

В целях оптимизации расходов дороги на содержание и ремонт подвижного состава разрабатывается положение о неразрушающем контроле, направленное на унификацию методов и методик диагностирования и предусматривающее проведение технической диагностики с выдачей решений о возможности продления срока службы.

При этом учитывается разделение подвижного состава на задействованный как непосредственно в обеспечении процесса перевозок, так и на применяемый в процессе хозяйственной деятельности Белорусской железной дороги.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что важнейшим направлением совершенствования систем неразрушающего контроля и испытаний подвижного состава как при его изготовлении, так и при ремонте и обслуживании с использованием инновационных методов и применением нового испытательного оборудования, средств измерений и неразрушающего контроля является создание и внедрение новых методик.

УДК 625.42

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ЭЛЕКТРОДЕПО

Д. В. ДОРОЩУК, Е. А. ВАРЧАК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

П. А. СЫС

Минский метрополитен, Республика Беларусь

Сжатый воздух как вид энергии по применению занимает второе место после электрической. В Беларуси, как и в других промышленно развитых странах, на привод компрессоров и вентиляторов тратится около 20 % всей вырабатываемой электроэнергии. В условиях постоянного роста цен на энергоносители, оптимизация системы воздухообеспечения производства стоит в ряду вопросов первоочередной важности, поскольку затраты на производство и подачу сжатого воздуха достаточно велики и очень часто напрямую влияют на себестоимость продукции.

Сжатый воздух является достаточно дорогим энергоносителем, поэтому значительное внимание должно быть уделено повышению эффективности его производства, распределения и потребления. Выделяют следующие направления:

- источники воздухообеспечения, в частности внедрение современного компрессорного оборудования, регулирование производительности компрессоров;
- системы подачи и распределения сжатого воздуха, в частности децентрализация воздухообеспечения, снижение утечек сжатого воздуха в сетях;
- отказ от использования либо сокращение потребления сжатого воздуха.

В настоящее время наиболее эффективным способом выработки сжатого воздуха является использование винтовых компрессоров с воздушным охлаждением, характеризующихся более высоким КПД. Кроме этого, электропривод винтового компрессора можно оснастить частотным преобразователем, что позволит за счет изменения частоты вращения поддерживать минимально необходимое давление в системе. Система регулирования производительности автоматически поддерживает постоянное давление на нагнетательном коллекторе сжатого воздуха, увеличивая или уменьшая обороты приводного электродвигателя. Такое регулирование производительности является наиболее экономичным.

Объектом исследования являлось электродепо «Могилевское» Минского метрополитена. Воздухообеспечение электродепо осуществляется от собственной компрессорной станции с установленными четырьмя поршневыми компрессорами типа 2ВМ4-27/9 с электродвигателями 160 кВт и одним винтовым компрессором типа DVK-100В с электродвигателем 75 кВт. Компрессорная станция располагается в отдельно стоящем здании с встроенно-пристроенной трансформаторной подстанцией. Снаружи здания находятся градирня, предназначенная для охлаждения оборотной воды, и четыре воздухооборника.

Компрессоры 2ВМ4-27/9 – двухступенчатые, стационарные, поршневые, с оборотным водяным охлаждением; компрессор DVK-100В – одноступенчатый, стационарный, винтовой, с воздушным

охлаждением. В работе в межотопительный период, как правило, находится один компрессор 2ВМ4-27/9, в отопительный – два компрессора 2ВМ4-27/9. Винтовой компрессор DVK-100В включается в работу при минимальных нагрузках по потреблению и является, как правило, резервным.

Компрессорная введена в эксплуатацию в 2003 году, при этом в 2018 году завершается амортизационный период (экономически обоснованный срок службы) 4 поршневых компрессоров 2ВМ4-27/9, а срок службы 4 воздухохоборников после 12 лет эксплуатации продлён до 2019 г. Компрессоры 2ВМ4-27/9 морально устарели и физически изношены.

В компрессорной станции предприятия на каждом компрессоре имеется индивидуальный фильтр, но ни на одном из них не установлен прибор контроля его сопротивления. Для возможности наблюдения за состоянием всасывающего фильтра и принятия своевременных мер по его очистке или замене целесообразно оснащение его приборами контроля сопротивления. В частности, измерение величины аэродинамического сопротивления (перепада давления) во всасывающем фильтре возможно дифманометрами, тягомерами и тягонапорометрами. Расчет и опыт показали, что с увеличением сопротивления во всасывающем фильтре на 100 Па производительность компрессора снижается на 0,1 %, а удельный расход электроэнергии при этом увеличивается на 0,05 %.

Поддержание оптимальных температурных режимов при выработке сжатого воздуха является самым важным условием экономической эксплуатации компрессоров. Для отвода тепла, образующегося от сжатия воздуха, в поршневых компрессорах применяется водяная система охлаждения, а в винтовых – воздушное охлаждение. Водой охлаждаются сам поршневой компрессор и воздух, подаваемый во вторую ступень сжатия и потребителям. В поршневых компрессорах после первой ступени сжатия устанавливаются промежуточные воздухоохладители для охлаждения воздуха, подаваемого из первой ступени во вторую. А для охлаждения воздуха, подаваемого потребителям, устанавливаются конечные воздухоохладители. При этом на эффективность эксплуатации поршневых компрессоров значительное влияние оказывает состояние промежуточных воздухоохладителей.

Для определения эффективности эксплуатации поршневых компрессоров, находящихся в работе, были проведены замеры температуры воздуха и охлаждающей воды. Результаты замеров показали, что промежуточный воздухоохладитель одного компрессора 2ВМ4-27/9 характеризуется низкой эффективностью, а также недоохлаждением сжатого воздуха на 7 °С и, следовательно, некоторым перерасходом электроэнергии (около 1 %).

Для оценки потребляемой мощности, времени работы и загрузки действующего компрессорного оборудования КС были проведены замеры параметров электрической энергии на трансформаторной подстанции электродепо "Могилевское" с помощью анализатора-регистратора параметров качества электроэнергии Sonel PQM-702. Среднечасовой коэффициент загрузки компрессорной составил 0,93. Проанализировав данные среднесуточного потребления электрической энергии компрессорной станции и с учетом её круглогодичной эксплуатации, расход электроэнергии в год составляет около 1490 тыс. кВт·ч.

В настоящее время перепад давления между верхним и нижним уровнями давления в системе составляет около 1,2 кгс/см², при этом повышение давления на 1,0 кгс/см² ведет к увеличению потребляемой мощности на 7 %. Нижний уровень составляет около 6,8 кгс/см², верхний уровень – 8,0 кгс/см², среднее повышение давления – 0,6 кгс/см².

С учетом вышеприведенного исследования рекомендуется комплектация компрессорной станции двумя винтовыми компрессорами, один из которых работает в базовой нагрузке, а другой осуществляет регулирование переменной части расхода сжатого воздуха с помощью частотного преобразователя, так как данная схема является наиболее рациональной и экономической. Кроме этого, при внедрении винтовых компрессоров с воздушным охлаждением исключается потребность в приводе насосов оборотного водоснабжения и градирне.

К рассмотрению были приняты два винтовых компрессора, например Ingersoll Rand R90n с частотным регулированием привода мощностью 90 кВт и воздушным охлаждением и Rand R160ie двухступенчатого сжатия с электроприводом 160 кВт и воздушным охлаждением. Компрессоры работают в полностью автоматическом режиме и не требуют ежедневного технического обслуживания. Суммарная воздухопроизводительность КС составит около 49 м³/мин, что удовлетворяет требованиям базовой производительности 44 м³/мин с учетом резерва в 13–15 %.

Экономический эффект данного мероприятия достигается за счет:

- соблюдения оптимальных температурных режимов эксплуатации;
- исключения насосов систем оборотного водоснабжения;

- поддержания минимально необходимого давления в системе;
- эксплуатации более экономичного оборудования;
- обогрева помещений компрессорной станции в отопительный период.

Было произведено детальное сравнение затрат электрической энергии на выработку сжатого воздуха до и после замены существующих поршневых компрессоров станции на винтовые. Годовой экономический эффект мероприятия составит около 103 тыс. руб., экономия ТЭР – 170 т у.т. При капиталовложениях около 471 тыс. руб. срок окупаемости составит около 4,6 года.

Кроме этого, существующие поршневые компрессоры нуждаются в постоянном ремонте, часть из них эксплуатируются с нарушением оптимальных температурных режимов за счет неудовлетворительного состояния воздухоохладителей и, как следствие, имеет место перерасход электроэнергии. Также следует отметить, что дополнительный экономический эффект достигается за счет полной автоматизации компрессорной станции, т.е. не требуется ежедневное техническое обслуживание и снижаются текущие эксплуатационные расходы.

УДК 629.463

ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ СИЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПОГЛОЩАЮЩИХ АППАРАТОВ МЕТОДОМ СОУДАРЕНИЯ ВАГОНОВ

А. А. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, С. В. МАКЕЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сертификационные испытания поглощающих аппаратов с целью подтверждения требований Технического регламента Таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава» выполняют в соответствии с методами, установленными ГОСТ Р 55185–2012. Одним из методов, позволяющих при испытаниях получить и оценить динамические силовые характеристики поглощающих аппаратов автосцепного устройства грузовых вагонов, является метод испытаний при соударении вагонов (приложение Л ГОСТ Р 55185-2012). Оценки каждой силовой характеристики, такие как воспринятая энергия (энергоёмкость) и энергия отдачи, равны площади фигур, ограниченных соответственно линиями нагрузки и разгрузки силовой характеристики. Линии строятся путем аппроксимации точечной зависимости силы удара от хода поглощающего аппарата, значения силы и хода регистрируются с помощью датчиков силы и линейных перемещений в процессе соударения. Таким образом, точность оценок силовой характеристики (а также производных от них – коэффициентов необратимого поглощения энергии и полноты силовой характеристики) в первую очередь зависит от количества и правильности данных, регистрируемых датчиками.

Методикой, приведенной в приложении Л ГОСТ Р 55185–2012, предусмотрено для регистрации силы удара и хода поглощающего аппарата использование автосцепки-динамометра и датчика линейных перемещений (любого типа), без указания схемы установки. В практике испытательных центров, осуществляющих данный вид испытаний, обычно используется схема установки датчиков, приведенная на рисунке 1.

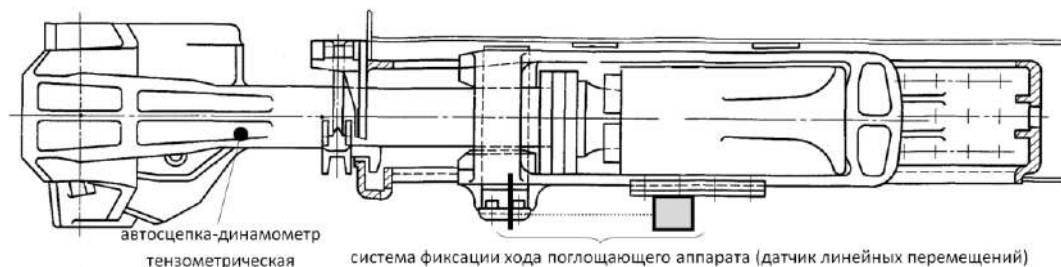


Рисунок 1 – Схема установки средств регистрации при испытаниях поглощающих аппаратов методом соударения вагонов

Данная схема позволяет при подключении к многоканальному измерительному комплексу регистрировать в процессе удара значения силы удара и хода поглощающего аппарата с определенной