

СИСТЕМА ПОДАЧИ И СМЕШЕНИЯ С ВОЗДУХОМ АММИАКА В ЦИЛИНДРЫ ТЕПЛОВОЗНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

С. А. ПЕТУХОВ, Л. С. КУРМАНОВА, А. Д. РОСЛЯКОВ, М. Ю. КАРПЕНКО, Е. С. МИРОНОВ
Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Согласно Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации до 2050 года для железнодорожного транспорта предполагается снижение уровня выбросов парниковых газов с 3,9 т на тонно-километр до 3,2 т на тонно-километр. Проблема снижения выброса в атмосферу парниковых газов тесно связана с проблемой улучшения показателей топливной экономичности двигателей, которую можно достичь конвертацией дизельного двигателя в биодизель путем применения безуглеродного топлива, такого как аммиак [1].

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что аммиаком можно не только подавлять вредные вещества (ВВ) в отработавших газах (ОГ), но и использовать его как топливо. Технология применения аммиака работоспособная, надежная, отработанная для отдельных транспортных средств, однако необходима адаптация при конвертировании автономных локомотивов на аммиак.

Одним из главных преимуществ аммиака как моторного топлива служит его высокая детонационная стойкость, что позволяет увеличивать степень сжатия двигателя до 17 и выше.

Перспективность аммиака как топлива обусловлена его относительно низкой стоимостью и практически неограниченной сырьевой базой. При полном сгорании аммиака образуется только один вредный компонент – окислы азота N_{Ox} , причем его содержание существенно меньше, чем при работе на дизельном топливе.

Аммиак, по сравнению с дизельным топливом, имеет меньшую теплотворную способность, а именно 18,6 МДж/кг вместо 43,6 МДж/кг и несколько меньшую плотность (0,77 кг/м³ вместо 0,833 кг/м³). Следовательно, при замещении необходимо подавать аммиака больше, чем дизельного топлива.

К недостаткам аммиака можно отнести его коррозионную активность по отношению к таким цветным металлам, как медь, латунь, бронза. Это объясняется щелочными свойствами аммиака.

Аммиак необходимо воспламенять от запальной порции дизельного топлива так же, как по принципу использования природного газа, который тоже не воспламеняется от сжатия, имея высокую температуру самовоспламенения [2, 3].

Для тепловозных дизелей возможны два варианта схемы подачи аммиака через входной воздушный коллектор.

1 Аммиак подается в воздушную магистраль после турбокомпрессора. При испарении аммиак с целью повышения массового расхода воздуха через цилиндры выполняет функцию холодильника надувочного воздуха. Теплота испарения аммиака значительная ($r = 1370$ кДж/кг, у дизельного топлива, в среднем $r = 210$ кДж/кг);

2 Аммиак можно подавать в воздушную магистраль до турбокомпрессора. При этом дополнительно к вышесказанному эффекту добавляется эффект повышения эффективности работы турбокомпрессора.

В основу проектирования системы для подачи аммиака во впускной коллектор положены следующие положения:

- одним из условий при постановке задачи по проектированию устройства для подачи аммиака во впускной коллектор было минимальное изменение штатной компоновки дизельного двигателя;
- аммиак нужно подавать в жидком виде; температура кипения аммиака при атмосферном давлении составляет минус 33,43 °С;
- кроме этого, с точки зрения получения оптимальных характеристик теплового двигателя по вредным выбросам целесообразно стремиться выполнять замещение дизельного топлива (ДТ) аммиаком в диапазоне 40–60 % [4].

Проработан вариант системы, в которой в схеме подачи топлива в дизель тепловоза добавлена система подачи аммиака в цилиндры через входной воздушный коллектор (рисунок 1).

Система для подачи и смешения с воздухом аммиака перед подачей в цилиндры двигателя работает следующим образом.

После запуска дизеля включают насос шестеренчатый 11 для подкачки аммиака из емкости с аммиаком. Регулирующим вентилем 10 регулируют давление аммиака перед жиклером 6 на 2, 3 и 4-й позициях контролера машиниста в соответствии с установленной характеристикой и контролируется по показаниям манометра 9. На повышенных 5, 6, 7 и 8-й позициях контролера машиниста давление также регулируют в соответствии с установленной характеристикой, при этом открывают клапан (нормально закрытый) 8, и аммиак поступает через дополнительный жиклер 7 и основной жиклер 6.

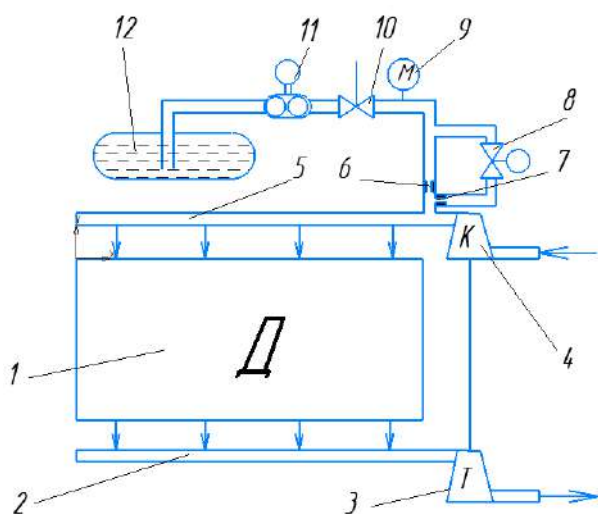


Рисунок 1 – Система подачи аммиака в цилиндры дизеля тепловоза:

1 – дизель; 2 – выпускной коллектор; 3 – турбина турбокомпрессора; 4 – компрессор турбокомпрессора; 5 – впускной коллектор; 6 – основной жиклер; 7 – дополнительный жиклер; 8 – клапан (нормально закрытый); 9 – манометр; 10 – регулировочный вентиль; 11 – насос шестеренчатый; 12 – емкость с аммиаком

Аммиак необходимо подавать в жидкой фазе без предварительного испарения за турбокомпрессором, для этого разработано устройство, которое устанавливается в штатный штуцер, предназначенный для замера температуры или давления за турбокомпрессором.

Разработанная система подачи и смешения с воздухом аммиака в цилиндры двигателя автономных локомотивов обеспечивает необходимый расход аммиака при условии однофазного жидкостного течения без специальных устройств регулирования параметров, а также равномерную концентрацию смеси воздуха и аммиака, уменьшение температуры рабочего тела за турбокомпрессором и, как следствие, увеличение мощности дизеля путем увеличения расхода воздуха в цилиндры.

Список литературы

- 1 **Климентьев, А. Ю.** Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики / А. Ю. Климентьев, А. А. Климентьева // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 4 (58). – С. 17–27
- 2 **Курманова, Л. С.** Способы организации рабочего цикла в тепловых двигателях для работы на смеси дизельного топлива и природного газа / Л. С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 6(72). – С. 108–114.
- 3 **Носырев, Д. Я.** Улучшение энергоэкономических показателей дизелей тепловозов путем применения смеси дизельного топлива и природного газа / Д. Я. Носырев, Ю. И. Булыгин, Л. С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. – 2019. – № 1 (73). – С. 110–117.
- 4 **Петухов, С. А.** Перспективность применения аккумуляторной системы топливоподачи для дизелей тепловозов / С. А. Петухов, Л. С. Курманова, А. С. Мазанов // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : материалы V всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием, Омск, 14 ноября 2019 г. – Омск : Омский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 338–345.

УДК 629.4.01

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КРЫШКИ ЛЮКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПОЛУВАГОНА

А. В. ПИГУНОВ, В. В. ПИГУНОВ, О. В. КАЛЮКО, А. В. НАГИБИНА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Универсальные полувагоны – наиболее массовый тип вагона, в котором перевозится широкая номенклатура грузов. Крышки разгрузочных люков наряду с балками рамы образуют пол полувагона и должны в закрытом состоянии обеспечивать герметичность кузова для сохранности перевозимого груза.