

же требования, практически повсеместно на циклонах отсутствует подвод электроэнергии для обеспечения работы пробоотборного оборудования. Применение толстостенных труб также значительно осложняет организацию замеров, так как трудно сделать отверстия в нужных сечениях.

Отдельно следует отметить особенности эксплуатации ПГУ мокрого типа, к которым относятся гидрофилтры, промыватели, скрубберы и другие аппараты. Количество таких газоочистных устройств на предприятиях железной дороги относительно невелико, но проблем с ними возникает довольно много. Особенно много вопросов по эксплуатации и определению эффективности гидрофилтров. В наихудшем варианте в этих устройствах вообще отсутствует вода и нет никакой очистки отходящих газов. При нормальной работе этого ПГУ практически невозможно определить его фактическую эффективность, так как получить достоверные характеристики воздушного потока на входе (скорость и концентрацию загрязняющих веществ) не представляется возможным. Для паспортизации таких ПГУ приходится применять комбинированный метод: входные концентрации получаются расчетным путем, а выходные – методом отбора проб и измерением фактических характеристик воздушного потока. Кроме того, в настоящее время нет утвержденной методики для определения эффективности гидрофилтра в производственных условиях.

Необходимо отметить также применение рукавных филтров, точнее, их недостаточное применение на предприятиях железной дороги. Во многих случаях их высокая эффективность полностью снимает вопросы очистки отходящих газов. Кроме того, возможность установки филтров в помещениях позволяет сократить потери теплоэнергии в отопительный период. Конструкция рукавного филтра позволяет сделать его в условиях почти любого предприятия. Установка его рядом с обслуживаемым оборудованием сокращает длину воздухопроводов и позволяет экономить электроэнергию на перемещение очищаемого воздуха.

В последнее время на предприятиях Белорусской железной дороги нашли применение электростатические филтры (филтр ЕФ) и передвижные электростатические филтры ЕМК. Эффективность данных филтров – до 99 %. Они предназначены для очистки воздуха от аэрозолей, твердых сухих веществ, в том числе от варочного дыма в системе приточной, вытяжной и рециркуляционной вентиляции. Однако их эксплуатация, мягко говоря, желает быть лучше.

Подводя итоги, можно отметить, что на дороге внедряется более совершенное и высокоэффективное пылегазоулавливающее оборудование, которое требует квалифицированного обслуживания. Однако на большинстве предприятий Белорусской железной дороги в штатном расписании отсутствуют специалисты по вентиляции, инженеры-экологи, что не позволяет организовать четкое взаимодействие производственных цехов и ремонтной службы по выполнению планово-предупредительных ремонтов как ПГУ, так и вентиляционных систем в целом.

Проанализировав существующее положение, можно сделать следующие выводы: во-первых, на каждом предприятии необходимо иметь службу вентиляции; во-вторых, необходимо паспортизовать ВУ и ПГУ и своевременно проводить проверку их эффективности; в-третьих, проводить инвентаризацию выбросов вредных веществ в атмосферу источниками предприятия можно только после того, как ВУ и ПГУ приведены в удовлетворительное техническое состояние.

При выполнении этих требований можно получить заметный экологический и экономический эффект. Воздух станет чище, и затраты на поддержание его в таком состоянии значительно сократятся.

УДК 621.311.1: 621.314

РАСЧЕТ МГНОВЕННЫХ СХЕМ В СИСТЕМЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В. А. ИВЛЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Системы тягового электроснабжения переменного тока имеют ряд значительных отличий от систем стационарной (нетяговой) энергетики. Основным отличием является несимметрия нагрузок, значительная протяженность тяговой сети, наличие высших гармонических в составе токов и напряжений, а также высокая динамика их изменения. Известно значительное число исследований отечественных и зарубежных авторов, посвященных вопросу расчета систем тягового электроснабжения (СТЭ).

При анализе электромагнитных процессов в СТЭ возникают определенные трудности: решение большого количества дифференциальных уравнений в частных производных; сложность определения начальных и граничных условий; необходимость использования большого числа матричных операций, что ведет к снижению точности расчета и наличию дополнительных корректировок.

Исходя из этого для производства электрических расчетов в СТЭ авторами предлагается использовать модифицированный метод узловых потенциалов в матричной форме. Этот метод свободен от перечисленных выше недостатков и может быть легко реализован на ЭВМ. Сущность метода заключается в следующем: фидерная зона тяговой подстанции (каждый провод, включая рельсы) разбивается на n П-образных четырехполосников (ячеек), в состав которых, кроме тяговой сети, входят тяговые подстанции и электровозы. Расчет выполняется методом узловых потенциалов с учетом взаимных индуктивных и емкостных связей между отдельными проводами контактной и рельсовой сетей.

Пример такой ячейки фидерной зоны однопутного участка электрифицированной железной дороги представлен на рисунке 1.

На рисунке 1 используются следующие обозначения: E_{ab}, E_{bc}, E_{ca} – ЭДС обмоток тягового трансформатора; Z_{ab}, Z_{bc}, Z_{ca} – приведенные сопротивления обмоток тягового трансформатора; Z_{ii} – погонные сопротивления проводов контактной сети, рельса и линий ДПР; Z_{ij} – взаимные индуктивные сопротивления между проводами линий ДПР, контактной сетью и рельсом; Y_{ii} – поперечные проводимости между землей и проводами линий ДПР, контактной сетью, рельсом; Y_{ij} – поперечные проводимости между проводами линий ДПР, контактной сетью, рельсом; J_{ki} – токи электровозов.

Исходные данные могут быть определены с использованием методики, изложенной в работах К.Г. Марквардта и др. авторов. При расчете определяется необходимое количество разбиений схемы n , расположение электровозов по фидерной зоне и токи этих электровозов J_{ki} . В результате расчета вычисляются токи и напряжения во всех ветвях схемы, мощности, потребляемые отдельными нагрузками и источниками питания, а также потери мощности в СТЭ.

Предлагаемый модифицированный метод узловых потенциалов в матричной форме имеет простой для машинной реализации алгоритм расчета, позволяет ускорить и уточнить процесс расчета СТЭ. Погрешности при расчете данным методом могут возникнуть вследствие сложности сбора достоверных исходных данных по взаимному расположению линий, величине погонного сопротивления рельсов, переходного сопротивления между рельсом и землей, а также сопротивления растеканию тока в земле.

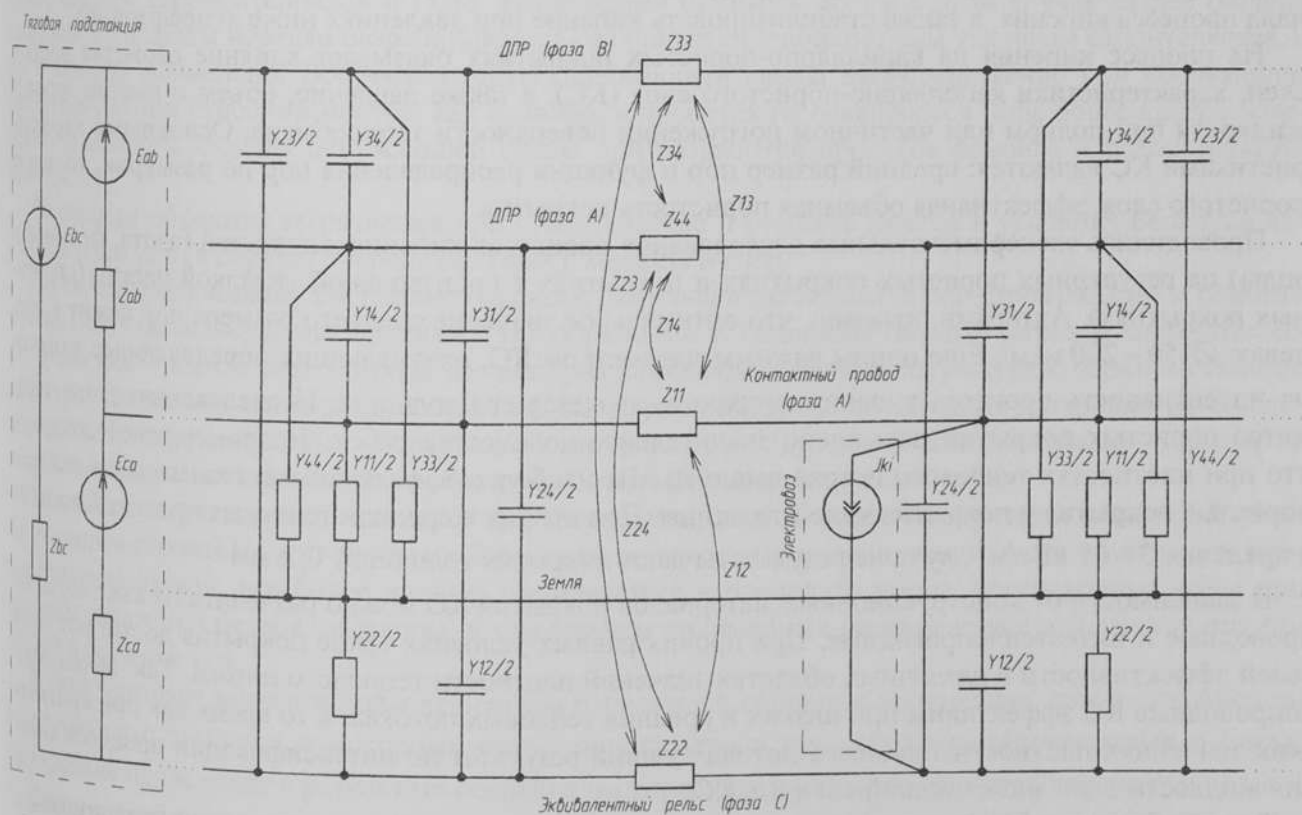


Рисунок 1 – Пример ячейки схемы замещения фидерной зоны тяговой подстанции на однопутном участке

Разработанный метод может быть предложен для решения широкого круга задач при проектировании новых систем электроснабжения и проверочных расчетах существующих систем электроснабжения электрических железных дорог переменного тока. На основе предложенного метода может быть разработана имитационная модель работы участка электроснабжения железных дорог переменного тока напряжениями 1×25 кВ, 2×25 кВ, СТЭ с усиливающим и экранирующим проводом. С использованием данного метода могут быть решены вопросы об электромагнитной совместимости тяговой сети и сетей нетягового электроснабжения, а также определен технический норматив потерь электрической энергии в контактной сети и ДПР.

УДК 621.311:621.184.64

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДАХ В ПРОМЫШЛЕННЫХ АГРЕГАТАХ

Е. А. КОРШУНОВ, Д. А. ДРОБЫШЕВСКИЙ
Белорусский государственный университет транспорта

Одним из направлений сбережения тепловой энергии является создание высокоэффективных теплообменных аппаратов, позволяющих максимально использовать низкопотенциальную тепловую энергию. К таким аппаратам относятся тепловые насосы испарительного типа, низкопотенциальным источником теплоты которых могут являться грунтовые воды, геотермальные источники, а также теплота грунта. В таких случаях температура низкопотенциальных источников колеблется в пределах $4-15^\circ\text{C}$. Для увеличения эффективности работы теплонасосных установок при конструировании их испарителей используются передовые достижения в области теплообмена и конструкционных материалов.

Как известно, одним из эффективных методов интенсификации процесса теплообмена при фазовых превращениях теплоносителя (хладагента) является использование пористых поверхностей теплообмена. Нанесение пористых покрытий на теплоотдающие поверхности позволяет существенно увеличить коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении, снизить температурный напор начала процесса кипения, а также стабилизировать кипение при давлениях ниже атмосферного.

На процесс кипения на капиллярно-пористых покрытиях оказывает влияние свойства жидкостей, характеристики капиллярно-пористого слоя (КС), а также давление, объем и высота зеркала жидкости при полном или частичном погружении поверхности теплообмена. Основными характеристиками КС являются: средний размер пор и функции распределения пор по размерам, толщина пористого слоя, эффективная объемная пористость покрытия.

Проводились экспериментальные исследования процессов кипения жидкостей (азота, фреонов и воды) на регулярных пористых покрытиях и покрытиях с произвольной укладкой частиц (спеченных покрытиях). Авторами показано, что оптимальное значение среднего размера пор лежит в пределах $\varnothing 150-200$ мкм. Еще одним важным параметром КС, оказывающих определяющее влияние на интенсивность процесса кипения жидкости, является его толщина. Исследованию этого параметра пористых покрытий посвящено значительное количество работ. Например, ранее доказано, что при плотностях теплового потока выше 70 кВт наиболее эффективными оказываются высокопористые покрытия и покрытия малой толщины. При низких и средних тепловых потоках, лежащих в пределах $3-65$ кВт/м², лучшие результаты дают покрытия толщиной $0,2$ мм.

В зависимости от конструкционных материалов покрытия КС можно разделить на высокотеплопроводные и низкотеплопроводные. При прочих равных условиях такие покрытия достигают пика своей эффективности в различных областях значений плотности теплового потока. Так, высокотеплопроводные КС эффективны при низких и средних тепловых потоках, в то время как при критических значениях плотности теплового потока лучший результат по интенсификации процесса кипения жидкости дают низкотеплопроводные КС.

Таким образом, эффективность применения пористых покрытий в конструкциях испарительных аппаратов зависит: