

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гумирова Андрея Сергеевича на тему «Подача компрессионной пены по насосно-рукавным системам при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность темы диссертации Гумирова А.С. не вызывает сомнений. В вводной части автор убедительно демонстрирует, что значительная часть объектов топливно-энергетического комплекса Российской Федерации (до 80 %) расположена в холодных климатических районах, где низкие температуры создают специфические условия с точки зрения обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Приведенная статистика по пожарам (более 50 % происходят в холодных районах, с пиком в зимний период) наглядно подтверждает необходимость проведения исследований в данной области. Особенно важно то, что автор связывает проблему не только с прямым ущербом от пожара, но и с критическими косвенными последствиями для экономики и безопасности страны в целом.

Автор четко определяет научную новизну, которая заключается в получении новых экспериментальных данных и разработке математической модели процесса охлаждения компрессионной пены в насосно-рукавных системах при низких температурах. Важно, что работа восполняет выявленный пробел в научных знаниях, так как ранее подобные систематические исследования для компрессионной пены в указанных условиях не проводились.

Поставленные цели и задачи сформулированы конкретно и логично, вытекают из актуальности и проблематики исследования. Они охватывают весь необходимый цикл: от анализа исходной ситуации через эксперимент и моделирование к практическим рекомендациям и техническим решениям.

Методология исследования представляется комплексной и обоснованной. Сочетание математического моделирования, физического эксперимента и статистического анализа данных является современным и надежным подходом в технических науках.

Особого внимания заслуживает разработанный измерительный комплекс. Его создание для проведения экспериментов в контролируемых условиях низких температур от  $-10$  до  $-30$  °С является значительным практическим достижением работы. Высокая точность измерений (до  $0,01$  °С) обеспечивает достоверность получаемых данных.

Предложенная математическая модель, основанная на законах теплообмена, выглядит физически обоснованной. Учет таких параметров, как кратность пены, массовый расход, теплоемкость и плотность, позволяет адекватно описать сложный процесс охлаждения гетерогенной среды. Проверка модели с использованием критерия Стьюдента и достижение погрешности не более 17 % при доверительной вероятности 0,95 свидетельствует о ее удовлетворительной точности для практического применения.

Практическая значимость работы заключается в разработанном программном комплексе, который позволяет на этапе предварительного планирования оценить ключевые параметры тушения (конечную температуру пены на выходе из ствола или

*Вх № 6/108 от 28.11.2025*

предельную длину рукавной линии), что напрямую влияет на эффективность действий пожарных подразделений. Кроме того, предложенная концепция пожарного автомобиля «северного исполнения» с системой подогрева огнетушащего вещества является логичным и важным результатом. Пример с оценкой возможностей тушения на Кольской АЭС наглядно демонстрирует преимущества таких технических решений, показывая, что они позволяют обеспечить работоспособность систем даже при экстремально низких температурах (до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Автореферат структурирован в соответствии с общепринятыми требованиями. Логика изложения последовательна: от постановки проблемы к методам ее решения и полученным результатам. Наличие наглядных материалов (таблиц, графиков, схем) в автореферате помогает лучше понять суть исследования. Апробация результатов работы на международных конференциях и объемный список публикаций (15 работ, в т. ч. 8 в изданиях ВАК) подтверждают признание научным сообществом и солидный задел соискателя.

В целом проведенная Гумириным А.С. работа вносит существенный вклад в решение важной народно-хозяйственной проблемы – повышение пожарной безопасности критически важных объектов энергетики в сложных климатических условиях. Вместе с тем, в качестве пожелания при проведении дальнейших исследований хотелось бы отметить следующее. Полученное регрессионное уравнение (8) является эмпирическим и, вероятно, справедливо только в пределах исследованного диапазона изменения параметров. В дальнейших исследованиях можно рекомендовать углубленное изучение физики процесса на микроуровне (поведение пузырьков пены при охлаждении) для возможного уточнения и развития модели с целью расширения границ ее применения.

Таким образом, анализ автореферата диссертации Гумирова А.С. «Подача компрессионной пены по насосно-рукавным системам при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур» позволяет сделать вывод о том, что диссертация соискателя является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей всем требованиям и критериям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Доцент кафедры  
автоматических систем безопасности  
кандидат технических наук, доцент  
14.11.2025 г.



Лихоманов Алексей Олегович

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», 220118, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25. E-mail: mail@ucsp.by.