

УДК 614.841.41

DOI 10.48612/ntp/fz25-44gr-b7dk

## **АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПАТЕНТНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ИНТУМЕСЦЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

**М. А. МАЛЬЦЕВ, С. А. СЫРБУ, А. Г. АЗОВЦЕВ, С. Н. НАКОНЕЧНЫЙ, С. А. ШАБУНИН**

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

Российская Федерация, г. Иваново

E-mail: maltsev\_m80@mail.ru

В данной статье представлен анализ патентных документов за последние 50 лет, касающихся интумесцентных покрытий, предназначенных для применения в нефтегазовой отрасли, с акцентом на огнезащиту металлических и промышленных объектов. Материалы исследования отобраны из патентных баз десяти ведущих стран: Бразилии, Великобритании, Германии, Италии, Китая, России, США, Финляндии, Франции, Чехии. Исследование носит репрезентативный характер, охватывая ключевые аспекты разработки и применения таких покрытий.

Анализ патентной документации по интумесцентным покрытиям выявляет широкий спектр исследовательских и прикладных областей. Российские патенты преимущественно ориентированы на повышение эксплуатационной стойкости, американские – на эпоксидные покрытия с акцентом на малый вес и удобство нанесения, китайские – на комплексные свойства (огнезащита, защита от коррозии, механическая прочность), а европейские – на экологичность и эксплуатационные характеристики. В заключение, исследование выявляет наиболее перспективные направления разработки – покрытия для металлических поверхностей, предназначенные для эксплуатации в тяжелых условиях и сочетающие огнезащитные свойства с высокой эксплуатационной стойкостью.

**Ключевые слова:** патентная база, интумесцентное покрытие, технологическое оборудование, нефтегазовый комплекс, углеводородный пожар, пенококсовый слой.

## **ANALYSIS OF THE FOREIGN AND DOMESTIC PATENT BASE IN THE FIELD OF CREATING INTUMESCENT COATINGS FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF OIL AND GAS COMPLEX**

**M. A. MALTSEV, S. A. SYRBU, A. G. AZOVTSSEV, S. N. NAKONECHNIY, S. A. SHABUNIN**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»

E-mail: maltsev\_m80@mail.ru

This article presents an analysis of patent documents over the past 50 years concerning intumescent coatings intended for use in the oil and gas industry, with an emphasis on flame retardancy of metal and industrial facilities. The research materials were selected from the patent databases of ten leading countries: Brazil, Great Britain, Germany, Italy, China, Russia, USA, Finland, France, Czech Republic. The study is representative, covering key aspects of the development and application of such coatings.

The analysis shows that the patent base in the field of intumescent coatings demonstrates a variety of directions: Russian patents are mainly focused on fire protection of equipment, American patents on epoxy coatings with an emphasis on low weight and ease of application, Chinese patents on complex properties (fire protection, corrosion protection, mechanical strength), and European patents on environmental friendliness and performance. In conclusion, the study identifies the most promising areas of development – coatings for metal surfaces designed for use in harsh conditions and combining flame-retardant properties with high operational resistance.

**Keywords:** patent base, intumescent coating, technological equipment, oil and gas complex, hydrocarbon fire, foam coke layer.

### Введение

В настоящее время для огнезащиты металлических и деревянных конструкций широко используются интумесцентные покрытия. Механизм их действия заключается в следующем. При высоких температурах они претерпевают химические изменения, вспучиваясь и формируя теплоизолирующий слой из пенококса. Эта технология активно применяется в нефтегазовой промышленности для пассивной защиты критически важных объектов – металлоконструкций, трубопроводов, резервуаров и технологического оборудования – от деформации и разрушения в случае пожара. В обычном состоянии покрытие неотличимо от стандартной краски. Оно выполняет свои защитно-декоративные задачи. Однако, при достижении температуры выше 200 °С начинается процесс, приводящий к увеличению объема материала в 20-40 раз.

Интумесцентные покрытия в нефтегазовом комплексе рассматриваются не как вспомогательный лакокрасочный слой, а как элемент пассивной противопожарной защиты, способный при нагреве формировать теплоизоли-

рующий пенококсовый слой. Для технологического оборудования отрасли это особенно важно, поскольку в патентных документах регулярно рассматриваются сценарии углеводородного пожара, струйного горения, длительного воздействия высоких температур, а в российских разработках учитывается комбинированный сценарий «взрыв-пожар».

Целью исследования является выявление основных направлений развития отечественной и зарубежной патентной базы в области разработки интумесцентных покрытий, пригодных для защиты технологического оборудования нефтегазового комплекса.

### Материалы и методы исследования

Материалом исследования выступили патентные документы, находящиеся в базах данных наиболее развитых промышленных стран: Бразилии [1], Великобритании [2, 3], Германии [4], Италии [5], Китая [6, 7], России [8-27], США [28, 29], Финляндии [30], Франции [31], Чехии [32] (данные представлены в табл. 1).

Таблица 1. Патентные документы, находящиеся в базах данных наиболее развитых промышленных стран

№ п/п	Наименование	Краткое описание
1	BR112022005968-0 B1, 24.01.2023, «Состав не вспучивающегося огнезащитного покрытия на водной основе, не содержащего изоцианатов, метод нанесения покрытия на подложку»	Изобретение представляет собой не вспучивающееся огнезащитное покрытие на водной основе. Огнезащитный эффект достигается за счет добавки антипиренов. Полученное покрытие отличается хорошей адгезией к различным поверхностям, долговечностью и соответствует строгим требованиям пожарной безопасности в авиационной отрасли.
2	GB2626653, 08.12.2023, «Противопожарное и фунгицидное покрытие»	Изобретение представляет собой систему многослойного покрытия, состоящую из трех различных слоев, обеспечивающих противопожарную и фунгицидную защиту.
3	GB2274459A, 27.07.1994, «Вспучивающиеся огнезащитные покрытия»	Изобретение представляет собой не содержащую галогенов композицию вспучивающегося огнезащитного покрытия на водной основе, отличающуюся тем, что она содержит латексное связующее на основе бинарного сополимера этилена-винилацетата и оксид цинка.
4	DE102016203911A1, 14.09.2017, «Безгалогенное вспучивающееся огнезащитное покрытие и его применение»	Настоящим изобретением является создание огнестойких покрытий, содержащих связующее вещество на основе натуральных компонентов и не требующих использования галогенсодержащих компонентов, таких как хлорпарафин.
5	WO2010007638A1 21.01.2010 «Огнестойкая нетоксичная краска»	Изобретением является огнезащитное покрытие (или огнезащитная краска) на

№ п/п	Наименование	Краткое описание
		основе нетоксичных инертных продуктов с полным отсутствием дымовыделения, применимое для широкого спектра поверхностей.
6	WO2018227458A1, 20.12.2018, «Вспучивающееся многокомпонентное покрытие»	Настоящее изобретение относится к вспучивающейся композиции для покрытия (также известной как покрытие для пассивной противопожарной защиты).
7	CN104327679A, 04.02.2015, «Способ нанесения эпоксидного антикоррозионного огнестойкого покрытия»	С помощью метода, описанного в патенте, можно получить эпоксидное антикоррозионное огнестойкое покрытие, обладающее хорошей коррозионной стойкостью, ударопрочностью, вязкостью и огнестойкостью.
8	RU2225423C1, 10.03.2004, «Огнезащитная вспучивающаяся краска»	Изобретение относится к лакокрасочным материалам, а именно к огнезащитным вододисперсионным краскам для покрытия, и может быть использовано для внутренних и наружных работ по дереву, штукатурке, пенополиуретану, бетону, картону и металлоконструкциям в строительстве, авиации, железнодорожном транспорте и в других областях, где требуется защита поверхностей таких изделий от огня.
9	RU2331447C1, 20.08.2008, «Система противопожарной и взрывозащитной защиты зданий и сооружений»	Сущность изобретения: система противопожарной и взрывозащитной защиты зданий и сооружений включает в себя металлический слой внешней облицовки, обладающий демпфирующими свойствами, который крепится к защищаемому объекту с помощью гибкого каркаса, и вспучивающийся слой, наносимый на поверхность защищаемого объекта таким образом, чтобы между вышеупомянутым слоем облицовки и вспучивающимся слоем образовался воздушный зазор.
10	RU2691723, 17.06.2019, «Способ противопожарной защиты резервуаров для хранения жидких горючих веществ и огнестойкое теплоизолирующее покрытие»	Изобретение относится к способам тушения больших площадей горения горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, хранящихся в емкостных хранилищах и резервуарах.
11	RU2616848, 18.04.2017, «Способ противопожарной защиты резервуаров для хранения жидких горючих веществ и система для его осуществления»	Изобретение относится к способам тушения больших площадей горения горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, хранящихся в емкостных хранилищах и резервуарах.
12	RU2765373, 28.01.2022, «Способ термозащиты пожарной переборки и огнезащитная композиция для покрытия плоскостных конструкций»	Изобретение относится к способу создания огнезащитного покрытия на поверхности горючих и негорючих материалов. Способ термозащиты пожарных переборок заключается в том, что переборку оснащают по крайней мере, с одной стороны, многослойным огнезащитным покрытием. Отличается тем, что в качестве огнезащитного покрытия используют термоизолирующие плиты, включающие сеть из негорючего материала и порошок из природных минеральных компонентов.

№ п/п	Наименование	Краткое описание
13	RU2590379, 10.07.2016, «Вспененный гель кремнезема, применение вспененного геля кремнезема в качестве огнетушащего средства и золь-гель способ его получения»	Изобретение относится к области получения золь-гель способом вспененного геля кремнезема, который может быть использован в качестве огнетушащего средства при взрывопожаропредотвращении, а также в качестве изолирующего и наполняющего материала в строительстве и в иных отраслях промышленности.
14	RU2732516, 21.09.2020, «Трубное противопожарное уплотнение»	Изобретение относится к огнезащитным противопожарным средствам и может быть использовано для герметизации узлов прохода трубопровода через стены, перегородки на промышленных объектах с повышенной пожароопасностью и для защиты помещений, персонала, оборудования от пожара, дыма, воздействий окружающей среды.
15	RU2827453, 26.09.2024, «Способ огнезащитной обработки поверхности металла»	Изобретение относится к области огнезащиты изделий из металла и может быть использовано в строительстве и других областях техники для повышения огнестойкости металлических, в частности, стальных конструкций.
16	RU2716448, 11.03.2020, «Огнезащитная инту-месцентная краска с увеличенным пределом огнестойкости»	Изобретение относится к лакокрасочным материалам, предназначенным для защиты различных металлоконструкций, конструкций и материалов, и может быть использовано в строительной отрасли, транспорте и в других областях, где требуется защита поверхностей от огня.
17	RU2580773, 10.04.2016, «Огнезащитные композиции, содержащие интеркалированные триазином фосфаты металлов»	Настоящее изобретение относится к огнезащитным композициям, содержащим интеркалированные триазином фосфаты металлов с открытыми каркасными структурами.
18	RU2812768, 02.02.2024, «Упругий элемент и огнестойкое покрытие»	Изобретение относится к упругому элементу для гашения колебаний и/или подрессоривания, имеющему по меньшей мере одно пружинящее демпфирующее тело и огнестойкое покрытие на нём.
19	RU2721988, 25.05.2020, «Огнестойкое покрытие и огнезащитная наносимая распылением вяжущая композиция для высокопрочного бетона холодного плавления с контролируемой плотностью»	Изобретение относится к наносимым распылением огнезащитным материалам и способам их получения для защиты стали, древесины, бетона и других строительных и промышленных материалов, которые требуют защиты от неожиданных возгораний.
20	RU2765094, 25.01.2022, «Огнестойкий покрывающий материал проходной части»	Настоящее изобретение относится к огнестойкому покрывающему материалу проходной части и, в частности, к огнестойкому покрывающему материалу, применяемому при создании покрытой для огнезащиты проходной части в деревянном здании.
21	RU2705620, 11.11.2019, «Огнестойкая кабельная проходка для стен и перекрытий зданий»	Изобретение относится к устройствам пассивной противопожарной защиты и может быть использовано преимущественно для заделки мест прохода кабелей через различные строительные конструкции для предотвращения распространения пожара

№ п/п	Наименование	Краткое описание
		из одного помещения в другое в процессе строительства, монтажа оборудования, эксплуатации за счет способности восстановления проходкой своих геометрических размеров после устранения воздействия деформации.
22	RU2810768, 28.12.2023, «Огнестойкий материал»	Изобретение относится к огнестойким материалам, защищающим от огня и высоких температур, и может быть использовано в вагоно- и судостроении, и других отраслях промышленности, где требуется применение трудновоспламеняемых и трудногорючих материалов.
23	RU2839332, 29.04.2025, «Многослойное огнестойкое эластичное полотно с огнезащитным интумесцентным рулонным покрытием»	Изобретение относится к огнезащитным материалам, а именно к многослойному огнестойкому эластичному полотну с огнезащитным интумесцентным рулонным покрытием. Изобретение предназначено для защиты от пожара строительных конструкций зданий, сооружений и оборудования.
24	RU2711076, 15.01.2020, «Огнезащитное интумесцентное рулонное покрытие»	Изобретение относится к огнезащитным материалам и предназначено для защиты от пожара строительных конструкций зданий и сооружений. Огнезащитное интумесцентное рулонное покрытие состоит из эластичной полимерной композиции на основе синтетических каучуков и окисленного графита, нанесенной на армирующую сетку, состоящую из сочетания стекловолокна, базальтового и кремнеземного волокон и углепластика, при оптимальном соотношении компонентов.
25	RU2818238, 26.04.2024, «Композиционный огнезащитный материал»	Изобретение относится к способу создания композиционного огнезащитного материала пассивной противопожарной преграды и может быть использовано для защиты широкого ряда объектов судовых конструкций, зданий, сооружений от воздействия тепловых потоков.
26	RU2800576, 24.07.2023, «Огнестойкий профиль с термокомпенсирующим наполнителем»	Предлагаемое изобретение относится к области строительства и может быть использовано в качестве противопожарных огнестойких профилей с термокомпенсирующим наполнителем для производства различных противопожарных конструкций окон, дверей, коридоров, стеновых конструкций, витражей, перегородок.
27	RU2848176, 16.10.2025, «Фиброгипсовермиколитоцемзобетонная сырьевая смесь для изготовления огнезащитного покрытия»	Изобретение относится к промышленности строительных материалов и предназначено для огнезащиты стальных, железобетонных и армоцементных конструкций в гражданском, промышленном и сельском строительстве.
28	US11525059, 15.04.2021, «Вспучивающиеся лакокрасочные материалы, эффективные при низких температурах»	Настоящее изобретение в целом относится к вспучивающимся составам и, в частности, к вспучивающимся покрытиям, которые сохраняют свою структурную целостность

№ п/п	Наименование	Краткое описание
		даже при многократном воздействии температур окружающей среды, приближающихся к -60 °С.
29	US6096812A, 23.09.1997, «Вспучивающееся покрытие низкой плотности и малого веса»	Данное изобретение относится к вспучиваемому огнестойкому покрытию на основе эпоксидной смолы с низкой плотностью и способу его нанесения.
30	WO2019002680A1, 03.01.2019, «Огнезащитный состав и покрытие»	Настоящее изобретение относится к огнезащитной композиции на биологической основе, химический состав которой не наносит вреда окружающей среде, жизни и здоровью человека.
31	FR2935698A3, 31.01.1985, «Отверждаемая двухкомпонентная композиция и ее применение в качестве изотермического покрытия»	Изобретение относится к отверждаемой композиции, состоящей из двух компонентов: одного жидкого, а другого твердого в виде частиц, в частности порошков, которые смешиваются перед использованием. Изобретение также относится к применению такой композиции в качестве изотермического покрытия, устойчивого к коррозии и воздействию химических веществ.
32	CZ35748, 25.01.2022, «Геополимерная защита от огня и коррозии, покрытие для стали, дерева и бетона»	Изобретение представляет из себя двухкомпонентную систему геополимерных покрытий с вспучивающимися и антикоррозийными свойствами, предназначенную для нанесения на стальные конструкции.

Анализ носил не сплошной, а репрезентативный характер: в выборку включались документы, в которых интумесцентное покрытие описано либо как самостоятельная огнезащитная композиция, либо как часть конструктивной системы пассивной защиты металлических и иных промышленных объектов. Критериями отбора стали технологическая релевантность нефтегазовому комплексу, наличие признаков углеводородного пожара, защита металлических подложек, совмещение огнезащиты с антикоррозионными и эксплуатационными свойствами, а также формульная определенность состава.

В российскую часть выборки включены патенты RU2225423C1 [8], RU2331447C1 [9]. Финский сегмент отражает документ WO2019002680A1 [30], итальянский – WO2010007638A1 [5], германский – DE102016203911A1 [4], китайский – WO2018227458A1 [6] и CN104327679A [7], британский – GB2274459A [3], французский – FR2935698A3 [31]. Американская выборка включает US11525059B2 [28] и US6096812A [29].

Методически исследование строилось как сравнительный патентный анализ. На первом этапе выявлялись объект защиты, тип связующего, вспучивающая система, наличие минеральных и волокнистых модификаторов,

требования к дымообразованию, токсичности и стойкости кокса. На втором этапе патенты сопоставлялись по признаку отраслевой применимости. При этом прямой отбор в пользу нефтегазового оборудования делался тогда, когда документ прямо называл пожароопасное технологическое оборудование, углеводородный пожар, морские платформы, резервуарные и металлические конструкции. В остальных случаях применимость оценивалась как вывод из описания металлических субстратов, антикоррозионной функции, толстослойного нанесения и повышенной термостойкости.

#### Результаты исследования

Российская патентная база представлена двумя основными направлениями. Патент RU2225423C1 [8] описывает воднодисперсионную акриловую интумесцентную краску на основе аммонийного полифосфата, пентаэритрита и меламина (на основе классической «интумесцентной триады») с модификацией связующего для повышения эксплуатационной стойкости. В патенте RU2331447C1 [9] описывается система огневзрывозащиты с металлической облицовкой, воздушной прослойкой и интумесцентным слоем, прямо предназначенная для пожароопасного оборудования нефтегазового комплекса.

Американские патенты ориентированы на тяжелые условия эксплуатации. В US6096812A [29] предложено эпоксидное покрытие низкой плотности для снижения воздействия углеводородного пожара; в описании прямо указаны морские платформы и объекты хранения и переработки углеводородов. В патенте US11525059B2 [28] основное внимание уделено технологии нанесения: покрытие предназначено для нанесения при пониженных температурах и может использоваться без обязательной армирующей сетки, в том числе в условиях углеводородного и струйного пожара.

Китайские разработки сосредоточены на совмещении нескольких функций. В патенте CN104327679A [7] описано эпоксидное антикоррозионное огнезащитное покрытие, в составе которого объединены эпоксидная смола, феноламин, полифосфат аммония, гидроксид магния, полиуретан и бутадиен-нитрильный каучук. В патенте WO2018227458A1 [6] представлена многокомпонентная интумесцентная система с борсодержащими добавками, волокнами и углеродсодержащими соединениями, то есть акцент

сделан на формирование более прочного защитного слоя.

Европейские патенты в большей степени ориентированы на экологические и эксплуатационные свойства. В GB2274459A [3] предложена безгалогенная водная система на основе этиленвинилацетатного латекса и оксида цинка. В патенте DE102016203911A1 [4] описано безгалогенное покрытие с микрокапсулированным полифосфатом аммония. В патенте WO2019002680A1 [30] использована биооснованная композиция на базе наноприллированной целлюлозы. В патенте WO2010007638A1 [5] заявлена нетоксичная, не образующая дыма, интумесцентная краска или штукатурка, а FR2935698A3 [31] отражает использование природных минералов: гипса, карбоната кальция, кремнезема и щелочного силиката. В целом европейские решения тяготеют к не содержащим галогенов минеральным системам с дымоподавлением, тогда как американские и китайские патенты – к эпоксидным покрытиям для металлического оборудования.

Таблица 2. Представленные патентные документы и их техническая направленность

Страна	Патентный документ	Основной технический акцент
Россия	RU2225423C1	Воднодисперсионная интумесцентная краска с полифосфатом аммония, меламином, пентаэритритом и акриловой дисперсией
Россия	RU2331447C1	Композиционная система «металлическая облицовка – воздушная прослойка – вспучивающийся слой»
США	US6096812A	Эпоксидное интумесцентное покрытие низкой плотности
США	US11525059B2	Эффективное покрытие при низких температурах нанесения
Китай	CN104327679A	Эпоксидное антикоррозионное огнезащитное покрытие
Китай	WO2018227458A1	Многокомпонентная интумесцентная система с борсодержащими добавками и волокнами
Германия	DE102016203911A1	Не содержащее галогенов покрытие на терпеновых/политерпеновых связующих, микрокапсулированный полифосфат аммония
Великобритания	GB2274459A	Не содержащая галогенов водная смесь этиленвинилацетата с оксидом цинка
Финляндия	WO2019002680A1	Биокомпозиция на основе наноприллированной целлюлозы и минералов
Италия	WO2010007638A1	Инертная интумесцентная краска/штукатурка с подавлением дымообразования
Франция	FR2935698A3	Минеральное интумесцентное покрытие на гипсово-силикатной основе

Анализ патентной базы показывает, что развитие технологий создания интумесцентных покрытий идет по нескольким четко выраженным направлениям. В российском патенте RU2225423C1 [8], опубликованном 10.03.2004, представлена классическая вспучивающаяся система на основе водной акриловой дисперсии с полифосфатом аммония, меламином и пентаэритритом, то есть с традиционным набором компонентов интумесцентной рецептуры. В патенте RU2331447C1 [9], опубликованном 20.08.2008, огнезащита уже рассматривается как многослойная система, включающая металлическую наружную облицовку, гибкий каркас, вспучивающийся слой и воздушную прослойку между ними. Американский патент US6096812A [29] ориентирован на легковесное интумесцентное покрытие низкой плотности и прямо указывает на применение на судах, нефтяных платформах и объектах хранения и переработки углеводородов. Китайский патент CN104327679A [7] от 04.02.2015 отражает линию совмещения огне- и антикоррозионной защиты: в составе указаны 30–40 % бисфенол-А-эпоксидной смолы, 8–15 % фенольного амина, 5–10 % смеси наноразмерного гидроксида магния и полифосфата аммония, 5–10 % полиуретана и 10–18 % бутадиен-нитрильного каучука. Британский патент GB2274459A [3] фиксирует не содержащую галогенов водную систему на основе этиленвинилацетатного латекса, где оксид цинка вводится в количестве 0,75–7,5 % от массы твердых веществ, а содержание связующего составляет 7,5–35 %; вспучивающаяся часть включает меламин, полифосфат аммония и пентаэритрит. Германский патент DE102016203911A1 [4] показывает направление совершенствования не содержащих галогенов покрытий за счет микрокапсулированного полифосфата аммония.

### Обсуждение

Анализ патентов показывает, что отечественная и зарубежная базы развиваются в различных направлениях. Российские патенты чаще ориентированы на конкретные инженерные задачи, в том числе на защиту оборудования нефтегазового комплекса и работу при комбинированных поражающих факторах. Зарубежные разработки в основном описывают универсальные интумесцентные покрытия для металлических поверхностей, стальных конструкций и условия углеводородного пожара. В

результате российские решения отличаются более выраженной отраслевой направленностью, тогда как зарубежные патенты демонстрируют более широкое химико-технологическое разнообразие.

Для нефтегазового комплекса наибольший интерес представляют эпоксидные покрытия для защиты от углеводородных пожаров, составы с неорганическими и волокнистыми добавками, а также огнезащитные материалы с антикоррозионными свойствами. Это связано с тем, что технологическое оборудование работает в условиях нагрева, коррозии, механических нагрузок и сложной геометрии. Основными направлениями европейских разработок являются отсутствие в составе галогенов, пониженное дымообразование, а также наличие в составе минеральных и биологических добавок. Вместе с тем, следует учитывать, что патент отражает новизну решения и объем правовой охраны, но сам по себе не подтверждает его широкого промышленного внедрения. Поэтому патентную базу следует рассматривать, прежде всего, как источник сведений о технологических направлениях разработки интумесцентных покрытий.

### Заключение

Проведенный анализ показал, что патентная база в области разработки интумесцентных покрытий для нефтегазового комплекса развивается по нескольким направлениям. Российские патенты в большей степени связаны с задачами огнезащиты конкретного технологического оборудования. Американские разработки сосредоточены на эпоксидных покрытиях для снижения воздействия углеводородного пожара, снижении массы покрытия и повышении удобства нанесения. Китайские патенты ориентированы на совмещение огнезащитных, антикоррозионных и механических свойств. Европейские решения в большей степени акцентируют экологические и эксплуатационные характеристики, такие как отсутствие в составе галогенов, низкое дымообразование и использование минеральных либо биологических компонентов.

Наиболее перспективными для нефтегазового комплекса являются покрытия для металлических поверхностей, рассчитанные на тяжелые условия эксплуатации и сочетающие огнезащиту с другими эксплуатационными характеристиками.

### Список литературы

1. Canterbury T. Isocyanate-free water-based non-intumescent fire retardant coating composition, substrate and substrate coating method,

Patent 112022005968 Brazil CO9 D5/18, opubl. 24.01.2023, Byul. № 7.

2. Derek A. W. Fire protection and mould retardant coating, Patent 2626653 Great Britain CO9 D5/185, opubl. 08.12.2023.

3. Swan M. D. Intumescent fire protection coatings, Patent 2274459 Great Britain CO9 D5/185, opubl. 27.07.2024.
4. Bender K. Halogen-free, intumescent fire protection coating and its use, Patent 102016203911 Germany CO9 D5/185, opubl. 14.09.2017.
5. Colucci A. P. Fireproof, non-toxic paint, Patent 2010007638 Italy CO9 D1/02, opubl. 21.01.2010.
6. Wu H. Intumescent coating composition, Patent 2018227458 China CO9 D5/185, opubl. 20.12.2018.
7. Yanling X. Preparation method of epoxy anti-corrosion flame-retardant coating, Patent 104327679 China CO9 D163/00, opubl. 04.02.2015.
8. Патент 2225423 Российская Федерация МПК CO9 D5/18. Огнезащитная вспучивающаяся краска / Т. Е. Гузяева; опубл. 10.03.2004, Бюл. № 7.
9. Патент 2331447 Российская Федерация МПК A62C 2/06. Система противопожарной и взрывозащитной защиты зданий и сооружений / В. Л. Страхов; опубл. 20.08.2008, Бюл. № 23.
10. Патент 2691723 Российская Федерация МПК A62C 3/06. Способ противопожарной защиты резервуаров для хранения жидких горючих веществ и огнестойкое теплоизолирующее покрытие / В. И. Забегаев; опубл. 17.06.2019, Бюл. № 17.
11. Патент 2616848 Российская Федерация МПК A62C 3/06. Способ противопожарной защиты резервуаров для хранения жидких горючих веществ и система для его осуществления / Н. П. Копылов; опубл. 18.04.2017, Бюл. № 11.
12. Патент 2765373 Российская Федерация МПК A62C 3/06. Способ термозащиты пожарной переборки и огнезащитная композиция для покрытия плоскостных конструкций / С. Ю. Лазарев; опубл. 28.01.2022, Бюл. № 29.
13. Патент 2590379 Российская Федерация МПК C01B 33/16. Вспененный гель кремнезема, применение вспененного геля кремнезема в качестве огнетушащего средства и золь-гель способ его получения / И. М. Абдурагимов; опубл. 10.07.2016, Бюл. № 19.
14. Патент 2732516 Российская Федерация МПК B22C 9/04. Трубное противопожарное уплотнение / Р. Бохли; опубл. 21.09.2020, Бюл. № 17.
15. Патент 2827453 Российская Федерация МПК C08K 3/016. Способ огнезащитной обработки поверхности металла / С. Д. Варфаломеев; опубл. 26.09.2024, Бюл. № 17.
16. Патент 2716448 Российская Федерация МПК C09D 3/016. Огнезащитная интумесцентная краска с увеличенным пределом огнестойкости / Д. А. Малюта; опубл. 11.03.2020, Бюл. № 8.
17. Патент 2580773 Российская Федерация МПК C21D 8/10. Огнезащитные композиции, содержащие интеркалированные триазинном фосфаты металлов / А. И. Грехов; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10.
18. Патент 2812768 Российская Федерация МПК F16F 1/371. Упругий элемент и огнестойкое покрытие / Я. Керн; опубл. 02.02.2024, Бюл. № 4.
19. Патент 2721988 Российская Федерация МПК C04B 41/50. Огнестойкое покрытие и огнезащитная наносимая распылением вяжущая композиция для высокопрочного бетона холодного плавления с контролируемой плотностью / Р. Зуброд; опубл. 25.05.2020, Бюл. № 15.
20. Патент 2765094 Российская Федерация МПК E04B 1/94. Огнестойкий покрывающий материал проходной части / Ю. Татани; опубл. 25.01.2022, Бюл. № 3.
21. Патент 2705620 Российская Федерация МПК E04B 1/94. Огнестойкая кабельная проходка для стен и перекрытий зданий / В. А. Прусаков; опубл. 11.11.2019, Бюл. № 32.
22. Патент 2810768 Российская Федерация МПК D02G 3/04. Огнестойкий материал / И. А. Кириллин; опубл. 28.12.2023, Бюл. № 1.
23. Патент 2839332 Российская Федерация МПК A62C 2/06. Многослойное огнестойкое эластичное полотно с огнезащитным интумесцентным рулонным покрытием / М. В. Гравит; опубл. 29.04.2025, Бюл. № 13.
24. Патент 2711076 Российская Федерация МПК C09K 21/00. Огнезащитное интумесцентное рулонное покрытие / В. А. Прусаков; опубл. 15.01.2020, Бюл. № 2.
25. Патент 2818238 Российская Федерация МПК B32B 33/00. Композиционный огнезащитный материал / И. О. Генрих; опубл. 26.04.2024, Бюл. № 12.
26. Патент 2800576 Российская Федерация МПК E06B 5/16. Огнестойкий профиль с термокомпенсирующим наполнителем / А. Е. Галашин; опубл. 24.07.2023, Бюл. № 21.
27. Патент 2848176 Российская Федерация МПК E06B 5/16. Фиброгипсвермикулитопемзобетонная сырьевая смесь для изготовления огнезащитного покрытия / Т. А. Хежев; опубл. 16.10.2025, Бюл. № 29.
28. Hilton S. L. Intumescent coatings compositions effective at low temperatures, Patent 11525059 USA CO9 D5/185, opubl. 15.04.2021.
29. Hanafin J. W. Low density, light weight intumescent coating, Patent 6096812 USA CO9 K21/14, opubl. 23.09.1997.

30. Perre J. Fire retardant composition and coating, Patent 2019002680 Finland CO9 D5/18, opubl. 03.01.2019.

31. Joubert D. Fire retardant composition and coating, Patent 2019002680 France CO4B28/26, opubl. 31.01.1985.

32. Kral M. Geopolymer fire-retardant and anti-corrosion coating for steel, wood and concrete, Patent 35748 Czech Republic CO9 D1/00, opubl. 25.01.2022.

### References

1. Canterbury T. Isocyanate-free water-based non-intumescent fire retardant coating composition, substrate and substrate coating method, Patent 112022005968 Brazil CO9 D5/18, opubl. 24.01.2023, Byul. № 7.

2. Derek A. W. Fire protection and mould retardant coating, Patent 2626653 Great Britain CO9 D5/185, opubl. 08.12.2023.

3. Swan M. D. Intumescent fire protection coatings, Patent 2274459 Great Britain CO9 D5/185, opubl. 27.07.2024.

4. Bender K. Halogen-free, intumescent fire protection coating and its use, Patent 102016203911 Germany CO9 D5/185, opubl. 14.09.2017.

5. Colucci A. P. Fireproof, non-toxic paint, Patent 2010007638 Italy CO9 D1/02, opubl. 21.01.2010.

6. Wu H. Intumescent coating composition, Patent 2018227458 China CO9 D5/185, opubl. 20.12.2018.

7. Yanling X. Preparation method of epoxy anti-corrosion flame-retardant coating, Patent 104327679 China CO9 D163/00, opubl. 04.02.2015.

8. Guzyaeva T. E. Oгнезашhitnaya vspuchivayushhayasya kraska [Flame-retardant bulging paint], Patent 2225423 Rossijskaya Federaciya MPK CO9 D5/18, opubl. 10.03.2004, Byul. № 7.

9. Straxov V. L. Sistema protivopozharnoj i vzry'vozashhitnoj zashhity' zdaniy i sooruzhenij [Fire and explosion protection system for buildings and structures], Patent 2331447 Rossijskaya Federaciya MPK A62S 2/06, opubl. 20.08.2008, Byul. № 23.

10. Zabegaev V. I. Sposob protivopozharnoj zashhity' rezervuarov dlya xraneniya zhidkix goryuchix veshhestv i ognestojkoe teploizoliruyushhee pokry'tie [A method of fire protection of tanks for storing liquids, combustible substances and a fire-resistant thermal insulation coating], Patent 2691723 Rossijskaya Federaciya MPK A62S 3/06, opubl. 17.06.2019, Byul. № 17.

11. Kopy'lov N. P. Sposob protivopozharnoj zashhity' rezervuarov dlya xraneniya zhidkix

goryuchix veshhestv i sistema dlya ego osushhestvleniya [Method of fire protection of reservoirs for storing liquid combustible substances and a system for its implementation], Patent 2616848 Rossijskaya Federaciya MPK A62S 3/06, opubl. 18.04.2017, Byul. № 11.

12. Lazarev S. Yu. Sposob termozashhity' pozharnoj pereborki i ognezashhitnaya kompoziciya dlya pokry'tiya ploskostny'x konstrukcij [A method of thermally protective fire bulkhead and a fire-resistant composition for covering flat structures], Patent 2765373 Rossijskaya Federaciya MPK A62S 3/06, opubl. 28.01.2022, Byul. № 29.

13. Abduragimov I. M. Vспенenny'j gel' kremnezema, primenenie vспенennogo gelya kremnezema v kachestve ognетushashhego sredstva i zol'-gel' sposob ego polucheniya [Foamed silica gel, the use of foamed silica gel as a fire extinguishing agent and the sol-gel method of its preparation], Patent 2590379 Rossijskaya Federaciya MPK S01V 33/16, opubl. 10.07.2016, Byul. № 19.

14. Boxli R. Trubnoe protivopozharnoe uplotnenie [Pipe fire protection seal], Patent 2732516 Rossijskaya Federaciya MPK V22S 9/04, opubl. 21.09.2020, Byul. № 17.

15. Varfalomeev S. D. Sposob ognezashhitnoj obrabotki poverxnosti metalla [Method of flame-retardant metal surface treatment], Patent 2827453 Rossijskaya Federaciya MPK S08K 3/016, opubl. 26.09.2024, Byul. № 17.

16. Malyuta D. A. Oгнезашhitnaya intumescentnaya kraska s uvelichenny'm predelom ognestojkosti [Flame-retardant bulging paint with an increased fire resistance limit], Patent 2716448 Rossijskaya Federaciya MPK S09D 3/016, opubl. 11.03.2020, Byul. № 8.

17. Grexov A. I. Oгнезашhitny'e kompozicii, sodержashhie interkalirovanny'e triazinom fosfaty' metallov [Flame-retardant compositions containing triazine intercalated metal phosphates], Patent 2580773 Rossijskaya Federaciya MPK S21D 8/10, opubl. 10.04.2016, Byul. № 10.

18. Kern Ya. Uprugij e'lement i ognestojkoe pokry'tie [Elastic element and fire-resistant coating], Patent 2812768 Rossijskaya Federaciya MPK F16F 1/371, opubl. 02.02.2024, Byul. № 4.

19. Zubrod R. Oгнестojkoe pokry'tie i ognezashhitnaya nanosimaya raspy'leniem vyazhushhaya kompoziciya dlya vy'sokoprochnogo betona xolodnogo plavleniya s kontroliruemoj plotnost'yu [Fire-resistant coating and flame-retardant spray-applied binder composition for high-strength cold-melting concrete with controlled density], Patent 2721988 Rossijskaya Federaciya MPK C04B 41/50, opubl. 25.05.2020, Byul. № 15.

20. Tatani Yu. Ognestojkij pokry`vayushhij material proxodnoj chasti [Flame-resistant coating material of the preliminary part], Patent 2765094 Rossijskaya Federaciya MPK E04B 1/94, opubl. 25.01.2022, Byul. № 3.

21. Prusakov V. A. Ognestojkaya kabel'naya proxodka dlya sten i perekry`tij zdaniij [Fire-resistant cable penetrations for walls and ceilings of buildings], Patent 2705620 Rossijskaya Federaciya MPK E04B 1/94, opubl. 11.11.2019, Byul. № 32.

22. Kirillin I. A. Ognestojkij material [Fire-resistant material], Patent 2810768 Rossijskaya Federaciya MPK D02G 3/04, opubl. 28.12.2023, Byul. № 1.

23. Gravit M. V. Mnogoslojnoe ognestojkoe e`lastichnoe polotno s ognezashhitny`m intumescentny`m rulonny`m pokry`tiem [Multilayer fire-resistant and elastic fabric with flame-retardant, intensive, rolled coating], Patent 2839332 Rossijskaya Federaciya MPK A62S 2/06, opubl. 29.04.2025, Byul. № 13.

24. Prusakov V. A. Ognezashhitnoe intumescentnoe rulonnoe pokry`tie [Flame-retardant bulging roll coating], Patent 2711076 Rossijskaya Federaciya MPK S09K 21/00, opubl. 15.01.2020, Byul. № 2.

25. Genrix I. O. Kompozicionny`j ognezashhitny`j material [Composite flame-retardant material], Patent 2818238 Rossijskaya

Federaciya MPK V32V 33/00, opubl. 26.04.2024, Byul. № 12.

26. Galashin A. E. Ognestojkij profil` s termokompensiruyushhim zapolnitelem [Fire-resistant profile with heat-compensating filler], Patent 2800576 Rossijskaya Federaciya MPK E06V 5/16, opubl. 24.07.2023, Byul. № 21.

27. Xezhev T. A. Fibrogipsovermikulitopemzobetonnyaya sy`r`evaya smes` dlya izgotovleniya ognezashhitnogo pokry`tiya [Fibrogypsovermiculitopemzobeton mixture for the manufacture of flame-retardant coating], Patent 2848176 Rossijskaya Federaciya MPK E06V 5/16, opubl. 16.10.2025, Byul. № 29.

28. Hilton S. L. Intumescent coatings compositions effective at low temperatures, Patent 11525059 USA CO9 D5/185, opubl. 15.04.2021.

29. Hanafin J. W. Low density, light weight intumescent coating, Patent 6096812 USA CO9 K21/14, opubl. 23.09.1997.

30. Perre J. Fire retardant composition and coating, Patent 2019002680 Finland CO9 D5/18, opubl. 03.01.2019.

31. Joubert D. Fire retardant composition and coating, Patent 2019002680 France CO4B28/26, opubl. 31.01.1985.

32. Kral M. Geopolymer fire-retardant and anti-corrosion coating for steel, wood and concrete, Patent 35748 Czech Republic CO9 D1/00, opubl. 25.01.2022.

*Мальцев Михаил Алексеевич*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

адъюнкт адъюнктуры

E-mail: maltsev\_m80@mail.ru

*Maltsev Mikhail Alekseevich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

adjunct of post-graduate courses

E-mail: maltsev\_m80@mail.ru

*Сырбу Светлана Александровна*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

доктор химических наук, профессор

E-mail: syrbue@yandex.ru

*Syrbu Svetlana Aleksandrovna*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

doctor of chemical sciences, professor

E-mail: syrbue@yandex.ru

*Азовцев Александр Григорьевич*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат технических наук

E-mail: azovcevag@edufire37.ru

*Azovtsev Alexander Grigorievich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy  
of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies  
and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of technical sciences

E-mail: azovcevag@edufire37.ru

*Наконечный Сергей Николаевич*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат химических наук

E-mail: serny@mail.ru

*Nakonechniy Sergey Nikolaevich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy  
of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies  
and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences

E-mail: serny@mail.ru

*Шабунин Сергей Александрович*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Российская Федерация, г. Иваново

кандидат химических наук

E-mail: sergeyshabunin@yandex.ru

*Shabunin Sergey Alexandrovich*

Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education «Ivanovo Fire Rescue Academy  
of State Firefighting Service of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies  
and Elimination of Consequences of Natural Disasters»,

Russian Federation, Ivanovo

candidate of chemical sciences

E-mail: sergeyshabunin@yandex.ru