (штукатурки), как правило, представляют собой цементно-вермикулитовый состав с комплексом специальных добавок, который образует огнезащитное покрытие относительно низкой плотности (400–600 кг/м³). Составы поставляются в виде сухих строительных смесей, которые наносятся на поверхность конструкций толщиной 10–50 мм в зависимости от требуемого класса огнестойкости, который может достигать R240. Однако, сухие строительные смеси также редко используются для огнезащиты элементов ЛСТК, что связано с минимизацией применения мокрых процессов при монтаже каркасных зданий.

Кроме того, одной из основных причин ограниченного применения огнезащитных реактивных и штукатурных покрытий является невозможность обеспечения адгезии к оцинкованным поверхностям профилей ЛСТК без применения переходных грунтовочных покрытий.

Газобетонные блоки, специальные огнезащитные плиты, гипсокартонные и волокнистые листовые материалы представляют собой конструктивные методы огнезащиты, действие которых заключается в теплофизических свойствах используемого материала. Предел огнестойкости конструкций, который достигается при использовании конструктивного метода огнезащиты, составляет до 300 минут.

Таблица 4. Основные характеристики применения конструктивных методов огнезащиты для элементов ЛСТК

Характеристика	Показатель
Класс огнестойкости	До R300
Условия эксплуатации по ETAG 018 ¹⁾	X, Y, Z1, Z2
Коэффициент дымовыделения, м ² /г	0,5 - 1
Показатели пожарной опасности	M0, HГ (Г1), В1, Д1, Т1, РП1
Преимущества	Высокие предел огнестойкости и срок эксплуатации, повышенная защита от вибраций за счет механических креплений к конструкциям, ремонтоспособность, точный контроль толщины огнезащитного слоя, сухой способ монтажа
Недостатки	Необходимость устройства специальных крепежных систем и элементов, ограниченное применение для огнезащиты ферм и конструкций сложной конфигурации
Область применения	Практически для всех элементах ЛСТК в составе здания

¹⁾ Типы условий эксплуатации огнезащитных покрытий: тип X – в любых условиях (как внутри помещений, так и вне помещений, в условиях окружающей среды); тип Y – внутри помещений или в полукрытых помещениях с частичным влиянием окружающей среды (температура ниже 0°C, ограниченное влияние ультрафиолетового излучения), но без воздействия дождя; тип Z1 – внутри помещений с повышенной влажностью воздуха, за исключением тех, которые предназначены для эксплуатации при температуре ниже 0°C; тип Z2 – внутри помещений без влияния повышенной влажности воздуха, за исключением тех, которые предназначены для эксплуатации при температуре ниже 0°C.

Конструктивные огнезащитные материалы представляют собой, как правило, цементные, перлитовые, вермикулитовые, перлитоцементные, вермикулитоцементные, минераловатные, гипсоволокнистые и другие аналоги огнезащитных штукатурных смесей, идентичные последним по обеспечиваемым пределам огнестойкости. Однако способ монтажа данных материалов в большинстве своем относится к сухим строительным технологиям, что создает ряд преимуществ при выполнении работ по огнезащите: отсутствие проблемы обеспечения адгезии к оцинкованным поверхностям, не требуется применение дорогостоящего оборудования, монтаж плит производится в любое время года, а также в условиях, когда по каким-либо технологическим или иным причинам применение мокрых технологий является недопустимым. Кроме того, в производственном цикле работ по конструктивной огнезащите отсутствуют этап сушки покрытия и мероприятия по его декорированию, что значительно сокращает продолжительность огнезащитных работ.

Плиты являются наиболее распространенным огнезащитным материалом, который при необходимости используется для огнезащиты ЛСТК. Основные строительные элементы, выполненные из ЛСТК (внешние стеновые панели, перегородки, системы перекрытий и кровли), содержат в своем составе облицовочные плиты для обеспечения ограждающих функций, теплоизоляционные материалы для обеспечения теплозвукоизоляционных свойств и другие конструктивные материалы, выполняющие одновременно и огнезащитную функцию.

Обеспечить нормируемый класс огнестойкости колонн, выполненных из ЛСТК, возможно и путем использования традиционных строительных материалов – кирпича, керамических камней и бетона.

Основной принцип работы конструктивного метода огнезащиты состоит в уменьшении скорости теплопередачи от огневого воздействия к стальным элементам. Используемые при этом материалы должны удовлетворять характеристикам:

- Невоспламеняемость, минимальное дымообразование и отсутствие выделения вредных веществ в условиях пожара.
- Огнезащитная эффективность, подтвержденная соответствующими огневыми испытаниями, проведенными согласно действующих стандартов для однотипных конструкций различных размеров.
- Соответствие нормативным документам (ТУ, ДСТУ, спецификациям и т.д.) используемого огнезащитного материала.
- Длительный срок эксплуатации используемой системы огнезащиты.

В мировой практике проектирования для повышения огнестойкости элементов ЛСТК применяются типовые решения, которые представлены в ряде нормативных документов, пособий, справочных материалов, кодексах установившихся практик. Для этого, как правило, применяют гипсокартонные и гипсоволокнистые (реже цементно-стружечные и магнезитовые) плиты с повышенным сопротивлением к действию огня, которые являются частью стен, перекрытий или конструкций подвесных потолков в системах ЛСТК. В зависимости от количества слоев и используемых листовых материалов предел огнестойкости конструкции может повышаться от 15 до 180 минут.

Поскольку возможности по огнезащите ЛСТК на практике сводятся к конструктивным облицовочным и плитным материалам, при проектировании требующих огнезащиты элементов следует максимально отказываться от крупногабаритных решетчатых конструкций (колонн, ферм покрытий и перекрытий) в пользу балок и колонн из отдельных и спаренных профилей, а также элементов с затяжками.

Стены наружные несущие

Тип огнезащиты	Толщина облицовки	Класс огнестойкости, REI
Огнестойкие плиты	1 × 12,5 мм	30
	2 × 10 мм	45
	2 × 12,5 мм	60
	2 × 15 мм	90
	3 × 15 мм	120

Стены внутренние ненесущие - перегородки

Тип огнезащиты	Толщина облицовки	Класс огнестойкости, EI
Огнестойкие плиты	1 × 12,5 мм	30
	2 × 12,5 мм	60

Перекрытия и покрытия

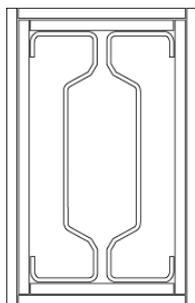
Тип огнезащиты	Толщина облицовки	Класс огнестойкости, REI
Огнестойкие плиты	1 × 12,5 мм	30
	2 × 12,5 мм	60
	3 × 12,5 мм	90
	3 × 15 мм	120

При строительстве и реконструкции с применением технологии ЛСТК как типовые строительные элементы используются: стеновые системы и панели, перекрытия, кровельные системы, колонны, балки. Огнестойкость этих элементов была неоднократно испытана в мировых профильных лабораториях, что позволяет предложить ориентировочные пределы их огнестойкости при облицовке плитами с повышенным сопротивлением к действию огня.

Далее будут приведены типовые примеры огнезащитных решений несущих колонн и балок, а также стеновых панелей и перекрытий, выполненных с применением ЛСТК.

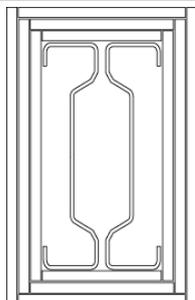
СХЕМЫ ТИПОВЫХ ОГНЕЗАЩИТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЛСТК

Стержневые несущие конструкции



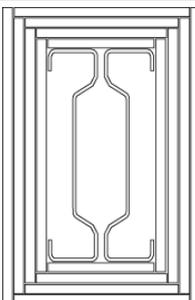
1. Колонна с классом огнестойкости R60

Колонна изготовлена из двух Σ -образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из двух слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.



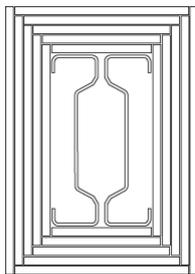
2. Колонна с классом огнестойкости R90

Колонна изготовлена из двух Σ -образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из трех слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.



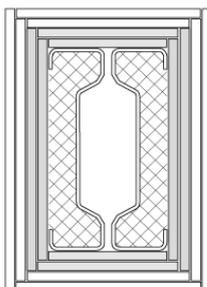
3. Колонна с классом огнестойкости R120

Колонна изготовлена из двух Σ -образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из четырех слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.



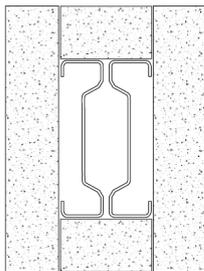
4. Колонна с классом огнестойкости R150

Колонна изготовлена из двух Σ -образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из пяти слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.



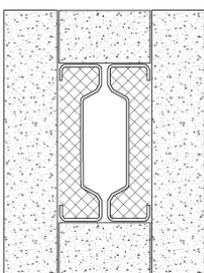
5. Колонна с классом огнестойкости R120

Колонна изготовлена из двух Σ -образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из минераловатной плиты толщиной 50 мм (в теле колонны), двух слоев вермикулитовых плит толщиной по 10 мм и двух слоев гипсокартонных плит толщиной по 12,5 мм.



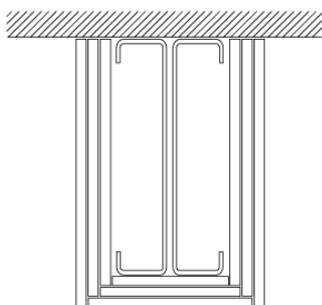
6. Колонна с классом огнестойкости R120

Колонна изготовлена из двух С-образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из минераловатной плиты толщиной 50 мм (в теле колонны) и блоков из ячеистого газобетона толщиной 100 мм.



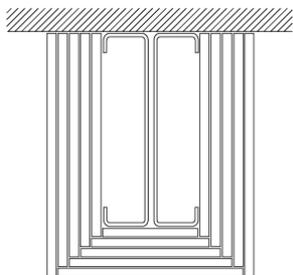
7. Балка с классом огнестойкости R60

Балка изготовлена из двух С-образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из двух слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.



8. Балка с классом огнестойкости R90

Балка изготовлена из двух С-образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из трех слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.



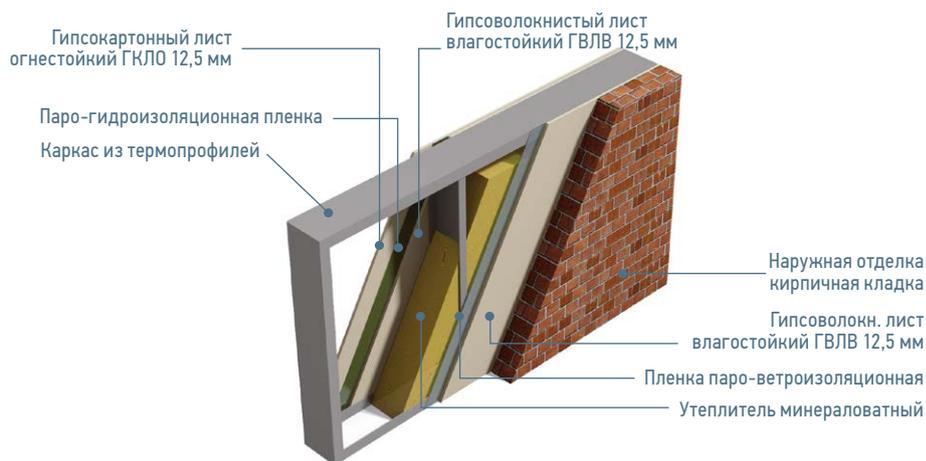
9. Балка с классом огнестойкости R120

Балка изготовлена из двух С-образных стальных профилей с обшивкой, состоящей из пяти слоев гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм.

Стены несущие и самонесущие

Несущие стены представляют собой металлический каркас, из профилей и термопрофилей, а также эффективной теплоизоляции, выполненной с помощью жидких или сухих утеплителей. Стеновая панель здания в детальном разрезе имеет типовое конструктивное решение от внутренней стороны к фасадной:

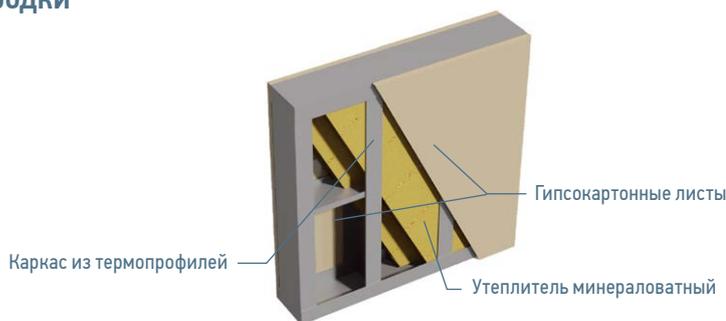
- Отделка с внутренней стороны.
- Слой пароизоляции.
- Несущий каркас с проемами, заполняемыми утеплителем.
- Слой ветрозащитной мембраны.
- Наружная обшивка металлокаркаса.
- Декоративная облицовка фасада.



Стена с классом огнестойкости REI45

Стена изготовлена из С-образных стальных профилей, обшитых со стороны огневого воздействия двумя слоями гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм, с обратной стороны – одним слоем гипсокартонных плит толщиной 12,5 мм с проложенными в образовавшемся межпрофильном пространстве минераловатными плитами.

Перегородки



Внутренние стены и перегородки могут быть как несущими так ненесущими. Несущие внутренние стены изготавливаются из оцинкованных профилей с заполнением внутри панели утеплителем (для обеспечения необходимой звукоизоляции) и обшивкой с двух сторон облицовочными панелями для внутренних работ.

Перегородка с классом огнестойкости EI30

Перегородка изготовлена из С-образных стальных профилей, обшитых с двух сторон по одному слою гипсокартонных плит толщиной по 12,5 мм с проложенными в образовавшемся межпрофильном пространстве минераловатными плитами.

Перекрытия

В систему перекрытий входят элементы несущей подконструкции, для изготовления которых используются балки и невысокие фермы изготовленные, как правило, из стальных U- и С-образных профилей. Балочные схемы перекрытий в зависимости от доступных размеров и толщин профилей используются на пролетах до 8 метров, а фермы – на аналогичных и более длинных пролетах. Непосредственно на каркас перекрытия укладывается листовый материал, который выступает в роли основания для полов. Для изготовления потолка в большинстве случаев используются гипсокартонные плиты, которые крепятся к нижнему уровню балок или ферм через обрешетку.



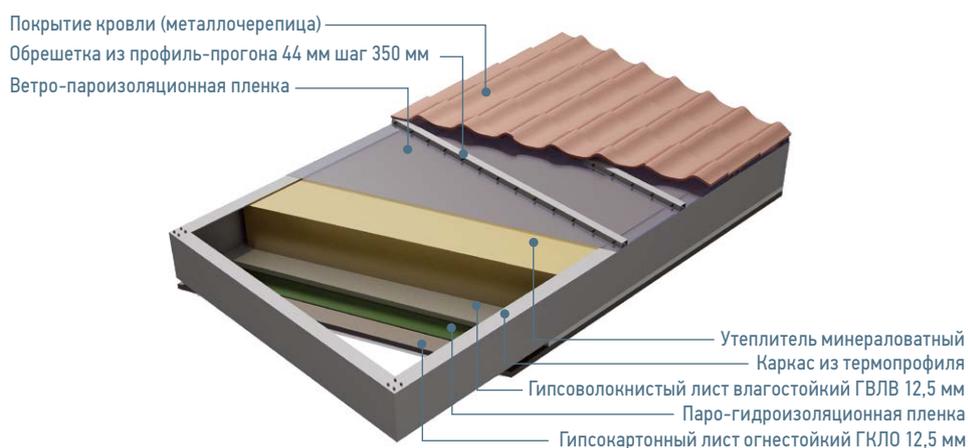
Перекрытие по фермам с классом огнестойкости REI45

Перекрытие выполнено из ферм высотой 400 мм, собранных из С-образных стальных профилей, по нижнему поясу которых подшиваются два слоя гипсокартонных плит (с повышенным сопротивлением к действию огня) толщиной по 12,5 мм, с межслойным нанесением гипсовой шпаклевки толщиной 2-3 мм. По верхнему поясу ферм укладывается полистиролбетон по профилированному настилу и проложенные в образовавшемся межферменном пространстве минераловатные плиты.

Балочное перекрытие с классом огнестойкости REI45

Перекрытие выполнено по балочной схеме из С-образных стальных профилей. По нижнему поясу перекрытия крепится обрешетка, к которой подшиваются два слоя гипсокартонных плит толщиной 25 мм. Заполнение внутренней части междуэтажного перекрытия выполняется неткаными минераловатными матами толщиной 200 мм.

Покрытия



В основу кровельной системы по технологии ЛСТК закладываются несущие фермы или стропила (балки), выполненные из оцинкованных стальных профилей. ЛСТК позволяют эффективно перекрывать безопорные пролеты до 22 метров. Сам же каркас покрытия обшивается листовыми материалами и дополнительно утепляется. Технология ЛСТК не ограничивает выбор материалов, позволяя использовать разнообразные варианты кровельных покрытий, включая металлочерепицу, профнастил, ондулин, битумную черепицу и др. Типовые огнезащитные решения для покрытий зданий и сооружений идентичны решениям, представленным для межэтажных перекрытий.

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Константин Калафат, Любовь Вахитова



УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР
СТАЛЬНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

Украинский Центр Стального Строительства,
01001, Украина, Киев,
ул. Большая Житомирская, 20, БЦ Панорама
+38044 590 01 56 | info@uscc.com.ua | www.uscc.com.ua