

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Голова Николая Витальевича, выполненную на тему: «ОСОБЕННОСТИ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ И ГОРЕНИЯ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ПАРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, нефтегазовая отрасль).

Нефтегазовая отрасль характеризуется повышенной пожаровзрывоопасностью, что обусловлено наличием на предприятиях указанной отрасли больших количеств горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, ведением технологических процессов при повышенных температурах и давлениях, присутствием источников зажигания, высокой концентрацией пожаровзрывоопасного оборудования на относительно малых площадях. В связи с этим возникает необходимость разработки адекватных мер предупреждения пожара и противопожарной защиты. Среди указанных мер одними из наиболее эффективных являются флегматизация горючих парогазовых смесей и снижение вероятности появления источников зажигания, среди которых преобладают искры удара и трения (фрикционные искры). Фторированные углеводороды представляют собой пример эффективных флегматизаторов, безопасных для озонового слоя Земли в отличие от бромхладонов. В то же время данные, характеризующие их эффективность в окислительных средах, отличных от воздуха, в литературе практически отсутствуют. До сих пор не создано ни российских, ни зарубежных стандартов, регламентирующих испытания конструкционных материалов на искробезопасность, что является следствием недостаточной научно-технической проработанности указанного вопроса.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что тема диссертационного исследования Н.В.Голова, направленного на решение упомянутых выше задач, представляется актуальной.

Б.В.С/Ч 07.10.01.2018

Диссертация Н.В. Голова состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, охарактеризованы научная новизна и положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы, приведены сведения о внедрении и апробации результатов работы.

В первой главе представлен обзор научной литературы, характеризующий современное состояние исследований в рассматриваемой области, а также обоснован выбор направлений исследования.

Отмечено, что фторированные углеводороды могут обладать не только ингибирующим, но и промотирующим действием. Большинство описанных в литературе исследований флегматизирующей эффективности фторированных углеводородов относится к случаю горения в воздухе, в тоже время данные для окислительных сред с повышенным или пониженным содержанием кислорода весьма немногочисленны.

Охарактеризована роль искр удара и трения (фрикционных искр) в зажигании горючих парогазовых смесей, которые могут образовываться при аварийных ситуациях на предприятиях нефтегазовой отрасли. Отмечено, что наиболее легкозажигаемыми фрикционными искрами являются бедные парогазовые смеси. Выявлено, что, несмотря на достаточно большое количество выполненных исследований искробезопасности конструкционных материалов, до сих пор отсутствуют как отечественные, так и зарубежные стандарты в указанной области.

На основе проведенного литературного обзора сформулированы направления диссертационного исследования.

Вторая глава посвящена описанию экспериментальной установки, предназначенной для определения характеристик горения газов в различных окислительных средах. Реакционный сосуд имел сферическую форму и объем $4,2 \text{ дм}^3$ (внутренний диаметр 0,2 м). Исследуемые смеси готовили непосредственно в предварительно отвакуумированном реакционном сосуде по парциальным давлениям. Смеси зажигали в центре реакционного сосуда пережигаемой нихромовой проволокой. Распространение пламени регистрировали с помощью датчика давления с постоянной времени

не более 10^{-5} с передачей сигнала с датчика на АЦП и компьютер. В качестве горючих газов использовали метан и водород, в качестве флегматизаторов – трифторметан (CF_3H), пентафторэтан ($\text{C}_2\text{F}_5\text{H}$) и перфторбутан (C_4F_{10}). Окислительная среда представляла собой смесь азота и кислорода с содержанием O_2 15, 20,6 (воздух) и 25%(об).

В третьей главе описана разработанная методика оценки искробезопасности конструкционных материалов и проведена ее апробация. Отличительной чертой предложенной экспериментальной установки является возможность получения фрикционных искр как при ударе, так и при трении образцов конструкционных материалов. Получены интересные экспериментальные данные по зависимости вероятности зажигания ацетиленовоздушных смесей от содержания ацетилена. Эта зависимость имеет максимум не для бедных (как в случае других горючих газов и паров), а для богатых смесей.

Найдено, что зажигающая способность фрикционных искр не коррелирует со стандартной температурой самовоспламенения горючих газов, при этом прослеживается связь с минимальной энергией зажигания (чем ниже минимальная энергия зажигания, тем выше вероятность зажигания фрикционными искрами).

Четвертая глава посвящена изложению результатов экспериментальных исследований влияния фторированных углеводородов на характеристики горения оклостехиометрических смесей метана и водорода в окислительных средах с различным содержанием кислорода. Показано, что небольшие добавки фторированных флегматизаторов могут приводить к росту максимального давления взрыва при одновременном резком снижении максимальной скорости нарастания давления взрыва и нормальной скорости горения. Сделан вывод, что наличие эффектов промотирования или ингибирования зависит не только от вида горючего и флегматизатора и их концентраций, но и от параметра, по которому оценивается эффект(максимальное давление взрыва – промотирование, максимальная скорость нарастания давления взрыва и нормальная скорость горения– ингибирование).

Диссертационная работа обладает несомненной научной новизной, характеризуемой следующими положениями:

-впервые показано, что добавки фторированных углеводородов могут одновременно приводить к росту максимального давления взрыва и падению максимальной скорости нарастания давления взрыва и нормальной скорости горения;

-предложена новая методика оценки искробезопасности конструкционных материалов, позволяющая сочетать воздействие на горючую смесь как ударов, так и трения элементов технологического оборудования;

-выявлена роль концентрации кислорода в окислительной среде и вида фторированного флегматизатора на характеристики пожаровзрывоопасности оклостехиометрических смесей горючих газов(максимальное давление взрыва, максимальная скорость нарастания давления взрыва, нормальная скорость горения);

-впервые на примере ацетиленовоздушных смесей показано, что наиболее легко воспламеняемый фрикционными искрами состав горючей смеси может быть не бедным, как это имеет место для других газов и паров, а богатым.

Результаты диссертации являются достоверными и научно обоснованными. Это подтверждается положительными результатами внедрения, применением современного экспериментального оборудования и согласованностью полученных результатов с данными других авторов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в получении данных, позволяющих снизить вероятность воспламенения горючих газовых смесей, образующихся в результате возможных аварий, путем применения искробезопасных конструкционных материалов, а также уменьшить последствия аварийных взрывов при флегматизации указанных смесей фторированными углеводородами.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в отечественных и зарубежных научных изданиях, в том числе в научных изданиях из перечня ВАК, а также доложены на научно-технических симпозиумах, конференциях и семинарах.

Диссертация соответствует специальности и отрасли, по которой она представлена к защите. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

В качестве замечаний следует отметить следующее.

1. Следует отметить квалифицировано подобранный, подробный литературный обзор, занимающий, однако, слишком большой объём. Особенно это касает-

ся включённого в экспериментальную часть описания различных методов определения нормальной скорости горения. Эту часть работы можно было бы сократить, дополнив материал более подробным собственным анализом полученных результатов.

2. К стр. 105 диссертации. Автор отметил отсутствие корреляции «зажигательной способности» с величинами температуры самовоспламенения. Более уместным было бы сравнение с температурой зажигания смеси или минимальной энергией зажигания (W_{\min}). Тем более, что автор на стр. 107 предполагает наличие подобной корреляции с W_{\min} . Можно было бы установить форму этой зависимости, но в работе не приводятся ни данные оценок W_{\min} , ни оценка степени прогрева конструктивных элементов зажигающей пары с учётом условий теплообмена в рабочей камере.

3. К стр. 106 диссертации. В работе отмечен минимум вероятности зажигания для бедных смесей с ацетиленом и достижение её максимума для богатых смесей. В качестве пояснения автор упоминает известные особенности процесса горения смесей с ацетиленом (сажеобразование и «особенности химической кинетики»). Здесь уместно было бы узнать мнение автора о характере и механизмах такого влияния. Отсутствуют комментарии возможного влияния состава смеси на процесс сажеобразования. Не оценивается степень возможного влияния неполного сгорания или, наоборот, догорания сажи.

4. На рис. 4.2 для зависимости смеси, содержащей C_4F_{10} , отмечен минимум, наличие которого не следует из полученных экспериментальных данных. Зачем? Эту аномалию придётся объяснять.

5. Далеко не все зависимости максимального давления взрыва от содержания фторированного водорода имеют максимумы. Следовало бы проанализировать, как это связано с концентрацией кислорода в испытываемой смеси, видом фторированного флегматизатора и горючего газа.

Указанные замечания не снижают существенным образом общий высокий уровень диссертационной работы.

Изложенное выше позволяет сделать вывод, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача

повышения пожаровзрывобезопасности предприятий нефтегазовой отрасли путём совершенствования методики оценки искробезопасности конструкционных материалов технологического оборудования и обоснования условий применения способа флегматизации горючих парогазовых смесей фторированными углеводородами в различных окислительных средах.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и соответствует требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям, а её автор - Голов Николай Витальевич - заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, нефтегазовая отрасль).

Официальный оппонент,
Начальник отдела нефтепро-
дуктов ФГБУ НИИПХ Росрезерва,
доктор технических наук, доцент

Игорь Александрович
Корольченко

«23» января 2018 г.

Адрес: 113033, г. Москва, ул. Волочаевская, д. 40, корп. 1

телефон: 8 (495) 362-88-61

E-mail: pozhkor@mail.ru

Подпись Игоря Александровича Корольченко заверяю:

Учёный секретарь
ФГБУ НИИПХ Росрезерва,



Екатерина Викторовна
Шалыгина

к. т. н.