

А.Л. Редин, к.т.н., заведующий лабораторией компрессорных установок, А.И. Запольский, старший научный сотрудник, С.А. Добашин, заведующий отделом силовых установок, В.И. Драгун, заведующая сектором стандартизации (ОАО «ВНИКТИ, г.Коломна, Московской обл., Россия)

Направление развития локомотивных компрессорных установок и нормативы качества сжатого воздуха

Представлены направление развития локомотивных компрессорных установок и нормативные показатели качества сжатого воздуха нового национального стандарта «Сжатый воздух пневматических систем железнодорожного подвижного состава. Требования к качеству». Дан пример внедрения новых устройств очистки и осушки на локомотивах. Показаны перспективы создания новых устройств очистки и осушки сжатого воздуха.

Ключевые слова: железная дорога, локомотив, компрессор, сжатый воздух, норматив, качество, очистка, осушка.

Представлен напрям розвитку локомотивних компресорних установок і нормативні показники якості стислого повітря нового національного стандарту «Стисле повітря пневматичних систем залізничного рухомого складу. Вимоги до якості». Подано приклад впровадження нових облаштувань очищення і осушення на локомотивах. Показані перспективи створення нових облаштувань очищення і осушення стислого повітря.

Ключові слова: залізниця, локомотив, компресор, стисле повітря, норматив, якість, очищення, осушення.

Direction of development of locomotive compressor options and normative indexes of quality of the compressed air of new national standard are presented "Compressed air of the pneumatic systems of railway rolling stock. Requirements to quality". The pattern of introduction of new devices of cleaning and drainage is Set on locomotives. The prospects of creation of new devices of cleaning and drainage of the compressed air are shown.

Keywords: railway, locomotive, compressor, compressed air, norm, quality, cleaning, drainage.

Безопасность движения на железнодорожном транспорте во многом зависит от надежной работы его пневматического оборудования и тормозов, которая напрямую связана с качеством сжатого воздуха.

Низкое качество сжатого воздуха на подвижном составе железных дорог имеет ряд отрицательных последствий:

- сужение из-за обледенения в зимний период проходных сечений в напорной и тормозной магистралях поезда, что повышает вероятность обрыва автосцепок;

- замерзание и загрязнение дроссельных отверстий воздухо-распределителей, приводящие к нераскрытию тормозов отдельных вагонов, образованию ползунов и наваров;

- повышение трудоемкости плановых ремонтов, сокращение межремонтных сроков эксплуатации узлов пневмоавтоматики подвижного состава.

Кроме того, низкое качество сжатого воздуха является сдерживающим фактором создания и применения новых узлов и приборов пневмоавтоматики и тормозов.

Сжатый воздух, выходящий из компрессора и проходящий по пневматической магистрали, является сложной системой, состоящей из различных компонентов. Часть из них, а именно смесь азота, кислорода, аргона, углекислого газа и в меньшей степени других газов – являются рабочим телом, а часть нежелательными загрязнителями – к ним относятся вода в жидком, твердом и газообразном состоянии, масло и твердые частицы (пыль).

В соответствии с ГОСТ 28567-90 «Компрессоры. Термины и определения» под словосочетанием «компрессорные установки» понимается компрессорный агрегат с дополнительными системами, обеспечивающими его работу. Применительно к секции локомотива с электрическим приводом компрессора это электродвигатель с системой пуска и регулирования производительности компрессора, собственно компрессор, блок очистки и осушки сжатого воздуха, главные резервуары, а также напорная и питательная магистраль секции локомотива.

Современные требования, предъявляемые к локомотивным

компрессорным установкам, состоят в следующем:

1. Компрессорные установки должны обеспечивать потребности в сжатом воздухе локомотива и водимые им составы на всех режимах работы и всех условиях эксплуатации.

2. Качество сжатого воздуха компрессорной установки должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 53977-2010 «Сжатый воздух пневматических систем железнодорожного подвижного состава. Требования к качеству».

3. Характеристики отдельных узлов компрессорной установки, в том числе компрессоров, должны соответствовать нормативной документации (ГОСТ 10393-2009).

4. Составные части компрессорной установки, подлежащие обязательной сертификации, должны иметь сертификат соответствия.

5. Стоимость жизненного цикла компрессорной установки должна быть минимальна.

6. Составные части однотипных компрессорных установок должны быть унифицированы.

В настоящее время формируется блок требований, связанных с

управлением рисками, обеспечением надежности и безопасности на железнодорожном транспорте.

Одно из возможных требований к узлам, обеспечивающим безопасность движения на российских железных дорогах, может состоять в том, что быстро сменяемые запасные части должны производиться российскими предприятиями.

Эксплуатируемый парк локомотивов постройки до 2008 года оснащен поршневыми компрессорами со смазкой узлов трения маслом. Основные марки поршневых компрессоров локомотивов это:

- компрессоры типа КТ6 производства Полтавского турбомеханического завода (Украина);
- компрессор ВУ 3,5/10-1450 производства ОАО «Транспневматика» (Россия);
- компрессор К2 производства концерна «Шкода» (Чехия).

По ряду технических параметров эксплуатируемые компрессоры К2 и КТ6 уже не удовлетворяют современным требованиям (ГОСТ 10393-2009), предъявляемым к транспортным компрессорам. Наиболее характерной особенностью этих компрессоров является высокий расход масла на унос. Именно это вынуждает применять для смазки всех поршневых компрессоров локомотивов дешёвые масла без присадок. Эксплуатируемому парку поршневых компрессоров требуется модернизация.

Ближайшей задачей по снижению затрат на эксплуатационные расходы является модернизация компрессоров типа КТ6.

Разработанный ОАО «ВНИКТИ» по заданию ОАО «РЖД» новый российский национальный стандарт ГОСТ Р 53977-2010 «Сжатый воздух пневматических систем железнодорожного подвижного состава. Требования к качеству» введен в действие с 1 июля 2011 года.

Пневматическая система подвижного состава условно разделена на функциональные модули, которые представлены на рисунке.

Для каждой контрольной точки функционального модуля определены показатели по качеству сжатого воздуха, которые представлены в таблице.

Наиболее жесткие ограничения по загрязнителям сжатого воздуха даны для модуля «обработка сжатого воздуха». В нем формируется необходимое качество сжатого воздуха для всех последующих модулей.

В ОАО «ВНИКТИ» разработана математическая модель работы компрессорных установок с уст-

ройствами осушки сжатого воздуха, позволяющая достаточно точно рассчитать их характеристики. Совместно с российскими предприятиями транспортного машиностроения созданы короткоцикловые адсорбционные устройства осушки и очистки сжатого воздуха для магистральных и маневровых локомотивов. Разработанные устройства по качеству сжатого воздуха не уступают, а по энергетическим характеристикам и экономической эффективности превосходят мировые аналоги.

Обеспечение пневматических систем подвижного состава качественным сжатым воздухом позволит не только повысить безопасность движения и значительно снизить эксплуатационные издержки, но и создавать тормозное и пневматическое оборудование нового поколения.

Работа по созданию в России современных систем подготовки

для автоматных участков ремонтных депо.

3. Создание устройств подготовки сжатого воздуха большой производительности для стационарных компрессоров и станционных пневматических сетей железнодорожных станций.

4. Разработка технологии очистки пневматических сетей эксплуатируемого парка подвижного состава при модернизациях и техническом обслуживании.

5. Создание унифицированных методик определения качества сжатого воздуха на железнодорожном подвижном составе и обеспечение необходимыми приборами подразделений ОАО «РЖД».

6. Создание унифицированных адсорбентов для устройств осушки и очистки сжатого воздуха тягового подвижного состава ОАО «РЖД».

Необходимое для современных тормозных систем качество сжатого воздуха можно получить ме-

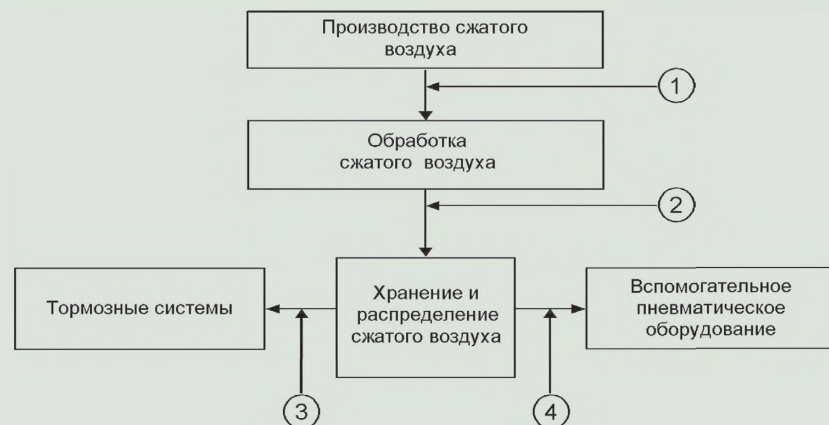


Рисунок. Схема деления пневматической системы на функциональные модули и нахождения контрольных точек для определения качества сжатого воздуха (1, 2, 3, 4 – контрольные точки)

сжатого воздуха для железнодорожного подвижного состава находится на начальном этапе. Для реализации требований нового стандарта по качеству сжатого воздуха необходимо:

1. Создание ряда устройств подготовки сжатого воздуха производительностью от 0,05 до 7 м³/мин для обеспечения потребностей железнодорожного подвижного состава.

2. Создание типового устройства подготовки сжатого воздуха

тодами, основанными на удалении влаги, находящейся в парообразном состоянии – адсорбционным и мембранном, в которых происходит диффузионное удаление парообразной воды из сжатого воздуха через поры величиной в несколько нанометров. По сравнению с традиционными механическими методами удаления влаги, концентрация воды в сжатом воздухе снижается в сто раз. Это исключает коррозию и соответственно пылеобразование по частицам Fe(OH)₂ и Fe(OH)₃. Так

Таблица. Значения показателей качества сжатого воздуха

Наименование показателя	Значение показателя для контрольной точки			
	1	2	3	4
Максимальный размер твердых частиц, мкм, не более	25	10	15	15
Массовая концентрация твердых частиц, мг/м ³ , не более	8	2	2	2
Массовая концентрация масла, мг/м ³ , не более	25*)	5	5	5
Точка росы, не выше, при температуре атмосферного воздуха	ниже – 40 °С	—	равна температуре атмосферного воздуха	
	от – 40 °С до – 20 °С включ.		– 40 °С	
	выше – 20 °С		на 20 °С ниже температуры атмосферного воздуха	

* Для модуля «Производство сжатого воздуха», включающего поршневой (поршневые) компрессор(ы), допускается значение массовой концентрации масла не более 100 мг/м³

же исключаются любые замерзания трубопроводов, приборов пневмоавтоматики и тормозов [1-3].

Создание малообслуживаемых транспортных устройств очистки и осушки сжатого воздуха происходит одновременно с созданием новых наноматериалов с заданными свойствами.

Важным этапом развития российского транспортного компрессоростроения является освоение производства винтовых компрессорных агрегатов. По сравнению с поршневыми компрессорами они имеют ряд преимуществ: лучшую уравновешенность, низкую температуру сжатого воздуха, возможность работы в непрерывном режиме неограниченное время, меньшие эксплуатационные затраты на техническое обслуживание и ремонт.

На начальном этапе освоение транспортных винтовых компрессорных агрегатов имело определенные трудности. Ряд производителей, пытавшихся поставлять опытные образцы винтовых компрессоров на локомотивы без серьезных проработок и испытаний, вынуждены были отказаться от этого из-за низкой надежности компрессоров.

Практика показала, что лучшую технику создают предприятия, активно включающие российский научный потенциал, многократно испытывающие опытные образцы на стендах, вибростендах, камерах тепла и холода и в эксплуатации.

В настоящее время винтовые компрессорные агрегаты для железнодорожного транспорта производят:

– Полтавский турбомеханический завод и Челябинский компрессорный завод для электровозов 2ЭС6;

– ОАО «Транспневматика» для тепловозов 2ТЭ25А, ТЭП70БС, ТЭМ31, двух и трехдизельных маневровых тепловозов, электровозов ЭП2К, газотурбовоза ГТ1.

Работа с производителями и ОАО «РЖД» позволила разработать требования по унификации винтовых компрессорных агрегатов.

Унифицированы габаритно-присоединительные размеры, пневматические и электрические соединения, сменные фильтрующие элементы и масло.

Развитие конкурентной среды в транспортном компрессоростроении создаёт предпосылки для разработки новой продукции. Создан поршневой компрессор нового поколения КП5,4/1 в габаритно-присоединительных размерах компрессора КТ6, полностью соответствующий ГОСТ 10393-2009 и имеющий значительно меньшую стоимость жизненного цикла. Ведутся работы по созданию поршневых безмасляных компрессорных агрегатов.

Создана математическая модель работы компрессорной установки с устройством очистки и осушки

сжатого воздуха, позволяющая с высокой точностью прогнозировать характеристики работы компрессорной установки на локомотиве и рассчитать энергетические составляющие стоимости её жизненного цикла. Работа нового компрессорного оборудования отслеживается в эксплуатации.

Выводы

Новое компрессорное оборудование, создаваемое для тяжелых транспортных условий найдет применение не только на российских железных дорогах. Предприятия, достигнувшие успехов в этом секторе железнодорожной техники, получают конкурентные преимущества на всем рынке компрессоров и пневматики.

Список литературы:

1. Редин А. А. Анализ методов подготовки сжатого воздуха для пневматических систем подвижного состава // Железнодорожный транспорт, 2010. – №3. – С. 45 – 47.
2. ГОСТ Р ИСО 8573-1 – 2005 Сжатый воздух. Часть 1. Загрязнения и классы чистоты. – М. – Стандартинформ, 2005. – 12 с.
3. French standard NF F 11-100. Railway rolling stock – Quality of compressed air for pneumatic apparatus and circuits. BSI TECHNICAL INFORMATION GROUP TRANSLATION. // BSI TIG. – 1995. – London 10 p.