

УДК 621.436

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

С.П. Севиздрал / В.И. Березун
ОАО «УКХ «Минский моторный завод»»

Дизельное двигателестроение — одно из основных направлений машиностроения, развиваемых в последнее время в Республике Беларусь. Минский моторный завод является единственным предприятием в республике, которое выпускает многоцелевые дизельные двигатели в широком мощностном диапазоне (рис. 1) на протяжении уже почти 50 лет. Стратегия развития предприятия, реализуемая в рамках заводских и государственных научно-технических программ, нацелена на выпуск конкурентоспособной продукции, соответствующей современным техническим требованиям международных стандартов и качества.

Высокий уровень конструкций дизеля, в том числе его отдельных элементов и систем, обеспечивается разработанной системой ускоренных стендовых испытаний. Управление главного конструктора располагает испытательным центром, аккредитованным на проведение стендовых испытаний. На предприятии ведётся постоянная работа по техническому перевооружению и оснащению современным исследовательским оборудованием.

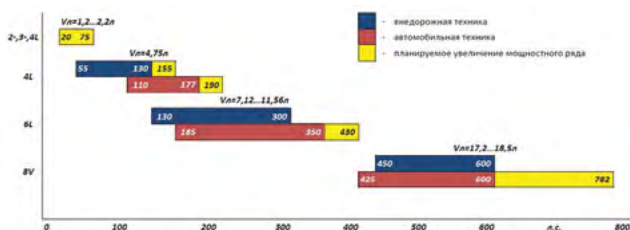


Рисунок 1. Мощностной ряд выпускаемых двигателей

Потребность внутреннего и внешних рынков, выполнение государственных программ по импортозамещению и экспорту, освоение новых рынков сбыта, а также ужесточающиеся экологические требования обусловили развитие следующих направлений:

- автомобильные двигатели, отвечающие экологическим классам Евро-4 и Евро-5;
- тракторные двигатели, отвечающие экологическим классам Stage 3B и Stage 4;
- многоцелевые маломощные двигатели;
- двигатели повышенной мощности;
- газодизель.

Достижение высоких экологических показателей осуществляется главным образом за счёт снижения «сырых» выбросов вредных веществ двигателя, которое достигается согласованием формы камеры сгорания, параметров топливоподающей аппаратуры, вихревого отношения впускных каналов и фаз газораспределения (рис. 2), а также совершенствованием цилиндра-поршневой группы в сторону снижения угара масла и износоустойчивости.

Применение современных средств объёмного моделирования (рис. 3) на стадии проектирования и планирование эксперимента позволяют осуществлять постановку на производство новой продукции в короткие сроки.

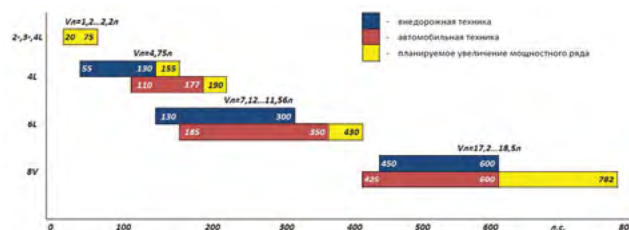


Рисунок 2. Исследование следов топливных факелов на поверхности камеры сгорания

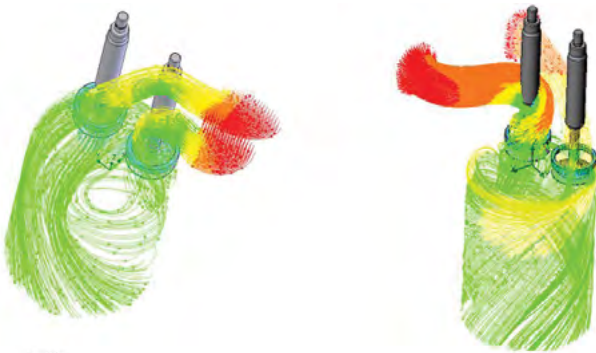


Рисунок 3. Моделирование процесса впуска в головке при различных вариантах впускных каналов

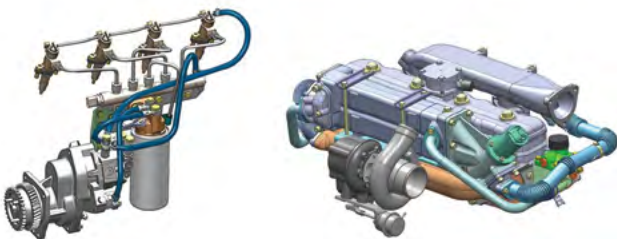


Рисунок 4. Система рециркуляции отработавших газов по контуру высокого давления и система топливоподдачи двигателя Д-245Е4

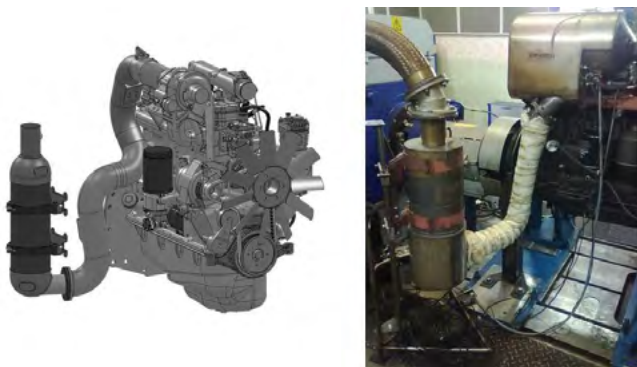


Рисунок 5. Концепции систем SCR Stage 3B и Stage 4

Экологический класс Евро-4 достигается на 4- и 6-цилиндровых двигателях за счёт адаптации аккумуляторной системы впрыска Common Rail с многостадийным впрыском, охлаждаемой системы рециркуляции отработавших газов по контуру высокого давления (рис. 4) и системы очистки отработавших газов (окислительный нейтрализатор совместно с сажевым фильтром).

Контролировать состояние элементов, обеспечивающих экологические параметры, в процессе эксплуатации позволяет система бортовой диагностики, присутствующая в серийных прошивках для автомобилей МАЗ. Алгоритм, заложенный в электронном блоке управления, позволяет на основании сигналов датчиков, установленных на двигатель,



Рисунок 6. Двигатели Д-249 и Д-269

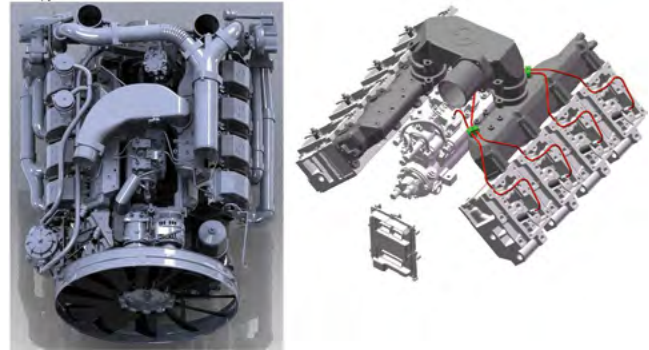


Рисунок 7. Система топливоподдачи, кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы двигателя Д-249

осуществлять мониторинг параметров двигателя и сообщать водителю при необходимости о возникших неполадках, требующих его вмешательства.

Достичь выбросов окислов азота (NOx) уровня Евро-5, Stage 3B или Stage 4 удаётся за счёт доводки системы селективно-каталитического восстановления (SCR); твёрдые частицы (PT) достигаются оптимизацией рабочего процесса. Опытные образцы обеспечивают суммарные выбросы $NOx = 0,36 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$ и $PT = 0,022 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$ в динамическом режиме по циклу NRTC, включающему холодную и горячую фазы. Концепции систем SCR Stage 3B и Stage 4 приведены на рис. 5.

Параллельно с серийной концепцией разработаны семейства рядных 4- и 6-цилиндровых двигателей с техническими решениями, позволяющими получать эффективные показатели на уровне лучших мировых аналогов (рис. 6).

В процессе доводки были исследованы преимущества 4-клапанной головки и симметричной камеры сгорания с центрально расположенной осевой форсункой (рис. 7).

Микрометраж деталей после стендовых ресурсных и эксплуатационных испытаний показал высокую надёжность и износостойкость конструкции.

Потребность рынка в малогабаритной технике обусловила развитие малолитражной линейки двигателей для применения на манёвренной сельскохозяйственной технике, а также в качестве

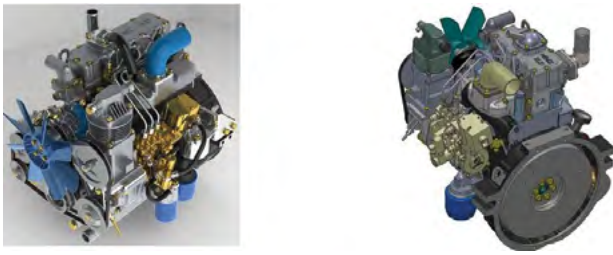


Рисунок 8. 2- и 3-цилиндровый моторы

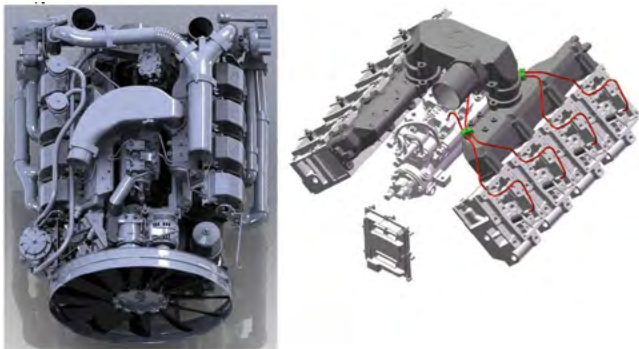


Рисунок 9. Двигатель Д-283.2

силовых агрегатов для привода дорожной и коммунальной техники и дизель-генераторных установок (рис. 8).

14 июня 2012 года состоялась презентация безнаддувного малолитражного 3-цилиндрового двигателя ММЗ-3LD с механической топливоподающей аппаратурой и размерностью 87×90 мм, комплектация которого была выбрана исходя из обеспечения экологических норм своего мощностного класса.

На текущем этапе собрана опытно-промышленная партия, оснащённая механической топливоподающей аппаратурой с электронным регулятором, и закончены длительные стендовые испытания двигателя наддувного исполнения, сертификация которого запланирована на август 2013 года. Заканчивается разработка 4-цилиндрового двигателя малой размерности, который будет оснащён аккумуляторной системой впрыска топлива. В перспективе малолитражная линейка должна заменить модификации двигателей серийной размерности низкой форсировки.

Пока массовое освоение новой продукции сдерживает качество отечественного литья. Однако уже в 2014 году, после ввода в эксплуатацию первого литейного корпуса, планируется производство собственных высокоточных чугунных отливок. А в 2016-м прогнозируется выход на полную проектную мощность.

В рамках совместного проекта с Тутаевским моторным заводом доводится V-образный двигатель мощностью до 782 л. с., оснащённый индивидуальными топливными секциями высокого давления (рис. 9), а модификации с максимальной мощностью до 600 л. с. поставляются на внутренний рынок Республики Беларусь.

В ближайшее время планируется проведение первых испытаний двух опытных образцов, дополнительно оснащённых газовым оборудованием, позволяющим работать на двухтопливной смеси.

Дальнейшее развитие нацелено на снижение сроков доводки двигателей, которое будет осуществляться за счёт развития компьютерного моделирования процессов двигателя с учётом экологических показателей и возможностью применения альтернативных видов топлива.