

Е. А. БОНДАРЬ (Донецкий институт железнодорожного транспорта)

## СНИЖЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ ПРИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ТЕПЛОВЗОВ

Показано, що сьогодні прийнятним засобом зменшення концентрації шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери при реостатних випробуваннях тепловозів є їх розсіювання у великому об'ємі повітря. Канали, встановлені над вихлопним патрубком тепловоза з розривом в газовому потоці, працюють як ежектори. В результаті спільного рішення рівняння аеродинамічної характеристики з рівнянням розсіювання газів отримано розрахункову залежність для визначення необхідної висоти ежекторного пристрою.

*Ключові слова:* реостатні випробування тепловозів, концентрація шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери, висоти ежекторного пристрою

Показано, что в настоящее время приемлемым способом уменьшения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы при реостатных испытаниях тепловозов является их рассеивание в большом объеме воздуха. Каналы, установленные над выхлопным патрубком тепловоза с разрывом в газовом потоке, работают как эжекторы. В результате совместного решения уравнения аэродинамической характеристики с уравнением рассеивания газов получена расчетная зависимость для определения необходимой высоты эжекторного устройства.

*Ключевые слова:* реостатные испытания тепловозов, концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы, высота эжекторного устройства

It is shown that at present an acceptable way of reducing the concentration of harmful substances in the surface layer of the atmosphere at rheostat tests of locomotives is their dispersion in a large volume of air. Channels, installed above an exhaust pipe of diesel locomotive with a break at the gas flow, work as ejectors. We have solved jointly the equation of aerodynamic characteristics of the ejector device and the equation of diffusion of gases; as a result the calculated dependence for determining the necessary height of ejector device has been obtained.

*Keywords:* rheostat tests of locomotives, concentration of harmful substances in surface layer of atmosphere, height of ejector device

В настоящее время человечество столкнулось со сложной проблемой своего существования – загрязнения окружающей среды.

Тепловозы за время своей эксплуатации подвергаются испытаниям и регулированию отдельных систем в специальных местах – пунктах реостатных испытаний. В этом случае локомотив является точечным источником выбросов вредных веществ, в том числе: оксид углерода CO, оксиды азота NO и NO<sub>2</sub> и другие. За счет выбросов с отработавшими газами тепловозов в приземном слое атмосферы формируются концентрации вредных веществ, превышающие допустимые.

Все возможные способы снижения концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе можно разделить на три группы: 1-я группа – уменьшение образования вредных веществ в цилиндре ДВС, в том числе за счет выбора формы камеры сгорания, тонкости распыления топлива, внешней и внутренней рециркуляции газов, двухступенчатого сжигания топлива в цилиндре сгорания.

Реализация этих мероприятий для двигателя 5Д49 на Коломенском заводе позволила повы-

сить конкурентоспособность этого двигателя и вытеснить с немецкого рынка двигателя австрийского производства.

Однако за счет этих мероприятий можно снизить образование вредных веществ на 20...30 % и эти мероприятия не обеспечивают снижение концентрации вредных веществ до допустимых пределов.

2-я группа мероприятий – это обезвреживание в первую очередь окислов азота. Известные технологи обезвреживания окислов азота основаны на их восстановлении до атомарного или молекулярного азота. При этом используются восстановители аммиак NH<sub>3</sub> или карбамид, а также катализаторы типа пятиоксида ванадия V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Все эти технологии дорогостоящие и требуют громоздких устройств, поскольку скорость прохождения очищаемых газов через аппараты, как правило, не превышает 1...2 м/с.

Расходы на такие технологии в десятки раз больше существующих сборов за выбросы в атмосферу вредных веществ. В 2009 году сборы за эти выбросы составляли 20,9 грн на 1 тонну сожженного дизельного топлива.

Использование технологий снижения концентраций вредных веществ второй группы из-за их дороговизны маловероятно.

Мероприятия третьей группы заключаются в рассеивании отработавших газов в большом объеме атмосферного воздуха за счет возведения труб большой высоты. Такие способы в настоящее время используют в различных отраслях производства.

В данной работе предложено техническое решение по повышению эффективности рассеивания отработавших газов в атмосферном воздухе, которое обеспечивает снижение концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы при реостатных испытаниях тепловозов до допустимых пределов. Разработанное эжекторное устройство отличается тем, что конусная часть выхлопного патрубка разделена на несколько частей, за счет чего поперечное сечение выхлопного патрубка может быть разной для разных режимов работы тепловоза, обеспечивающих наилучшее рассеивание отработавших газов.

На такое эжекторное устройство получен Декларационный патент Украины.

При экспериментальных исследованиях на разработанной установке в лаборатории ДВС ДониЖТ были проведены работы по исследованию переходных процессов газовой выделению при работе ДВС К461; исследованию коэффициента эжекции при различных режимах ДВС.

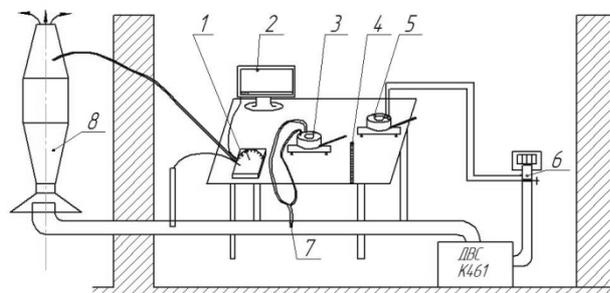


Рис. 1:

1 – газоанализатор VSI150EURO; 2 – ПК;  
3, 5 – микроанометр ММН-250; 4 – лабораторный термометр; 6 – воздухомерная трубка; 7 – трубка Пито-Прандтля; 8 – эжекторное устройство

Особенностью установки канала над выхлопным патрубком тепловоза является то, что такой канал необходимо устанавливать с разрывом по газовому потоку. Наличие разрыва приводит к подсосыванию атмосферного воздуха, и такой канал работает как эжектор. Количество подсосываемого воздуха, высота выброса, скорость выхода из устройства и температура выбрасываемого потока будут влиять на эффек-

тивность рассеивания газов и формирование концентрации вредных веществ в атмосфере.

В связи с этим целью работы является описание эжекторного устройства и методики расчета его параметров, обеспечивающих снижение концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферы до допустимых пределов.

Эжектор является одним из видов струйных аппаратов, в которых продвижение одной жидкотекучей среды обеспечивается за счет кинетической энергии другой жидкотекучей среды, в данном случае энергии отработавших газов

Теории струйных аппаратов посвящены работы Ю. М. Кузнецова, Е. Я. Соколова, В. А. Успенского, П. А. Безверхнего и многих других авторов.

Для струйных аппаратов разного назначения существуют отдельные методики расчетов. В нашем случае задача особая – выбрать такие параметры эжекторного устройства, которые обеспечивали бы наилучшее рассеивание газов, снижение концентраций газов в воздухе и обеспечивали бы меньшую его стоимость.

В связи с этим решались задачи:

- исследование аэродинамической характеристики эжекторного устройства;
- совместное решение уравнения аэродинамической характеристики эжекторного устройства и уравнения рассеивания газов;
- разработка методики расчета рациональных параметров эжекторного устройства, обеспечивающего снижение концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы до допустимого уровня.



Рис. 2

На основании проведенных исследований разработана методика определения рациональных параметров эжекторного устройства, обеспечивающих снижение концентрации вредных веществ приземном слое атмосферы в районе реостатных испытаний тепловозов.

Сравнительный расчет обычного цилиндрического канала и эжекторного устройства показал, что необходимая высота этого канала должна быть в 1,5 раза больше эжекторного устройства и во столько раз будет стоить дороже.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Успенский, В. А. Струйные вакуумные насосы [Текст] / В. А. Успенский, Ю. М. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1973. – 144 с.
2. Соколов, Е. Я. Струйные аппараты [Текст]. – 2-е изд. / Е. Я. Соколов, Н. Л. Зингер. – М.: Энергия, 1970. – 288 с.
3. Безверхний, П. А. Работа инжекционных смесителей и эжекторов и их расчет [Текст] : учеб. пособие / П. А. Безверхний. – Д., 1975.
4. Уравнение характеристики эжекторного устройства для рассеивания отработавших газов на пунктах реостатных испытаний [Текст] / Н. В. Паламарчук [и др.] // Сб. статей Науч.-техн. конф. с межд. участием. – Х.: УкрГАЗТ, 2007. – С. 157-159.
5. Черняк, Ю. В. Формування параметрів газоповітряного потоку при використанні ежектора для розсіювання відпрацьованих газів при реостатних випробуваннях тепловозів [Текст] / Ю. В. Черняк, А. М. Гушчін, О. А. Бондар // Вісник ДонНАБА. Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – 2007. – № 2007-(12).
6. Черняк, Ю. В. Спільне рішення рівняння характеристики ежектируючого пристрою й рівняння розсіювання газів в атмосфері [Текст] / Ю. В. Черняк, А. М. Гушчін, О. А. Бондар // Зб. наук. пр. ДонІЗТ. – 2007. – № 12. – С. 101-108.
7. Бондарь, Е. А. Лабораторная установка для испытания эжекторного устройства [Текст] / Е. А. Бондарь // Зб. наук. пр. ДонІЗТ. – 2009. – № 20. – С. 131-135.

Поступила в редколлегию 14.04.2010.

Принята к печати 29.04.2010.