

ствует разгону ВОМа, отводя избыточную мощность, подводимую экономичной передачей, обратно с ведомого вала 2 на ведущий вал 1. Это приводит к циркуляции мощности в контуре узла, образованном валами 1 и 2 и вызывает дополнительные затраты мощности.

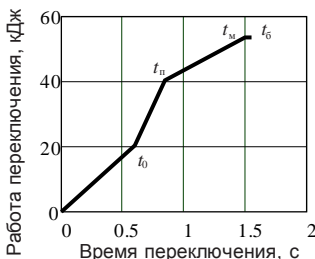


Рис. 3 – Расчетные значения работы переключения ВОМ

Выводы

Выполненные расчеты работы сил трения для различных периодов переключения ФМ ВОМ позволяют оценить необходимые затраты энергии на каждом временном отрезке переключения передач ВОМ и могут служить основой для разработки схем оптимального управления механизмом переключения ФМ.

Литература

1. Бобровник А.И., Аль-Кинани М.Ф. и др. Независимый задний вал отбора мощности трактора, Патент на полезную модель № 9088 от 18.09.2012. – 3 с.
2. Бобровник А.И., Рынкевич С.А., Аль-Кинани М.Ф. Переключение передачи на экономичный режим независимого вала отбора мощности / Вестник Белорусско-российского университета – 2013 - №3 - С. 6-12.
3. Шарипов, В.М. и др. Переключение передач в КП трактора без разрыва потока мощности / В.М. Шарипов, К.Н. Городецкий, М.И. Дмитриев, Ю.С. Щетинин, И.А. Маланин, А.С. Зенин // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 19-23.

УДК 629.366.016.8

УМЕНЬШЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС»

Н.Г. Шабуня, к.т.н., доцент, Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель,
П.Н. Синкевич, к.т.н., доцент, Т.А. Мищенко, студент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

На заводах МТЗ идет постоянное совершенствование конструкций тракторов и их двигателей. Этого требует и внутренний рынок, рынок СНГ и дальнего зарубежья.

Одной из важнейших характеристик трактора является токсичность отработавших газов (ОГ), которая должна удовлетворять стандартам ЕС и правилам ЕЭК ООН. Сейчас в Европе действуют стандарт Евро-5 (2009г). С 2013 планируется переходить на более жесткий Евро - 6.

Соблюдение норм Евро-4 в предыдущие годы у двигателей ММЗ осуществлялось за счет применения аккумуляторной системы впрыска топлива «Common Rail» и системы рециркуляции отработавших газов, а также других мероприятий. Эти мероприятия требовали уменьшения угла опережения впрыска, что влекло за собой ухудшение мощностных и экономических показателей двигателей.

Основная часть

В последнее время на МТЗ появились пятые модели тракторов, на которых установлена система SCR (Selective Catalytic Reduction), получившая названия селективной каталитической нейтрализации.

Система SCR позволяет оптимизировать угол опережения впрыска и самое главное снизить выбросы оксидов азота NOx и твердых частиц до норм Евро-5.

Блок – схема системы SCR приведена на рисунке 1. Принцип работы системы следующий. При запуске двигателя происходит нагрев выпускной системы.

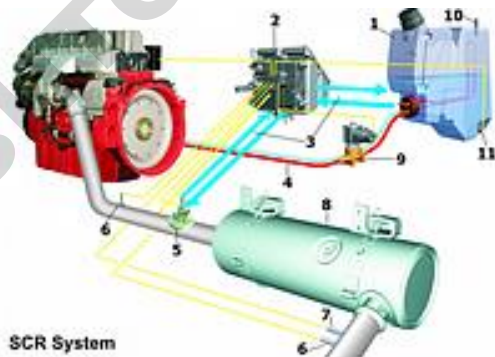


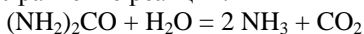
Рис. 1 – Блок-схема системы SCR

- 1- бак мочевины; 2 - управляющий модуль (включает в себя блок управления, насос и фильтр); 3 - трубопровод мочевины; 4 - подогрев бака мочевины;
- 5 - форсунка впрыска мочевины; 6 - датчики температуры ОГ; 7 - датчик 2Nox;
- 8 – восстановительный катализатор; 9 - дроссельная заслонка трубопровода подогрева; 10 - пароводящая трубка; 11 - температурный датчик мочевины

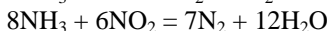
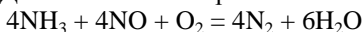
Когда температура катализатора 8 (рис.1) достигает 200°C блок управления (2) получает данные о температуре отработавших газов от датчика температуры (6), установленного перед катализатором восстановления (8). Раствор мочевины AdBlue забирается насосом (2) из бака (1) и под давлением примерно 5 бар прокачивается через обогреваемый трубопровод (3) к форсунке мочевины (5). Форсунка (5) по команде блока управления (2) впрыскивает мочевину в дозируемом количестве в трубопровод системы ОГ перед восстановительным катализатором (8), где она подхватывается потоком ОГ и равномерно распределяется микшером в ОГ.

Мочевина в разогретом катализаторе (пентаоксид ванадия) (при температуре свыше 180°C) распадается на аммиак (NH₃) и углекислый газ CO₂.

Уравнение реакции:



Далее в катализаторе системы SCR образуются азот и вода:



AdBlue представляет собой реагент – раствор мочевины (NH₂)₂CO высокой чистоты (32,5%) в деминерализованной воде (67,5%).

В условиях рядовой эксплуатации тракторов обращение с мочевиной вызывает у водителей определенные трудности, она замерзает при -11°C, поэтому должен быть обогрев бака и соединительных трубок. При температуре выше +35°C карбамидами в жидкости начинает ускоренно разлагаться с образованием аммиака и углекислого газа, что значительно сокращает срок годности жидкости AdBlue.

Поэтому надо следить за плотностью AdBlue, которая должна быть 1087-1093 кг/м³.

Представляют интерес результаты испытаний двигателей с системой SCR. В качестве объекта испытаний был выбран двигатель Д-249Е5, на котором реализованы мероприятия по улучшению рабочего процесса. Он укомплектован следующими узлами и деталями:

- опытными поршнями производства фирмы «Алмет» (Чехия) с открытой камерой сгорания с доработкой ОАО «ММЗ»;
- двумя турбокомпрессорами производства фирмы «Турбо» (Чехия);
- головкой блока цилиндров с увеличенными впускными каналами;
- опытным распредвалом с расширенными фазами;
- инжекторами с распылителями производства фирмы «Bosch» (Германия);
- топливной системой Common Rail, производства фирмы «Bosch» (Германия);
- катализатором DNXR805 на основе ванадия объемом 12,4 л. производства фирмы «Haldor Topse» и системой впрыска мочевины (SCR) производства фирмы «Grundfos».

Измерительные приборы и оборудование соответствовали ГОСТ 14846-81, Правилами ЕЭК ООН №24 и №49.

Выбросы газообразных вредных веществ (ВВ) определялись газоаналитическим комплексом производства фирмы "Pierburg" (Германия) по методике Правил 49-05 (цикл ESC). Выбросы твердых частиц (РТ) определялись микротоннелем фирмы AVL, с частичным разбавлением потока, по методике Правил 49-05 (цикл ESC). Температура надувочного воздуха поддерживалась стендовым водо-воздушным теплообменником в пределах $45 \pm 5^\circ\text{C}$.

Аппликация и управление системой впрыска мочевины осуществлялась при помощи программного обеспечения и аппликационного оборудования фирмы «Haldor Topse».

Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Комплектация двигателя	NO _x , г/(кВт·ч)	РТ, г/(кВт·ч)
Без системы SCR	10,38	0,019
С системой SCR	1,89	0,0192
Нормы ЕВРО-5(2009)	2,0	0,02
Нормы ЕВРО-6(2013) (проект)	0,46	0,01

Из таблицы 1 видно, что благодаря использованию системы SCR значительно уменьшился выброс оксида азота (NO_x) и твердых частиц (РТ).

Работа двигателя Д-249Е5 по выбросам токсичных веществ соответствует ЕВРО -5. Для выполнения стандарта ЕВРО -6 требуется дальнейшая работа.

Заключение

Система SCR является эффективным средством уменьшения токсичных выбросов оксида азота (NO_x) и твердых частиц (РТ)(таб. 1) до норм ЕВРО -5. Что касается стандарта ЕВРО-6, то как видно из табл. 1 требуется дальнейшее конструктивные решения по ограничению токсичных выбросов.

Литература

1. Шабуня Н.Г. и др. «Исследование акустических характеристик «БЕЛІАРУС» новых моделей», часть 1, 2013, «Материалы Международной научно-практической конференции.
2. ГОСТ 12.2.019-2005. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности.
3. Двигатели внутреннего сгорания. Теория Рабочих процессов: учебник для вузов / под редакцией В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова. Москва «Высшая школа» 2005. 479 с.