

УДК 504.75.055:621.315.2:614.841.315

М.А.Мальцев (4 курс, каф. ИСЭБ), А.С.Терлецкая, инж.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МАТЕРИАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАГРУЗОК

В последнее время из-за износа оборудования во многих областях промышленности и энергетики участились аварии. Длительная эксплуатация различных электросиловых установок сопряжена с определенной вероятностью выхода их за пределы нормального режима эксплуатации. Это может привести к перегреву отдельных элементов, например, обмоток двигателей, изоляции кабелей и других частей силовых установок и, как следствие, выделению вредных веществ в окружающую среду. Проблема раннего предупреждения аварийных ситуаций является актуальной задачей и может сохранить как человеческие жизни, так и материальные ценности.

Целью данной работы было проведение исследований экологического воздействия материалов в условиях экстремальных нагрузок на окружающую среду. Для этого было необходимо получить экспериментальные данные о накоплении в замкнутом объеме аэрозолей и газообразных веществ, образующихся при перегреве неметаллических материалов, используемых в электросиловых установках.

Для решения вопросов, связанных с проблемой раннего обнаружения предаварийных ситуаций коллективом кафедры ИСЭБ совместно с ВНИИМ им. Д.И. Менделеева проводятся работы по изучению газовыделений различных материалов при их нагревании. Большой интерес также представляет измерение аэрозольной составляющей, т.к. аэрозоли, особенно мелкодисперсных фракций появляются на самой первой стадии нагрева при температурах 50⁰С и выше. Такие исследования производились совместно с НИИ промышленной медицины. Объектом исследования были фрагменты кабеля КНРГ, сигнального кабеля, компаундов, текстолитовых плат.

На базе лаборатории кафедры ИСЭБ для экспериментального исследования газовыделений в статистическом режиме была создана нагреваемая электрическим током установка, представляющая замкнутый сосуд объемом в 1 литр. В этот сосуд помещается исследуемый образец и осуществляется его нагрев. В процессе нагрева от комнатной температуры до 200⁰С контролируется газовый состав в сосуде, для чего к сосуду подключены побудитель расхода и газовая кювета. Исследуемая газовая смесь после прокачки через кювету возвращается в испытательный сосуд. В качестве измерительного устройства используется Фурье-спектрометр ФСМ-1201 с газовой кюветой, расположенной на оптическом пути спектрометра. Одновременно с анализом газового состава в газовой кювете осуществлялся отбор проб на твердый сорбент для последующего анализа на хромато-масс-спектрометре HP-5890.

Результаты исследований оболочек силовых кабелей показали, что уже при температурах, начиная со 140⁰С, наблюдается устойчивое выделение в атмосферу ряда веществ, таких как сернистый углерод, бутанол, оксид углерода, дибутилфтолат и т.д., которые могут служить индикаторами аварийных ситуаций.

Следующим этапом работы являлись стендовые испытания, которые проводились на базе НИИ промышленной медицины. Испытания проводились на установке «КИМ-600-М», предназначенной для физического моделирования процессов накопления в замкнутом

объеме аэрозолей и газов при перегреве неметаллических материалов. Объем помещения воспроизводит стальная герметичная камера вместимостью 600 л. В камере размещается образец материала, который подвергается нагреву тепловым потоком, поступающим снаружи сквозь кварцевое стекло от радиационной панели. В процессе исследования фрагмент кабеля помещался в замкнутую камеру.

При проведении эксперимента образец подвергался программированному нагреву с задаваемой скоростью $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ от 50 до 200°C , что соответствовало интервалу времени 30 минут. Затем программатор автоматически переключался на изотермический режим. Для разных образцов продолжительность изотермического режима с поддержанием температуры 200°C составляла от 5 до 50 минут. В некоторых случаях установка программатора для перехода на изотермический режим предусматривалась меньше или выше 200°C .

Забор проб осуществлялся с помощью общей стеклянной гребёнки, расположенной на внешней стенке камеры. Пробы прокачивались через анализаторы, в качестве которых использовались следующие приборы:

1. Оптический счётчик частиц ПКЗВ-906 – для измерения счётной концентрации частиц размером от $0,3$ до $100\ \mu\text{м}$;

2. Электроиндукционный пылемер СПК – для измерения счётной концентрации частиц размером от $0,01$ в условных единицах;

3. Электрохимический газоанализатор «Палладий-3» - для измерения концентрации оксида углерода с пределами измерений $1-50\ \text{мг}/\text{м}^3$;

4. Фотоионизационный детектор «Колион» - для измерения суммы органических веществ с порогом обнаружения $1\ \text{мг}/\text{м}^3$.

В результате работы было установлено, что при повышении температуры увеличиваются выделения аэрозолей и органических веществ. Это позволяет утверждать, что аэрозоли могут быть групповым репером раннего обнаружения предаварийной ситуации при температуре более 60°C . При температуре свыше 150°C появляется газовая составляющая суммы углеводородов и оксида углерода.

На основе всех исследований была разработана методика, которая позволяет исследовать другие материалы в условиях их перегрева при возникновении пожароопасной ситуации.

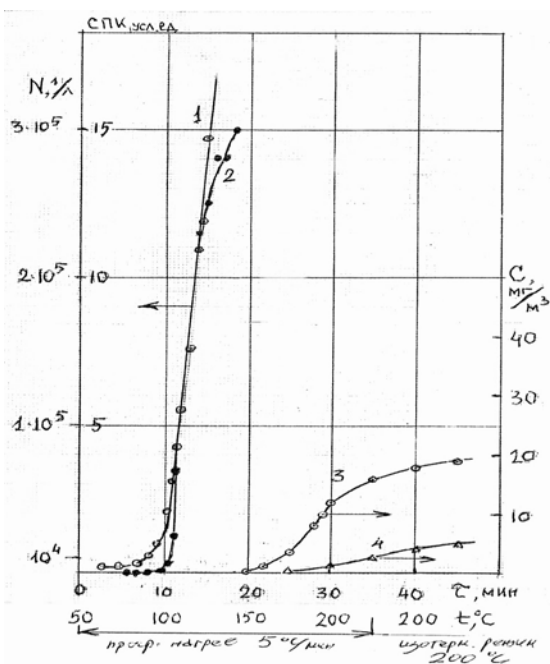


Рис. 1. Накопление в замкнутом объеме аэрозольных частиц и газообразных веществ при нагреве фрагмента кабеля КПЭВС

1 – счётная концентрация частиц размером от $0,01$ в условных единицах по прибору СПК;

2 – счётная концентрация частиц размером от $0,3$ до $100\ \mu\text{м}$ по прибору ПКЗВ-906;

3 – сумма органических веществ, $\text{мг}/\text{м}^3$;