

проведена по нормальному и логарифмически-нормальному законам распределений. Для проверки соответствия значений токов, распределяющихся по нормальному закону, был использован критерий согласия Пирсона χ^2 .

Были определены значения следующих параметров: математическое ожидание, дисперсия, функция правдоподобия. Для нормального закона распределения эти величины составили $m = 275$, $\sigma^2 = 8096,52$, $L = 1,06 \cdot 10^{-14}$, $\chi^2 = 24$, а для логарифмически-нормального закона соответственно: $m = 5,56 \cdot 10^6$, $\sigma^2 = 0,12 \cdot 10^6$, $L = 1,204 \cdot 10^{-106}$, $\chi^2 = 32$. Это позволяет предположить, что распределение токов может принадлежать нормальному закону распределения. По таблицам предельного распределения χ^2 для степеней свободы $r = 10$ вероятность получилась равной $p = 0,01$, т. е. малой, и потому гипотезу о распределении токов по нормальному закону нельзя считать правдоподобной.

Расчеты расходов на потери электрической энергии для рассматриваемой фидерной зоны производились при: $C_3 = 1$ руб/кВт·ч; $I_{\text{ср. год}} = 275$ А; $R_{\text{обм}} = 1125 \cdot 10^{-6}$ Ом. В итоге получилось, что расходы на один дроссель-трансформатор составляют 745 руб. в год. Например, для Куйбышевской железной дороги при средней длине блок-участка 2 км годовые потери в дроссель-трансформаторах составляют 1,9 млн руб. Из этого следует, что при расчетах потерь электрической энергии в рельсовой сети сопротивление обмоток дроссель-трансформаторов должно учитываться.

УДК 621.331

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ПРОВОДОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

В. Л. ГРИГОРЬЕВ, В. Б. ТЕПЛЯКОВ

Самарская государственная академия путей сообщения

Соблюдение термической устойчивости контактной подвески с учетом требований нормативных документов предусматривает решение двух задач. Первая – провода контактной подвески не должны подвергаться отжигу при самых тяжелых токовых нагрузках. Вторая – направлена на контроль контактной подвески по тепловому режиму.

В первом случае площадь сечения контактной подвески выбирается такой, чтобы не допустить превышения температуры нагрева при самых больших токах нагрузки. При этом частично учитываются метеорологические условия: действует ветер со скоростью 1 м/с, окружающая температура наибольшая для всей данной территории $+40^\circ\text{C}$ и далее выбирается наибольший ток для типа подвески.

Из этого следует, что при температуре окружающей среды ниже указанной, а тем более при отрицательных температурах, все типы контактных подвесок имеют значительный ресурс по тепловому режиму. И наоборот, при приведении объединенных поездов высока вероятность отжига проводов.

На ранее электрифицированных железных дорогах постоянного тока участились случаи обрывов проводов контактной сети при отрицательных температурах. Анализ такого вида отказов показал, что при проведении объединенных поездов происходит отжиг проводов, и как следствие, уменьшение их механической прочности, так как при отрицательных температурах возрастает натяжение проводов.

На кафедре электроснабжения СамГАПС разработана методика расчета температуры нагрева проводов контактной сети при любых температурах окружающей среды и циклах тяговой нагрузки. Наименьшая теплоотдача с поверхности проводов происходит в случае свободной конвекции, т. е. когда провод не обдувается потоком воздуха. Если принять значения скорости ветра, температуры и тока нагрузки только наименьшими или наибольшими, то согласно формуле определения сочетаний в контактной сети возникает 20 различных режимов работы. Следует также иметь в виду и время протекания тока, которые может составлять не менее 20 мин. Совокупность указанных явлений позволяет утверждать, что температура нагрева проводов контактной сети имеет случайный характер.

Температуры нагрева контактной сети были разделены на 2 класса: в первый вошли значения температуры проводов, у которых значения температуры не превышали $+100^{\circ}\text{C}$, и во второй – значения температуры проводов более $+100^{\circ}\text{C}$, общий объем выборки составил $N = 1428$.

Для определения непрерывного теоретического закона распределения температуры проводов к эмпирическому представляется возможным применить метод максимума функции правдоподобия. Для этой цели для нормального и логарифмически-нормального законов распределения случайной величины были рассчитаны: m и (lna) – математическое ожидание, δ^2 и (δ^2_{ln}) – дисперсия, L – функция правдоподобия. Гистограмма значений температур для первого класса была разбита на 70 рядов, для второго – на 59 рядов.

В результате расчетов оказалось: для нормального распределения первого класса $m = 26,6$; $\delta^2 = 956,5$; $L = 5,567 \cdot 10^{-138}$, для второго класса: $m = 140,84$; $\delta^2 = 905,86$; $L = 8,277 \cdot 10^{-115}$; для логарифмически-нормального распределения для первого класса $m = 3,08$; $\delta^2 = 1,108$; $L = 1,1 \cdot 10^{-228}$, для второго класса $m = 4,94$; $\delta^2 = 0,043$; $L = 2,55 \cdot 10^{-214}$.

Сопоставления этих значений позволяет утверждать, что исходная выборка принадлежит нормальному закону. Для проверки соответствия значений температур, распределяющихся по нормальному закону, используем критерий согласия Пирсона χ^2 . После необходимо определить число степеней свободы g , от которого зависит χ^2 . Для выборки $N_1 = 1325$, мера расхождения $\chi^2 = 107,75$ и для $N_2 = 103$ – $\chi^2 = 69,64$.

По таблице математической статистики предельного распределения χ^2 для степеней свободы $r_1 = 68$ и $r_2 = 57$ определим вероятность того, что величина, распределенная по закону χ^2 , превзойдет это значение. Эта вероятность получилась равной $P_1 = 0,005$ и $P_2 = 0,1$, т.е. малой, и поэтому гипотезу о распределении температуры проводов по нормальному закону нельзя считать правдоподобной.

УДК 629.424.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СГОРАНИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

В. Л. ДВОРКИН

Петербургский государственный университет путей сообщения

Сложный процесс горения углеводородных топлив в воздушной среде, осуществляемый в двигателях внутреннего сгорания, обычно сопровождается побочным эффектом образования вредных веществ. В частности, при сгорании топлива имеет место образование и выброс в атмосферу окислов азота и серы, окиси углерода, альдегидов, полициклических ароматических углеводородов и других токсических веществ.

Проследить детально весь процесс образования вредных веществ в цилиндре двигателя не удается по двум главным причинам. Во-первых, окисление углеводородов в воздухе и образование побочных продуктов протекает по сложной, многостадийной цепочке химических реакций. В зависимости от условий в зоне горения конечные продукты реакций могут образоваться несколькими возможными путями. Во-вторых, процесс самовоспламенения имеет случайный характер, а сгорание протекает по диффузионному механизму, в условиях крайне неравномерных концентрационных полей. В этих условиях флуктуации локальных значений физических величин рабочего тела становятся настолько большими, что делают невозможным достоверное предсказание характера развития процессов в отдельном рабочем цикле. Использование же статистических усредненных значений приводит к неправильным предсказаниям о важности роли отдельных параметров. Поэтому нужен дифференцированный подход: усредненные значения одних параметров использовать вместе со значениями других параметров, определяемыми для данного рабочего цикла.

Рассматривая процесс образования вредных веществ в цилиндре дизеля, мы не имеем возможности точно сформулировать задачу математической физики, учитывая все конструктивные особенности двигателя. Поэтому вместо точной формулировки и решения краевой задачи математической