



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

(МЧС России)

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"ВСЕРОССИЙСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБОРОНЫ"**

(ФГУ ВНИИПО МЧС России)

Утверждаю

Начальник ФГУ ВНИИПО МЧС

России доктор технических наук, профессор

_____ Н.П. Копылов

5 сентября 2007 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

**Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий
с основой из стального профилированного листа
и утеплителями из пенополистирола**

Заместитель начальника

ФГУ ВНИИПО МЧС России

доктор технических наук, профессор

И.А. Болодьян

Начальник отдела

ФГУ ВНИИПО МЧС России

Н.В. Смирнов

доктор технических наук, профессор

Москва 2007

Разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России (д-р техн. наук, профессор И.А. Болодьян, д-р техн. наук, профессор Н.В. Смирнов, канд. техн. наук В.С. Харитонов, А.С. Етумян)

Согласованы начальником УГПН МЧС России (письмо исх. № 19-2-4914 от 26.12.2007 г.).

Рекомендации «Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий с основой из стального профилированного листа и утеплителями из пенополистирола». - М: ФГУ ВНИИПО, 2008. - 16 с.

Даны рекомендации по пожаробезопасному применению утеплителей из пенополистирола для покрытий на основе металлического профилированного металлического листа с различными классами пожарной опасности.

Содержание

[1. Введение](#)

[2. Пожароопасные свойства пенополистирольных плит и конструкций с их применением](#)

[3. Последствия применения утеплителя из пенополистирольных плит в совмещенных покрытиях зданий, результаты натурных испытаний фрагментов покрытий](#)

[4. Требования действующих противопожарных норм проектирования](#)

[5. Результаты испытаний плит из пенополистирола и его модификаций на пожарную опасность](#)

[6. Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий с основой из стального профилированного листа и утеплителями из пенополистирольных пенопластов с учетом требований СНиП 21-01-97*](#)

[7. Рекомендации по дополнительной огнезащите совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов](#)

1. Введение

Известно, что в нормальных условиях эксплуатации совмещенные покрытия с основой из стального профилированного листа толщиной 0,8-1,0 мм, легким утеплителем из пенополистирольных (ППС) плит толщиной не менее 50 мм и рубероидной кровлей на битумной мастике имеют некоторые преимущества в сравнении с традиционно используемыми покрытиями по сборным железобетонным плитам.

Применение пенополистирольных плит (ПСБ, ПСБ-С и их модификаций) в покрытиях обуславливается их малой плотностью и водопоглощением, технологичностью, высокими теплоизоляционными и прочностными свойствами.

Такие конструкции имеют в несколько раз меньшую массу, что позволяет снизить расход стали на основные несущие элементы (колонны, балки, фермы, прогоны и т.п.) и уменьшить общую стоимость строительства. Кроме того, применение облегченных покрытий давало возможность сократить сроки возведения, например, промышленных зданий, за счет использования блочных и конвейерных методов сборки непосредственно на строительной площадке.

Массовое строительство объектов энергетики (атомных и тепловых электростанций), металлургии, машиностроения, общественных зданий и сооружений, в покрытиях которых использовались пенополистирольные плиты, началось фактически с введением в действие СНиП П-А.5-70 "Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений".

Уже на стадии согласования этих норм между представителями Госстроя и специалистами пожарной охраны (ГУПО и ВНИИПО) возникли существенные разногласия по вопросу применения в строительстве утеплителей из полимерных материалов и, в частности, ПСБ-С. Специалисты пожарной охраны настаивали на исключении из приложения 1 проекта указанного СНиПа пенопласта ПСБ-С, классифицированного как трудносгораемый материал, и предлагали считать конструкции с этим утеплителем и тонкими металлическими обшивками сгораемыми.

Однако предложения ГУПО и ВНИИПО при составлении окончательной редакции СНиП П-А.5-70 учтены не были.

По этим нормам пенополистирольный утеплитель ПСБ-С был классифицирован как трудносгораемый материал, а конструкции с его применением, и, в частности, совмещенные покрытия по стальному профнастилу, отнесены к трудносгораемым с пределом огнестойкости 0,25 ч, что фактически разрешило массовое строительство производственных и других зданий с такими конструкциями независимо от их размеров, высоты, степени огнестойкости и категории размещаемых в них производств.

За счет широкого использования сгораемых полимерных утеплителей в ограждениях был снижен ряд требований по противопожарной защите зданий и сооружений. Единственным аргументом Госстроя, как основного разработчика этих противопожарных норм, по вопросу более широкого использования полимерных утеплителей в конструкциях являлась лишь стоимость строительства, а условия безопасности людей, производства и материальных ценностей во внимание не принимались.

2. Пожароопасные свойства пенополистирольных плит и конструкций с их применением

Плиты ПСБ (без добавки антипирена) и ПСБ-С (так называемый "самозатухающий"), имеющий в своем составе антипирен-тетрабромпараксилол (4-5 % к весу самого полистирола), освоены производством в начале 60-х годов. В соответствии с [ГОСТ 15588](#) плиты предназначены для тепловой изоляции строительных конструкций и промышленного оборудования при температуре изолируемых поверхностей не выше +70 °С и имеют следующие физико-механические характеристики:

толщина выпускаемых плит - от 20 до 100 мм;

плотность - от 20 до 40 кг/м³, причем плиты марки 20 выпускаются без антипиреновой добавки;

температура плавления полистирола - около 200 °С;

температура воспламенения полистирола - 310 °С;

коэффициент теплопроводности в сухом состоянии при 20 °С - 0,035 Вт/мхград;

предел прочности при статическом изгибе и сжатии - соответственно около 0,7 и 0,8 МПа;

низшая теплота сгорания - около 39,8 МДж/кг (9500 ккал/кг).

2.1 Проведенные во ВНИИПО в середине 60-х годов исследования, показали что, ППС плиты марок ПСБ и ПСБ-С обладают повышенной пожароопасностью. Было установлено, что при плотности около 20 кг/м^3 они относятся к сгораемым легковоспламеняемым материалам, при плотности более 20 кг/м^3 - к сгораемым. При действии пламени газовой горелки (метод огневой трубы) эти материалы легко загораются, плавятся, плав в свою очередь загорается и, растекаясь, вызывает интенсивное распространение огня по испытываемым образцам. К тому же при своем горении плиты ПСБ, ПСБ-С и другие обладают высокими дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения.

Одновременно с исследованиями пожароопасных свойств самих материалов из ППС, во ВНИИ ПО в конце 60-х годов проводилась серия стандартных испытаний образцов наружных ограждений (покрытий по штампованному профлисту, а также фрагментов стен из трехслойных панелей со стальными, алюминиевыми, асбестоцементными обшивками и утеплителем из ПСБ-С плотностью $30\text{-}35 \text{ кг/м}^3$) с целью определения их пожарно-технических характеристик.

Испытаниями фрагментов стен с различными типами обшивок и утеплителем из ПСБ-С было установлено, что такой утеплитель воспламеняется, как правило, уже через 3-4 мин от начала одностороннего теплового воздействия по режиму "стандартного" пожара, после чего имеет место скрытое распространение огня по утеплителю внутри конструкций. Горение и разложение полистирола в панелях стен сопровождалось образованием плава, обильным выделением дыма и токсичных продуктов горения и продолжалось практически до полного выгорания утеплителя даже при удалении источника теплового воздействия на конструкции.

По результатам проведенных исследований навесные стены с обшивками из тонких стальных, алюминиевых или асбестоцементных листов при толщине соответственно 0,8 мм и 10 мм и утеплителем из ПСБ-С независимо от его толщины отнесены к группе сгораемых конструкций с пределом огнестойкости 0,1-0,2 ч.

Испытанные образцы покрытий с утеплителем из ПСБ-С по штампованному профнастилу (при толщине листа 0,8-1,0 мм) также обладают высокой пожароопасностью. Конструкция совмещенного покрытия (несущий элемент - штампованный профнастил толщиной 0,8 мм; пароизоляция - один слой рубероида на битумной мастике, утеплитель - плиты из ПСБ-С толщиной 50 мм; кровля - 2-3 слоя рубероида на битумной мастике) отнесена к группе сгораемых, предел огнестойкости такого покрытия под нагрузкой 100 кг/м^2 составляет 0,2-0,25 ч. Наличие незаполненных пустот в гофрах несущего профнастила, а также ненормируемый расход битумной мастике для крепления элементов конструкции между собой, существенно повышает способность ПСБ-С к скрытому распространению огня по таким покрытиям. Этот процесс также сопровождается образованием и вытеканием горящего плава полистирола и битума через стыки

между деформированными листами профнастила в условиях одностороннего нагрева.

3. Последствия применения утеплителя из пенополистирольных плит в совмещенных покрытиях зданий, результаты натурных испытаний фрагментов покрытий

3.1 Использование ПСБ-С и других подобных полимерных материалов в покрытиях по штампованному профнастилу без надлежащей огнезащиты со стороны возможного теплового воздействия привело на отдельных объектах к катастрофическим последствиям.

С начала 70-х годов и в последующем произошли крупные пожары на Бухарском хлопчатобумажном комбинате, Капчагайском фарфоровом заводе, Чернобыльской АЭС, а также пожары в городах Житомире, Челябинске, Надыме, Жлобине, Ленинграде. Эти пожары в отдельных случаях явились следствием неосторожного обращения с огнем при проведении газосварочных работ, халатности обслуживающего персонала, нарушений технологического процесса, неисправности электрооборудования и других причин, и характеризовались:

- быстрым распространением огня по покрытиям на значительные площади (до 100-150 тыс. м²);

- значительными деформациями настилов покрытий и основных несущих элементов (стальных ферм, балок, прогонов и т.п.), что приводило к их преждевременному обрушению уже на 12-18 мин от начала развитой стадии пожара;

- образованием горящего плава ППС и битумных материалов, стекающих внутрь горящих помещений, что существенно увеличивало пожарную нагрузку;

- значительной продолжительностью (2 ч и более) и сложностью тушения, малой эффективностью применяемых средств пожаротушения вследствие скрытого распространения огня по утеплителю;

- выделением большого количества дыма и токсичных продуктов термического разложения и горения полимерных материалов.

Обрушение несущих элементов покрытий и профнастила довершали уничтожение технологического оборудования и материальных ценностей, находящихся в зданиях на момент возникновения пожаров.

3.2 Так как характер развития указанных пожаров в зданиях и размер ущерба от них, в основном, определялись поведением облегченных конструкций покрытий, возникла необходимость путем экспериментов в условиях, максимально приближенных к натурным, произвести дополнительную проверку огнестойкости и горючести покрытий со стальным профнастилом и сгораемыми изоляционными слоями (пароизоляцией, полимерным утеплителем, 3-4-х слойной кровлей из рулонных материалов с использованием битумных связующих), а также разработать мероприятия по повышению огнестойкости и снижению пожарной опасности таких конструкций.

Натурные огневые испытания различных вариантов покрытий проводились при участии ВНИИПО, ГУПО и организаций Госстроя СССР на фрагментах зданий размерами:

- 6×12 м и высотой 3 м (2 фрагмента, ТЭЦ-25 Мосэнерго, г. Москва, 1973 г.);
- 24×24 м и высотой 6 м (1 фрагмент со световым фонарем, КамАЗ, г. Набережные Челны, 1974 г.);
- 24×18 м и высотой 6 м до низа несущих ферм (2 фрагмента, каждый из двух блоков размером по 12×18 м, ЖБК г. Бухара, 1974 г.);
- 12×12 м и высотой 6 м (2 фрагмента, АвтоВАЗ, г. Тольятти, 1989-90 г.г.).

В процессе натурных огневых испытаний покрытий проверялись различные виды теплоизоляционных материалов (утеплителей), конструктивных решений фрагментов покрытия, а также противопожарных преград и дополнительной изоляции со стороны возможного теплового воздействия на конструкции (наличие гравийной посыпки толщиной 20-25 мм на кровле, или использование дополнительной негорючей изоляции, уложенной непосредственно на профнастил, а также устройство подвесного потолка). Результаты этих исследований подробно изложены в отчетах институтов Госстроя и ВНИИПО.

Например, натурными испытаниями покрытия площадью 576 м², проведенными на КамАЗе (г. Набережные Челны) в июле 1974 г., было установлено следующее:

1. При возникновении пожара на кровле предложенные дополнительные мероприятия (посыпка из гравия при толщине слоя 15-20 мм, заполнение пустот гофр несущего профнастила негорючей минеральной ватой с торцев на длину 250 мм), независимо от типа и марки полимерного утеплителя, практически исключили возможность распространения горения по кровле по всем вариантам конструкций покрытия даже при наличии ветра скоростью до 10 м/с и температуре окружающего воздуха +25 °С.

2. При пожаре внутри помещения температура на стальном профнастиле достигала 250-300 °С (при которой возможно воспламенение ПСБ-С) к 12-й минуте эксперимента. В результате продолжающегося горения изобутилового спирта в противнях (использованного в качестве горючей нагрузки) температура на профнастиле, изоляционных слоях и незащищенных несущих стальных конструкциях к 18-й минуте эксперимента превысила в некоторых точках 900 °С. На 19-й минуте опыта обрушились основные несущие элементы фрагмента, что вызвало обрушение самого покрытия на всей его площади.

Таким образом, при локальном пожаре внутри помещения и площади горения, составляющей около 10 % общей площади испытываемого фрагмента, обрушение всех незащищенных металлических конструкций происходит через 0,3 ч от начала огневого воздействия, а зона горения и повреждения огнем изоляционных слоев покрытия распространилась на площадь, значительно превышающую площадь локального пожара.

3.3 В целом, с учетом результатов проведенных натурных испытаний, для снижения пожарной опасности эксплуатируемых покрытий с утеплителем из ПСБ-С были рекомендованы следующие основные мероприятия:

- замена ПСБ-С на негорючий утеплитель;
- обязательное наличие гравийной посыпки толщиной не менее 20 мм на кровле или устройство цементной стяжки;
- нормируемый расход битумных материалов в изоляционных слоях конструкций;
- устройство противопожарных поясов в покрытиях путем замены в этих поясах горючего материала на негорючий;
- забивка пустот гофр профнастила по всей площади покрытия негорючим материалом;
- дополнительная защита стораемых теплоизоляционных слоев со стороны профнастила негорючими листовыми и плитными материалами (комбинированное покрытие);
- устройство огнезащитных подвесных потолков в межферменном пространстве.

Однако эти рекомендации были реализованы на объектах с покрытиями из ПСБ-С не в полном объеме.

После этого Госстрой своим постановлением (информационное письмо № 101-Д от 10.10.1980 г.) запретил с 01.01.1982 г. дальнейшее применение пенополистирола

в качестве утеплителя в покрытиях. Однако это постановление имело значение для обеспечения пожарной безопасности проектируемых и строящихся объектов начиная с 1981 года. Ситуация же с ранее возведенными и действующими объектами, как показали дальнейшие события оставалась в основном достаточно пожароопасной.

В результате пожара 14 апреля 1993 года был выведен из строя завод двигателей АО "КамАЗ" (г. Набережные Челны). Причиной катастрофического развития пожара явилось быстрое распространение огня по горючему полимерному утеплителю (пенополистиролу) с последующим обрушением стального профнастила и несущих металлических конструкций.

В целях усиления противопожарной защиты и предупреждения пожаров с тяжелыми последствиями на особо важных объектах Российской Федерации, включая АЭС и ТЭС, Госстрой и МВД России предложили:

- исключить в соответствии с действующими нормами (в части пожарной безопасности на этот период времени действовали [СНиП 2.01.02-85*](#)) применение горючих полимерных утеплителей при проектировании и строительстве особо важных объектов, выход из строя которых может привести к тяжелым социально-экономическим последствиям для предприятия федерального значения, отрасли в целом, или ряда отраслей (см. совместное информационное письмо Госстроя и МВД России от 20.09.1993 г.).

В этом документе предложен к реализации ряд конструктивно-технических мероприятий по повышению огнестойкости и снижению уровня пожарной опасности ограждающих конструкций с полимерными утеплителями, некоторые из которых не потеряли своей актуальности и в настоящее время.

4. Требования действующих противопожарных норм проектирования

Постановлением Министерства строительства Российской Федерации от 13 февраля 1997 г. № 18-7 с 01.01.1998 г. взамен [СНиП 2.01.02-85*](#) "Противопожарные нормы" введены в действие [СНиП 21-01-97](#) "Пожарная безопасность зданий и сооружений", с изменениями и дополнениями (издание 1999 г.) - [СНиП 21-01-97*](#).

4.1 В соответствии с требованиями [СНиП 21-01-97*](#) строительные материалы, в т.ч. утеплители конструкций, характеризуются только пожарной опасностью.

Пожарная опасность строительных материалов определяется следующими пожарно-техническими характеристиками: горючестью, воспламеняемостью,

распространением пламени по поверхности, дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения.

По горючести строительные материалы подразделяются на негорючие (НГ) и горючие (Г).

Горючие строительные материалы подразделяются на слабогорючие (Г1), умеренногорючие (Г2), нормальногорючие (Г3), сильногорючие (Г4). Горючесть строительных материалов устанавливают по [ГОСТ 30244](#).

Горючие строительные материалы по воспламеняемости подразделяются на три группы: В1 (трудновоспламеняемые); В2 (умеренновоспламеняемые); В3 (легковоспламеняемые). Группы строительных материалов по воспламеняемости устанавливают по [ГОСТ 30402](#).

По дымообразующей способности горючие строительные материалы подразделяются на три группы: Д1 (с малой дымообразующей способностью); Д2 (с умеренной дымообразующей способностью); Д3 (с высокой дымообразующей способностью). Группы строительных материалов по дымообразующей способности устанавливают по 2.14.2 и 4.18 [ГОСТ 12.1.044](#).

По токсичности продуктов горения горючие строительные материалы подразделяются на четыре группы: Т1 (малоопасные); Т2 (умеренноопасные); Т3 (высокоопасные); Т4 (чрезвычайноопасные). Группы строительных материалов по токсичности продуктов горения устанавливаются по 2.16.2 и 4.20 [ГОСТ 12.1.044](#).

Утеплители конструкций подлежат сертификации в области пожарной безопасности. Согласно [НПБ 244](#) определяются для утеплителей следующие показатели пожарной опасности: группа горючести по [ГОСТ 30244](#), группа воспламеняемости по [ГОСТ 30402](#) и группа дымообразующей способности по [ГОСТ 12.1.044](#) (п. 4.18).

4.2 Строительные конструкции характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью.

Пределы огнестойкости строительных конструкций устанавливаются по [ГОСТ 30247](#), а классы пожарной опасности - по [ГОСТ 30403](#).

По пожарной опасности строительные конструкции подразделяются на четыре класса: непожароопасные (КО), малопожароопасные (К1), умереннопожароопасные (К2), пожароопасные (К3).

Минимальные значения пределов огнестойкости для основных строительных конструкций зданий (сооружений), которыми определяется их степень огнестойкости, приведены в табл. 4* [СНиП 21-01-97*](#). Для бесчердачных покрытий

(настилов, в т.ч. с утеплителем) зданий II-IV степеней огнестойкости предел огнестойкости должен составлять не менее RE 15. В этом случае в качестве несущих допускается применять незащищенные от огня стальные конструкции независимо от их фактического предела огнестойкости, за исключением случаев, когда предел огнестойкости несущих элементов по результатам испытаний составляет менее R 8 - см. п. 5.18* [СНиП 21-01-97*](#).

Для покрытий зданий I степени огнестойкости минимальный предел огнестойкости должен составлять RE 30 и в этом случае все несущие элементы подлежат дополнительной огнезащите, обеспечивающей указанный показатель.

Для покрытий зданий V степени огнестойкости предел огнестойкости не нормируется.

Степень участия строительных конструкций в развитии пожара и образовании его опасных факторов определяет класс конструктивной пожарной опасности здания (сооружения). Для зданий класса CO класс пожарной опасности бесчердачных покрытий должен быть не ниже КО; для зданий класса С1 - не ниже К1; для зданий класса С2 - не ниже К2; для зданий класса С3 - не нормируется (см. табл. 5* [СНиП 21-01-97*](#)).

В соответствии с требованиями [ГОСТ 30403](#) пожарную опасность конструкций (в т.ч. покрытий) характеризуют:

- наличием теплового эффекта (но не его величиной) от горения материалов испытываемого образца;
- наличием пламенного горения газов, выделяющихся при термическом разложении материалов образца, продолжительностью более 5 с;
- наличием горящего расплава при продолжительности его горения более 5 с;
- размером повреждения образца в контрольной зоне;
- пожарной опасностью материалов, из которых выполнена конструкция.

Необходимо отметить, что при оценке результатов испытаний повреждение (обугливание, оплавление и выгорание) слоев пароизоляции толщиной не более 2,0 мм не учитывается.

5. Результаты испытаний плит из пенополистирола и его модификаций на пожарную опасность

В настоящее время, наряду с утеплителем из ГПС в качестве утеплителей в совмещенных покрытиях зданий различного функционального назначения предполагается использование плит полистирольных вспененных экструзионных (ЭГПС), представленных на Российском рынке марками STYROFOAM, URSA, ПЕНОПЛЭКС и т.п., выпускаемых различными производителями.

Результаты проведенных исследований пожароопасных свойств различных типов пенополистирольных плит приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование материала плит	ГОСТ или ТУ на материал	Характеристики пожарной опасности по СНиП 21-01-97*		
			Горючесть ГОСТ 30244	Воспламеняемость ГОСТ 30244	Дымообр. способность ГОСТ 12.1.044
1	ПСБ-С-15*	ГОСТ 15588-86	Г3-Г4	В3	Д3
2	ПСБ-С-25*	ГОСТ 15588-86	Г3-Г4	В2-В3	Д3
3	ПСБ-С-25 ф*	-	Г3-Г4	В2-В3	Д3
4	ПСБ-С-35 *	ГОСТ 15588-86	Г3-Г4	В2-В3	Д3
5	ПСБ-С-35 ф*	-	Г3-Г4	В2-В3	Д3
6	ПСБ-С-50*	ГОСТ 15588-86	-	В2-В3	-
7	Пеноплене-35**	ТУ 2291-036-00203221-97	Г4	В2	Д3

8	Пеноплекс-45 **	-II-	Г4	В2	Д3
9	Styrofoam **	-	Г4	-	-
10	Полиспен **	ТУ 5767-001-93254741-2006	Г4	В3	Д3
11	Полиспен-45 **	-II-	Г4	В3	Д3

Примечание: в таблице приведены показатели пожарной опасности ППС различных производителей.

* - ППС

** - эппс

В таблице 2 сведены критерии отнесения к группам горючести по результатам стандартных испытаний. В таблице 3 представлены численные результаты исследований характеристик пожарной опасности некоторых марок пенополистиролов, проведенных ФГУ ВНИИПО МЧС России.

Таблица 2.

<i>ГОСТ 30244</i>				
Группа горючести материалов	Параметры горючести			
	Температура дымовых газов $T, ^\circ\text{C}$	Степень повреждения по длине $S_L, \%$	Степень повреждения по массе $S_M, \%$	Продолжительность самостоятельного горения $t \text{ с.г.}, \text{ с}$
Г1	≤ 135	≤ 65	≤ 20	0
Г2	≤ 235	≤ 85	≤ 50	≤ 30
Г3	≤ 450	> 85	≤ 50	≤ 300
Г4	> 450	> 85	> 50	> 300

Примечание - для материалов групп горючести Г1-Г3 не допускается образование горящих капель расплава при испытании

ГОСТ 12.1.044 (п. 4.3)

По значению максимального приращения температуры Δt_{\max} и потере массы Δm материалы классифицируют:

трудногорючие - $\Delta t_{\max} < 60^{\circ}\text{C}$ и $\Delta m < 60\%$;

горючие - $\Delta t_{\max} < 60^{\circ}\text{C}$ или $\Delta m < 60\%$.

Горючие материалы подразделяют в зависимости от времени (τ) достижения t_{\max} на:

трудновоспламеняемые $\tau > 4$ мин;

средней воспламеняемости - $0,5 < \tau < 4$ мин;

легковоспламеняемые - $\tau < 0,5$ мин.

Анализ результатов оценки горючести и теплоты сгорания пенополистиролов позволяет сделать вывод о том, что все они относятся к горючим материалам, имеют высокую теплоту сгорания (>39 МДж/кг) и низкое значение кислородного индекса ($<20\%$). При испытании по методу [ГОСТ 12.1.044-89](#) (п. 4.3) они практически теряют 100% массы (Δm), имеют высокую температуру газообразных продуктов горения ($T_{\max} > 600^{\circ}\text{C}$) и сравнительно небольшое значение времени ее достижения ($\tau_{T_{\max}} 50 \div 80$ с). Образцы пенополистиролов при испытаниях, из-за возможного образования горящего расплава, согласно методики стандарта, следует помещать в мешочек из стеклоткани.

Таблица 3

Наименование материала	Теплота сгорания, МДж/кг	ГОСТ 2.1.04-89(п. 4.3)			ГОСТ 30244-94				
		$\Delta m, \%$	$T_{\max}, ^{\circ}\text{C}$	$\tau_{T_{\max}}$	$T, ^{\circ}\text{C}$	L, %	$\Delta m, \%$	самост.гор., сек	горящие капли
ПСБ ГОСТ 15588-86*	41,6	99,7	640	50	170	100	86	-	+/-
ПСБ-С ГОСТ 15588-86*	41,2	99	610	54	120	85	48	-	-
ЭПС ТУ 2244-002-17953000-95	...	95	660	80	...	...	...	...	...

WALLMATE	...	96	650	55	...	...	...	...	...
STYROFOAM	40,3	...	...	...	148	42	29	10	+
STYRODUR	...	97	675	53	...	...	...	...	...
Пеноплэкс-35	39,4	98	648	80	90	38	15	-	+
Полиспен	38,5	...	...	...	225	100	79	-	+
Полиспен-45	38,8	...	...	...	318	100	89	-	+

* - средние показатели различных производителей

По данным исследований этих материалов можно описать общее поведение образцов из пенополистирола при определении их группы горючести по методу [ГОСТ 30244](#) (метод 2).

Во время испытания материалов из экструдированного полистирола при воздействии пламенем горелки на поверхность материала, образуется расплав, горящие капли которого можно наблюдать в течение 10-15 секунд на 1-2 минуте эксперимента. Несмотря на то, что остальные значения контролируемых в ходе эксперимента параметров горючести могут соответствовать значениям параметров, установленных для группы Г1 (вследствие высокой ползучести материала под воздействием пламени), наличие горящих капель расплава однозначно относит такой материал к группе Г4 (сильногорючие материалы по [СНиП 21-01-97*](#) «Пожарная безопасность зданий и сооружений»).

При испытаниях пенополистирольных плит некоторых марок, в ряде случаев не наблюдалось наличие горящих капель расплава, однако, по остальным фиксируемым в ходе эксперимента параметрам, эти материалы относятся к группам горючести Г3 или Г4 ([таблица 1](#) и [таблица 2](#)).

Одновременно во ВНИИПО были проведены исследования процессов термодеструкции и термоокисления термоаналитическими методами различных марок материала ППС, позволившие получить информацию о температурных диапазонах и скоростях терморазложения материала, о динамике тепловыделения или поглощения тепла (в процессах термоокисления, пиролиза, плавления и других), определить характерные температурные точки тепловых процессов.

Анализ характеристик термодеструкции, полученных по кривым термического анализа, позволяет проследить, что все материалы ППС обладают величиной

коксового остатка 2-5%, высокой скоростью терморазложения (до 45 %/мин) в интервале температур 350-500°C и высокими скоростями тепловыделения. Температуры начала интенсивного разложения составляет 320 °С. Эти данные свидетельствует о том, что эти материалы имеют одинаковую потенциальную пожарную опасность.

При анализе данных Федерального реестра сертифицированной в области пожарной безопасности продукции выявляется информация о том, что некоторыми испытательными лабораториями получены данные о принадлежности пенополистирольных плит к слабогорючим и умеренногорючим материалам (группа горючести Г1-Г2 по [ГОСТ 30244-94](#)).

Разночтения результатов при определении групп горючести плавящихся теплоизоляционных материалов большей частью могут быть вызваны некорректным проведением экспериментов.

При классификации подобных полимерных строительных материалов весьма полезен опыт стран Евросоюза. В соответствии с действующей Европейской классификацией при отнесении строительных материалов к тому или иному классу (A1, A2, B, C, D, E, F) необходимо учитывать результаты испытаний по методам EN ISO 1182 (негорючесть), EN ISO 1716 (теплотворная способность), EN 13823 (SBI, пожарная опасность), EN ISO 11925-2 (определение группы сильногорючих материалов). Результаты испытаний рассматриваемых материалов по указанным международным методам также свидетельствуют об их повышенной пожарной опасности и никак не могут быть отнесены к классу A2 (предполагаемому аналогу группы Г1). В результате испытаний полисти-рольных утеплителей по методу EN ISO 11925-2 отмечается наличие горящего расплава, что относит такие материалы к классу «Е» Европейской классификации (предполагаемый аналог Г4).

Как и в случае применения в покрытиях ПСБ и ПСБ-С, необоснованное отнесение плит из экструзионного полистирола к слабогорючим материалам (группе горючести Г1 по [ГОСТ 30244](#)) значительно расширяет возможность его использования в строительстве при оценке класса пожарной опасности конструкций и решении вопроса об устройстве гравийной засыпки (приложение 8 СНиП П-26-76), и может привести при пожарах в зданиях к непредсказуемым последствиям.

6. Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий с основой из стального профилированного листа и утеплителями из пенополистирольных пенопластов с учетом требований [СНиП 21-01-97*](#)

6.1 На основании изложенного в [разделе 5](#) настоящего документа следует считать, что практически все известные типы плит из пенопласта полистирольного (ПСБ, ПСБ-С, ПСБ-С-25 Ф, ПСБ-С-35 Ф различной плотности), в т.ч. из пенопластов, получаемых методом экструзии, а также плиты из пенополистирола зарубежного производства, могут быть отнесены при испытаниях по [ГОСТ 30244](#) только к группам горючести Г3-Г4.

Все без исключения типы пенополистирольных пенопластов при испытаниях по [ГОСТ 12.1.044](#) отнесены к материалам с высокой дымообразующей способностью (ДЗ), а по воспламеняемости ([ГОСТ 30402](#)) - к группам В2 или В3.

Продукты термического разложения этих пенопластов при наличии источника зажигания активно поддерживают горение, а по токсичности продуктов горения относятся, в большинстве своем, к классу Т3 (высокоопасные по [СНиП 21-01-97*](#)).

6.2 Проведенными в 1999 году во ВНИИПО стандартными испытаниями по [ГОСТ 30247](#) и [ГОСТ 30403](#) опытных образцов совмещенного покрытия (основа - стальной профилированный лист толщиной 0,8 мм; пароизоляция - один слой рубероида на битумной мастике; утеплитель толщиной 50 мм - плиты марки ПСБ-С [ГОСТ 15588](#) плотностью 35 кг/м³ группы горючести Г3; кровля - два слоя рубероида на битумной мастике, без гравийной посыпки) было установлено, что их поведение при одностороннем тепловом воздействии фактически ничем не отличается от поведения ранее испытанных на огнестойкость и горючесть (распространение огня) таких же конструкций.

Испытанные образцы покрытий с рабочим пролетом 3,0 м под нагрузкой 100 кг/м² отнесены к классу пожарной опасности К3 с пределом огнестойкости 0,2 ч.

Следует отметить, что в отличие от результатов, полученных лабораторными испытаниями, поведение утеплителей из пенополистиролов различных марок в покрытиях (в условиях испытаний конструкций по стандартному температурному режиму) существенно не отличаются друг от друга.

В целом совмещенные покрытия с основой из стального профлиста и утеплителями из плит пенополистирольных известных марок (без дополнительной огнезащиты со стороны возможного теплового воздействия) - классический пример пожароопасной конструкции.

Использование таких покрытий при проектировании и строительстве объектов различного функционального назначения должно осуществляться в строгом соответствии с требованиями действующих [СНиП 21-01-97*](#) и других частей СНиП на отдельные типы зданий и сооружений.

Область применения испытанного типа совмещенного покрытия - здания и сооружения V степени огнестойкости с классом конструктивной пожарной опасности СЗ.

7. Рекомендации по дополнительной огнезащите совмещенных покрытий с утеплителями из горючих пенополистиролов

7.1 Для совмещенных покрытий с требуемым пределом огнестойкости RE 15 и классом пожарной опасности КО (15) рекомендуется выполнить следующие основные мероприятия:

а) толщина стального профилированного листа для устройства настила должна составлять не менее 0,8 мм; шаг расположения незащищенных от огня стальных прогонов, на которые укладывается настил - не более 2,4 м;

б) в качестве пароизоляции допускается применение полиэтиленовой пленки, рубероида и других горючих материалов толщиной не более 2,0 мм, при этом необходима забивка с торцов пустот гофр в профнастиле материалами (минеральной ватой) группы горючести ИГ на глубину не менее 250 мм;

в) полная замена утеплителей из горючих пенополистиролов на негорючие материалы, например, плиты минераловатные на синтетическом связующем теплоизоляционные определенной плотности (как один из вариантов);

г) допускается применение комбинированных покрытий - пенополистирольные плиты (верхний слой) с подложкой из негорючих материалов определенной толщины (нижний слой) и негорючая подложка (нижний слой), пенополистирольная плита (средний слой) и негорючая минераловатная плита жесткая или повышенной жесткости толщиной не менее 50 мм (верхний слой);

д) подложка в комбинированном покрытии выполняется из минераловатных плит плотностью не ниже 110 кг/м^3 при толщине не менее 50 мм; группа горючести НГ по [ГОСТ 30244](#) всех материалов, используемых в качестве подложки, должна подтверждаться соответствующими сертификатами пожарной безопасности;

е) в качестве кровли (независимо от вида утеплителя) могут быть использованы рулонные и мастичные материалы групп горючести Г1-Г4; в комбинированном покрытии с пенополистиролом (верхний слой) наличие гравийной посыпки толщиной не менее 20 мм - обязательно (устанавливается в соответствии с приложением 8 к СНиП П-26-76);

ж) допускается не проводить гравийную засыпку покрытий при соблюдении требований к материалам утеплителя и кровли в соответствии с приложением 8 к СНиП П-26-76;

з) при применении комбинированных покрытий с пенополистиролом (верхний слой) необходимо предусмотреть устройство противопожарных поясов из негорючих материалов, например, из минераловатных плит жестких или повышенной жесткости; ширина таких поясов должна быть не менее 6 м, пояса должны пересекать основание под кровлю и слой из пенополистирола на всю его толщину;

и) противопожарные пояса могут не устраиваться, если в качестве верхнего и нижнего слоев трехслойного утеплителя использованы минераловатные плиты группы горючести НГ;

к) контролировать расход битумных материалов и мастик для крепления (фиксации) изоляционных слоев в покрытиях между собой; расход битумных материалов и мастик устанавливается с учетом результатов стандартных испытаний.

7.2 Для совмещенных покрытий с требуемым пределом огнестойкости RE 15 и классами пожарной опасности К1 (15) или К2 (15) рекомендуется выполнить мероприятия по п.п. 7.1 а, б, г, е, ж, з, и, к. Кроме того возможно:

а) использовать в качестве подложки, наряду с минеральной ватой, гипсокартонные и гипсоволокнистые листы толщиной не менее 12,5 мм, при этом необходима забивка с торцев пустот гофр в профнастиле материалами (минеральной ватой) группы горючести НГ на глубину не менее 250 мм;

б) применять в качестве верхнего слоя в комбинированном покрытии плиты из пенополистиролов группы горючести не выше Г3 по [ГОСТ 30244](http://www.gost.ru).

7.3 Для совмещенных покрытий с требуемым пределом огнестойкости RE 30 и классом пожарной опасности КО (30) рекомендуется выполнить мероприятия по п. 7.1 а, б, в, е (в части использования материалов кровли), к.

Кроме того необходимо:

- устройство в межферменном пространстве теплоогнезащитных материалов или подвесных потолков из негорючих материалов, или нанесение на нижнюю поверхность профнастила и стальные прогоны огнезащитных вспучивающихся покрытий.

7.4 Требуемые [СНиП 21-01-97*](#) пожарно-технические характеристики покрытий и материалов их составляющих, должны подтверждаться стандартными огневыми испытаниями их опытных образцов, сертификатами пожарной безопасности или соответствующими экспертными заключениями организаций, аккредитованных на право проведения соответствующих испытаний.