

Разработанная методика обеспечивает измерение содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в диапазоне концентраций в зависимости от объема пропущенного через сорбционную трубку воздуха от $0,1 \text{ мг/м}^3$ (30 дм^3 воздуха) до 30 мг/м^3 (1 дм^3 воздуха).

Для определения содержания компонентов пробы используется метод газожидкостной хроматографии, основанный на детектировании компонентов ионизационно-пламенным детектором.

В результате экспериментальных исследований разработан новый метод отбора проб, предусматривающий наиболее полную сорбцию всех компонентов пробы. Анализируемый воздух пропускают через сорбционную трубку, где анализируемые компоненты адсорбируются на поверхности углеродного волокна. Десорбцию компонентов проводят с помощью жидкого сероуглерода. Затем раствор определяемых компонентов в сероуглероде с помощью микрошприца вводят в испаритель газового хроматографа. При определении концентрации компонентов используют метод абсолютной градуировки.

В результате выполненной работы проведена метрологическая аттестация методики с целью установления значений показателей погрешности выполняемых измерений и проверка их соответствия нормам точности измерений. Использовался экспериментальный метод определения погрешностей с использованием искусственных проб. В качестве средства оценивания характеристик погрешностей применяли аттестованные растворы определяемых компонентов.

Разработанная методика позволяет:

- определять расширенный круг определяемых компонентов (7). Определяемые компоненты: 2 - метилнафталин, нафталин, антрацен, аценафтен, бифенил, фенантрен, пирен;
- измерять содержание анализируемых компонентов в широком диапазоне концентраций от $0,1$ до 30 мг/м^3 в зависимости от объема пропущенного через сорбционную трубку воздуха;
- производить отбор проб отходящих газов чувствительными и точными методами, снижающими потери компонентов отходящих газов до минимума;
- проводить анализ отобранных газовых проб с высокой чувствительностью и точностью;
- снизить до минимума расход используемых высокотоксичных химических веществ и соответственно минимизировать их вредное воздействие на аналитика при проведении химико-аналитических работ.

УДК 629.332.3

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ЧИСЛА И МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Н. П. ВОЛКОВ, В. С. МОГИЛА,

Белорусский государственный университет транспорта

А. В. ЯЦУХНО, С. Ф. ФЕЛЬДМАН

Белорусская железная дорога

На участках электроснабжения Белорусской железной дороги, которые получают питание по системе $1 \times 27,5 \text{ кВ}$, контактная сеть (КС) включена по односторонней схеме питания. Двухсторонняя схема КС невозможна из-за значительных уравнивающих токов, вызванных различием в качестве напряжения смежных тяговых подстанций (ТП). Исследования показали, что при питании ТП от различных энергосистем уравнивающий ток в КС может достигать тридцати процентов номинальных значений тока тяговых трансформаторов. Применение устройств автоматического регулирования напряжения под нагрузкой позволяет уравнивать значения напряжений на шинах $27,5 \text{ кВ}$ ТП. Однако их начальные фазы остаются различными.

В большинстве случаев раздел питания осуществлен на постах секционирования. При этом пункты параллельного соединения (ППС) путей или не устанавливаются вовсе, или в тяговой сети располагается только один ППС. Он располагается либо на постах секционирования, либо в средней точке фидерной зоны. Такие схемы электроснабжения нельзя признать оптимальными. На практике число и место расположения ППС выбираются произвольно, что не обеспечивает мини-

му потерь электрической энергии в КС. Эти параметры следует выбирать с учетом затрат на сооружение ППС, уровня снижения потерь электроэнергии в ТС и уровня напряжения на токоприемниках подвижного состава.

В общем виде задача выбора оптимального расположения ППС и их числа может быть сформулирована в следующем виде. Найти

$$\min \Delta P = f(m, I_m, n, l_n, Z_o) \quad (1)$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned} I &\geq 0; \\ l_n &\leq L; \\ U_{\min} &\leq U \leq U_{\max}, \end{aligned} \quad (2)$$

где m – число электровозов в фидерной зоне; I_m – ток, потребляемый m -электровозом, А; n – число пунктов параллельного соединения; l_n – расстояние до n -го пункта параллельного соединения, км; Z_o – удельное сопротивление контактной подвески одного пути, Ом/км.

Поставленная таким образом задача является типичной задачей математического программирования. Следует отметить, что число электровозов в фидерной зоне и их токи являются случайными величинами, и, следовательно, задача носит стохастический характер. Кроме того, ток электровоза является функцией расстояния от тяговой подстанции до локомотива, массы поезда, уровня напряжения в контактной сети, а также типа подвижного состава. Все эти величины являются также случайными. Поэтому в общем случае задача может быть решена с использованием методов имитационного моделирования и случайного поиска.

Работа над созданием оптимизационной многофакторной модели работы участка электрифицированной железной дороги в настоящее время ведется на кафедре электрического подвижного состава БелГУТа. Однако с достаточной для инженерных расчетов точностью задача может быть решена путем введения некоторых упрощений.

С учетом того, что Белорусская железная дорога расположена на территории с преимущественно равнинным профилем и в настоящее время размеры движения на ней по сравнению с пропускной способностью невелики, а также учитывая то, что зона питания укорочена, можно сделать следующие предположения:

а) электровоз при движении по участку потребляет одинаковый по значению ток (при равнинных профилях, характерных для Бел. ж. д., это допущение корректно);

б) в фидерной зоне находится только один электровоз;

в) удельное сопротивление контактной сети постоянно по всей длине зоны питания.

Как показали исследования, ток электровоза, работающего в режиме тяги, несущественно зависит от уровня напряжения в КС. Поэтому моделью электровоза можно считать идеальный источник тока, работающий в режиме потребления электроэнергии. Наличие на электровозах переменного тока тяговых выпрямительных агрегатов моделируется включением параллельно с идеальным источником тока эквивалентного нелинейного сопротивления. Однако значение этого сопротивления велико, и в расчетах его можно не учитывать. Следовательно, электровоз, работающий в режиме тяги, может быть изображен источником тока с амплитудой J_m и аргументом φ . ТП моделируется идеальным источником напряжения, КС представлена сосредоточенными сопротивлениями.

С учетом упрощений и допущений были определены оптимальные координаты расположения ППС. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальное место расположения ППС

Число перемычек n	Оптимальное место расположения					
	l_1/L	l_2/L	l_3/L	l_4/L	l_5/L	l_6/L
1	3/4	-	-	-	-	-
2	3/7	6/7	9/10	-	-	-
3	3/10	6/10	9/13	12/13	-	-
4	3/13	6/13	9/16	12/16	15/16	-
5	3/16	6/16	9/19	12/19	15/19	18/19
6	3/19	6/19				

В таблице 1 под l_i подразумевается расстояние от ТП до электровоза, L – длина зоны питания.

Потери электрической энергии при различном числе и оптимальном расположении ППС можно определить по формуле

$$\Delta A = k_n r_0 L J^2 / V,$$

где ΔA – энергия потерь контактной сети при движении электровоза по всей длине фидерной зоны, кВт·ч; k_n – коэффициент, зависящий от числа ППС в фидерной зоне при их оптимальном расположении.

Для произвольного числа пунктов ППС коэффициент k_n может быть определен по формуле

$$k_n = \frac{3n}{3m+1},$$

где n – число перемычек в зоне питания; m – номер ППС от узла питания.

В таблице 2 приведены результаты расчета коэффициента k_n и относительной разности ε % между потерями энергии при конечном числе ППС и полным параллельным соединением путей.

Таблица 2 – Результаты расчетов потерь энергии

Число ППС	0	1	2	3	4	Полное параллельное соединение путей
k_n	0,5	0,3125	0,2857	0,275	0,268	0,25
ε % · 100	100	25	14	10	6	0

Анализ результатов, приведенных в таблице 2, позволяет сделать вывод, что расположение ППС в оптимальной точке фидерной зоны позволяет снизить потери энергии по сравнению с выбранной произвольно до 30 %. Увеличение числа ППС более 4 нерентабельно, т.к. каждый последующий ППС в КС приведет к незначительному снижению потерь энергии, что не оправдывает затрат на его сооружение. Кроме того, значительное увеличение ППС в КС затрудняет организацию защиты ТС от токов короткого замыкания.

УДК 629.4.063.6

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ПОДАЧИ ТОПЛИВА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОПЛИВОПОДАЧИ ДИЗЕЛЯ 10Д100М

Р. К. ГИЗАТУЛЛИН, С. И. СУХОПАРОВ, С. В. ТЕЛЕГИН
Белорусский государственный университет транспорта

На Белорусской железной дороге с 1987–1988 гг. эксплуатируются грузовые магистральные тепловозы серий 2ТЭ10М и 2ТЭ10У, на которых установлены модернизированные дизели типа 10Д100М. Опыт эксплуатации тепловозов 2ТЭ10У показывает, что режимы работы дизелей 10Д100М, в основном, составляют не номинальные и холостого хода. Показатели рабочего процесса этих дизелей для номинального режима выбраны заводом-изготовителем по прочности коленчатого вала, и угол опережения подачи топлива (УОПТ) не является оптимальным по экономичности, и при снижении мощности дизеля по тепловозной характеристике он остается постоянным.

Для оценки эффективности применения переменного угла опережения подачи топлива на тепловозном дизеле 10Д100М были выполнены сравнительные испытания с оценкой удельного расхода топлива. Сравнение результатов испытаний показывает, что увеличение угла опережения подачи топлива с 8,5° (серийный вариант) до 12,5° поворота коленчатого вала приводит к повышению максимального давления сгорания P_z на всех нагрузочных режимах и к увеличению экономичности работы дизеля (таблица 1).

На основании результатов испытаний можно сделать вывод, что для тепловозного дизеля 10Д100М угол опережения подачи топлива на номинальном режиме работы необходимо оставить прежним, а по мере снижения мощности по тепловозной характеристике – увеличивать. Для получения наибольшей экономии топлива на не номинальных режимах работы дизеля изменение угла опережения подачи топлива должно происходить интенсивно.