

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСУШКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА В КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВКАХ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

С. А. ОКЛАДОВ

*Самарская государственная академия путей сообщения*

Практика работы и многочисленные эксплуатационные испытания показали, что сжатый воздух, нагнетаемый компрессорной установкой (КУ) локомотивов в тормозную магистраль поездов, в нагнетательных трубах и главных резервуарах (ГР) тормозной системы подвижного состава не успевает охладиться до температуры окружающей среды. Это обусловлено тем, что процесс естественной коагуляции влаги протекает очень медленно и приводит к уносу влаги в пневматические магистрали локомотивов. Влага, конденсирующаяся в них, вызывает коррозию металла, а при отрицательных температурах наружного воздуха замерзает в трубопроводах и пневматических аппаратах.

Существующая на сегодняшний день система осушки сжатого воздуха методом адсорбции влаги силикагелем или алюмогелем имеет ряд серьезных недостатков, таких как малая механическая прочность (потери 10 – 15 % в год); потребность систематической замены или восстановления адсорбента; ограниченная влагоемкость (50 – 160 г влаги на 1 кг адсорбента); излишние затраты сжатого воздуха, расходуемого на восстановление адсорбента (15 – 40 % производительности КУ). При этом затраты определяются не столько количеством тепла, требуемого для испарения адсорбированной влаги, сколько теплотой нагрева адсорбента, потерями с уходящим регенерирующим воздухом и теплообменом с окружающей средой.

Перечисленные недостатки существующих систем очистки сжатого воздуха на тяговом подвижном составе (ТПС) не позволяют обеспечить должную работу тормозных систем и соответственно безопасность движения поездов, что требует повышения технико-экономических показателей систем очистки. В целях определения методов и средств для интенсификации процесса конденсации водяных паров из сжатого воздуха необходимо определить способность главных резервуаров к охлаждению сжатого воздуха и конденсации водяных паров.

Результаты эксплуатационных испытаний показали, что на процесс конденсации водяных паров в главных резервуарах влияют температура и относительная влажность наружного воздуха. Это привело к необходимости построения зависимостей количества конденсируемой влаги от изменения вышеуказанных параметров.

Из анализа полученных зависимостей температуры точки росы сжатого воздуха над температурой наружного воздуха в функции от продолжительности включения (ПВ) компрессора для различных температур наружного воздуха установлено, что с увеличением температуры наружного воздуха и его относительной влажности количество водяных паров, которое теоретически должно сконденсироваться в напорной магистрали, увеличивается. Экспериментальными исследованиями установлено, что фактическое количество влаги, удаляемой в атмосферу, составляет в среднем около 40 – 60 % от теоретически возможного. Это говорит о крайне низкой способности существующих конструкций главных резервуаров к осаждению влаги, находящейся в капельно-дисперсном состоянии.

При широком диапазоне изменения режима работы компрессора (ПВ от 10 до 50 %), необходимо иметь представление о его влиянии на изменение режима теплового функционирования пневматических систем тяговых агрегатов и, как следствие, его влиянии на величину конденсата в напорной магистрали.

В результате проведенных экспериментальных и теоретических исследований доказано следующее:

1 При существующих величинах поверхностей теплообмена в пневмосистемах тяговых агрегатов температура сжатого воздуха на выходе из 4-го главного резервуара на 5 – 10 °С превышает температуру наружного воздуха в самом теплонапряженном режиме работы компрессора с ПВ = 50 %. Следовательно, дальнейшее снижение температуры сжатого воздуха до величины температуры окружающей среды будет происходить в тормозной и разгрузочной магистралях.

2 Влагоосаждающая способность существующих конструкций главных резервуаров с различными вариантами ввода воздуха от компрессора крайне низка и составляет от 40 до 60 % от общего количества влаги, поступившей в систему.

3 Необходимо разработать более эффективную систему, интенсифицирующую остаточный процесс влаги в главных резервуарах.

Весьма перспективным следует считать использование **ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ** – устройства для разделения потока сжатого газа, тангенциально вводимого в камеру, имеющую форму тела вращения, на два потока с разной энтальпией. Данное устройство не имеет подвижных частей и не требует для поддержания работоспособности больших затрат на эксплуатацию и ремонт.

Экспериментальные исследования показали, что основным критерием, определяющим эффект охлаждения в вихревой трубе, является введенная Хилшем величина – температурная эффективность  $\eta_k$ , которая рассчитывается как отношение эффекта охлаждения холодного потока  $\Delta t_c$  к эффекту охлаждения  $\Delta t$ , при изэнтропическом расширении от параметров входа до давления холодного потока (так как последнее определяет перепад давления или степень расширения в вихревой трубе).

В результате анализа экспериментальных исследований с вихревыми трубами были установлены следующие этапы определения эффективности осушки сжатого воздуха:

1 Определены численные значения теплофизических параметров сжатого воздуха в рабочем диапазоне температур и давлений пневмомагистралей.

2 Решена квазистационарная задача о течении газа в вихревой трубе, позволяющая определить в зависимости от поля температур пневмосистем локомотивов эффект охлаждения сжатого воздуха и конденсации водяных паров в компрессорной установке ТПС.

3 Определено место вихревой трубы в ряду технических устройств осушки сжатого воздуха в КУ ТПС.

Особенно важным моментом для эксплуатационных условий работы подвижного состава с постоянно меняющимся ПВ компрессора является достижение стабильности влагоосаждения в главных резервуарах. При использовании принципиально новых высокоэффективных систем осушки сжатого воздуха для подвижного состава изменение продолжительности включения компрессора от 10 до 50 % практически не отражается на качестве сжатого воздуха (имеется в виду изменение температуры точки росы) в тормозной магистрали.

Результаты эксплуатационных испытаний по процентному осаждению влаги: 40 – 60 % – для магистрали с полыми резервуарами и 90 – 93 % – для магистрали, оборудованной вихревой трубой, – дает возможность утверждать, что применение в компрессорной установке систем осушки сжатого воздуха на основе вихревой трубы позволят увеличить надежность работы пневмосистем в целом, ликвидировать простои локомотивов по причине перемерзания магистралей и приборов, повысить безопасность движения локомотивов.

УДК 629.4.027.27

## **АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА О НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ**

*М. И. ПАСТУХОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта*

Литые детали (боковые рамы и надрессорные балки) тележек модели 18-100 грузовых вагонов по прочностным характеристикам рассчитаны на 40-летний срок службы (ГОСТ 9246-70). С 1979 г (ГОСТ 9246-79) срок службы литых деталей был снижен с 40 до 30 лет. Однако практика показывает, что несмотря на достаточный прочностной потенциал в деталях в процессе эксплуатации возникают усталостные трещины с вероятностью 0,0027 по рамам и 0,037 по надрессорным балкам. Процент появления трещин в литых деталях в эксплуатации приведен на рисунке 1. Одной из причин их возникновения является либо попадание литейных дефектов (шлаковых включений, газовых и усадочных раковин, горячих трещин) в зоны высоких напряжений детали, либо эксплуатация вагонов в режиме экстремальных нагрузок (при роспуске на сортировочных горках), либо одновременное действие обоих этих факторов. Поскольку в крупногабаритных деталях невозможно получить отливки без дефектов, то возникает вопрос: в каких по напряженному состоянию зонах деталей дефекты допустимы и могут ли они быть полностью выявлены неразрушающими методами контроля при плановых видах ремонта? И если это так, то не является ли оправданным вновь вернуться к нормативному сроку службы литых деталей 40 лет, как это было до 1979 г.? Для этого лаборатория