

УДК 621.43

А.А. СЕЛЕДКИН¹, В.В. ГЕРЦЕВ², К.В. РОДНОВ³¹ФГУП «15 центральный авторемонтный завод» Министерства обороны РФ²ОАО «Научно-исследовательский институт автотракторной техники», Россия³Челябинское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЫ

Рассмотрены проблемы оценки пусковых характеристик дизелей в "естественных" условиях, показаны возможности использования для этой цели специализированной климатической камеры. Приведен опыт практического применения климатической камеры созданной в ОАО «Научно-исследовательский институт автотракторной техники» (г. Челябинск) для целей совершенствования пусковых характеристик и дизельных двигателей и решения других задач. Представлены результаты испытаний разработанной комбинированной системы подготовки запуска, состоящей из системы подогрева впускного воздуха, системы термостатирования масла и системы подогрева с подогревателем ПЖД-600.

Ключевые слова: климатическая камера, пусковые характеристики, дизель, предпусковая подготовка, методы испытаний.

Введение

Существенную роль в обеспечении конкурентоспособности техники играет время, необходимое для приведения силовых установок в рабочее состояние, подготовительные операции, прогрев и пуск двигателя. Основной составляющей этого времени является продолжительность пуска, которая, при низких температурах воздуха, определяет способность машин выполнять свои функции.

Требования к пусковым свойствам дизелей различного назначения регламентированы стандартами. Повышение эффективности предпускового разогрева позволяет улучшить показатели надежности. Снижение продолжительности предпусковой подготовки и пуска дизелей обеспечивает уменьшение выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Для дизелей специального назначения пусковые качества определяют боеготовность объекта применения.

Важность этих параметров предопределяет необходимость совершенствования методов и средств его оценки. Проведение пусковых и климатических испытаний в условиях окружающей среды крайне неэффективно, так как возможно только зимой, при нестабильных температурах воздуха. Большинство дизелей различного назначения, в соответствии с требованиями стандартов, должны обеспечивать требуемые показатели при температурах окружающей среды до минус 50 °С. Такая температура даже в условиях Челябинска крайне редка. В связи с этим

возникает необходимость создания специальных климатических камер, в которых с высокой точностью могут моделироваться температурные условия окружающей среды.

В климатической камере, используя возможности раздельной имитации температур воздушного заряда, смазочного масла, охлаждающей жидкости, отдельных элементов конструкции, можно оценить влияние физико-химических свойств эксплуатационных жидкостей и конструкционных материалов, конструктивных и регулировочных решений по основным системам на эффективность процессов предпусковой подготовки и пуска, уровень тепломеханической нагруженности, надежность и затраты мощности на привод механизмов дизеля.

Проведение испытаний дизеля в составе объекта применения в климатических камерах большого объема требует существенных затрат на их постройку и эксплуатацию. Менее затратным и достаточно эффективным является создание климатических камер «среднего» объема, позволяющих проводить испытания отдельно взятого двигателя, силовой установки, средств предпусковой подготовки и облегчения пуска, систем и агрегатов дизеля, а также различных малогабаритных машин (коммунальных, сельскохозяйственных и т.п.).

В статье приведен опыт практического применения климатической камеры созданной в «НИИ автотракторной техники» (г. Челябинск) для целей совершенствования пусковых характеристик и дизельных двигателей и решения других задач. Пока-

заны особенности применяемых методов исследований, а также вспомогательных технических средств.

1. Особенности климатической камеры

Климатическая камера имеет площадь 5 м на 5 м и высоту 2,7 м, объем камеры – 67,5 м³.



а



б



в



г

Рис. 1. Климатическая камера:

а – внешний вид; б – компрессорная установка; в – пультовое помещение; г – перекаточный стенд с установленным объектом испытаний внутри климатической камеры

Испытываемый двигатель, с установленными датчиками, помещается на перекаточный стенд (рис. 1, г), и подсоединяется к измерительным и вспомогательным системам стенда. Перекаточный стенд позволяет:

- быстро установить и снять объект испытаний вне помещения климатической камеры;
- уменьшить погрешность измерений, обусловленных длиной линии связывающей первичный датчик и вторичный прибор;
- персоналу испытательной лаборатории осуществлять непосредственное управление двигателем (находясь рядом с ним).

Разумеется, дублирующие вторичные приборы и органы управления находятся в операторском по-

Камера обеспечивает минимальную температуру окружающей среды – 55 °С, при любых внешних условиях, при этом максимальная отводимая от объекта испытаний тепловая мощность в условиях теплового баланса – 130 кВт. Внешний и внутренний вид камеры показан на рис. 1, планировка – на рис. 2.

мещении и в процессе подготовки к испытаниям и собственно испытаний контроль параметров двигателя и управление можно осуществлять оттуда.

Перекаточный стенд оснащен:

- топливной системой;
- системой смазки;
- системой охлаждения;
- системой предпускового разогрева;
- системой управления;
- средствами изменения.

В некоторых случаях, для более точного моделирования условий моторно-трансмиссионного отсека машины, двигатель монтируется вместе с узлами и агрегатами трансмиссии и элементами отсека.

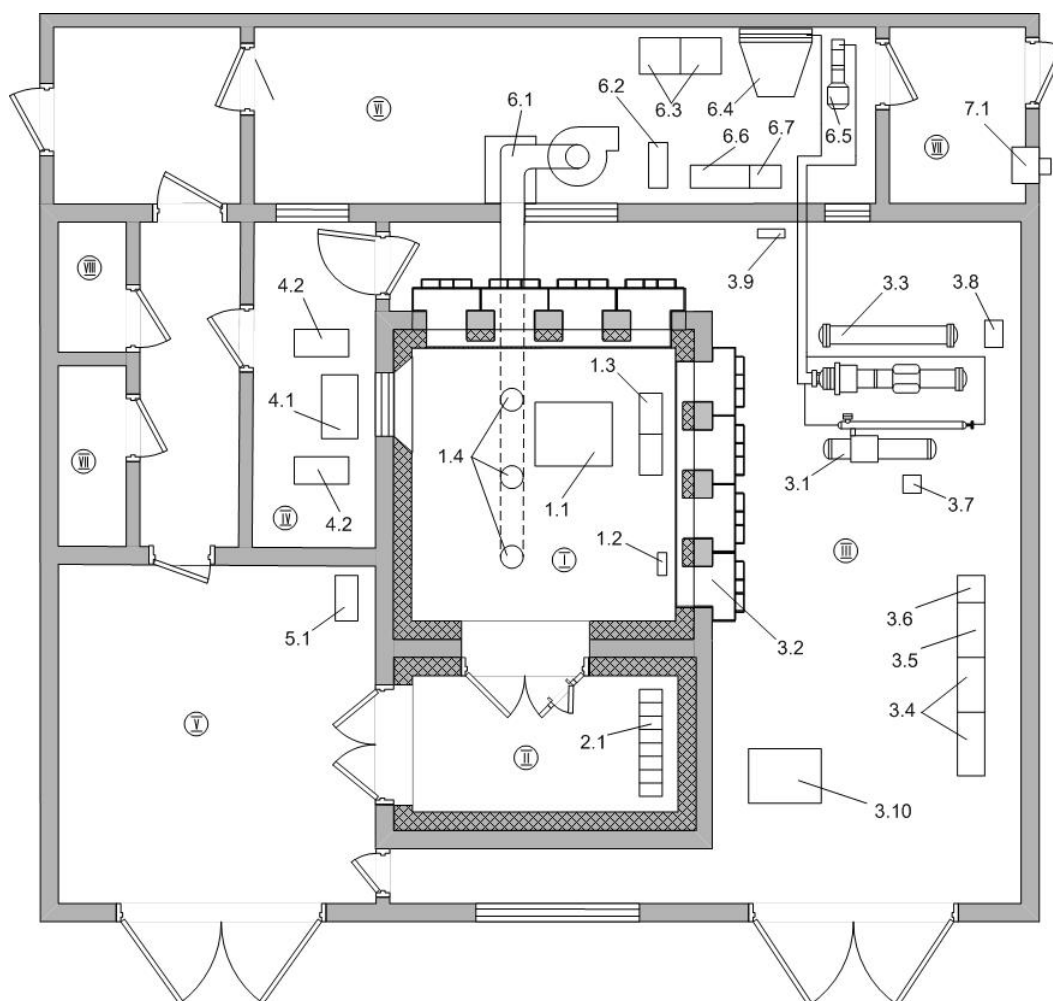


Рис. 2. Планировка климатической камеры:

- I – Холодильная камера: 1.1 – объект испытаний; 1.2 – распределительная панель; 1.3 – аккумуляторные батареи; 1.4 – трубопровод отсоса газов. II – Предкамера: 2.1 – испарители. III – Машинный зал: 3.1 – холодильная машина МКТД30-2-5; 3.2 – воздухоохладители; 3.3 – ресивер фреоновый; 3.4 – щиты питания общие; 3.5 – щит питания компрессоров; 3.6 – щит питания; 3.7 – щит управления компрессором 1-й ступени; 3.8 – щит управления компрессором 2-ой ступени; 3.9 – щит управления вспомогательным оборудованием. IV – Операторская: 4.1 – пульт управления; 4.2 – приборная стойка. V – Монтажно-подготовительный зал: 5.1 – щит питания общий. VI – Пристрой: 6.1 – система отсоса газов; 6.2 – компрессорная установка; 6.3 – низковольтный агрегат; 6.4 – радиаторно-вентиляторная установка; 6.5 – водяной насос; 6.6 – щит питания общий; 6.7 – щит питания вспомогательных материалов. VII – Кладовая смазочных материалов: 7.1 – вентилятор. VIII – Умывальник

Типовые методики испытания дизелей в климатической камере для гражданской техники разработаны в соответствии с ГОСТ 20000 и ГОСТ 10150, для техники специального назначения - в соответствии с отраслевыми стандартами. Также используются оригинальные методики для конкретных целей.

Кроме испытаний двигателей внутреннего сгорания в климатической камере можно проводить экспериментальные исследования влияния температуры внешней среды на параметры отдельных узлов и агрегатов силовых установок, например, предпусковых подогревателей, работающих на дизельном топливе с расходом до 50 кг/ч. Для этого она оснащается дополнительным оборудованием. Стенд позволяет проводить испытания подогревателей, рабо-

тающих на жидких и газообразных видах топлива, с регулированием температуры воздуха на входе в подогреватель от плюс 20 °С до минус 50 °С.

Часто практикуется проведение климатических испытаний на макете двигателя, например, при оценке влияния температуры окружающей среды на прокачиваемость масла в системе смазки или динамику разогрева отдельных систем, узлов и агрегатов с использованием средств тепловой подготовки.

Возможно проведение испытаний малогабаритной техники (минитракторов, коммунальных машин), например, с целью определения микроклимата в кабине оператора, энергетических установок, двигателей других типов, например, газотурбинных, и установок на их базе.

2. Опыт использования климатической камеры при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Приведем примеры использования климатической камеры для решения различных практических задач.

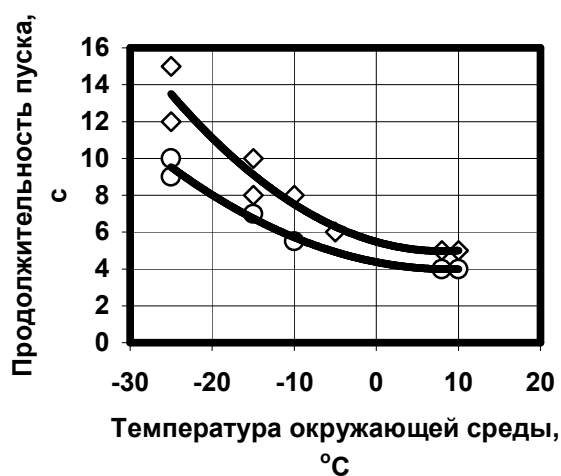
В развитие известных средств облегчения воспламенения топлива в цилиндрах (свечи накаливания, легковоспламеняющиеся жидкости, факельные подогреватели впускного воздуха) для дизелей типа ЧН15/18 и ЧН15/16, предложена и исследована система подогрева впускного воздуха (ПВВ) повышенной эффективности с использованием пневматического распыливания топлива. Доводочные испытания в климатической камере проводились с целью оптимизации расходов топлива и воздуха, а также продолжительности сопровождения процесса разгона дизеля работой системы ПВВ, обеспечивающих устойчивое горение топлива в период пуска и послепусковой период в режиме сопровождения. Включение системы ПВВ и маслозакачивающего насоса осуществлялось по программе, заложенной в блок управления и корректируемой в процессе испытаний. При использовании ПВВ, пуск дизеля на арктическом дизельном топливе обеспечивается при температуре минус 20 °С, а при использовании бензина А-76 – минус 5 °С.

При оценке пусковых качеств дизеля типа ЧН15/18 с пониженной до 13,5 степенью сжатия в процессе испытаний на коленчатый вал был установлен маховик для имитации вращающихся масс объекта. Это мероприятие, а также увеличение продолжительности сопровождения работы дизеля на холостом ходу работой ПВВ позволило снизить неравномерность частоты вращения коленвала и исключить «качание». Затраты времени на пуск дизеля составили 5 мин.

Для облегчения холодного пуска предложена система безфорсуночного подогрева впускного воздуха (БФП) испарительного типа (испарение с нагретой поверхности сетки). Эта система более чувствительна к расходам топлива и воздуха и поэтому ее работа на дизельном топливе менее стабильна. Испытания в климатической камере выявили, что применение системы БФП обеспечивает пуск дизеля с использованием бензина А-76 и смазочного масла МТЗ-10П при температуре окружающей среды до минус 25 °С (рис. 3).

Для дизеля типа ЧН15/16 разработана комбинированная система подготовки запуска (КСПЗ), состоящая из системы подогрева впускного воздуха, системы термостатирования масла (СТМ) и

системы подогрева с подогревателем ПЖД-600. СТМ содержит термоизолированные масляные баки: основной и дополнительный с замкнутыми полостями, в которых установлены теплоэлектронагреватели. Полости электронагревателей заполнены низкозамерзающей жидкостью. Совместная работа СТМ, подогревателя ПЖД и ПВВ обеспечивает подготовку и пуск дизеля при минус 40 °С за время не превышающее 20 мин. При температуре минус 45 °С суммарные затраты времени на пуск составляют 22 мин, а при минус 50 °С – 26...28 мин. Система ПВВ показала приемлемую работоспособность во всем диапазоне температур окружающего воздуха, включая минус 50 °С.



◇ Бензин А-76 ○ Дизельное топливо ДА

Рис. 3. Пусковая характеристика дизеля типа ЧН15/18 с применением БФП

При малых частотах вращения коленчатого вала дизеля имеют место значительные утечки воздушного заряда через поршневые кольца. Это приводит к снижению параметров сжатия и ухудшению пусковых качеств дизеля. Одним из мероприятий улучшения пусковых качеств дизелей является подача масла в цилиндры с пусковым воздухом, что способствует уплотнению зазора «поршень – гильза» и смазке этого сопряжения. Испытания устройства впрыскивания масла в цилиндры (УМВ) проводились на двигателях типа ЧН15/18 и ЧН15/16. Установлено, что минимальное количество масла необходимое для смазывания и уплотнения цилиндров дизеля находится в пределах 120...180 г (10...15 г на цилиндр). Количество выносимого масла из резервуара УМВ зависит от его температуры и практически не зависит от давления пускового воздуха. Осциллографирование давления воздушного заряда в цилиндре показывает, что с применением УМВ оно в среднем на 0,15 МПа выше, чем без впрыскивания масла (рис. 4).

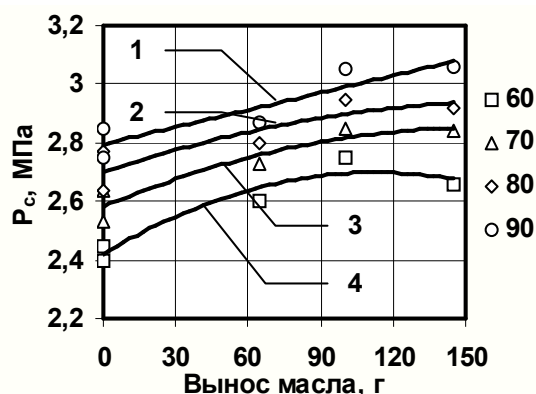


Рис. 4. Зависимость максимального давления сжатия (P_c) от выноса масла из УМВ в камеру сгорания дизеля при различных частотах вращения, мин^{-1} : 1 – 60; 2 – 70; 3 – 80; 4 – 90

Дизель типа ЧН15/18 с применением УМВ пускается на масле М-12В₂РК при температуре минус 5...7 °С, а без применения УМВ – минус 2 °С.

Заключение

Опыт использования климатической камеры подтвердил ее эффективность. Результаты исследований, проведенных в климатической камере ОАО «НИИ автотракторной техники», были внедрены в производство на Челябинском тракторном и Алтайском моторных заводах, ГСКБ «Турбина», Курганском машиностроительном заводе, Уралвагонзаводе и на других предприятиях отрасли.

Поступила в редакцию 21.05.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедры двигателей В.С. Кулис, Челябинское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище, Челябинск, Россия.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ПУСКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ

А.А. Селедкін, В.В. Герцев, К.В. Роднов

Розглянуті проблеми оцінки пускових характеристик дизелів в "природних" умовах, показані можливості використання для цієї цілі спеціалізованої кліматичної камери. Наведено опит практичного використання кліматичної камери, яка була створена ТОВ "Науково-дослідний інститут автотракторної техніки" (м. Челябинськ) з метою вдосконалення пускових характеристик і дизельних двигунів та рішення інших задач. Надані результати випробувань розробленої комбінованої системи підготовки запуску, яка складається з системи підігріву впускного повітря, системи термостатування масла та системи підігріву з підігрівачем ПЖД-600.

Ключові слова: кліматична камера, пускові характеристики, дизель, передпускова підготовка, методи випробувань.

FEATURES OF AN EXPERIMENTAL ESTIMATION OF DIESEL ENGINES COLD START CHARACTERISTICS IN CLIMATE CHAMBER

A.A. Seledkin, V.V. Gertsev, K.V. Rodnov

The problems of an estimation of engines cold start characteristics in "natural" conditions are reviewed. The possibilities of using for this purpose of a specialized climate chamber are rotined. The results of diesel engine tests in a structure of object of application in a climate chamber are reviewed. The results of tests of a combined engine start prepare system, consisting of an inlet air heating system, thermostatic control system of oil temperature and system of a heating with a preheater "PZHD-600" are submitted.

Key words: climate chamber, cold start characteristics, diesel engine, pre-launch procedure, test methods.

Селедкін Александр Анатольевич – начальник производства Федерального государственного унитарного предприятия «15 центральный авторемонтный завод» Министерства обороны Российской Федерации, Россия, e-mail: info@carz15.ru.

Герцев Василий Васильевич – заместитель генерального директора ОАО «Научно-исследовательский институт автотракторной техники», Челябинск, Россия, e-mail: gosnipt@mail.ru.

Роднов Константин Валерьевич – старший преподаватель Челябинского высшего военного автомобильного командно-инженерного училища, Челябинск, Россия, e-mail: gosnipt@mail.ru.