

Сравнение двух выборок погрешностей инструментального и вероятностно-статистического методов проведено путем дисперсионного анализа в пакете Statgraphics Plus 5.0. Функции плотности распределения вероятностей погрешностей исследуемых методов представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Функции плотности распределения вероятностей погрешностей методов определения потерь электроэнергии в сетях

При проведении дисперсионного анализа в качестве нулевой гипотезы принята гипотеза о равенстве двух выборок, в качестве альтернативной – гипотеза, что среднеквадратичное отклонение выборки вероятностно-статистического метода меньше среднеквадратичного отклонения выборки инструментального метода. Результаты анализа показали, что верна альтернативная гипотеза, так как уровень значимости критерия (вероятность отклонения верной нулевой гипотезы) равен $0,00001 < 0,05$.

В результате исследований доказано, что разработанный вероятностно-статистический метод для определения потерь электроэнергии в слабонагруженных сетях железнодорожных узлов является адекватным, так как его погрешность меньше погрешности инструментального метода, и целесообразен для практического использования в оперативных расчетах. Область применения разработанного метода охватывает только электросети железнодорожных узлов Гомельского, Барановичского и Могилевского отделений Белорусской железной дороги. Для применения разработанного метода к другим железнодорожным узлам необходимы дополнительные исследования.

УДК 502.3:656.2(476)

ОЧИСТКА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Н. П. ЗЯБКИН, В. Н. АБРАМЧИК

Белорусский государственный университет транспорта

Состояние природной среды является одним из важнейших факторов, определяющих жизнедеятельность человеческого общества.

Защита воздушного бассейна от загрязнений промышленными выбросами – одна из важнейших проблем, затрагивающих все страны мира. В настоящее время объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу чрезвычайно велик: ежегодно только в Республике Беларусь ежегодно выбрасывается в атмосферу более 700 тыс. т оксидов углерода, около 135 тыс. т оксидов азота, 250 тыс. т углеводородов, более 72 тыс. т твердых веществ. Преобладающая часть из них производится передвижными источниками (более 70 %). Большая часть выброшенных в атмосферу оксидов азота и углерода, а также углеводородов обусловлена работой транспорта, в том числе и железнодорожного. Наоборот, вклад стационарных источников в выбросы диоксида серы и твердых веществ значительно выше, чем у передвижных.

Белорусская железная дорога играет важную роль в транспортно-промышленной структуре Республики Беларусь. Соответственно велика доля дороги и в формировании всего комплекса загряз-

нений атмосферы. Основными источниками выделения вредных веществ являются магистральные тепловозы (67 %), стационарные источники предприятий транспорта (15 %), маневровые тепловозы (12 %). Распределение выбросов по территории неравномерно. Наибольшее количество загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками выбрасывается на территории Минской области (более 30 %), наименьшее в Могилевской и Гродненской областях (около 11 % в каждой). На предприятиях Белорусской железной дороги достаточно много технологий и оборудования, при работе которых в атмосферу выделяются твердые вещества. Регулярное проведение контрольных замеров на этих источниках выбросов позволяет активно влиять на процесс загрязнения атмосферы в сторону снижения как разовых концентраций, так и валовых показателей. Большинство таких источников оборудовано пылегазоулавливающими устройствами (ПГУ), от качества работы которых зависит степень очистки отходящих газов. Анализ работы достаточно большого количества ПГУ позволяет условно разделить вопросы, возникающие при этом, на четыре группы.

Первая группа. ПГУ выбраны произвольно, не соответствуют дисперсному составу и другим физическим характеристикам загрязняющих веществ. Например, установка обыкновенного циклона для сухой очистки выбросов после камеры для очистки деталей косточковой крошкой не даёт положительного эффекта, в этом случае требуется мокрая очистка, так как образующаяся пыль является мелкодисперсной и не коагулируется. Аналогично, с помощью циклонов невозможно получить высокую эффективность при очистке запылённого воздуха, удаляемого от деревошлифовальных станков. Эффективная очистка может быть достигнута только при применении рукавных фильтров.

Вторая группа. Производительность вентиляционной установки не соответствует производительности ПГУ. Все устройства газоочистки рассчитаны на эффективную работу при определённом объёме подаваемого в них воздуха, т.е. производительность вентиляционной установки должна находиться в балансе с очистным устройством (циклоном, рукавным фильтром и др.). Объём загрязнённого воздуха, который необходимо удалить от источника, должен быть достаточным, т.е. концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должна превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). При достаточной для достижения этой цели производительности вентилятора и применении устройств ПГУ, рассчитанных на очистку меньших объёмов воздуха, в атмосферу будет выбрасываться только частично (недостаточно) очищенный воздух. Применение циклонов повышенной производительности по отношению к производительности вентилятора также приводит к плохой очистке воздуха за счёт нарушения циклонного процесса. Стремление применять мощные устройства газоочистки незначительного объёма загрязняющих веществ приводит к нерациональному перерасходу электрической энергии на привод вентилятора и потери тепла, уходящего из помещения в месте с удаляемым воздухом в зимнее время.

Третья группа. Геометрические размеры установленных циклонов имеют значительные отклонения от расчетных размеров. Нередко при самостоятельном изготовлении циклонов на предприятиях создают конструкции, которые невозможно идентифицировать. По этой причине возникают большие сложности с паспортизацией и определением эффективности этих аппаратов. В некоторых случаях такая ПГУ неэффективно выполняет свои функции циклона и работает на уровне низкоэффективной пылесадительной камеры. Одной из основных причин малоэффективной работы циклонов является негерметичность бункера или его отсутствие. При таких условиях получить циклонный эффект практически невозможно. Также нередко встречается, что вентилятор вращается в обратную сторону. Это не просто резко снижает производительность вентилятора, но и приводит эффективность его работы к нулю, а также бесцельно расходуется электроэнергия. Несоответствие системы воздухопроводов применяемому вентилятору часто приводит к понижению скорости пылегазовоздушной смеси воздухопроводов, что сказывается на условиях переноса пыли. Кроме этого, при таком несоответствии воздухопровод заполняется отложениями до момента получения эффективного сечения. Тогда скорость воздушного потока становится достаточной для переноса основной массы пыли без её оседания в воздуховоде. Но замер скорости и расчет производительности по видимому диаметру воздуховода даёт ложную картину, так как эффективное сечение в точке замера определить с необходимой точностью невозможно. Соответственно, определяемая при таких условиях концентрация пыли в вентиляционных выбросах не соответствует действительности. Такая ситуация, как уже отмечалось, складывается при недостаточной производительности вентилятора.

Четвёртая группа. ПГУ не оборудованы для проведения измерений. Главным является отсутствие трапов и площадок, что прямо нарушает требования нормативных документов. Несмотря на те

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 гидрофильтры, 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 гидрофильтров. 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 гидрофильтра в производственных условиях.

Необходимо отметить также применение рукавных фильтров, точнее, их недостаточное применение на предприятиях железной дороги. Во многих случаях их высокая эффективность полностью снимает вопросы очистки отходящих газов. Кроме того, возможность установки фильтров в помещениях позволяет сократить потери теплоэнергии в отопительный период. Конструкция рукавного фильтра 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 фильтры (фильтр ЕФ) и передвижные электростатические фильтры ЕМК. Эффективность данных фильтров – 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).