

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
д.т.н. профессор



Драгунов В.К.

«16» мая 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Болдрушкиева Очира Баатровича на тему «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ БЛОКИРОВАНИЯ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ ЦИАНОВОДОРОДОМ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика)

В современной России задачи в области энергетики имеют высокую стратегическую значимость и являются основой энергетической стабильности государства, а вопросы пожарной безопасности данных объектов являются актуальными.

Диссертационная работа соискателя Болдрушкиева Очира Баатровича посвящена решению важной научно-технической задачи - разработке методики определения времени блокирования путей эвакуации циановодородом на объектах энергетики с использованием экспериментально-теоретических зависимостей, полученных в результате экспериментальных исследований материалов, характерных для объектов энергетики.

Согласно статистическим данным, основной причиной гибели людей при пожарах является отравление токсичными продуктами горения. Гибель и отравление циановодородом происходит не реже, чем от монооксида углерода.

Однако, применяемые, в рамках расчета времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара, существующие математические модели, не рассматривают процесс образования и распространения циановодорода. Отсутствие циановодорода в расчетных методиках, в первую очередь, связано с отсутствием экспериментальной базы, характеризующей образование и распространение циановодорода при горении различных

Вх. № 6/115 от 08.06.2022

материалов.

Таким образом, рассматриваемая тема диссертации является **актуальной**.

Диссертация Болдрушкиева Очира Баатровича состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературных источников и двух приложений (акты внедрения, свидетельство о государственной регистрации программы для электронно-вычислительной машины).

Диссертация четко структурирована, содержание работы вытекает из избранной диссертантом темы, целей, задач, объекта и предмета исследования.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, показана научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, представлены методология и методы исследования, а также степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе «Анализ опасности токсического воздействия циановодорода при пожарах на объектах энергетики» проведен анализ литературных источников и анализ пожарной опасности производственных корпусов объектов энергетики.

Рассмотрена возможность образования циановодорода и других токсичных веществ, выделяющихся при пожарах вследствие аварий различного характера в производственных корпусах объектов энергетики.

Проанализированы особенности термического разложения материалов, применяемых на объектах энергетики. Анализ показал, что наиболее распространенной пожарной нагрузкой, потенциально образующей значительные концентрации циановодорода при горении, является кабельная продукция.

Представлены особенности токсикологического воздействия циановодорода в условиях пожара и рассмотрена его роль при синергетическом отравлении другими токсичными продуктами горения. Выявлены факторы, оказывающие значительное влияние на скорость и период интоксикации циановодородом.

Рассмотрены основные методы расчета динамики распространения опасных факторов пожара с возможностью последующей интеграции в них полученных экспериментально-теоретических зависимостей. Показана необходимость проведения серии экспериментальных исследования для получения параметров, характеризующих динамику образования циановодорода при пожарах на объектах энергетики.

В выводах к первой главе приведены основные выводы, а также сформулирована цель диссертации и задачи исследования, необходимые для её достижения.

Во второй главе «Математические модели и методика расчета времени блокирования путей эвакуации циановодородом на объектах энергетики» диссертации представлены математическая модель определения концентрации циановодорода и математическая модель отравления

циановодородом в условиях пожара. Разработана методика расчета времени блокирования путей эвакуации циановодородом на объектах энергетики.

Рассмотрены интегральная и зонная модели расчета тепломассообмена при пожаре, их основные уравнения и особенности численного решения. Предложены модификации рассмотренных моделей, позволяющие определять плотность циановодорода в полномасштабном помещении с использованием экспериментально-теоретических зависимостей.

Показано, что применение экспериментально-теоретических зависимостей позволит учесть масштабный фактор при использовании экспериментальных параметров, полученных в маломасштабном объеме, при расчете плотностей циановодорода в полномасштабном помещении.

Предложена математическая модель отравления циановодородом, учитывающая основные факторы, влияющие на скорость отравления циановодородом.

Рассмотрена возможность определения показателя токсичности с использованием предложенных аналитических решений и с учётом синергетического воздействия других токсичных продуктов горения.

Разработана методика определения времени блокирования путей эвакуации циановодородом при пожарах на объектах энергетики с учётом предложенных математических моделей.

В выводах по второй главе приведены рекомендации по использованию предложенных математических моделей для определения времени блокирования путей эвакуации циановодородом при пожаре на объектах энергетики.

В третьей главе «Экспериментальные исследования и модификация экспериментальной установки» представлена постановка задач экспериментальных исследований, обосновано конструктивное исполнение модификации экспериментальной установки, разработана методика проведения исследований, представлены результаты серии опытных исследований.

Показана схема опытной установки и разработанная методика экспериментальных исследований. Обоснована необходимость модификации экспериментальной установки, её исполнение и размещение контрольных зондов отбора проб газовой среды.

Подробно представлен порядок подготовки и проведения экспериментальных исследований. Обоснован выбор исследуемых материалов.

В ходе экспериментальных исследований были определены величины удельной массовой скорости выгорания, удельных коэффициентов образования циановодорода, удельных коэффициентов потребления кислорода при горении кабельной продукции, характерной для объектов энергетики. Проведен анализ полученных экспериментальных данных.

В выводах по третьей главе представлено, что полученные величины удельных коэффициентов образования циановодорода значительно изменяются в ходе проведения эксперимента и во многом зависят от времени

осреднения. Также отмечено, что полученные экспериментальные данные позволяют провести численные эксперименты по решению предложенных математических моделей.

В четвертой главе «Исследование времени блокирования путей эвакуации циановодородом на объектах энергетики» автором представлены результаты численных экспериментов по решению предложенных математических моделей. Представлены результаты практического применения методики определения времени блокирования путей эвакуации циановодородом для характерных помещений объекта энергетики.

Численные эксперименты по расчету плотности циановодорода показали достаточную для инженерных расчетов сходимость с экспериментальными данными.

Показано, что с использованием данного аналитического решения возможно определить показатель токсичности при совместном воздействии нескольких токсикантов. Помимо этого, отмечено, что предложенный экспериментально-теоретический подход позволяет определять величины показателя токсичности с учётом масштабного фактора. Сопоставление результатов численных и экспериментальных исследований также показало достаточную для инженерных расчетов сходимость результатов.

Представлены результаты численных экспериментов по решению математической модели отравления при различных скоростях легочной вентиляции. Результаты показали, что с учётом повышенной скорости легочной вентиляции, характерной для условий пожара, значительно изменяется период и скорость интоксикации.

Представлены численные эксперименты по определению времени блокирования путей эвакуации в характерных помещениях объектов энергетики с учётом различной скорости легочной вентиляции.

Анализ полученных результатов показал необходимость рассмотрения циановодорода в расчетных методиках по определению времени блокирования путей эвакуации, так как результаты численного эксперимента показали, что достижение критических концентраций циановодорода при пожаре в помещении с участием кабельной продукции наступают в начальных стадиях развития пожара.

В выводах по четвертой главе отмечено, что предложенные математические модели с достаточной точностью позволяют проводить инженерных расчеты для определения времени блокирования путей эвакуации циановодородом.

В заключении сформулированы основные выводы по результатам выполнения диссертационной работы, которые полностью соответствуют поставленным задачам исследования.

Основные научные положения, которые выдвигает, развивает и защищает соискатель:

- новый подход к определению показателя токсичности при совместном воздействии циановодорода и монооксида углерода,

основывающийся на аналитическом решении интегральной модели пожара в условно герметичном помещении;

- физико-математическая модель отравления циановодородом в условиях пожара, основанная на определении степени отравления за счет увеличения массы циановодорода в крови во время эвакуации людей с учетом повышенной скорости вентиляции легких;

- результаты экспериментов по определению удельных коэффициентов образования циановодорода и зависимостей среднеобъемной парциальной плотности циановодорода от изменений среднеобъемной парциальной плотности кислорода, позволяющие проводить расчет динамики изменений среднеобъемной плотности циановодорода без решения дифференциального уравнения закона сохранения массы $HSCN$ при горении материалов, применяемых на объектах энергетики;

- модификации интегральной и зонной моделей прогнозирования динамики ОФП, позволяющие определять среднеобъемную парциальную плотность циановодорода при горении характерных для объектов энергетики материалов в реальном полномасштабном помещении, используя экспериментальные зависимости среднеобъемной парциальной плотности циановодорода от среднеобъемной парциальной плотности кислорода, полученные в маломасштабном объеме экспериментальной установки;

- методика расчета времени блокирования путей эвакуации циановодородом, основанная на применении модифицированных интегральной и зонной математических моделей, а также физико-математической модели отравления циановодородом людей при пожаре.

- результаты и анализ численных экспериментов по определению времени блокирования путей эвакуации циановодородом в характерных помещениях объекта энергетики.

Достоверность обеспечивается за счет применения поверенных средств измерения при проведении экспериментальных исследований, апробированных методов обработки полученных экспериментальных данных, апробированных математических методик анализа численных данных. Полученные экспериментальные данные с достаточной точностью для инженерных расчетов совпадают с теоретическими данными.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- получены новые экспериментальные и теоретические данные по зависимости парциальной плотности циановодорода от изменения парциальной плотности кислорода и удельному коэффициенту образования циановодорода в условно герметичном объеме, необходимые для расчета времени блокирования путей эвакуации циановодородом, при горении современной кабельной продукции, находящейся на объектах энергетики;

- разработана физико-математическая модель отравления циановодородом в условиях пожара с учетом психофизиологических особенностей эвакуирующихся;

– разработан новый подход к определению показателя токсичности при совместном влиянии циановодорода и монооксида углерода, основывающийся на аналитическом решении интегральной модели пожара в условно герметичном помещении;

– разработаны модификации интегральной и зонной моделей, используемых при расчете времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения, основывающиеся на использовании экспериментальной зависимости парциальной плотности циановодорода от изменения парциальной плотности кислорода с учетом масштабного фактора.

Практическая значимость работы несомненна и подтверждена актами внедрения в Акционерном обществе «Атомэнергопроект» (при проектировании системы дымоудаления в машинном зале, при расчете пожарных рисков и разработке плана безопасной эвакуации людей при пожаре на Нововоронежской АЭС, расположенной по адресу: Россия, Воронежская область, г. Нововоронеж, промзона и Курской АЭС-2, расположенной по адресу: Курская область, площадка «Макаровка»), при разработке фондовых лекций, проведении практических и лабораторных занятий с обучающимися Академии ГПС МЧС России в рамках дисциплины «Теплотехника и прогнозирование опасных факторов пожара» по теме «Дополнительные соотношения интегральной модели пожара».

К достоинствам работы можно отнести большой объем проведенных экспериментальных и численных исследований, а также достаточную для инженерных расчетов сходимость результатов численного эксперимента с экспериментальными данными.

Численные эксперименты, выполненные на ЭВМ, проведены на достаточно высоком научно-методическом уровне. Анализ полученных результатов позволяет сформулировать четкие рекомендации по определению времени блокирования путей эвакуации циановодородом на объектах энергетики.

В качестве замечаний по диссертационной работе можно отметить следующие:

1. Во 2-й главе диссертации принята расчетная формула для определения количества диффундирующего в организм человека циановодорода содержит без научного обоснования безразмерный коэффициент 0,0008.

2. В 3-й главе диссертации при определении максимальной скорости легочной вентиляции не было показано влияние возраста эвакуирующихся на определение данного показателя, несмотря на то, что параметры влияния возраста эвакуирующихся были в описательной части математической модели.

3. В 4-й главе диссертации при определении концентрации циановодорода в помещениях объекта энергетики не описаны конкретные граничные условия расчетной модели.

4. В тексте диссертационной работы есть незначительные опечатки,

которые не влияют на понимание содержания работы. Например, в формуле (2.28) диссертации парциальная плотность циановодорода зависит от изменения парциальной плотности кислорода, а на стр. 85 диссертации в абзаце за формулой (2.35) зависит от парциальной плотности кислорода.

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку работы.

Работа написана четким и ясным языком, хорошо оформлена и иллюстрирована.

Основные результаты достаточно полно опубликованы в 4-х статьях в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки Российской Федерации, в 1-ой статье, индексируемой в журнале из базы данных Scopus, а также в 9 сборниках материалов международных и российских конференций. Перечень публикаций свидетельствует о достаточно полной информированности научно-технической общественности о содержании работы.

Автореферат достаточно хорошо оформлен, полностью отражает содержание и выводы диссертации и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК России к авторефератам диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Заключение по работе

Диссертационная работа Болдрушкиева Очира Баатровича представляет собой законченное научное исследование, в котором содержится решение задачи расчета времени блокирования путей эвакуации циановодородом, имеющей существенное значение для обеспечения пожарной безопасности объектов энергетики.

Диссертация содержит важные научные результаты и свидетельствует о высокой квалификации её автора в избранной научной специальности.

Тема диссертации и её основные положения полностью соответствуют паспорту специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика), а именно:

- пункту 3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечений промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте»;

- пункту 5 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений».

На основании материалов, представленных в рассматриваемом исследовании, можно сделать вывод о том, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям и критериям, изложенным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» и предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Болдрушкиев Очир Баатрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика).

Отзыв на диссертационную работу рассмотрен и одобрен на заседании

кафедры инженерной экологии и охраны труда Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» («НИУ «МЭИ») (протокол №6/22 от «16» мая 2022 г.).

Заведующая кафедрой инженерной экологии и охраны труда
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
доктор технических наук, доцент
16.05.2022

Кондратьева О.Е.

Профессор кафедры инженерной экологии и охраны труда
НИУ «МЭИ»
доктор технических наук, профессор

Медведев В.Т.

Подписи Кондратьевой О.Е. и Медведева В.Т. удостоверяю



НАЧАЛЬНИКА
СЛУЖБЫ
С ПЕРСОНАЛОМ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет «МЭИ» («НИУ «МЭИ»).

Адрес: 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14
Телефон: +7 495 362-75-60, E-mail: universe@mpei.ac.ru