

УДК 629.12.01

Д.В. Бурков, доцент, канд. техн. наук,

Р.Б. Миронов, студент

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г.Севастополь, Украина, 99053

E-mail: burkov@ua.fm

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ТРАСС

Анализируются недостатки существующих конструкций и технологий защиты кабельных трасс в местах их прохода через переборки и палубы. Предлагаются новые защитные устройства и программное обеспечение ЭВМ для определения их геометрических параметров.

Рост энергонасыщенности современных судов привел к значительному увеличению суммарной протяженности и массы судовых кабельных систем, и как следствие, к увеличению числа и размеров отверстий в переборках и палубах для прохода кабельных трасс. Как показывают исследования, пучки кабелей обладают повышенной пожарной нагрузкой и при возникновении пожара способствуют распространению пламени по судну через отверстия в переборках и палубах. Возникает необходимость решения задачи по обеспечению пожарной безопасности кабельных трасс в местах их прохода через переборки и палубы.

В настоящий момент обеспечение пожарной безопасности производится по следующим направлениям [1, 2]: прокладка кабельных линий в металлорукавах и трубах; применение негорючих материалов для изготовления изоляции; нанесение специальных покрытий на изоляцию; использование групповых и одиночных сальников для защиты мест прохода кабельных трасс через отверстия в переборках и палубах.

Как показывают результаты изучения последствий пожаров на судах [2], указанные мероприятия обладают рядом существенных недостатков: 1) при прокладке кабельных трасс в металлических трубах и металлорукавах возникают короткие замыкания на стенку трубы или металлорукава; 2) применения негорючих материалов ограничено вследствие отсутствия материалов, имеющих механические, электрические, технологические и химические свойства, необходимые для изготовления кабелей; 3) наносимые на кабели специальные огнезащитные покрытия не обладают свойствами гигроскопичности, токсичны и могут привести к повреждению оболочки кабелей растворителями; 4) сальники и уплотнительные коробки не решают проблему пожарной безопасности пучков кабелей из-за их пожарной нагрузки.

Несовершенство предлагаемых технологий и материалов приводит к тому, что всегда существует вероятность возникновения и распространения пожара по кабельным трассам, при этом огонь за короткий период охватывает значительные объемы судовых помещений и тем самым значительно усложняет борьбу за живучесть судна и может привести к его гибели с человеческими жертвами.

Целью данной статьи является исследование новых подходов к созданию защитных устройств для кабельных трасс и описание программы расчета конструктивных параметров защитных устройств на ЭВМ.

По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований предлагается использование сферических защитных устройств с огнетушащим порошком в качестве наполнителя для обеспечения пожарной безопасности кабельных трасс. Сферическая форма была выбрана исходя из того, что как показали исследования [3]: тела сферической формы наиболее устойчивы к воздействию давлений; использование сферических уплотнительных устройств позволяет значительно уменьшить отверстия в ограждающих конструкциях для прохода кабельных трасс (технологическое отверстие делается только под проходящий пучок кабельных трасс, а не под все уплотнительное устройство); современные технологии позволяют в кратчайшие сроки освоить и наладить выпуск предлагаемых уплотнительных устройств сферической формы.

Для выбора наполнителя уплотнительного устройства были проанализированы противопожарные и огнетушащие материалы, применяемые в настоящее время [3]. Как показали исследования, огнетушащий порошок – наиболее подходящее вещество, так как он обладает необходимыми свойствами для предотвращения распространения аварийных ситуаций по кабельным трассам. Ниже приводится анализ упомянутых свойств огнетушащего порошка.

1. Противопожарные свойства: охлаждающий эффект (в результате испарения); гомогенное ингибирование продуктами разложения порошковой частицы; гетерогенное ингибирование (поверхность порошкового ингибитора действует как адсорбент, временно уводящий АЦП из реакционной зоны, как ингибитор реакций разветвления цепей и катализатор реакций рекомбинации АЦП); эффект тушения пожара за счет отвода химической энергии из реакционной зоны; изоляция твердой тлеющей поверхности за счет образования вязких пленок, затрудняющих доступ кислорода воздуха.

2. Низкая теплопроводность и теплоемкость огнетушащего порошка.
3. Универсальность (тушат пожары всех классов).
4. Всепогодность огнетушащих порошков позволяет использовать их в диапазоне от -50°C , до $+50^{\circ}\text{C}$.
5. Безопасность для человека и окружающей среды.
6. Невысокая стоимость.

С учетом полученных рекомендаций относительно формы и наполнителя защитный устройств предлагается создавать защитные устройства для кабельных трасс как по ходу трассировки кабелей, так и в местах и прохода через переборки и палубы.

Для получения оптимальных размеров защитного устройства разработана математическая модель, позволяющая определять его конструктивные параметры исходя из требований огнестойкости.

$$T_{x,\tau} = \left[\left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{a_T \tau}} \right) \right] - e^{\frac{a}{\lambda} \cdot \frac{x^2}{\lambda}} \cdot \left(\frac{a}{\lambda} \right)^2 a_T \tau \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{a_T \tau}} + \frac{a}{\lambda} \sqrt{a_T \tau} \right) \right] \right] \cdot \frac{1}{\Delta \cdot \sigma} \cdot (T_f - T_0) + T_0, \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, характеризующий способность материала проводить тепло и зависящий от температуры, Вт/(м·°C); a – коэффициент температуропроводности материала, характеризующий скорость изменения температуры по толщине тела и зависящий от средней температуры, м²/с; τ – время, с; T_0 – начальная температура воздуха (20°C); T_f – температура среды в помещении в котором произошло возгорание; $T_{x,\tau}$ – температура исследуемого объекта с противоположной от пожара стороны; Δ – коэффициент взрывопожаростойкости, учитывающий влияние геометрической формы проектируемого защитного устройства на его теплофизические свойства и устойчивость к воздействию давлений; σ – коэффициент пожаростойкости, характеризующий торможение процесса горения за счет использования огнетушащего порошка; x – толщина конструкции.

Для автоматизации процесса расчета размеров уплотнительных устройств разработана программа «Расчет параметров защитных устройств», меню, которой показано на рисунке 1.

Рисунок 1 – Меню программы «Расчет параметров защитных устройств»

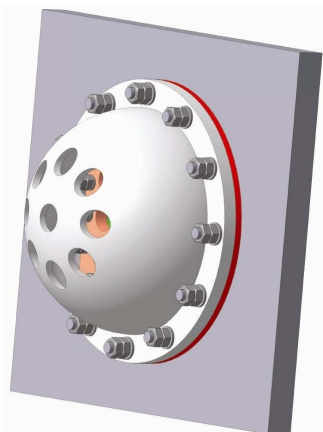


Рисунок 2 – Защитное устройство для защиты мест прохода кабельных трасс через ограждающие конструкции

На рисунке 2 представлен общий вид защитного устройства, размеры которого вычисляются по математической модели 1 при помощи указанной выше программы. Устройство выполнено в виде сферы,

состоящей из двух полусфер, закрепленных на ограждающей конструкции через демпфирующую прокладку болтовыми соединениями. Отверстия для прохода кабелей расположены равномерно по поверхности сферы. Полость сферы заполнена огнетушащим порошком.

Принцип действия предлагаемых конструкций основан на противопожарных свойствах огнетушащего порошка. При распространении огня по горючей изоляции наступает момент, когда фронт пламени доходит до корпуса и начинает проникать во внутрь. При этом возникает контакт с огнетушащим порошком, который оказывает тушащее воздействие на пламя и тем самым препятствует его распространению.

Проверка достоверности математического определения геометрических параметров проектируемых защитных устройств осуществлялась путем сопоставления вычислительных и лабораторных экспериментов на испытательном стенде, созданном в соответствии с нормативными документами, определяющими процедуру проведения огневых испытаний противопожарных конструкций.

Как показывает сравнение результатов вычислительных и лабораторных экспериментов (рисунок 3), расхождение составляет не более 10 %, что подтверждает достоверность созданной математической модели и компьютерной программы для ее реализации. Проведенные лабораторные испытания предлагаемых защитных устройств позволили также подтвердить их способность предотвращать распространение пожара по кабельным трассам.

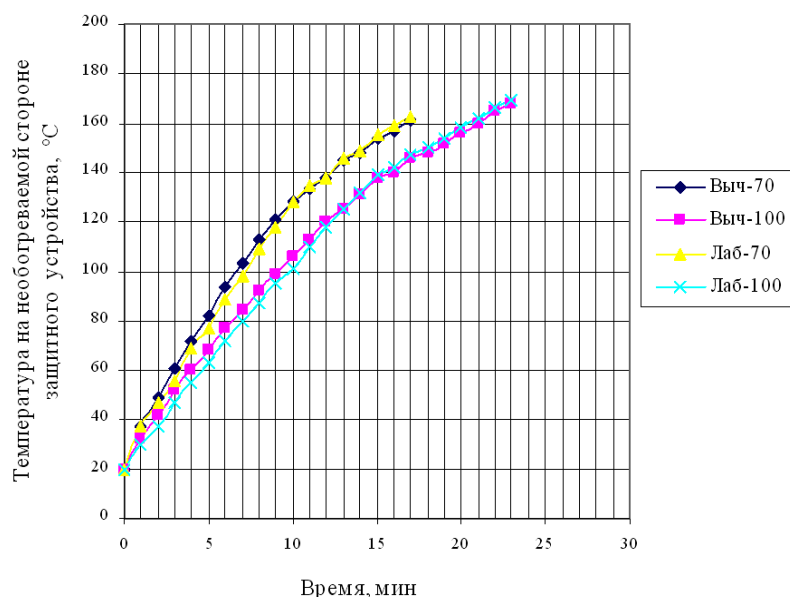


Рисунок 3 – Графики сравнения результатов лабораторного и вычислительного экспериментов: Выч-70, Выч-100, Лаб-70, Лаб-100 – результаты вычислительных и лабораторных экспериментов с уплотнительными устройствами соответственно толщиной 70 и 100 мм, заполненными огнетушащим порошком

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований по обеспечению пожарной безопасности кабельных трасс в местах и прохода через переборки и палубы позволяют сделать выводы о целесообразности создания принципиально новых защитных устройств. В качестве рекомендуемой формы предлагается использовать сферу, а в качестве наполняющего ее материала – огнетушащий порошок.

Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на исследование влияния различных огнетушащих порошков на огнестойкость защитных устройств, а также создание защитных устройств, которые позволят обеспечить не только пожарную безопасность кабельных трасс, но и герметичность переборок и палуб, на которых они устанавливаются.

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов. — Т.1. Часть VI. Противопожарная защита. — Л.: Транспорт, 1980. — 70 с.
2. Ревякин А.И. Электробезопасность и противопожарная защита в электроустановках / А.И. Ревякин, Б.И. Кашолкин. — М.: Энергия, 1980. — 160 с.
3. Бурков Д.В. Повышение надежности, живучести и безопасности кабельных и трубопроводных трасс СЭУ / Д.В. Бурков: Дис... канд. техн. наук: К50.052.03 — Защищена 02.01.03; Утв. 16.04.03 — Севастополь. — 189 с.

Поступила в редакцию 06.03.2006 г.