

## ЧИСТЫЙ ДИЗЕЛЬ: НОВЫЕ СТАНДАРТЫ И СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

**Поручиков А.В.** (Robert Bosch GmbH, Germany)

Во всем мире нормы по токсичности ОГ становятся все более и более жесткими. Помимо этого, все большее внимание уделяется снижению расхода топлива грузовых автомобилей и, как следствие, повышению их экономичности. Эти факторы и являются основными стимулами развития дизельных двигателей.

Рынок требует, чтобы в системах впрыска дизелей постоянно повышалось давление впрыска, улучшались возможности многократного впрыска и точность дозирования. Более того, система подачи воздуха и система выпуска ОГ претерпевают значительные изменения, принимая во внимание тенденцию к увеличению давления наддува (например, с помощью двойного турбокомпрессора) и доли рециркуляции отработавших газов с одновременным охлаждением. Так, для очистки выхлопных газов все большую популярность приобретает система Denoxtronic. Существует несколько ее разновидностей:

- Denoxtronic1: воздушная система выборочного каталитического восстановления (Selective Catalytic Reduction (SCR)) для сокращения содержания оксида азота в ОГ. Успешно выпускается серийно с 2004г.

- Denoxtronic2: функционирует без использования воздуха. Начало серийного производства 2006г.

- Разрабатываются специальные варианты безвоздушных систем, отвечающих определенным требованиям сегмента пассажирских автомобилей и сегмента грузовых автомобилей, а также, будущим требованиям по количеству впрысков и модульности.

Все это приводит к смене технологий - от впрыска с кулачковым приводом к системам Common Rail. В сегменте легковых автомобилей в Европе этот переход почти завершен, в сегменте среднетоннажных автомобилей – уже начался, а для грузовых автомобилей смена технологий наступит в 2010г. В сегменте внедорожной и специальной техники переход ожидается в 2011 и 2012гг.

Соответствовать новым нормам токсичности позволяют два семейства систем Common Rail: стандартная система Common Rail CRSN1 - CRSN3.3 с давлением 1400 - 2200 бар для всех сегментов и гибкая, с более высоким давлением CRSN4.2 – разработанная специально для грузовых автомобилей.

**Стандартная система Common Rail CRSN1-CRSN3.3, с давлением 1400 - 2200 бар**

После выпуска системы CRSN1 с давлением впрыска 1400 бар в 1999г, в середине 2005г в серийное производство была уже запущена система CRSN3 с давлением 1800 бар. На ее основе сейчас разрабатывается система CRSN3.3, где топливо подается под давлением 2000 и 2200 бар, что обеспечивает большие функциональные возможности многократного впрыска. Инжектор не допускает утечки и значительно сокращает мощность привода насоса, что благоприятно сказывается на расходе топлива. Кроме того, размеры систем CRSN1 и CRSN3.3 одинаковые, что позволяет производителям двигателей комплектовать один и тот же базовый двигатель подходящей системой CRSN для различных рынков и применений.

**Система CRSN4.2 с более высоким давлением обеспечивает гибкость.**

С двумя приводами CRSN4.2 с более высоким давлением представляет собой сверх гибкую модель впрыска. Можно выбрать многократный пред-впрыск, прямой впрыск, наклонный, двойной и пост-впрыск, в зависимости от того, что необходимо на конкретной стадии работы двигателя. Это позволяет добиться оптимальной работы при минимальном расходе топлива, что особенно важно для грузовиков. Серийное производство системы CRSN4.2 начнется в 2007, и она будет применяться на автомобилях в США, Европе и Японии. Существующая система с давлением 2100 бар открывает возможности для дальнейшего увеличения давления.

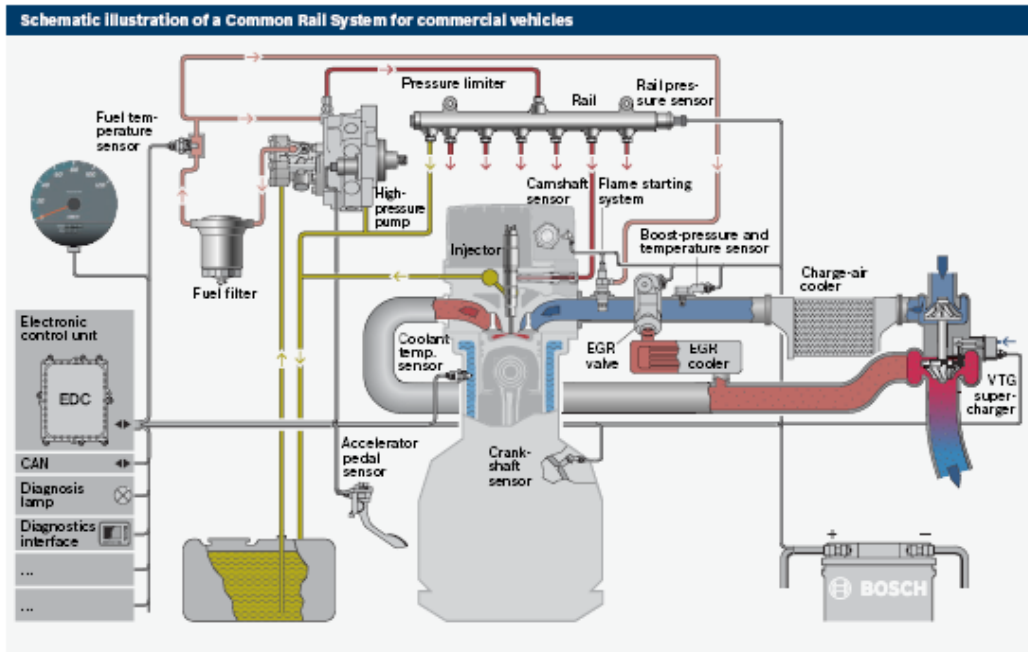


Рис. 1. Схематический чертеж системы CRSN для грузовых автомобилей.



Рис. 2. CRSN2-4.2.



Рис. 3. CRSN насосы.

Часто также, используются компоненты из ряда систем для легковых автомобилей. Требования к малотоннажным и среднетоннажным автомобилям можно удовлетворить и с помощью компонентов Common Rail для легковых автомобилей. Как правило, они комплектуются дополнительными устройствами для обеспечения, например, длительной работы. Системы, использующиеся как на легковых, так и на грузовых автомобилях варьируются от CRS2.0-OHW до CRS3.3 с линейным пьезо-инжектором.

Применение инновационных систем открывает новые возможности в каждом сегменте рынка. Оптимизация высоких требований к динамике впрыска, синхронизации, уменьшению разбросов в системе подачи воздуха и системе впрыска, и очистке отработавших газов возможно только в случае комплексного и всестороннего подхода. В этом отношении, блоки управления на базе платформ EDC16 и EDC17 разработаны таким образом, что различные их варианты обеспечивают необходимые технические параметры и функциональные возможности. Базовое программное обеспечение подходит для всех вариантов (например, для EDC17) и содержит функциональные возможности для запуска системы впрыска и очистки ОГ. Это позволяет подобрать подходящий блок управления и программное обеспечение для двигателя в соответствии со сферой применения и требованиями по очистке ОГ.

На приведенных ниже схемах мы можем видеть нормы токсичности и сравнительный анализ эффективности способов очистки ОГ.

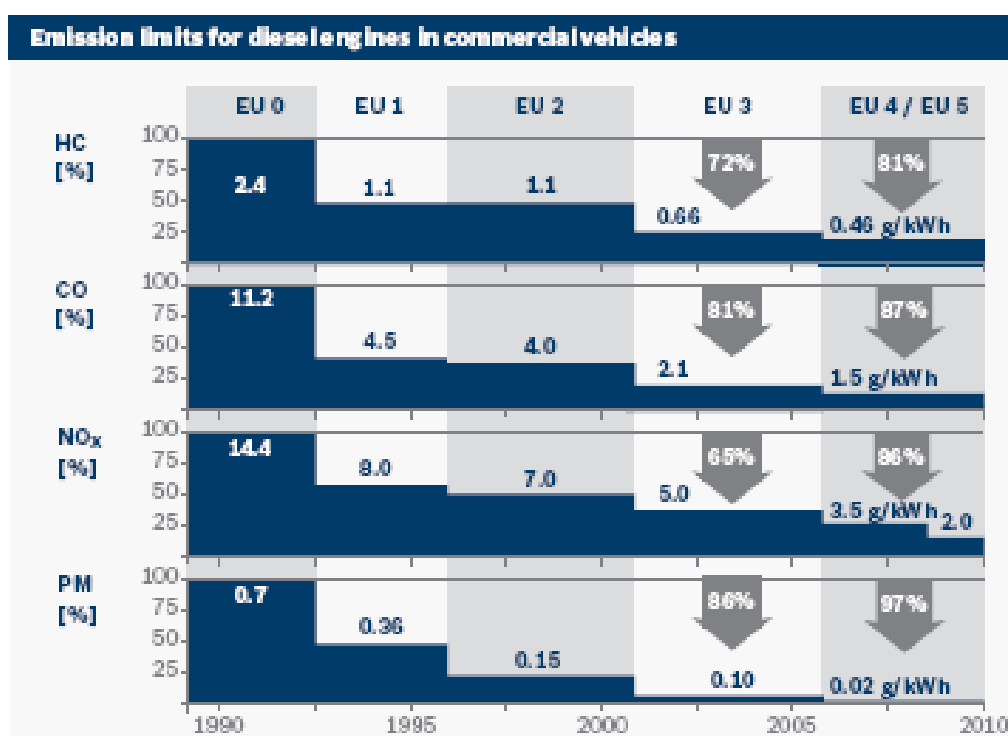


Рис. 3. Нормы токсичности для грузовых автомобилей.

Одним из решений по снижению токсичности ОГ стал сажевый фильтр, который улавливает частицы при выхлопе. В настоящий момент, данный фильтр используется в Европе в сегменте легких коммерческих автомобилей, также разрабатывается сажевый фильтр для грузовых автомобилей. Помимо этого, в конце 2006г. было начато серийное производство системы BOSCH Departronic. Эта недавно разработанная измерительная система для дизельного топлива обеспечивает прямой впрыск в систему выпуска отработавших газов, что вызывает экзотермическую реакцию, в ходе которой достигается температура выхлопных газов, необходимая для восстановления сажевого фильтра. Помимо этого, получают распространение системы впрыска топлива и управления газовыми двигателями для коммерческих автомобилей. В европейских странах начато применение гибридных технологий, в частности, на фургонах и автобусах.

В целом, сектор грузовых автомобилей характеризуется быстрым развитием и инновациями. Подразделение «Дизельные системы» фирмы BOSCH формирует

направление развития технологии в ключевых областях, таких, как системы Common Rail для грузовых автомобилей, системы очистки ОГ, гибридных технологиях. Но на этом инновации в данной области не заканчиваются, и специалисты BOSCH уже работают над перспективными проектами, которые позволят сделать дизельный двигатель еще более эффективным, экономичным и чистым.

Таблица 1. Сравнительный анализ эффективности способов очистки ОГ

Сравнительный анализ эффективности систем очистки ОГ				
Способ очистки	Описание	Предпол. эффект. NOx	Предпол. эффект. PM	Статус
Рециркуляция ОГ (EGR)	Рециркуляция ОГ в системе впуска	50%-60%	неизв.	Коммерческое использование; необходимы улучшения по компоновке, конденсату, системе подачи топлива и воздуха.
NOx адсорбер	Абсорбирует NO и кислород во время экономной работы, использует CO и HC для превращения в азот	>80%	неизв.	Идут разработки; будет доступен к 2010.
SCR	Превращает NOx в азот и кислород при помощи мочевины	70%-90%	20%-30%	Используется в морских и стационарных двигателях; начинает использоваться также в двигателях грузовых автомобилей.
Нетепловая плазма	Высоко энергетические электроны превращают токсичные выхлопы в инертные изотопы	50%-60%	30%	Идут разработки.
Каталитический нейтрализатор	Окисляет HC и CO (каталитическая нейтрализация)	неизв.	30%	Технология, используемая в настоящий момент в коммерческих автомобилях.
Дизельный сажевый фильтр	Улавливает токсичные частицы при выхлопе	неизв.	80%-90%	Используется только в сегменте легких коммерческих автомобилей; в разработке фильтр для грузовых автомобилей.

#### Литература:

1. Системы управления дизельными двигателями / Bosch, под ред. Е.В. Певзнера. – перевод с немецкого, М.: ЗАО «КЖИ» «За рулем», 2004. – 480с.

2. Автомобильный справочник Bosch / Bosch, под ред. В.В. Маслова. – перевод с английского, М.: ЗАО «КЖИ» «За рулем», 2004. – 992с.
3. Diesel Magazine / Editor - Beate Berger, April 2007

## **РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВАХ**

**Петров П.П., Савенков А.М., Лапушкин Н.А.**  
(Научно-производственная фирма “ЭКИП”)

Использование сжатого природного газа в качестве моторного топлива экономически выгодно, поскольку его отпускная цена значительно ниже стоимости дизельного топлива. Существующие технологии использования газового топлива предусматривают его воспламенение в цилиндре либо от электрической искры, либо запальной дозой жидкого топлива.

Газодизельные двигатели обладают хорошими потребительскими качествами, позволяют осуществить частичное замещение дизельного топлива газовым (от 50 до 80%), уменьшить дымность отработавших газов в 2 - 4 раза. Однако топливная экономичность современных газодизельных двигателей ниже дизельных, выбросы вредных веществ также не удовлетворяют международным нормам (особенно, углеводороды и монооксид углерода). Двухтопливная система питания газодизельного двигателя в регионах с критическим снабжением жидким топливом значительно осложняет эксплуатацию транспортных средств.

В форсированных транспортных двигателях, конвертированных из дизелей, воспламенение газового топлива электрической искрой практически не используется, так как требуются значительные изменения конструкции исходного двигателя и не обеспечивается стабильное искрообразование из-за больших давлений в цилиндре в конце сжатия (а, следовательно, стабильности выдаваемой двигателем мощности). Кроме того, выше эксплуатационный расход топлива по сравнению с газодизельным двигателем той же мощности.

В связи с изложенным актуальной является разработка технологий использования природного газа в однотопливном газовом двигателе с воспламенением от сжатия (в газовом дизеле), чтобы снять вопросы получения высокой экономичности и требуемых экологических показателей, а также проблему зависимости транспортных предприятий от конъюнктуры на рынке жидких моторных топлив и их доставки в труднодоступные регионы. Поэтому необходимы новые подходы к организации рабочего процесса газового двигателя, в частности, такие, которые позволили бы создать полноценный газовый двигатель с внешним смесеобразованием и активаторами воспламенения, получаемыми из природного газа непосредственно на борту транспортной силовой установки (СУ).

В качестве активатора воспламенения основной газозооной смеси идеально подходит диметилэфир. Однако, его получение на борту транспортной установки весьма затруднительно. Процесс получения активаторов состоит из нескольких стадий. Исходным промежуточным продуктом получения различных соединений (метанол, диметилэфир и прочие высокомолекулярные углеводороды) является синтез-газ, состоящий, в основном, из водорода и окиси углерода. Синтез-газ получают конверсией метана путем частичного окисления кислородом (воздухом), водяным паром, двуокисью углерода или их смесями.