

Таблица 4 – Нагрузочные характеристики серийного ТНВД и с измененной плунжерной парой

Выход рейки ТНВД, мм	18	16	12	8	6	4	3	2,5	2,25	2
$q_{пл}$, г/цикл ($n = 850$ об/мин, серийный плунжер)	0,635	0,563	0,410	0,266	0,189	0,106	0,070	0,008	0,000	0,000
$q_{пл}$, г/цикл ($n = 280$ об/мин, серийный плунжер)	0,663	0,590	0,440	0,293	0,216	0,134	0,100	0,080	0,064	0,020
$q_{пл}$, г/цикл ($n = 850$ об/мин, измененный плунжер)	0,521	0,450	0,375	0,265	0,189	0,108	0,071	0,009	0,000	0,000
$q_{пл}$, г/цикл ($n = 280$ об/мин, измененный плунжер)	0,550	0,483	0,400	0,292	0,215	0,133	0,101	0,080	0,063	0,020

Примечание – Угол среза плунжера составляет 30° , глубина среза $h = 0,59^{+0,01}$.

УДК 621.331

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ НА ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ПУТЕВЫХ ДРОССЕЛЬ-ТРАНСФОРМАТОРАХ

В. Л. ГРИГОРЬЕВ, Н. В. ГМЫЗОВА

Самарская государственная академия путей сообщения

На современном этапе строительства и эксплуатации электрифицированных путей проблема рационального использования и экономии электрической энергии относится к числу наиболее острых и актуальных. Электрифицированный рельсовый транспорт относится к категории приемников с большим потреблением электроэнергии. Во многих странах мира принята программа перевода экономики с энергорасточительного на энергосберегающий путь развития.

Теоретическими расчетами установлено, что при системе тяги постоянного тока 3,3 кВ расходы на потери электрической энергии в контактной сети составляют 83 %, а в рельсовой сети – 17 %. При электрической тяге переменного тока 27,5 кВ эти величины соответственно равны 52 и 48 %. В этих расчетах не учитывается сопротивление обмоток дроссель-трансформаторов (ДТ). Если учесть, что сопротивление обмоток ДТ изменяется от 450 до 1800 мкОм при постоянном токе и 200000 мкОм при переменном токе частотой 50 Гц, тогда очевидно, что в расчетах потерь энергии в рельсовой сети оно должно быть учтено. Например, нормативное значение рельсового токопроводящего стыка рельса типа Р65 составляет 152,4 мкОм, тогда сопротивление обмотки ДТ будет составлять 29,5 % сопротивления 1 км рельсовой нити, и уже при указанных расчетах это нельзя не учитывать.

Для определения расходов на потери электрической энергии в ДТ были организованы измерения токов, протекающих по полуобмоткам. Для этой цели в каждой рельсовой нити в одну из полуобмоток были установлены шунты и самописцы. Анализ полученных осциллограмм ряда фидерных зон показал, что токи в рельсовых нитях со стыками с типовыми шайбами и стыковыми соединителями могут отличаться до 13 %. Если рельсовая сеть состоит из стыков с тарельчатыми пружинами, то разница в токах в нитях незначительна, и ее при расчетах можно не учитывать. Асимметрия токов в рельсовых нитях объясняется тем, что в каждой нити сопротивление стыков носит случайный характер, т.к. стыковые соединители, из-за своих низких коэффициентов шунтирования, даже после их приварки не обеспечивают одинаковое сопротивление стыков. Из-за деформации обоймы во время приварки к рельсу их сопротивление после приварки увеличивается до 4 раз. Тарельчатые пружины обеспечивают стабильное прижатие накладок к рельсам, что и является причиной одинакового продольного сопротивления рельсовых нитей. Величины токов, протекающих по полуобмоткам ДТ, имеют случайный характер. Для выбора метода их оптимальной обработки, с целью принятия объективных величин токов для расчета, необходимо знание их статистических характеристик. Объем выборки, полученной с действующих фидерных зон постоянного тока, составил $N=38$. Учитывая ограниченный объем выборки относительно огромного полигона электрифицированных железных дорог постоянного тока с ДТ, для определения непрерывного теоретического распределения токов к эмпирическому был использован метод максимума функции наибольшего правдоподобия. Проверка гипотезы о принадлежности полученной выборки (гистограммы) была

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.