

УДК 699.81

## Исследование пожарной опасности кровель из битумных, битумно-полимерных и полимерных материалов

**Наталья Ивановна КОНСТАНТИНОВА**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: konstantinova\_n@inbox.ru

**Олег Игоревич МОЛЧАДСКИЙ**, кандидат технических наук, начальник сектора, e-mail: firelab\_vniipo@mail.ru  
ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 143903 Московская обл., г. Балашиха, мкр ВНИИПО, 12

**Алексей Михайлович ВОРОНИН**, кандидат технических наук, руководитель отдела кровель, e-mail: a.m.voronin@mail.ru

ОАО «ЦНИИПромзданий», 127238 Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2

**Сергей Николаевич КОЛДАШЕВ**, руководитель направления сертификации и стандартизации, e-mail: koldashev@tn.ru

Корпорация «ТехноНИКОЛЬ», 129110 Москва, ул. Гиляровского, 47, стр. 5

**Аннотация.** Представлен анализ основных международных и европейских стандартов оценки пожарной опасности материалов кровельных покрытий. Показаны преимущества оценки пожарной опасности кровельных покрытий методом, предусматривающим реальное положение кровельной композиции – горизонтальное или с углом наклона 30°. Проведены экспериментальные исследования пожароопасных свойств ряда кровельных покрытий при воздействии источника зажигания (деревянного штабеля) в условиях ветровой нагрузки согласно методике ГОСТ Р 56026–2014 «Материалы строительные. Метод определения группы пожарной опасности кровельных материалов» – аналога ENV 1187:2002 «Методы испытаний кровли путем наружного огневого воздействия. Метод 2: Метод с нагрузкой от источника огневого воздействия и ветра». Установлена возможность по результатам испытаний (в зависимости от степени повреждения по длине кровельной композиции) проводить классификацию кровли на две группы пожарной опасности: КР0 и КР1. Результаты испытаний позволяют определить в зависимости от показателей РП (распространения пламени) и КП (класса пожарной опасности) максимально допустимые площади кровли без гравийного защитного слоя и участков кровли, разделенных противопожарными поясами, что позволяет внести изменения в СП 17.13330.2011 «СНиП II-26-76\* Кровли».

**Ключевые слова:** пожарная опасность кровель, Европейская классификация кровельных материалов по пожарной опасности, группа пожарной опасности кровельной композиции.

### INVESTIGATION OF BITUMEN, BITUMEN-POLYMER AND POLYMER ROOFS FIRE HAZARD RATING

**Natalia I. Konstantinova**, e-mail: konstantinova\_n@inbox.ru, **Oleg I. Molchadsky**, e-mail: firelab\_vniipo@mail.ru, FGU VNIIPPO of EMERCOM (Balashikha, Russian), **Alexey M. Voronin**, e-mail: a.m.voronin@mail.ru, ОАО «TsNIIPromzdany» (Russian, Moscow), **Sergey N. Koldashev**, e-mail: koldashev@tn.ru, «TechnoNIKOL» corporation (Moscow, Russian)

**Abstract.** The paper focuses on analysis of key international and European fire hazard assessment standards for roofing materials. The advantages of assessing the fire hazard for roofing materials by methods, providing real position of roofing, horizontal or with an inclination angle of 30 degrees, are demonstrated. Experimental studies of the fire-hazard characteristics of a number of roofing materials under the influence of an ignition source (wood pile) under wind load have been conducted according to the GOST R project method, similar to the ENV 1187:2002 «Test methods for external fire exposure to roofs. Test 2: Method with burning brands and wind». Upon the test results classification of the roofing into two fire hazard groups, KR0 and KR1, depending on the degree of damage along the length of the roofing compositions, has been found possible.

**Key words:** roofs fire hazard, European Classification of roofing materials for fire hazard, fire hazard group of roofing composition.

Система испытаний по оценке пожарной опасности строительных материалов, в частности кровельных, играет важную роль в определении области их применения при строительстве зданий различного назначения. Огневые испытания проводятся с целью изучения пове-

дения строительных материалов, в том числе в составе строительных конструкций, в условиях моделируемого теплового воздействия. По результатам экспериментальных исследований выявляются их пожароопасные свойства, определяется эффективность огнезащиты при разра-

ботке рецептур строительных материалов.

В странах Западной Европы и в США в рамках международных организаций ISO и CEN существуют направления по определению экспериментальных данных о пожарной опасности кровельных конструкций

зданий как с помощью лабораторных, так и крупномасштабных или среднемасштабных методов испытаний. В многочисленных национальных и международных методах оценки пожароопасности, как правило, реализуются условия, наиболее приближенные к реальным условиям развития пожаров, которые позволяют перейти к нормированию применения кровельных материалов в элементах конструкций покрытий.

Наряду с методами испытаний, предусматривающими оценку распространения пламени по поверхности кровли, существует ряд методов, учитывающих основные условия возможного теплового воздействия на образцы, представляющие собой композиционное сочетание материалов, входящих в конструкцию кровли. Так, в США действует стандарт ASTM E 108-00, оценивающий способность материалов кровли распространять пламя по поверхности и их степень возможного повреждения при тепловом воздействии. В зависимости от пожароопасных свойств используемых в конструкции кровли материалов проводят испытания классов А, В или С, различающихся тепловой мощностью источников зажигания (пламени щелевой газовой горелки или горящего деревянного трехслойного штабеля массой 2000 г). По результатам испытаний оценивают степень распространения пламени по поверхности, фиксируют любые повреждения материалов кровельной композиции и время их самостоятельного горения или тления.

В Великобритании для испытаний конструкций кровли применяют метод BS 476 (часть 3), определяющий способность кровельных конструкций воспламеняться при воздействии пламени газовой горелки в течение 1 мин и способность к воспламенению и прониканию пламени в подстилающий слой при одновременном воздействии на испытуемые образцы источника лучистого нагрева и пламени газовой горелки. При проведении испытаний предусмотрено изменение угла наклона образца конструкции кровли и продолжительности экспериментов в зависимости от определяемых параметров. По результатам испытаний оценива-

**1. Европейская классификация кровельных материалов по пожарной опасности**

| Метод испытания по ENV 1187 | Класс      | Критерии оценки   |
|-----------------------------|------------|---|
| Метод 1                     | BROOF(t1)  | Для каждого испытания: <ul style="list-style-type: none"> <li>• распространение пламени по поверхности и внутри конструкции (вверх) &lt; 0,7 м;</li> <li>• то же, &lt; 0,6 м;</li> <li>• максимальное повреждение конструкции &lt; 0,8 м;</li> <li>• отсутствие горящих частиц (расплава) с верхней стороны конструкции;</li> <li>• то же, с нижней стороны;</li> <li>• отсутствие одиночного сквозного прогорания конструкции &gt; 25 мм<sup>2</sup>;</li> <li>• общая площадь всех сквозных отверстий &lt; 4500 мм<sup>2</sup>;</li> <li>• боковое распространение пламени &lt; края образца</li> </ul> |
|                             | FROOF(t2)  | Нет критериев   |
| Метод 2                     | BROOF(t2)  | Для двух серий испытаний при ветровой нагрузке 2 и 4 м/с: <ul style="list-style-type: none"> <li>• среднее значение длины повреждения кровельного покрытия и подложки &lt; 0,55 м</li> </ul>  |
|                             | BROOF(t2)  | Нет критериев   |
| Метод 3                     | BROOF(t3)  | $T_E \geq 30$ мин и $T_P \geq 30$ мин   |
|                             | C ROOF(t3) | $T_E \geq 10$ мин и $T_P \geq 15$ мин   |
|                             | D ROOF(t3) | $T_P \geq 5$ мин  |
|                             | FROOF(t3)  | Нет критериев   |
|                             | BROOF(t4)  | Отсутствие проникания пламени через кровлю в течение 1 ч: <ul style="list-style-type: none"> <li>• при предварительном испытании остаточное горение образца после удаления пламени &lt; 5 мин;</li> <li>• при первом испытании распространение пламени &lt; 0,38 м</li> </ul>   |
|                             | C ROOF(t3) | Отсутствие проникания пламени через кровлю в течение 30 мин: <ul style="list-style-type: none"> <li>• при предварительном испытании остаточное горение образца после удаления пламени &lt; 5 мин;</li> <li>• при предварительном испытании распространение пламени &lt; 0,38 м</li> </ul>   |

ют любые изменения внешнего вида при кратковременном воздействии пламени газовой горелки, время проникания пламени в подстилающий слой и степень повреждения поверхности кровельных материалов.

В странах Европейского союза оценка пожаробезопасности кровель производится методом, предусматривающим их реальное расположение на здании (горизонтальное или с углом наклона 30°), по таким параметрам, как степень повреждения по длине, площади и скорость распространения пламени по поверхности кровли и возможного ее прогара при воздействии регламентированных источников зажигания. Для этого согласно ENV 1187:2002 «Методы испытаний кровли путем наружного огневого воздействия. Метод 2: Метод с нагрузкой от источника огневого воздействия и вет-

ра» применяется метод, включающий в себя четыре независимых метода испытаний: в первом методе источником зажигания служит деревянный штабель, во втором — деревянный штабель и ветровая нагрузка, в третьем — деревянный штабель, ветровая нагрузка и радиационное излучение. Четвертый метод является совмещенным, включающим предварительный тест с поджиганием от источника пламени и основной, с воздействием источника пламени, потока воздуха и источника тепла.

По результатам испытаний этими методами предусмотрена классификация кровельных материалов по пожарной опасности (табл. 1). По классу пожарной опасности определяется возможная область применения кровли.

В настоящее время в России, сог-

**2. Результаты экспериментов по определению групп пожарной опасности кровельных композиций (составы № 8 и 9 – КПО, остальные – КП1)**

| № композиции | Кровельный материал (верхний и/или нижний водоизоляционный ковер кровли)  | Основание под кровлю             | Слой между основанием и кровельным материалом | Степень повреждения по длине при скорости ветра 2 и 4 м/с |
|--------------|---|----------------------------------|---|---|
| 1            | Рулонный кровельный огнезащитный полимерный материал, 1,5 мм, на основе ПВХ   | Минераловатная плита, 60 мм      | —   | 375/365   |
| 2            |   | Цементно-стружечная плита, 10 мм | Геотекстиль                                   | 365/355   |
| 3            |   | Пенополистирол, 35 мм            | Стеклохолст                                   | 300/285   |
| 4            | Рулонный огнезащитный материал на основе битума (с крупнозернистой посыпкой), 5 мм  | Минераловатная плита, 60 мм      | —   | 335/325   |
| 5            |   | Цементно-стружечная плита, 10 мм | —   | 325/315   |
| 6            |   | Пенополистирол, 35 мм            | Стеклохолст                                   | 330/320   |
| 7            |   | Пенополистирол, 30 мм            | Стеклохолст                                   | 300/285   |
| 8            | Верхний слой – рулонный огнезащитный материал на основе битума (с крупнозернистой посыпкой), 5 мм, и нижний слой – рулонный материал на основе битума, 1,5 мм | Пенополистирол, 35 мм            | —   | 1000/1000   |
| 9            | Верхний слой – рулонный огнезащитный материал на основе битума, 5 мм, и нижний слой – рулонный материал на основе битума, 4 мм                                | Минераловатная плит, 60 мм       | —   | 700/600   |
| 10           | Верхний слой – рулонный огнезащитный материал на основе битума, 5 мм, и нижний слой из рулонного материала на основе битума, 2,5 мм                           | Минераловатная плита, 60 мм      | —   | 395/375   |
| 11           |   | Цементно-стружечная плита        | —   | 260/245   |
| 12           |   | Пенополистирол, 35 мм            | —   | 350/345   |
| 13           |   | Пенополистирол, 30 мм            | —   | 350/345   |
| 14           | Гравий фракции 3–5 мм, толщиной 5 мм на полимерно-битумной мастике и два слоя рулонного материала на основе битума  | Минераловатная плита, 60 мм      | —   | 260/250   |
| 15           |   | Пенополистирол, 35 мм            | Стеклохолст                                   | 270/255   |

Примечание. Нижние слои покрытия крыши: минеральная (каменная) вата, 30 мм; пароизоляция – битумно-полимерный рулонный материал; профлист Н75.

ласно закону № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», для определения пожарной опасности кровельных материалов используются следующие пожарно-технические характеристики: группа горючести (ГОСТ 30244–94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть»), группа воспламеняемости (ГОСТ 30402–96 «Материалы строительные. Метод испытаний на воспламеняемость») и группа распространения пламени (ГОСТ Р 51032–97 «Материалы строительные. Метод испытаний на распространение пламени»). Следует отметить, что все эти методы оценивают пожарную опасность только верхнего материала кровли и не учитывают реального расположения кровли и возможного композиционного сочетания материалов, входящих в ее конструкцию. Кроме того, при такой системе оценки существ-

венно осложнена разработка пожаробезопасных кровельных материалов, например, термопластичных композиций на основе битума.

Создание огнезащитных полимерно-битумных кровельных композиций сопряжено с некоторыми сложностями, связанными с принятой в России методологией испытаний. Так, при оценке группы горючести (ГОСТ 30244) образец кровельного материала закрепляют вертикально в держателе образца, на который воздействуют пламенем газовой горелки мощностью 88 мДж в течение 10 мин. При таком расположении образца любой эффективно огнезащитный кровельный термопластичный материал классифицируется как сильногорючий, поскольку происходит стекание расплава с вертикальной стенки держателя и последующее его горение, в то время как по результатам испытаний по оценке группы воспламеняемости

(ГОСТ 30402) и группы распространения пламени по поверхности (ГОСТ Р 51032) огнезащитные кровельные материалы могут иметь группы соответственно В2 и РП1.

Используемые в настоящее время кровельные материалы на основе битума, битумно-полимерных и полимерных составов обладают повышенной пожарной опасностью, поэтому проблема огнезащиты кровель и оценки ее эффективности является одной из актуальных задач.

В связи со вступлением России в ВТО возникает необходимость приведения отечественных методов и оборудования для экспериментального определения пожароопасных свойств строительных материалов в соответствие с действующими международными и европейскими стандартами, согласно которым основным показателем пожарной опасности кровельных материалов является способность пламени проникать

вглубь конструкции кровли и распространяться по ее поверхности.

Разработка методов оценки пожарной опасности кровельных материалов и кровельной композиции, а также предложений по их классификации и определению допустимой области их применения могут быть выполнены в ходе пересмотра существующих и разработки новых нормативных требований, регламентирующих пожаробезопасное применение кровельных материалов, а также для подтверждения соответствия требованиям технического регламента по пожарной безопасности. В частности, использование второго метода стандарта ENV 1187, устанавливающего правила, порядок работы и классификацию по группам пожарной опасности как водоизоляционного ковра кровли, так и кровельной композиции при воздействии источника зажигания (деревянного штабеля) в условиях ветровой нагрузки, позволит максимально приблизиться к изучению возможного поведения кровельных композиций в условиях возникновения реального пожара.

В настоящее время Техническим комитетом по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность» одобрен ГОСТ Р 56026–2014 «Материалы строительные. Метод определения группы пожарной опасности кровельных материалов» (стандарт вводится в действие с 01.09.2014 г. приказом Росстандарта № 446-ст от 26.05.2014 г.), устанавливающий метод испытания и классификацию, в том числе водоизоляционного ковра кровли, при воздействии источника зажигания (деревянного штабеля) в условиях ветровой нагрузки. Стандарт разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России с учетом основных положений международного стандарта ENV 1187. Основные отличия ГОСТ Р 56026 от ENV 1187 состоят в том, что в методику отечественного стандарта введен при испытании изменяемый угол наклона кровли, установлена российская классификация кровли по пожарной опасности и разработана калибровка установки по тепловому режиму.

По методике ГОСТ Р 56026 испытания проводят следующим образом. Образец, предварительно кон-

**3. Результаты экспериментального определения группы пожарной опасности композиции № 3 (в обоих случаях – группа КПО)**

| Критерии оценки группы пожарной опасности   | Номер испытания |     |     | Среднее значение |
|---|-----------------|-----|-----|------------------|
|   | 1               | 2   | 3   |                  |
| <i>Скорость воздушного потока – 2 м/с</i>   |                 |     |     |                  |
| Степень повреждения по длине, мм: верхнего водоизоляционного слоя   | 300             | 295 | 305 | 300              |
| стеклохолста  | 300             | 295 | 305 | 300              |
| теплоизоляционного слоя   | 290             | 285 | 295 | 290              |
| основы под кровлю   | –               | –   | –   | –                |
| Потеря целостности (сквозное прогорание)  | –               | –   | –   | –                |
| Время горения (тления), с   | 240             | 235 | 245 | 240              |
| <i>Скорость воздушного потока – 4 м/с</i>   |                 |     |     |                  |
| Степень повреждения по длине, мм: верхнего водоизоляционного слоя   | 290             | 285 | 295 | 285              |
| стеклохолста  | 290             | 285 | 295 | 285              |
| теплоизоляционного слоя   | 280             | 275 | 270 | 275              |
| основы под кровлю   | –               | –   | –   | –                |
| Потеря целостности (сквозное прогорание)  | –               | –   | –   | –                |
| Время горения (тления), с   | 240             | 235 | 245 | 240              |
| П р и м е ч а н и я: 1. Площадь повреждения верхнего водоизоляционного слоя – 300×140 мм и 285×140 мм (для воздушного потока скоростью 2 и 4 м/с соответственно).<br>2. Площадь повреждения теплоизоляционного слоя – 290×170 мм и 275×170 мм (для воздушного потока скоростью 2 и 4 м/с соответственно). |                 |     |     |                  |

диционированный, помещают в камеру сжигания. На поверхности образца отмечают местоположение деревянного штабеля (точка в центре штабеля – точка 0 на расстоянии 100 мм от края образца). Закрыв покрытие камеры сжигания, включают систему подачи воздуха, вентиляционную систему и регулируют скорость воздушного потока над образцом (2 и 4 м/с соответственно). Деревянный штабель помещают на устройстве для поджига в течение (30±2) с. Затем, за время не более 5 с, помещают на поверхность образца в точку 0 таким образом, чтобы шесть верхних брусков располагались перпендикулярно центральной оси образца.

В процессе испытаний регистрируют время воспламенения образца, время остаточного пламенного горения (тления), наличие капель расплава, в том числе горящих.

Испытания прекращают, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- прекращение горения деревянного штабеля и отсутствие остаточного пламенного горения (тления) образца;
- достижение пламенем верхнего края образца, вне зависимости от догорания деревянного штабеля;
- продолжительность пламенного горения (тления) образца более 900 с.

По окончании испытаний измеряют степень и площадь повреждения верхнего и нижнего водоизоляционных слоев, теплоизоляционного и пароизоляционного слоев, а также сквозное прогорание кровли и глубину повреждения каждого слоя кровли. Фиксируют также следующие результаты наблюдений: обугливание, оплавление, спекание, осаждение сажи, изменение цвета, усадку, вспучивание, коробление, образование трещин или иные дефекты, повлиявшие на результаты испытаний.

По результатам испытаний, в зависимости от степени повреждения по длине, кровли подразделяются



на две группы пожарной опасности — КПО и КПО1, при этом для кровли группы КПО не допускают: образования горящих капель расплава, потери целостности (сквозного прогорания), пламенного горения (тления) более 900 с. За степень повреждения по длине принимается максимальная длина поврежденного участка кровли для каждого слоя. Группа пожарной опасности определяется по наихудшему результату, полученному для двух режимов испытаний.

По группам пожарной опасности кровли классифицируют следующим образом: при степени повреждения кровли по длине менее 550 мм — группа пожарной опасности КПО, при степени повреждения > 550 мм — группа КПО1.

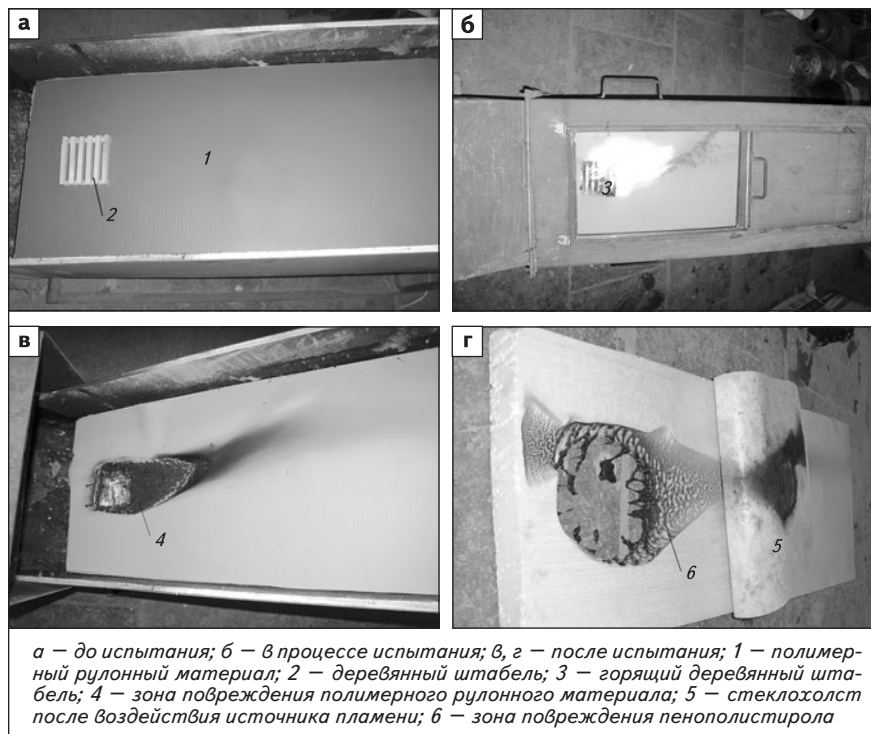
С целью апробации метода была проведена научно-исследовательская работа по сравнительной оценке группы пожарной опасности ряда образцов кровельных композиций (табл. 2). Для этого были сформированы конструкции кровель, включающие в себя материалы верхнего или (и) нижнего водоизоляционного слоя, теплоизоляционного слоя, материалы, расположенные между основанием и водоизоляционным слоем, а также материалы основания под кровлю.

В качестве примера в табл. 3 приведены результаты испытаний кровельной композиции № 3 (см. табл. 2), а также внешний вид композиции в процессе испытания (см. рисунок).

Выбор материалов, входящих в состав кровли, был обусловлен возможностью сочетания различных по характеристикам пожарной опасности элементов, составляющих композицию в целом. В качестве нижних элементов покрытия были выбраны: профилированный лист из оцинкованной стали, пароизоляционный материал из рулонного битумного материала и минераловатная негорючая плита толщиной 30 мм. Разделительным слоем между основанием из пенополистирольных плит и кровлей служил стеклохолст, в других конструкциях — геотекстиль, а теплоизоляционный слой был представлен различными по пожарной опасности материалами: негорючим — минераль-

#### 4. Максимально допустимая площадь кровли без гравийного слоя и участков кровли, разделенных противопожарными поясами

| Группа пожарной опасности кровли по ГОСТ Р 56026 | Распространение пламени (РП) и воспламеняемость (В) водоизоляционного ковра кровли, не ниже | Группа горючести материала основания под кровлю | Максимально допустимая площадь кровли без гравийного слоя, а также участков кровли, разделенных противопожарными поясами, м <sup>2</sup> |
|--|---|---|--|
| КПО  | РП1, В2   | НГ, Г1<br>Г2, Г3<br>Г4                          | Без ограничений<br>10000<br>3600   |
|  | РП2, В2   | НГ, Г1<br>Г2, Г3<br>Г4                          | 10000<br>6500<br>5200  |
| КПО1   | РП1, В2   | НГ, Г1<br>Г2, Г3<br>Г4                          | 6500<br>5200<br>3600   |
|  | РП2, В3   | НГ, Г1<br>Г2,<br>Г3,<br>Г4                      | 5200<br>3600<br>2000<br>1200   |
|  |   | РП3, РП4, В3                                    | НГ, Г1<br>Г2,<br>Г3<br>Г4  |



Образец кровельной композиции № 3 при проведении огневого испытания

ной (каменной) ватой и горючим — пенополистиролом. Водоизоляционный ковер кровли был выполнен из одного слоя полимерного рулонного

материала пониженной горючести (показатели пожарной опасности Г1, В2, РП1) либо из двух слоев битумно-полимерного материала, из кото-

рых верхний слой имел крупнозернистую посыпку (показатели пожарной опасности Г4, В2, РП1) или из мастичных битумных слоев с гравийной засыпкой различной фракции (показатели пожарной опасности Г4, В1, РП1), а также из горючего битумно-полимерного материала (показатели пожарной опасности Г4, В3, РП4).

#### Выводы

Как показали испытания, кровельные композиции № 1–7 и 10–15 относятся к **группе пожарной опасности КПО**, а кровельные композиции № 8 и 9 – к **группе пожарной опасности КП1**, откуда следует,

что на пожарную опасность кровли влияют свойства применяемых материалов и их композиционное сочетание. Немаловажную роль при этом играет пожарная опасность материала верхнего слоя водоизоляционного ковра кровли. Так, при использовании трудногорючей однослойной полимерной кровли (образец № 6) или огнезащищенной двухслойной композиции на битумной основе (образцы № 12 и 3) не происходит распространения пламени по поверхности образца, и даже горючий теплоизоляционный материал (например, пенополистирол) разрушается только в месте огневого воздействия, в допустимых норма-

тивных пределах классификации метода. При применении горючего материала водоизоляционного ковра, даже в сочетании с негорючей теплоизоляцией или негорючей основой (образец № 9), кровля в целом относится к пожароопасной группе.

Результаты испытаний позволили определить, в зависимости от показателей РП (распространения пламени) и КП (класса пожарной опасности), значения максимально допустимых площадей кровли без гравийного защитного слоя и участков кровли, разделенных противопожарными поясами (табл. 4), что позволяет внести изменения в СП 17.13330.2011 «СНиП II-26-76\* Кровли».

Для цитирования: Константинова Н. И., Молчадский О. И., Воронин А. М., Колдашев С. Н. Исследование пожарной опасности кровель из битумных, битумно-полимерных и полимерных материалов // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 7. С. ???

For citation: Konstantinova N. I., Molchadsky O. I., Voronin A. M., Koldashev S. N. Investigation of bitumen, bitumen-polymer and polymer roofs fire hazard rating. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2014, no. 7, pp. ??–??. (In Russian). ■