

**В.Г. Булаев**

**V.G. Bulaev**

*bulaev.vlsadimir@ mail.ru*

**А.А. Речкин**

**A.A. Rechkin.**

*rechkin arsenig @ mail.ru*

**Т.Н. Ткачева**

**T.N. Tkacheva**

*ttkacheva@usurt.ru*

Уральский государственный университет путей сообщения

г. Екатеринбург, Россия

Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg, Russia

## **ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ И ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ**

### **RAIL TRANSPORT AND THE GREENHOUSE EFFECT**

**Аннотация:** В статье приведены результаты анализ воздействия выброса углекислого газа с отработавшими газами тепловозов на образование парникового эффекта. Показано, что роль железнодорожного транспорта весьма заметна и выбросы углекислого газа в окружающую среду следует учитывать в общем выбросы парниковых газов.

**Abstract:** The article presents the results of the analysis of the impact of carbon dioxide emissions from diesel locomotive exhaust gases on the formation of the greenhouse effect. It is shown that the role of rail transport is very noticeable and carbon dioxide emissions into the environment should be taken into account in general greenhouse gas emissions.

**Ключевые слова:** вредные выбросы, отработавшие газы, парниковый эффект, углекислый газ.

**Key words:** harmful emissions, exhaust gases, greenhouse effect, carbon dioxide

Производственная деятельность железнодорожного транспорта оказывает воздействие на окружающую среду всех климатических зон нашей страны. Но по сравнению с автомобильным транспортом неблагоприятное воздействие на среду обитания существенно меньше. В первую очередь это связано с тем, что железные дороги – наиболее экономичный

вид транспорта по расходу энергии на единицу работы, следовательно, меньше выброс вредных веществ.

Основным источником загрязнения атмосферы являются отработавшие газы (ОГ) дизелей тепловозов, в составе которых содержится окись углерода, окись и двуокись азота, различные углеводороды, сернистый ангидрид, сажа. Высокое содержание вредных примесей в ОГ дизелей при работе в режиме холостого хода обусловлено не только плохим смешиванием топлива с воздухом, но и сгоранием топлива при более низких температурах.

Экологическая безопасность двигателей оценивается нормируемыми и ненормируемыми компонентами, но опасность последних также общепризнанна ( $CO_2$ ,  $SO_2$ , альдегиды) рис. 1.

При использовании в тепловозных дизелях обычного дизельного топлива продукты его сгорания на 99–99,8 % состоят из нетоксичных веществ. Однако незначительная часть продуктов сгорания высокотоксична и оказывает существенное влияние на окружающую природную среду [1].

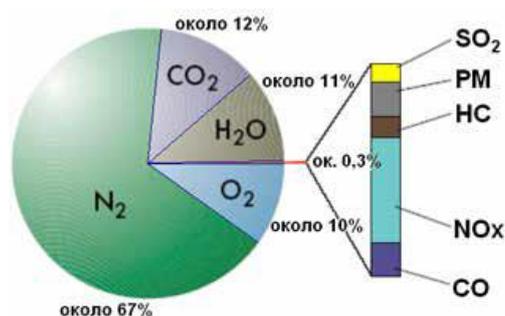


Рис. 1 Доля основных компонентов в отработавших газах дизелей:  $N_2$  – азот;  $O_2$  – кислород;  $H_2O$  – паровая вода;  $CO_2$  – углекислый газ;  $CO$  – окись углерода;  $NO_x$  – оксиды азота;  $PM$  – частицы сажи (твердые частицы);  $SO_2$  – сернистый ангидрид.

Содержание нормируемых токсичных компонентов определяется достигнутым техническим уровнем конструкции ДВС, а их предельные значения концентрации устанавливаются международными и национальными стандартами, например, нормы США (нормы Tier), табл. 1, на которые ориентируются многие страны мира.

Таблица 1. Удельные выделения оксидов азота и твердых частиц в ОГ дизелей

Наименование компонента	Удельный выброс, г/(л.с.ч)				
	Tier 0 (2000 г.)	Tier 1 (2002 г.)	Tier 2 (2005 г.)	Tier 3 (2012 г.)	Tier 4 (2015 г.)
$NO_x$	9,5	7,4	5,5	5,5	1,3
$PM$	0,60	0,45	0,20	0,10	0,03

Резкое ужесточились нормы на выброс оксидов азота и твердых частиц (таблица 1.), что становится для владельцев транспортных средств, с приводом от ДВС, настоящей проблемой, к которой добавляется проблема выброса с ОГ углекислого газа, который присутствует в составе ОГ и является парниковообразующим газом.

В качестве *парниковых газов* признаны: диоксид углерода ( $CO_2$ ); метан ( $CH_4$ ); оксиды азота ( $NO_x$ ); гидрофторуглероды (ГФУ); перфторуглероды (ПФУ); гексафторид серы (SF).

Считается, что железнодорожный транспорт дружелюбный по отношению к окружающей среде, но в ОГ дизелей содержатся диоксид углерода ( $CO_2$ ); метан ( $CH_4$ ); оксиды азота ( $NO_x$ ), т.е парниковые газы.

По нашим исследованиям концентрация углекислого газа в составе ОГ в зависимости от нагрузки на коленчатом валу двигателя достигает более 8% об. (рис. 2).

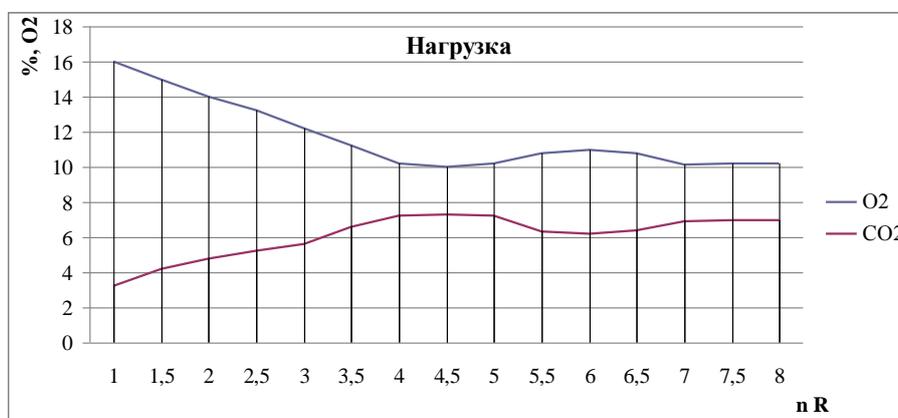


Рис. 2 Содержание кислорода и углекислого газа в составе ОГ дизеля 8ЧН 26/26 мощностью 1200 л.с. (тепловоз ТГМ 6А). R – позиция контроллера машиниста тепловоза.

Среди нетоксичных выбросов заслуживает внимания углекислый газ ( $CO_2$ ), содержание которого в ОГ в настоящее время не нормируется, однако, вопрос о нормировании ставится острым в связи с особой ролью  $CO_2$  в «парниковом эффекте».

Во многих странах тепловозостроительные компании приступили к разработке систем обезвреживания ОГ тепловозов. Наметились следующие способы снижения вредных выбросов: каталитические нейтрализаторы, рециркуляции ОГ на линию всасывания дизеля, применение раствора мочевины. Два последних способа направлены на снижение выбросов оксидов азота.

При работе дизеля с рециркуляцией газов возрастает длительность задержки воспламенения топлива, уменьшается скорость тепловыделения, что приводит к

значительному снижается выброса оксидов азота, но при этом неизбежно происходит рост содержания  $\text{CO}_2$  в ОГ газах (рис. 3).

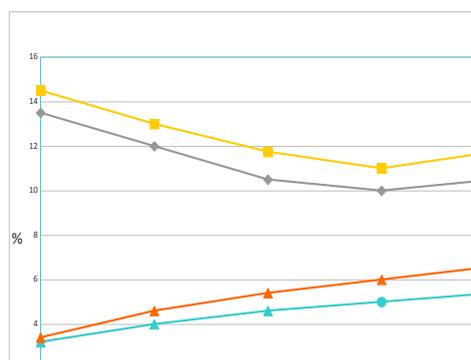


Рис. 3. Содержание кислорода и углекислого газа в составе отработавших газов дизеля 8 ЧН 26/26 при работе с рециркуляцией газов.

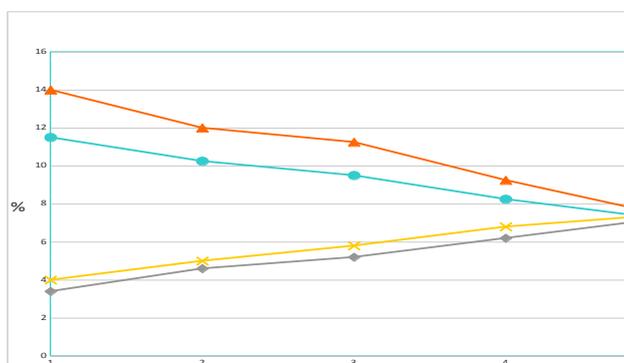


Рис. 4. Содержание кислорода и углекислого газа в составе отработавших газов дизеля ЧН 26/26 (тепловоз ТГМ 6А) при совместном применении рециркуляции газов и каталитического нейтрализатора.

Как следует из приведенных данных при использовании каталитического нейтрализатора (рис. 4) происходит незначительный рост концентрации у  $\text{CO}_2$  в ОГ, который не скажется на увеличении роли тепловозов на росте негативного влияния на парниковый эффект. С другой стороны уменьшение выброса оксидов азота за счет рециркуляции газов, а также снижение концентрации углеводородов и метана в каталитическом нейтрализаторе также в целом отразится благоприятно.

Маневровый тепловоз с мощностью дизеля 1200 л.с. потребляет при эксплуатации за год от 140 до 160 т дизельного топлива, что обеспечивает ощутимый выброс парниковых газов атмосферный воздух.

Необходимо отметить, что мощность современных тепловозных дизелей достигает 6000 л.с., что обеспечивает значительный выброс ОГ в воздушную среду.

По нашим расчетам массовый выброс  $\text{CO}_2$  в окружающую среду с учетом данных, приведенных в таблицах 2, 3, 4, при штатной работе тепловоза ТГМ 6А, составит 760 тонн в год т.е. на килограмм сожжённого в цилиндрах двигателя топлива выбрасывается до 3,9 кг  $\text{CO}_2$ . Аналогичные данные были получены в работе [1].

АО «РЖД» потребляет в год порядка 1.3 млн. тонн дизельного топлива в год, что приводит к выбросам в атмосферу более 5 млн. тонн  $\text{CO}_2$ , что необходимо учитывать в общем балансе выбросов парниковых газов страны.

#### **Список литературы**

1. *Булаев, В. Г.* Экологическая безопасность тягового подвижного состава / В. Г. Булаев. – Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. ун-та путей сообщения, 2010. – 164 с.
2. *Ливчак, И. Ф.* Охрана окружающей среды : учебное пособие / И. Ф. Ливчак, Ю. В. Воронов. – Москва : Стройиздат, 1988. – 192 с.