

Т. Л. РИПОЛЬ-САРАГОСИ (Ростовский Институт МГУТУ, Россия),  
Л. Ф. РИПОЛЬ-САРАГОСИ (РГУПС, Россия)

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЛАВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ С ЖАЛЮЗИЙНЫМИ СЕПАРАТОРАМИ НА ЛОКОМОТИВАХ**

Розглянуті питання підвищення безпеки руху рухомого складу при використуванні головних резервуарів з жалюзійними сепараторами. Наведена математична модель руху газу в круглій трубі пневматичних систем локомотивів. Практична реалізація теоретичних досліджень для локомотивів подана у вигляді конструкції жалюзійного сепаратора локомотива ВЛ80<sup>к</sup>.

Рассмотрены вопросы повышения безопасности движения подвижного состава при использовании главных резервуаров жалюзийными сепараторами. Приведена математическая модель течения газа в круглой трубе применительно к пневматическим системам локомотивов. Практическая реализация теоретических исследований для локомотивов представлена в виде конструкции жалюзийного сепаратора локомотива ВЛ80<sup>к</sup>.

The article considers issues of raising the rolling stock operational safety with the use of main reservoirs by jalousie separators. A mathematical model has been provided of a gas flow in a round pipe as it applies to the pneumatic systems of locomotives. Practical realization of the theoretical research for locomotives is presented in a design of a jalousie separator for the locomotive series VL80k.

Тенденции развития современного железнодорожного транспорта таковы, что организация эффективного и безопасного перевозочного процесса невозможна без надежной работы пневматических систем подвижного состава, в практике эксплуатации которых возникают нарушения нормального режима работы, обусловленные наличием водяных паров в сжатом воздухе. Их конденсация вызывает интенсивное образование ржавчины в осенне-зимний период, перемерзание магистралей и тормозных приборов, что реально угрожает безопасности движения, приводит к простоям поездов, материальным ущербам.

Основные причины попадания влаги в тормозную магистраль, приборы, возникновение ледяных пробок и отказы в работе пневмооборудования – это высокая температура воздуха, превышающая температуру окружающей среды на выходе из последнего главного резервуара локомотива и сконденсировавшаяся, но не осевшая в них влага, что подтверждено многочисленными испытаниями, проведенными авторами на подвижном составе промышленного и магистрального транспорта. Из сказанного следует, что в пневмосистемах локомотивов величина поверхности охлаждения должна быть увеличена.

Это и определило первую формулировку задачи теоретических исследований, проведенных в тормозной лаборатории РГУПС, которую можно сформулировать так: «Создание математической модели течения газа в круглой трубе применительно к пневмосистемам локомотивов».

Для создания такой модели необходимо было последовательно решить следующие частные задачи, рассмотрев:

- установившееся изотермическое течение газа в цилиндрической трубе;
- изотермическое нестационарное течение газа в круглой трубе;
- неизотермическое течение вязкого газа в цилиндрической трубе;
- неустановившееся неизотермическое течение вязкого газа в трубе.

Полученные решения на основе уравнений Навье-Стокса, неразрывности и притока тепла, позволили получить инженерную формулу, позволяющую прогнозировать необходимую площадь теплопроводящей поверхности цилиндра в зависимости от распределения температур при учете теплообмена с окружающей средой на внешней поверхности цилиндра.

$$T = T_* \left\{ \frac{T_{cp}}{T_*} + \frac{r_0}{l} \left[ \frac{A_1 C_1}{16} \left( -\frac{r^4}{4} + r^2 \right) \frac{\text{Re}(k-1)}{k \rho_{00} \frac{T_{cp}}{T_*}} \varphi'(z) + \left( 1 - \frac{3r_0 \alpha}{4\lambda} \right) \frac{A_1 C_1}{16} \frac{\text{Re}(k-1)}{k \rho_{00} \frac{T_{cp}}{T_*}} \varphi'(z) \frac{\lambda}{r_0 \alpha} \right] + (k-1) M^2 \left[ \frac{\text{Pr} A_1 C_1 r^3}{48 \rho_{00}^2} + \frac{\lambda \text{Pr} A_1^2 C_1^2}{\rho_{00}^2 r_0 \alpha} \left( \frac{1}{16} - \frac{r_0 \alpha}{48\lambda} \right) \right] \right\},$$

где

$$2C_1 = \frac{\frac{P_k^2}{P_*^2} - \frac{P_H^2}{P_*^2}}{\dot{T}},$$

где

$$\dot{T} = \frac{T_{cp}}{T_*};$$

$$P_* = \rho_* R T_*;$$

$T = T_*$  – абсолютная температура;  $T_{cp}$  – средняя температура;  $r_0$  – радиус цилиндра.

$$A = \frac{\text{Re}}{M^2} \varepsilon,$$

где  $\text{Re}$  – число Рейнольдса;  $M$  – число Маха,  $\rho$  – характерная плотность;

$$\varepsilon = \frac{r_0}{l},$$

где  $l$  – длина рассматриваемого участка;  $k$  – показатель адиабаты.

$$\rho_{00} = \varphi(z);$$

$$\varphi(z) = \sqrt{\left( \frac{P_k^2}{P_H^2} - 1 \right) z + 1},$$

где  $P_H$ ,  $P_k$  – давление в начале и конце рассматриваемого участка соответственно;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $\text{Pr}$  – число Прандтля (критерий Прандтля);  $r$  – текущая координата.

Полученная инженерная формула, позволив с достаточной степенью точности установить

зависимость температуры сжатого воздуха в любой точке пневмосистемы локомотива от последовательности включения компрессора (ПВ) и температуры окружающей среды, определяет величину дополнительной поверхности охлаждения.

Результаты данных теоретических исследований для локомотивов ВЛ-80к представлены на рис. 1, а их реализация в виде конструкции жалюзийного сепаратора, размещенного в главных резервуарах локомотива, показана на рис. 2.

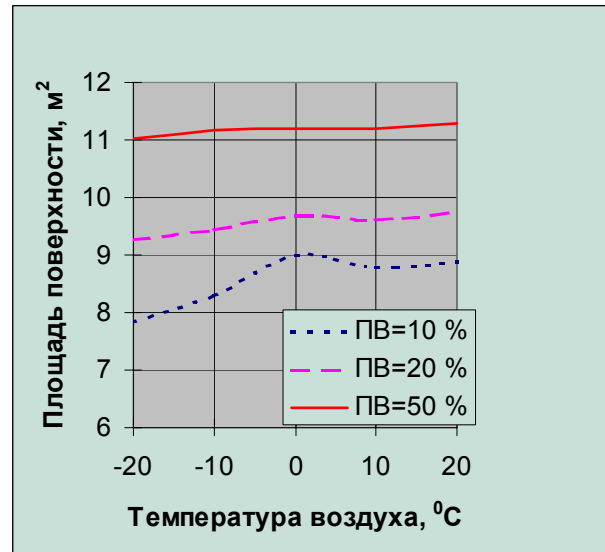


Рис. 1. Потребная дополнительная поверхность в зависимости от температуры окружающей среды

Решив задачу повышения безопасности движения локомотивов в пути следования, путем использования жалюзийных сепараторов на локомотивах магистрального и карьерного транспорта, авторы предполагают использовать эти конструкции в вагонных депо при безлокомотивной обработке составов (УЗОТ). Такие работы начаты учеными РГУПСа на СКЖД в депо Батайск ПТО Север. Схема пневмосистемы УЗОТ представлена на рис 3.

Анализ температурного режима показывает, что температура окружающей среды в пневмосхеме УЗОТ достигается в точках 6–8, некоторое ее повышение в точке 9 и далее связано с явлением инсоляции, поскольку данные участки пневмосхемы находятся на солнце.

Температура точки росы на выходе из УЗОТ на 4...5 °C превышает температуру окружающей среды.

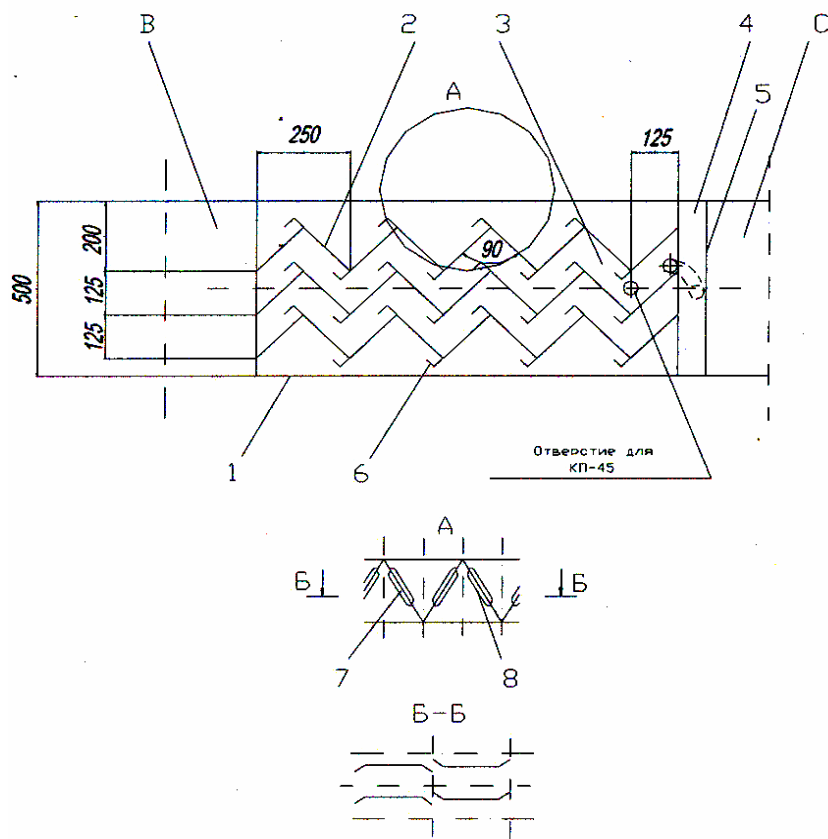


Рис 2. Конструкция жалюзийного сепаратора:  
*B* – камера влажного воздуха; *C* – камера сухого воздуха; *I* – главный резервуар;  
 2 – гофрированные пластины; 3 – влагосорбник; 4 – дренажная трубка; 5 – дренажный желоб;  
 6 – отражатель; 7 – прорезь; 8 – лепестки

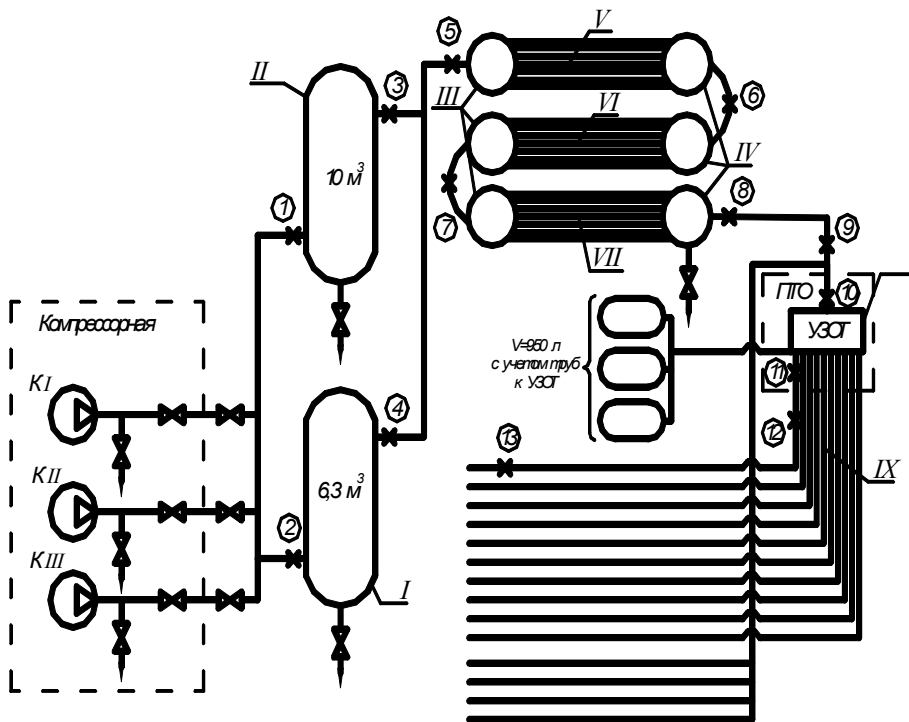


Рис 3. Схема пневмосистемы УЗОТ вагонного депо Батайск-ПТО Север

Предварительные выводы:

1. Воздух, идущий на зарядку тормозной системы, перенасыщен влагой. Это пересыщение связано с высокой последовательностью включения компрессора  $PВ=100\%$ , отсутствием достаточной поверхности осаждения влаги, инсоляцией.

2. Нахождение части пневмосистемы на солнце способствует перегреву сжатого воздуха относительно температуры окружающей среды с последующим его охлаждением и конденсацией влаги, которая может уноситься в пневмосистему подвижного состава. Это же явление может наблюдаться и в солнечные зимние дни, что еще больше повысит риск замерзания тормозных приборов из-за попадания влаги в них от системы УЗОТ;

3. Жалюзийные сепараторы следует размещать на выходе из УЗОТ в районе точки 12, желательно в помещении УЗОТ с разработкой режимов продувки влаги, ее локализованного сбора и отвода.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Риполь-Сарагоси Т. Л. Управление интенсификацией влагоосаждения в пневматических системах подвижного состава. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2001. – 108 с.
2. Риполь-Сарагоси Т. Л. Неустановившееся неизотермическое течение вязкого газа в цилиндрической трубе. // Научная мысль Кавказа. Приложение. – 2001.– № 7. – С. 43–49.

Поступила в редколлегию 17.08.2005.