

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.383.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 29.04.2025 г. № 32

О присуждении Побережной Ульяне Максимовне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Свойства воспламенительных составов на основе пористого кремния» по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ принята к защите 25 февраля 2025 г. (протокол заседания № 29) диссертационным советом 24.2.383.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 24-26/49 литера А), утвержденным приказом Минобрнауки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Побережная Ульяна Максимовна, 1996 года рождения.

В 2020 году соискатель окончила специалитет в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)». В 2024 году окончила очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», в настоящее время работает ассистентом на кафедре химической энергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре химической энергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Савенков Георгий Георгиевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», кафедра химической энергетики, профессор.

Официальные оппоненты:

Герасимов Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГУП «Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров, научно-исследовательский отдел КБ-2, начальник;

Уткин Александр Васильевич, кандидат физико-математических наук, ФГБУН Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук, г. Черноголовка, лаборатория детонации, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГУП «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Технолог», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Семашкиным Георгием Владимировичем, кандидатом технических наук, начальником научно-производственного комплекса № 2, утвержденном Душенком Сергеем Адамовичем, доктором технических наук, заместителем директора-главного конструктора ФГУП «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Технолог» указала, что рассматриваемая диссертация может быть оценена только положительно. По мнению ведущей организации диссертационное исследование по своему научному и техническому уровню соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Побережная Ульяна Максимовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ. Работа У.М. Побережной может представлять большой интерес для производства. Высокая чувствительность к начальному импульсу, надежность и возможность контролируемого возбуждения взрывчатого превращения разработанных в диссертационной работе

составов от заданного типа инициирующего воздействия позволяют рекомендовать данные воспламенительные составы для применения в воспламенительных элементах, микроэлектромеханических системах и взрывных устройствах, где требуется надежное и контролируемое срабатывание, на ряд предприятий России (АО «НПП «Краснознаменец», АО «Муромский приборостроительный завод», АО «Новосибирский механический завод «Искра» и других). Оптимизация рецептур составов, структуры пористого кремния, внедрение окислителей, а также подробное изучение механизмов возбуждения взрывчатого превращения в системе пористый кремний – окислитель имеет огромное прикладное значение для разработки экологически чистых и высокоэффективных воспламенительных составов, а полученные результаты могут являться справочными, как для производственных, так и для ряда научных предприятий. Результаты работы представляют интерес для высших учебных заведений, где готовят специалистов, в том числе по направлению подготовки специалитета 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

Соискатель имеет 23 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 8 статей в журналах, из Перечня рецензируемых научных изданий (категории К-1 и К-2) или индексируемых международными базами данных, перечень которых определен в соответствии с рекомендациями ВАК, 5 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях. Авторский вклад соискателя заключается в производстве исходных материалов (порошки пористого кремния), подборе окислителей, добавок и соотношения компонентов на основе литературных источников, приготовлении воспламенительных составов на основе пористого кремния, подготовке экспериментальных образцов в зависимости от вида испытаний, разработке планов экспериментов, анализе результатов исследования и современного состояния проблемы, подготовка текстов публикаций.

Опубликованные работы полностью отражают основные положения диссертационного исследования, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации:

1. Ageev, M.V. Mechanosensitivity of nanoporous silicon-based binary mixtures/ M.V. Ageev, Y.N. Vedernikov, G.G. Zegrya, U.M. Poberezhnaya, V.K. Popov, G.G. Savenkov // Technical Physics Letters. – 2020. – V. 46. – № 3. – P. 249-252.

2. Zegrya, G.G. Laser initiation of energy-saturated composites based on nanoporous silicon/ G.G. Zegrya, G.G. Savenkov, A.G. Zegrya, V.A. Bragin, I.A. Os'kin, U.M. Poberezhnaya // *Technical Physics*. – 2020. – V. 65. – № 10. – P. 1636-1642.

3. Ageev, M.V. Properties of two and three-component explosive compositions based on porous silicon/ M.V. Ageev, Yu.N. Vedernikov, G.G. Zegrya, A.S. Mazur, U.M. Poberezhnaya, V.K. Popov, G.G. Savenkov // *Russian Journal of Physical Chemistry B: Focus on Physics*. – 2021. – V. 15. – № 2. – P. 259-265.

4. Украинцева, Т.В. Исследование факторов, способствующих несанкционированному иницированию энергонасыщенных материалов / Т.В. Украинцева, А.С. Мазур, У.М. Побережная, Г.Г. Савенков // *Известия СПбГТИ(ТУ)*. – 2021. – № 57 (83). – С. 10-14.

5. Савенков, Г.Г. Лазерное зажигание пиротехнических составов - пористый кремний - фторполимер СКФ-32 - многослойный графен/ Г.Г. Савенков, Д.В. Фадеев, У.М. Побережная, М.А. Илюшин, А.С. Мазур, А.П. Возняковский, И.А. Оськин, В.А. Брагин, И.В. Шугалей // *Известия СПбГТИ(ТУ)*. – 2023. – № 64. – С. 34-39.

6. Savenkov, G.G. Combustion rate of powdered porous silicon with limited space/ G.G. Savenkov, A.I. Kozachuk, U.M. Poberezhnaya, V.M. Freiman, G.G. Zegrya // *Technical physics letters*. – 2023. – V. 49. – Issue SUPPL 3. – P. S292-S294.

7. Poberezhnaya, U.M. Optical and electron-beam initiation of porous silicon films with different contents of oxidizer and graphene/ U.M. Poberezhnaya, V.M. Freiman, M.A. Ilyushin, G.G. Zegrya, D.V. Fadeev, I.A. Os'kin, V.A. Morozov, A.Y. Grigor'ev, G.G. Savenkov // *Technical physics*. – 2023. – V. 68. – Issue 12. – P. 721-726.

8. Савенков, Г.Г. Особенности иницирования сильноточным электронным пучком энергокомполитов на основе пористого кремния с добавками борида и графена/ Г.Г. Савенков, В.А. Морозов, М.А. Илюшин, У.М. Побережная, В.М. Фрейман, А.Г. Зегря, В.А. Брагин, Д.В. Фадеев, Г.Г. Зегря // *Журнал технической физики*. – 2024. – Т. 94. – № 1. – С. 119 – 124.

На автореферат отзывы прислали:

1 – Ломунов Андрей Кириллович, профессор, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород;

2 – Колпаков Владимир Иванович, доцент, доктор технических наук, профессор кафедры технологий ракетно-космического машиностроения (СМ-12) ФГАОУ ВО

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва;

3 – Щукина Елена Викторовна, кандидат технических наук, начальник отделения VI – начальник отдела 079 АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор», г. Санкт-Петербург;

4 – Хантулева Татьяна Александровна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физической механики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург;

5 – Тоскин Алексей Александрович, кандидат технических наук, начальник отдела инициирования, горения и взрыва АО «Научно-производственное объединение «Поиск», г. Санкт-Петербург;

6 – Карпов Сергей Анатольевич, доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автономные информационные и управляющие системы» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург;

7 – Тимонина Татьяна Владимировна, доцент, кандидат технических наук, декан Инженерно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара;

8 – Зегря Георгий Георгиевич, профессор, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук.

Все отзывы положительные.

В отзывах указывается, что диссертационная работа выполнена по актуальной тематике, обладает научной новизной и практической значимостью, в автореферате полностью отражена суть исследования, осуществлено изготовление и исследование воспламенительных составов на основе пористого кремния, проведен глубокий научный анализ полученных результатов, диссертационное исследование выполнено по актуальной тематике, обладает научной новизной и практической значимостью, автор работы заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие замечания критического характера:

1) В тексте автореферата нет расшифровки обозначений, представленных в таблицах 1 и 2, N_0 , N_{100} , P_0 , P_{100} . (Ломунов А.К.);

2) В работе недостаточно внимания уделено влиянию влажности окружающей среды на свойства исследуемых воспламенительных составов. (Колпаков В.И.);

3) Замена традиционных инициирующих взрывчатых веществ на составы на основе пористого кремния может потребовать некоторой модификации конструкции существующих воспламенительных устройств. (Щукина Е.В.);

4) В таблицах 1 и 2 нет расшифровки обозначений H_0 , H_{100} , P_0 , P_{100} . (Хантулева Т.А.);

5) На рис. 4, 5 автореферата диссертации недостаточно четко отображены оси систем координат. (Тоскин А.А.);

6) В описании содержания первого параграфа второй главы реферата недостаточно полно описана технология получения пористого кремния и его основных параметров: размеров пор, величины удельной поверхности. (Тоскин А.А.);

7) Высокая чувствительность разработанных составов к электронно-пучковому и лазерному воздействию может также сопровождаться повышенной чувствительностью к электростатическому разряду, что не нашло отражение в представленном автореферате. (Карпов С.А.);

8) Остается неясным влияние разработанных составов на коррозионную стойкость и долговечность капсулей стрелкового оружия. (Тимонина Т.В.);

9) Из автореферата не понятна дисперсность пористого кремния, как компонента капсульных воспламенительных составов, так как этот показатель будет влиять на значение чувствительности. (Тимонина Т.В.);

10) В автореферате практически не рассмотрено влияние легирования пористого кремния на его свойства и характеристики воспламенительных составов. Как известно легирование может существенно изменить электрические, оптические и другие свойства пористого кремния, что может повлиять на его чувствительность к различным видам инициирования. (Зегря Г.Г.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научно обоснованные рецептуры воспламенительных составов на основе пористого кремния с различными окислителями и добавками, обеспечивающими срабатывание при заданном типе инициирования.

предложена оригинальная добавка борида ниобия в воспламенительные составы, что позволило разработать научно обоснованные рецептуры

воспламенительных составов на основе пористого кремния, чувствительных к воздействию сильноточным электронным пучком наносекундной длительности;

доказаны закономерности влияния концентраций на чувствительность к механическим, оптическим и электронно-пучковым воздействиям с концентрациями и химической природой окислителей и добавок в воспламенительные составы на основе пористого кремния;

установленная чувствительность воспламенительных составов на основе пористого кремния к механическим воздействиям находится на уровне чувствительности классических инициирующих взрывчатых веществ (азид свинца, гремучей ртути, ТНРС), что может обеспечить требуемую безотказность срабатывания данных составов;

показана возможность изготовления воспламенительных составов на основе пористого кремния с различными окислителями и добавками с чувствительностью на уровне классических инициирующих взрывчатых веществ и штатных капсульных составов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны перспективность применения воспламенительных составов на основе пористого кремния в качестве капсульных составов;

разработана вероятностная модель ударного инициирования энергонасыщенных материалов;

изложены экспериментальные результаты по чувствительности составов на основе пористого кремния с различными добавками, которые создают предпосылки для их внедрения в практику создания воспламенительных составов;

изучено влияние добавок (многослойного графена, борид ниобия) на чувствительность воспламенительных составов на основе пористого кремния к механическим, электронно-пучковым и лазерным (оптическим) воздействиям;

предложено рациональное содержание добавок в воспламенительных составах на основе пористого кремния, обеспечивающее срабатывание данных составов при заданном типе инициирования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

разработаны и внедрены на опытно-лабораторном уровне рецептуры воспламенительных составов на основе пористого кремния с различными окислителями и добавками;

определены перспективы использования разработанных воспламенительных составов в качестве экологически чистых капсульных составов;

создана система практических рекомендаций по подбору окислителей и добавок в воспламенительные составы на основе пористого кремния для конкретного вида инициирующего воздействия (механического, оптического, электронно-пучкового);

представлена рецептура капсульного воспламенительного состава (пористый кремний + перхлорат натрия + 7.7% масс. многослойного графена), которая обеспечивает минимальное время срабатывания вне зависимости от вида инициирующего импульса (удар, накол).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов исследования обеспечена применением надежных методов исследования чувствительности воспламенительных составов, стандартной измерительной аппаратуры, согласованностью полученных результатов и их сопоставлением со справочными и литературными источниками;

теория и выводы, сделанные в работе, основаны на достоверных и проверяемых данных и в целом соответствует современным представлениям в научной литературе по теме диссертации;

идея базируется на критическом анализе отечественных и зарубежных литературных данных по тематике исследования, учете и обобщении опыта создания экологически чистых воспламенительных составов;

использованы известные подходы и соответствующие решаемым задачам методы обработки и теоретического анализа экспериментальных результатов;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами исследований близких аналогов материалов, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и анализа исходной информации, методы анализа и стандартизованные методики;

Личный вклад соискателя состоит в проведении поиска и анализе литературы по тематике работы, получении исходных компонентов (порошки пористого кремния), приготовлении опытных воспламенительных составов на основе пористого кремния, исследовании, анализе и обобщении экспериментальных данных, обработке полученных результатов, подготовке публикаций. Работа выполнена автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1) В автореферате не указана информация об удельной поверхности и размере пор пористого кремния. У Вас в работе использовался поверхностно пористый или сплошно пористый кремний?

2) В выводах Вы утверждаете, что пористый кремний может гореть в замкнутом объеме без окислителя. Поясните этот момент.

3) В работе указаны химические формулы? Приведите формулу гремучей ртути.

4) В работе применяется кремний легированный бором. Исследовался ли кремний с другими легирующими добавками?

5) Насколько безопасны исследованные составы с боридом ниобия? Исследовали ли Вы их чувствительность к механическим воздействиям?

6) Как давно появились композиции подобные Вашим? В чем их отличие от известных?

7) На слайде пятнадцать где измеряется указанное в формуле напряжение? Что оказывает воздействие?

8) Объясните публикации. Каков Ваш вклад в указанных работах?

9) Как Вы контролировали количество нанесенного окислителя на пористый материал?

10) На слайде 14 в таблице отличается время срабатывания составов с перхлоратами бария и натрия. Почему время срабатывания состава с перхлоратом натрия ниже времени срабатывания с перхлоратом бария?

11) Чем можно объяснить такой разброс значений времени срабатывания?

12) Измеряли ли Вы влагоемкость образцов?

13) Какая химическая реакция протекает в пористом материале? На что распадается перхлорат натрия.

14) Чем объясняются результаты воздействия на исследованные составы инфракрасным излучением?

15) Учитывали ли Вы инерционность тензодатчика и пьезодатчика?

16) Опишите точнее результаты исследования.

17) Какие именно закономерности Вы имели в виду в 3 положении?

18) Что означают приведенные на двадцать шестом слайде формулы? Чему равна вероятность срабатывания?

19) Делались ли расчеты по формулам на двадцать шестом слайде, где они представлены? Какие выводы Вы можете по ним сделать?

20) Почему Вы используете размерность не в системе СИ?

21) Почему на слайде двенадцать в таблицах два и три разное количество исследованных составов, в таблице три отсутствуют данные для составов 5 и УНМ-Т?

22) Какой состав из указанных на слайде четырнадцать Вы предложили бы для применения?

23) Как организовать промышленное производство исследованных составов?

24) Почему Вы не проводили промежуточные исследования составов с содержанием борида ниобия в диапазоне от 15% до 20%?

25) На слайде двадцать семь чему равен N для азидов свинца? Можно ли это заложить в модель?

26) Если ли у Вас акты внедрения?

27) Как Вы можете сформулировать зависимость свойств составов, указанную в цели и заключения?

Соискатель Побережная У.М. согласилась с замечаниями, ответила на задаваемые ей вопросы и привела собственную аргументацию.

1) В работе применялся не сплошно пористый кремний, исследованный пористый кремний обладает пораами уходящими в глубину.

2) В работе подразумевается, что в порах кремния и вокруг остается некоторое количество кислорода. В данном случае в выводе указано, что не вводился дополнительный окислитель (перхлораты, фторсодержащий полимер).

3) В работе формулы приведены. Формула гремучей ртути $\text{Hg}(\text{CNO})_2$.

4) Дополнительные легирующие добавки не вводили. Пористый кремний получали из пластин легированного бором кремния. Другие типы пластин легированного кремния в работе не применялись.

5) При исследовании чувствительности к механическим воздействиям рассматривались воспламенительные составы именно для капсулей гражданского стрелкового оружия, в которые добавка дорогостоящего бориды ниобия нецелесообразна. В то время как в ракетно-космической технике и конструкции устройств и специфика позволяют применять подобные компоненты.

6) Кремний достаточно давно применяется в пиротехнических и воспламенительных составах. Основные работы по применению пористого кремния в энергонасыщенные материалы появились в последние 30-40 лет. Отличие представленной работы от известных определение чувствительности данных составов к механическим, оптическим и электронно-пучковым воздействиям, а также применение фторсодержащего окислителя СКФ-32.

7) Данное напряжение определяется на измерительном стержне в результате процесса взрывчатого превращения, происходящего в образце.

8) Я получала порошки пористого кремния, готовила опытные воспламенительные составы и принимала участие непосредственно в экспериментах.

9) Пористый кремний постепенно пропитывался однопроцентным раствором окислителя, обрабатывали в ультразвуковой ванне и отслеживали массу навески пористого кремния до пропитывания и уже готового состава.

10) Это объясняется особенностями протекания реакций взрывчатого превращения. Теплота взрыва у состава с перхлоратом натрия несколько выше, чем у состава с перхлоратом бария, поэтому процесс идет интенсивнее.

11) В данном случае множество факторов оказывают влияние. Так как в ходе испытаний груз сбрасывается на навеску состава, сам процесс инициирования мог запускаться неравномерно. В некоторых образцах могло быть неравномерное смешение компонентов.

12) Нет, влагоемкость образцов не измеряли.

13) В результате образуются оксид кремния, хлорид кремния, хлориды бария или натрия в зависимости от состава. Перхлорат натрия разлагается на хлорид натрия и кислород.

14) В данном случае в составах пористый кремний – окислитель реализуется не тепловой механизм инициирования. Стенки пор в кремнии находятся в сильно напряженном состоянии и под действием лазерного излучения переходят в резонансное состояние, образуя активные частицы, которые и запускают процесс взрывчатого превращения. В случае введения в составы графена реализуется чисто тепловой механизм, при котором частицы графена выступают в роли активных частиц.

15) Нет, в работе не учитывалась инерционность тензодатчика и пьезодатчика.

16) По первому положению определили, что чувствительность исследованных составов к механическим воздействиям на уровне чувствительности классических иницирующих взрывчатых веществ и штатного состава УНМ-Т.

17) Определено, что вне зависимости от того, какой окислитель применяется, чувствительность исследованных составов на уровне чувствительности классических иницирующих взрывчатых веществ. Выяснили концентрации добавок, при которых при которых происходит полное срабатывание исследованных составов.

18) По формуле один определяем количество активных элементов в образце, затем определяем среднее количество очагов в образцах, затем какой количество очагов образуется в одном образце и вероятность срабатывания энергонасыщенного

материала. Вероятность срабатывания любого энергонасыщенного материала лежит в диапазоне от 0% до 100%, поэтому определяют верхний и нижний пределы чувствительности. Нижний предел чувствительности говорит о том, что ни один образец не срабатывает. Верхний предел о том, что срабатывают все 100% образцов.

19) Расчеты по представленным формулам отображены в виде графиков для 500, 50, 10 и 2 активных элементов в зависимости от того, какое воздействие оказывалось на образец. К сожалению, по азиду свинца не так много экспериментальных данных, но построенная по ним кривая достаточно близко ложится к теоретическим.

20) Размерность результатов указана в соответствии с ГОСТ.

21) Чувствительность к удару состава №5 оказалась очень высокой, поэтому состав посчитали не перспективным и дальнейшие исследования не проводили. Испытания состава УНМ-Т проводили в соответствии с ТУ. Так как этот состав в основном используется в ударных капсулях-воспламенителях, то определяли чувствительность к удару и наколу.

22) Предложила бы состав пористый кремний – перхлорат натрия – графен, так как за счет графена данный состав безопасен при снаряжении и дальнейшей эксплуатации, чувствительность к удару и наколу равна чувствительности состава УНМ-Т, время срабатывания в два раза меньше времени срабатывания УНМ-Т и разброс времени срабатывания из трех составов минимальный.

23) На основе проведенного литературного обзора можно сказать, что существуют технологии, позволяющие получать пористый кремний в промышленных масштабах. Добавка графена в составах позволяет их безопасно производить на существующих технологических линиях, так как в работе методика производства воспламенительных составов аналогична существующей на производствах. Кроме того, испытания проводили в стандартных чашечках для капсулей-воспламенителей.

24) К сожалению, добавка борида ниобия была в ограниченном количестве. Этот вопрос будет рассмотрен в дальнейших исследованиях.

25) Для азид свинца N лежит в диапазоне от 2 до 10, скорее всего больше 5. Заложить в модель можно, но для этого требуется больше экспериментальных данных.

26) Акты внедрения представлены на слайде тридцать один.

27) Легче всего это продемонстрировать на составе пористый кремний – перхлорат натрия – графен, его чувствительность к механическим воздействиям равна чувствительности штатного состава УНМ-Т и время срабатывания в два раза меньше времени срабатывания УНМ-Т.

Диссертация Побережной Ульяны Максимовны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленных пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с последующими изменениями).

На заседании 29 апреля 2025 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки в области создания экологически чистых воспламенительных составов на основе пористого кремния, имеющие существенное значение для развития специальной химической отрасли в Российской Федерации присудить Побережной У.М. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Мазур Андрей Семенович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Клементьев Василий Николаевич

29 апреля 2025 года

