

### **Средства обеспечения пуска дизелей при отрицательных температурах**

Стефанович В.Р., Усович В.В., Янковский И.Н.  
Белорусский национальный технический университет

Пусковые качества дизелей значительно хуже, чем карбюраторных двигателей. При отрицательных температурах окружающего воздуха пуск дизелей вызывает большие трудности. Надежный пуск дизеля можно получить только при создании в цилиндрах условий, обеспечивающих как устойчивое воспламенение топлива, так и необходимую величину крутящего момента, достаточную для разгона дизеля после пускового устройства.

Организация пуска всегда требует дополнительного оборудования, усложнения и удорожания двигателя, дополнительного технического обслуживания его, а проведение пуска всегда сопровождается сокращением моторесурса, перерасходом топлива, повышенными выбросами токсичных компонентов. Особенно сложным, затруднённым, сопровождающимся не только снижением моторесурса, но и опасностью аварии, является «холодный» пуск, то есть пуск непрогретого двигателя в условиях пониженных температур окружающего воздуха.

Пусковые качества автомобильных дизельных двигателей оцениваются предельной температурой надёжного пуска и временем, необходимым для подготовки дизеля к принятию нагрузки. При пониженных температурах двигателя и окружающего воздуха пуск затрудняется, надёжность пуска существенно снижается, а время подготовки к принятию нагрузки возрастает.

Эти характеристики зависят от конструктивных и эксплуатационных показателей дизеля: степени сжатия, параметров топливоподачи при пуске, момента сопротивления вращению вала дизеля, мощности электропусковой системы, марок применяемых топлив и масел и т.д. Предельная температура надёжного пуска зависит от пусковых оборотов – частоты прокручивания коленчатого вала. Эта частота у «холодного» дизеля снижается, так как растёт сопротивление прокручиванию вала, снижается ёмкость аккумуляторных батарей. Снижаются давление и температура воздуха в цилиндре в конце сжатия ( $P_c$ ,  $T_c$ ). В этих условиях возникают проблемы с самовоспламенением горючей смеси.

С понижением температуры окружающего воздуха растёт вязкость моторного масла, вследствие чего увеличивается сопротивление вращению коленчатого вала. Кроме того, ухудшаются параметры аккумуляторных батарей: возрастает их внутреннее сопротивление, уменьшаются напряжение и ёмкость, что вызывает снижение крутящего момента, развиваемого

стартером. Эти обстоятельства уменьшают частоту вращения коленчатого вала в период пуска.

Снижение частоты вращения коленчатого вала приводит к увеличению продолжительности процесса сжатия, времени соприкосновения заряда воздуха с холодными стенками цилиндра, тепловых потерь, утечки заряда воздуха через не плотности в поршневых кольцах и клапанах. Кроме того, при малых частотах вращения коленчатого вала отмечается обратный выброс из цилиндра части заряда воздуха через впускной клапан. Все это приводит к тому, что температура воздуха в конце сжатия не достигает того уровня, при котором возможно самовоспламенение впрыскиваемого топлива, особенно при всасывании в цилиндр холодного воздуха.

Повышенная вязкость топлива, наблюдаемая при низких температурах, и ухудшение качества его распыливания, отмечаемое при уменьшении частоты вращения кулачкового вала топливного насоса, затрудняют воспламенение и образование очагов горения топлива.

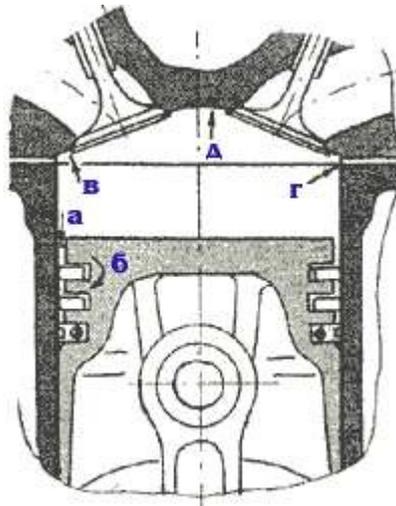
Круг вопросов, которые приходится затрагивать при изучении и совершенствовании пуска дизелей, очень широк. Их целесообразно разбить на две основные группы, учитывая их взаимосвязь и физическую сущность.

К первой группе относятся вопросы, характеризующие протекание рабочего процесса при пуске: процессы наполнения цилиндра и сжатие заряда воздуха, параметры состояния заряда воздуха в конце сжатия, процессы распыливания и испарения топлива, условия возникновения первых вспышек и протекание индикаторного процесса при пуске; эффективность применения различных средств для облегчения воспламенения топлива. Ко второй группе – силы и моменты сопротивления вращению коленчатого вала, их зависимости от температуры и свойств смазочного масла, конструкции дизеля, изыскание и совершенствование способов облегчения вращения коленчатого вала в режиме пуска дизеля.

Улучшение пусковых качеств дизелей осуществляется в трех основных направлениях:

- совершенствование процессов наполнения и смесеобразования, воспламенения и сгорания дизеля путем оптимизации конструктивных и регулировочных параметров;
- применение вспомогательных средств облегчения воспламенения топлива и повышения температуры двигателя;
- использование средств облегчения вращения коленчатого вала.

Успешный запуск дизельного двигателя, а именно воспламенение рабочей смеси, зависит от степени сжатия в цилиндропоршневой группе. Одна из причин её низкого показателя – наличие утечки заряда в камере сгорания.



Основные места утечек воздуха из камеры сгорания:

- а) в зазор между кольцами и поверхностью цилиндра или в зазор в замке колец;
- б) в зазор по торцевым поверхностям колец и канавок поршней;
- в) в зазор между седлом и клапаном;
- г) в зазор между поврежденной прокладкой и плоскостью головки или блока;
- д) в трещину в стенке камеры сгорания.

Теоретически максимальное давление в цилиндре в конце такта сжатия, когда поршень находится в верхней мертвой точке (ВМТ), зависит от целого ряда факторов. Они влияют на количество поступающего в цилиндр воздуха – чем оно больше, тем выше компрессия. В первую очередь отметим положение дроссельной заслонки – ее прикрытие или закрытие, очевидно, сильно уменьшит давление в цилиндре.

Довольно сильно на компрессию влияют зазоры в приводе клапанов. Так, малый зазор в приводе впускных клапанов приведет к более позднему их закрытию и, соответственно, к уменьшению компрессии. Одновременно малые зазоры в выпускных клапанах увеличат так называемое перекрытие клапанов – величину угла поворота коленвала, в течение которого открыты одновременно оба клапана в цилиндре. Результат тот же – компрессия уменьшится.

На компрессию влияет и температура двигателя – чем она меньше, тем сильнее будет охлаждаться воздух, сжимаемый в цилиндре, и тем меньше будет его давление. Зазоры в приводе клапанов так же будут «следить» за температурой – чем она ниже, тем меньше зазоры и компрессия.

Как только воздух в цилиндре оказывается достаточно сжат, станут проявляться разного рода его утечки через зазоры между изношенными или поврежденными деталями, уплотняющими полость камеры сгорания.

Утечки будут минимальными при соответствии следующих условий:

цилиндр идеально круглый;

поверхность цилиндра не имеет продольных рисок;

поршневые кольца идеально прилегают к поверхности цилиндра;

величина зазора в замках колец близка к нулю;

торцевые поверхности колец идеально соответствуют торцевым поверхностям канавок поршня;

тарелки клапанов идеально прилегают к седлам.

Одним из способов уменьшения потери рабочего тела в камере сжатия, предлагаемые в работе К.В. Роднова, – уплотнение маслом цилиндропоршневой группы. Уплотнение маслом можно осуществить устройством масловпрыска.

Исследования показывают, что уплотнение маслом и уменьшение зазора является эффективным средством улучшения термодинамических параметров состояния рабочего тела для облегчения процесса пуска дизелей.

### **Обоснование вариантов укладки боеприпасов на длительное хранение**

Хандошко С.Н.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Основным этапом эксплуатации боеприпасов в мирное время является хранение их на арсеналах, базах и складах. Размещение боеприпасов выполняется в условиях ресурсных ограничений. Необходимость учета различных требований и правил нормативно-технической документации (НТД), наличие значительного количества номенклатуры, больших объемов боеприпасов и разнотипных мест хранения усложняют укладку боеприпасов рациональным образом. Поэтому актуальным является поиск и обоснование вариантов размещения боеприпасов по местам хранения. Для решения указанной задачи целесообразно применение методов математического моделирования. С этой целью в НИИ Вооруженных Сил Республики Беларусь была разработана математическая модель размещения боеприпасов по местам хранения. Модель была реализована на мультипроцессорной вычислительной системе «Скиф» с помощью программных средств, разработанных в ОИПИ НАН Беларуси. Расчеты показали, что применение математической модели обеспечивает высвобождение площадей, уменьшение числа мест хранения с загрузкой по взрывчатому веществу (ВВ) 0–50 т и увеличение с загрузкой 200–240 т. При этом соблюдаются все требования НТД.