

превышает 200 мкм. Количество трещин – около 25 на 1 мм² (рис. 4).

На рис. 4 вертикальные полосы соответствуют следам на поверхности металла после механической обработки. Темные хаотические полосы соответствуют микротрещинам лакокрасочного покрытия.



Рисунок 4 – Фотоснимок поверхности с координатами (35; 35) мм

Заключение. Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о возможности применения зондового зарядочувствительного метода для анализа процессов деградации лакокрасочных покрытий. При этом возможно получение не только качественной, но и количественной оценки состояния исследуемой поверхности.

Благодарности. Работа выполнена в рамках Гранта Министерства образования Республики Беларусь (рег. № 20211270).

Литература

1. Semiconductor wafers testing based on electron work function of surface / K. Pantisaleyeu [et al.] // Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. – 2020. – Vol. 2, iss. 5, art. 2.
2. Пантелеев, К. В. Исследование деформационных процессов в полимерах зарядочувствительным методом / К. В. Пантелеев, В. А. Микитевич // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : тез. докл. РНТК мол. уч., 9–11 ноября 2020 г. / ИММС НАН Беларуси ; редкол. : И. Н. Ковалева (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2020. – С. 115–117.
3. Микитевич, В. А. Цифровой зонд кельвина для исследования электрофизических свойств поверхности полимеров / В. А. Микитевич, К. В. Пантелеев // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : тез. докл. Респуб. науч.-техн. конф. мол. уч., 9–11 ноября 2020 г. / ИММС НАН Беларуси ; редкол. : И.Н. Ковалева (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2020. – С. 110–111.
4. Scanning photostimulated electrometry for testing the uniformity of spatial distribution of semiconductor wafers parameters / A. Tyavlovsky [et al.] // Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. – 2020. – Vol. 2, iss. 4, art. 11.

УДК 614.842

ОПИСАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Мисюкевич Н.С.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Описана последовательность использования формул, приведенных в технических нормативных правовых актах, для расчета параметров безопасной эвакуации людей при пожаре. Даны пояснения по использованию некоторых параметров расчета, которые отличаются неоднозначностью восприятия, особенно при первом использовании регламентированной методики расчета. Приведены формулы, отсутствующие в стандартной методике. Обоснована допустимость упрощений расчета и условия при которых они применяются.

Ключевые слова: расчет, методика, безопасность, эвакуация, пожар.

DESCRIPTION OF THE FEATURES OF THE ALGORITHM FOR CALCULATION OF THE PARAMETERS OF SAFE EVACUATION OF PEOPLE IN THE FIRE

Misiukevich M.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus*

Abstract. The sequence of using the formulas given in the technical normative legal acts for calculating the parameters of safe evacuation of people in case of fire is described. Explanations are given on the use of some calculation parameters, which differ in ambiguity of perception, especially during the first use of the regulated calculation method. Formulas that are absent in the standard method are given. The admissibility of calculation simplifications and the conditions under which they are applied are substantiated.

Key words: calculation, technique, safety, evacuation, fire.

*Адрес для переписки: Мисюкевич Н.С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: Misiukevitsch@mail.ru*

Методика расчета параметров безопасной эвакуации людей при пожаре приведена в приложении 2 ГОСТ 12.1.004-91 [1]. В тоже время,

ряд необходимых параметров расчета отсутствует, а сама методика трудно применима для непосредственного ввиду непоследовательности изло-

жения для практического применения и отсутствия логических пояснений.

Критерием безопасности эвакуации является наблюдения соотношения

$$t_p \leq t_n - t_c, \quad (1)$$

где t_p – расчетное время эвакуации; t_n – необходимое время эвакуации; t_c – время свободного развития пожара до начала эвакуации.

При защите помещений системами пожарной сигнализации (СПС), а именно СПС формируют командный импульс на включение систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ), время свободного развития пожара до начала эвакуации принимается равным нулю, и сравнению подлежат только две величины: необходимое время эвакуации и расчетное время эвакуации.

Расчет целесообразнее начать с определения необходимого времени эвакуации из помещений, в которых находятся люди и общих путей их движения к выходам из здания. В дальнейшем определение расчетного времени эвакуации и сравнение его с необходимым позволит незамедлительно формировать предложения по изменениям архитектурно-строительной части здания для соблюдения условий безопасности, то есть фактически будет проведена проверка соответствия условиям безопасности путей эвакуации как по выполнению обязательных для соблюдения требований технических нормативных правовых актов (ТНПА), так и в результате расчетного моделирования движения людских потоков.

Расчет ведем по опасным факторам пожара (ОФП), исходя из преобладающей пожарной нагрузки. Другая пожарная нагрузка не учитывается. Синергизм (возможное совместное негативное действие) ОФП не учитывается. Критическую продолжительность пожара определяем по формулам 25–28 приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91 [1], а необходимое время эвакуации по формуле (32).

При расчете критической продолжительности пожара следует учитывать, что при неизвестном объеме, который занимает оборудование, свободный объем можно определить исходя из геометрического объема помещения, который уменьшается на 20 %. Параметры «z» и «Z», указанные в приложении 2 ГОСТ 12.1.004-91 [1] – это не два разных параметра, а один и тот же параметр, по разному обозначенный в формулах стандарта. Он определяется при высоте помещения не более шести метров. При большей высоте помещений формула неприменима. По условиям безопасности расчет таких помещений с введением в формулу не реальной высоты, а значения высоты в шесть метров дает меньшее время и создает более требовательные условия для обеспечения без-

опасности. Такое упрощение допустимо, так как соответствует критериям безопасности.

Коэффициент полноты горения в стандарте [1] указан только для помещений, в которых расположен очаг пожара и коридоров, отсутствует для холлов, лифтохоллов, фойе, лестничных клеток и других подобных помещений без пожарной нагрузки. Учитывая, что в ранее перечисленных помещениях, как и в коридорах, отсутствует пожарная нагрузка и происходит процесс догорания газов и паров, образовавшихся в помещениях, коэффициент полноты горения в них принимается таким же, как для коридоров.

При определении перпендикулярного к направлению движения ОФП размера зоны горения в коридоре необходимо руководствоваться шириной коридора.

Определение расчетного времени пожара начинаем с формулы 8 приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91 [1].

Плотность потока D , отражающая количество людей на участке эвакуации, по ГОСТ 12.1.004-91 [1], измеряется в $\text{м}^2/\text{м}^2$. Такое изложение вызывает справедливую критику, так как показатель оказывается безразмерным, и его следует назвать коэффициентом плотности. При этом становится логичным изложение и размерность других величин для расчета движения людского потока: и скорость v , и интенсивность движения q измеряются в $\text{м}/\text{мин}$. Взаимозависимость указанных величин можно выразить равенством

$$q = Dv. \quad (2)$$

Учитывая что коэффициент плотности D апосредованно отражает количество людей N , интенсивность q может быть представлена количеством людей N пересекающих сечение эвакуационного пути в единицу времени. При известной скорости потока v количество эвакуированных определяется соотношением

$$N = \frac{v\delta t}{f}, \quad (3)$$

где δ – ширина пути эвакуации, м; t – время эвакуации, мин; f – площадь горизонтальной проекции человека, м^2 .

Плотность потока D определяется только для начальных участков. По таблице 2 приложения 2 [1] для них определяются методом линейной интерполяции значения скорости и интенсивности движения. Все изменения в дальнейшем движении отслеживаются по изменяющейся интенсивности движения потока, которая не может превышать предельных величин в зависимости от вида пути эвакуации. Используем формулы 9, 10 и 12 прил. 2 [1].

Если помещения небольшие и положение проходов неизвестно, смоделировать движение можно исходя из наиболее неблагоприятной

ситуации: путь движения к выходу параллельно стенам наиболее длинный, ширина пути эвакуации минимальная (один метр). Все люди в помещении равномерно распределены на пути эвакуации. Это позволяет определить плотность потока D , интенсивность q и скорость движения v . Время выхода последнего человека определяется по формуле 10 прил. 2 [1]. Время выхода первого человека равно нулю. Для случая нахождения в помещении одного человека это будет означать возможность его нахождения как в начале, так и в конце пути эвакуации. При графическом отображении следует учитывать, что длина пути определяется по центру пути эвакуации. Поэтому движение из помещения отображается стрелкой, которая оканчивается у дверного проема, а следующий участок отображается стрелкой, начинающейся в середине коридора. Путь движения к середине коридора не отображается и не рассчитывается.

Следует отметить, что существующие ТНПА никак не определяют допустимость задержки эвакуации. Анализ и натурные наблюдения показывают, что задержка эвакуации допустима лишь в помещениях, откуда люди начинают движение при эвакуации. Задержка эвакуации на последующих общих путях эвакуации недопустима и может приводить к трагическим последствиям: падению людей (эффект «домино»), затаптыванию, раздавливанию. Печальный пример этому – трагедия в подземном переходе станции метро «Немига» в Минске в 1999 году.

В помещениях с массовым пребыванием людей на путях эвакуации, как правило, возникает превышение максимально возможной плотности потока: коэффициент плотности при расчете получается 0,9 и более. Возникает задержка эвакуации при движении по общим проходам или/и в дверях. Однако, приложение 2 [1] не содержит формулы для расчета параметров эвакуации в такой ситуации. Учитывая, что движение возможно при коэффициенте плотности не выше 0,9, время

задержки эвакуации t_3 можно определить, используя значение интенсивности движения при максимальной возможной плотности по формуле

$$t_3 = \frac{N_3 f}{0,9 q_i \delta_i} \quad (4)$$

где N_3 – количество людей, не успевающих пройти без задержки, чел; q_i – интенсивность движения на участке, м/мин; δ_i – ширина участка пути эвакуации, м.

Для помещений с массовым пребыванием людей общее время эвакуации будет состоять из суммарного времени движения и времени задержки движения. Целесообразно сразу определить наиболее критичное место задержки эвакуации. Это будут проходы между рядами или эвакуационные выходы. Поэтому начав расчет от наиболее удаленного местоположения и получив превышение плотности потока на общих проходах в помещении, следующим участком следует рассмотреть движение потока на докритической плотности от ближайшего к выходу места до выхода. Если в эвакуационном выходе расчет покажет задержку эвакуации, то следует уменьшить количество людей в потоке, движущихся по общему проходу и добиться возможности их расчетного движения через эвакуационный выход без задержки. Время задержки движения определяется в дверном проеме исходя из оставшегося количества людей. Если в эвакуационном выходе задержки движения потока не происходит, то время задержки эвакуации определяется в проходе, исходя из количества людей, которые не могут двигаться без задержки эвакуации.

Литература

1. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования : ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.1992. – Минск: Госстандарт, 2008. – 65 с.

УДК 681.2.08

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ НОРМИРУЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СИГНАЛОВ ТЕРМОПАР

Мороз А.С., Тявловский А.К.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В данном докладе рассмотрены схемотехнические возможности повышения точности и надежности нормирующего преобразователя сигналов термодатчиков. Повышение точности достигается за счет: применения специального АЦП, дополнительных датчиков температуры «холодных спаев», аналогового коммутатора входных сигналов что позволяет увеличить количество измерительных входов и включение датчиков в дифференциальном режиме. Повышение надежности обуславливается: добавлением гальванической изоляции в измерительный блок, разделением земель на аналоговую и цифровую, установкой суперсеров по измерительным входам.

Ключевые слова: термодатчик, АЦП, преобразователь, датчик.