

УДК 614.84

*Прусакова Александра Валерьевна,*  
к.м.н., доцент, доцент кафедры «Экология и безопасность деятельности человека»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
e-mail: alprus@mail.ru

*Недорубкова Юлия Александровна,*  
Магистрант кафедры «Экология и безопасность деятельности человека»,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
e-mail: unedorybkova@gmail.com

## ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРУКТУРНО-ИЗОЛИРОВАННЫХ ПАНЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Prusakova A.V., Nedorybkova J.A.*

### FIRE SAFETY OF STRUCTURAL INSULATED PANELS, USED IN CONSTRUCTION

**Аннотация.** *Статья посвящена рассмотрению одной из современных технологий строительства зданий и сооружений с применением СИП-панелей. Проанализированы особенности пожарной безопасности строений, возведенных с использованием СИП-панелей. Результатом исследования является допущение возможности использования строений из СИП-панелей для строительства объектов социальной инфраструктуры, особенно в условиях ограниченной доступности, оценена пожароопасность возводимых строений по сравнению с другими традиционными материалами.*

**Ключевые слова:** *многоквартирные дома, панельно-каркасное домостроение, СИП-технология, домокомплект, СИП-панели, монтаж, пожарная безопасность.*

**Abstract.** *The article is devoted to the consideration of one of the modern technologies for the construction of buildings and structures using SIP panels. The features of fire safety of buildings erected using SIP panels are analyzed. The result of the study is the assumption of the possibility of using structures made of SIP panels for the construction of social infrastructure facilities, especially in conditions of limited availability, the fire hazard of the buildings being erected compared to other traditional materials is estimated.*

**Keywords:** *apartment buildings, panel-frame housing construction, SIP technology, house kit, SIP panels, installation, fire safety.*

В настоящее время строительный рынок России находится на подъеме, строится большое количество зданий разного назначения, перепрофилируются производственные помещения неработающих после распада СССР фабрик и заводов под офисные и торговые центры. В тоже время в обществе и экономики имеется большой запрос на материалы, с которых можно быстро, качественно и с минимальными затратами возвести сооружения, утеплить и облагородить имеющиеся конструкции. В связи с этим в России все большую популярность приобретает строительство из структурно-изолированных панелей (СИП), строятся заводы по производству СИП панелей, как правило, закупается дорогостоящее зарубежное оборудование (производственные линии), которые на месте собираются на производственных площадках уже имеющихся предприятий.

В Европе и США около 80 % всех ча-

стных зданий любого назначения построены по СИП технологии. Причем срок эксплуатации в регионах со схожими климатическими условиями, например, в Канаде, сооружений из СИП панелей превышает 40 лет и данные сооружения продолжают успешно эксплуатироваться далее.

В России строительство из СИП панелей продолжает развиваться постепенно идет переход от индивидуального домостроения к многоквартирному. Особенно удобно строительство домов, объектов социальной инфраструктуры из СИП панелей в условиях отсутствия транспортной инфраструктуры в отдаленных северных, вахтовых поселках, где нет возможности доставки большого объема строительных материалов, но существует необходимость быстрого возведения объектов. А.А. Лapidус, заслуженный строитель России, в своих выступлениях отмечал, что в ходе реализации Федеральной программы «Переселение из ветхого и аварий-

ного жилья» была возможность убедиться в соответствии технологии из СИП панелей всем заявленным требованиям [1].

Отдельной статистики по возгораниям сооружений именно из СИП панелей нет, однако об опасности возгорания пенополистирола, который используется в качестве одного из утеплителей в производстве СИП панелей, может свидетельствовать пожар в клубе «Хромая лошадь», где причиной гибели людей как раз стал пенополистирол, который использовался в качестве звукоизолирующего материала. Согласно данным экспертизы, пенополистирол, находившийся за подвесным потолком, начал испаряться при горении, выделяя удушливый дым [2].

Целью данной работы является изучение пожарной безопасности СИП панелей, применяемых в каркасном панельном домостроении.

Строительство из СИП панелей позволяет возвести сооружения нужной конфигурации непосредственно на конкретной территории за 1-2 недели, время окончания строительства определяется выполнением

внутренней отделки, среднее время возведения жилого дома под ключ 4 месяца.

Сооружения, возведенные из СИП панелей, имеют ряд преимуществ и недостатков. Так благодаря используемой минеральной ваты, они наделены уникальными теплоизоляционными свойствами, когда комфортная температура поддерживается круглогодично, панели выдерживают перепады температур от - 50 до + 50 °С. Затраты на строительство домов из СИП панелей окупаются за 10 лет за счет экономии тепла и электроэнергии.

При сравнении технологии материалов для строительства по 4 основным характеристикам: энергоэффективность (теплоизоляция); скорость строительства; экологичность и стоимость с выставлением оценки по 5-балльной шкале СИП-панели имеют достоинства по скорости строительства наряду с каркасными домами и домами из бруса и газобетонных блоков, по стоимости - с каркасными домами и домами из газобетонных блоков [2]. СИП-панели не дают усадки и имеют высокий срок службы (около 75 лет) (таблица 1).

Таблица 1

Оценка материалов для строительства

Материал	Энергоэффективность		Скорость строительства		Усадка	Срок службы	Экологичность [2]	Стоимость [2]
Бревно	3*		3*				5	4
Брус	4*	Средняя**	5*	Средняя**	Есть**	Средний**	5	4+
Каркас	5*		5*				4	5
СИП-панели	3+*	Высокая**	5*	Высокая**	Нет**	Высокий**	3	5
Кирпич	3+*	Низкая**	2*	Низкая**	Небольшая**	Высокий**	5	2
Керамический поризованный блок («теплая керамика»)	4*		3+*				5	4
Газобетонный блок	4+*	Средняя**	5*	Высокая**	Есть**	Высокий**	5	5

Примечание: \* - по 5-балльной шкале [2], \*\* - по Du Q., Zhang, H.F., Liu N., Yin X.S. [3].

Большим преимуществом зданий из СИП панелей служит их высокая устойчивость к воздействию огня. В соответствии со ст. 36 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» строительные конструкции по пожарной опасности подразделяются на следующие классы: непожароопасные (K0), малопожароопасные (K1), умереннопожароопасные (K2), пожароопасные (K3).

Как правило, дома из СИП панелей относят наряду с деревянными, и каркасными домами к классу K3, однако при облицовке СИП панели листами гипсокартона толщиной 12 мм общий пожарный класс конструкции будет – K1, иными словами сооружение будет способно выдержать воздействие огня в течение 45 минут.

По своему строению панели состоят из трех слоев: двух слоев ОСП (ориентировано стружечные плиты) и расположенного между ними слоя утеплителя. Утеплитель может быть изготовлен из пенополистирола, пенополиуретана, минеральной ваты или стекловолокна. ОСП обрабатываются особыми огнебиозащитными составами, что увеличивает и прочность, и влагостойкость здания.

Так же понижение класса пожарной опасности достигается использованием при изготовлении панелей, и при окончании строительства специальных пропиток – антипиренов, данные пропитки благодаря своему составу препятствуют возгоранию и не поддерживают горение.

В качестве составляющих для производства антипиренов, могут использоваться минеральные вещества, которые хорошо впитываются материалами и создают барьер огню созданием новых негорючих продуктов. Самые популярные антипирены – это:

1. Алюминиевые или магниевые гидроксиды.
2. Кислота борная.
3. Соединения аммония (сульфат и полифосфат).
4. Бура.
5. Фосфор красного цвета.

Также антипирены производят из синтетических веществ, имеющие галогенсодержащие производные, однако из-за большего содержания брома и хлора в ряде Европейских стран введен запрет на использование галогенов, так как при больших темпера-

турах они превращаются в опасные канцерогены.

В последнее время в качестве антипиренов применяются материалы, относящиеся к интумесцентной группе веществ, так называются вещества способные вспучиваться при высокой температуре увеличивая свой объем, например, пенококс [4]. Лакокрасочные покрытия, используемых для огнезащиты, созданные по интумесцентной технологии, часто называемые вспучивающимися. Данная технология используется для огнезащиты относительно недавно и состоит в том, что защитный слой материала при воздействии огня вспучивается и превращается в кокс и слой кокса позволяет на протяжении определенного времени защищать поверхность от огня и разрушающего воздействия высоких температур.

Данные огнезащитные покрытия наносятся довольно тонким слоем, под воздействием температур не дают токсичных выделений, имеют высокую огнезащитную эффективность и наносятся на поверхность, которую требуется защитить, разными механизированными способами [5].

Антипирены добавляются в сырье как при производстве утеплителя для СИП панелей, так и при производстве ОСП плит, так же антипирены используются для обработки сооружений из СИП панелей сразу после окончания строительства зданий и до начала отделочных работ. Рекомендуется выполнять повторную, и последующие обработки здания в сроки, указанные производителем антипиреновых пропиток.

В качестве утеплителя в СИП панелях в большинстве случаев используется пенополистирол, в связи с этим рассмотрим его свойства более подробно.

Согласно ст. 13 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожарная опасность строительных материалов характеризуется следующими свойствами: горючесть, воспламеняемость, способность распространения пламени по поверхности, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения (таблица 2).

Пенополистирол имеет следующие показатели пожарной опасности, которые согласуются с нормативными требованиями: нормальная горючесть (Г3-Г4), умеренная воспламеняемость (В2-В3), высокой дымообразующей способностью (Д3), по токсич-

ности продуктов горения умеренно опасные (Т2-Т3), по распространению пламени РП3, температура воспламенения 310-370 °С, температура самовоспламенения 400-490 °С, низшая рабочая теплота сгорания 40-45 МДж/кг [6, 7, 8]. Таким образом, пенополистирол относится к 4 классу пожарной опасности, что соответствует классу деревянных строений. Основной недостаток пенополистирола – горючесть, которая накладывает ограничения на его использование в строительстве.

Практически все известные типы плит из пенополистирола могут быть в определенных условиях пожароопасными. Поэтому, первоочередной задачей для специалистов является правильное и обоснованное сочетание технических и эксплуатационных свойств пенополистирола с пожарно-профилактическими решениями, обеспечивающими требуемые показатели пожарной безопасности здания (сооружения) в целом и строительной конструкции в отдельности.

Таблица 2

Классы пожарной опасности строительных материалов

Свойства пожарной опасности строительных материалов	Класс пожарной опасности строительных материалов в зависимости от групп					
	КМ0	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Горючесть	НГ	Г1	Г1	Г2	Г3	Г4
Воспламеняемость	-	В1	В2	В2	В2	В3
Дымообразующая способность	-	Д2	Д2	Д3	Д3	Д3
Токсичность	-	Т2	Т2	Т2	Т3	Т4
Распространение пламени	-	РП1	РП1	РП2	РП2	РП4

Несмотря на пожароопасность самого пенополистирола, некоторые конструкции с ним имеют такие же показатели пожарной опасности, как и аналогичные конструкции с негорючими утеплителями. Используя данные по пожарно-техническим характеристикам конструкций, можно обеспечить безопасное применение экструдированного пенополистирола с соблюдением установленных норм по энергосбережению и пожарной опасности [7]. А также антипирены вместе с конструктивной защитой позволяют решить проблему горючести пенополистирола, путем добавления антипиренов производится пенополистирол, обладающий самозатухающими свойствами.

При горении пенополистирол может выделять до 25 ядовитых соединений, некоторые из них: углекислый газ, угарный газ, бензол, стирол, синильная кислота [9, 10]. Наиболее токсичными из которых является угарный газ, синильная кислота, стирол.

ПДК синильной кислоты в воздухе населенных мест – 0,01 мг/м<sup>3</sup>. ПДК стирола – 0,04 мг/м<sup>3</sup>. Синильная кислота угнетает внутриклеточные железосодержащие дыхательные ферменты, в результате этого наступает клеточное кислородное голодание, несмотря на то, что кровь насыщена кислородом. Стирол вызывает раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей,

головную боль, расстройство центральной нервной системы, отрицательно воздействует на кровь человека, вызывая лейкоз [11]. Продукты горения пенополистирола – характерные для группы полимеров, однако менее опасные, чем продукты горения ПВХ, ППУ и даже дерева: доказывающие это испытания проводилось в Европе в соответствии с методикой DIN 53436, результаты которой вполне сопоставимы с условиями реального пожара. При проведении данного испытания образцы нагреваются до температур 300, 400, 500 и 600 °С [12].

Современный пенополистирол содержит мало остаточного стирола, поэтому не выделяет его в опасном для человека количестве, а деполимеризация пенополистирола возможна только при очень высоких температурах. Данные испытаний Московского научно-исследовательского института гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана показывают, что в пробах воздуха в присутствии стеновых панелей со средним слоем из пенополистирольного утеплителя не обнаруживается стирол, что опровергает миф о возможности выделения стирола в воздух (закключение Московского НИИ Гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана № 03/ПМ8). Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что структура СИП панелей обладает достаточной степенью огнестойкости при соблюдении мер противо-

пожарной защиты, легка в сборке, что позволяет использовать сэндвич панели при строительстве социально-значимых объектов: больниц, домов престарелых, детских домов, к которым предъявляются повышенные требования в области пожарной безопасности.

Технология строительства из СИП панелей была применена при строительстве инфекционных госпиталей в период пандемии COVID-19, так, например, больницу «Хошэншань» (Huoshenshan) на 1000 мест начали строить в г. Ухане 23 января 2020, а уже 3 февраля 2020 там принимали первых пациентов. Строительство другой больницы «Лейшеншань» (Leishenshan) на 1600 коек заняло 13 дней. Оба госпиталя спроектированы по принципу модульного строительства, где главную роль играет металлокаркас и СИП-панели [13]. В России по этой же тех-

нологии построен госпиталь в Подмосковье, а также госпиталя возводимые Министерством Обороны Российской Федерации по всей стране [14, 15]. Использование технологии строительства с применением СИП-панелей в строительстве больниц в период пандемии лишний раз подтверждает, вывод о безопасности строительства социально-значимых объектов из СИП панелей, в том числе и их пожарную безопасность.

Однако в любом случае важно помнить, что пожарная безопасность любого строения в целом обеспечивается рядом противопожарных мероприятий (организационных и технических), таких как противопожарная защита, соблюдения правил эксплуатации электрических устройств, устройство печей, каминов, соблюдения противопожарных требований к зданию в целом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лapidус А.А. Применение СИП при реализации Федеральных программ – как путь решения проблемы. Опыт, примеры, экономика: доклад // Итоги Конференции «Актуальные вопросы развития технологии СИП в современных условиях». Выставка «Деревянное домостроение» / Holzhaus 2016. Фотоотчет.
2. Большинство посетителей «Хромой лошади» погибли из-за пенополистирола, который использовался для звукоизоляции/ Новостной сайт NEWSRU.com [Электронный ресурс]. URL: <https://www.newsru.com/russia/11dec2009/penopolistiro.html/> (дата обращения: 15.09.2021).
3. Du Q., Zhang, H.F., Liu N., Yin X.S. Comprehensive Life-cycle Assessment of SIP Building. *Advances in Civil and Industrial Engineering*. 2013. Pp. 280.
4. Технологии строительства загородных домов/ Сайт журнала «Оценка инвестиций», 2020, 2 (16) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.esm-invest.com> (дата обращения: 15.09.2021).
5. Что такое антипирены? / Сайт Выставки домов малоэтажная страна [Электронный ресурс]. URL: <https://m-strana.ru/articles/antipiren-eto//> (дата обращения: 15.09.2021).
6. Огнезащита строительных конструкций [Электронный ресурс]. URL: <http://lkmпром.ru/analitika/zaschitnye-pokrytiya-ot-ognya-dlya-stroitelnykh-ko/> (дата обращения: 15.09.2021).
7. СТО 274.465.001-2013 Применение экструдированного пенополистирола в ограждающих и несущих строительных конструкциях с учетом обеспечения требуемых показателей огнестойкости и пожарной опасности [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293772/4293772173.pdf> (дата обращения: 23.09.2021).
8. Протокол идентификационного контроля материала пенополистирола ПСБ-С 25. ФГУ ВНИИПО МЧС России. № 255 (дата обращения: 28.08.2007). [Электронный ресурс]. URL: [allbeton.ru/upload/iblock/22d/ognestoykost-i-pojarnayaopasnost-sovmeschennih-pokritiy-s-osnovoy-iz-stalnogo-profilirovannogo-lista-i-uteplitelyami-iz-penopolistirola.pdf](http://allbeton.ru/upload/iblock/22d/ognestoykost-i-pojarnayaopasnost-sovmeschennih-pokritiy-s-osnovoy-iz-stalnogo-profilirovannogo-lista-i-uteplitelyami-iz-penopolistirola.pdf). (дата обращения: 17.09.2021).
9. Сенченко Т.В., Власова О.С., Батманов В.П. Анализ экспериментальных исследований пожароопасности пенополистирола и токсичности продуктов его горения [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-eksperimentalnyh-issledovaniy> (дата обращения: 23.09.2021).
10. Васильев Г.А., Бояркина В.В., Лапунова С.В. Полимерные материалы и пожар. Журнал «Мост». М., 1999. №7. С. 39-40.
11. Николаев В. Г. Скрытая опасность полистирола и полиуретана [Электронный ресурс]. URL: [alldoma.ru/ekologiya-teploizolytichnykh-materialov/polistiroli-poliuretan.html](http://alldoma.ru/ekologiya-teploizolytichnykh-materialov/polistiroli-poliuretan.html). (дата обращения: 18.09.2021).