

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУСКОВОГО РЕЖИМА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССИИ

Лесная промышленность в настоящее время оснащена новейшими автомобилями МАЗ-501 и МАЗ-200, а также трелевочными тракторами ТДТ-40, на которых установлены дизельные двигатели. При эксплуатации этих машин выявились серьезные недостатки, выразившиеся в затруднительном пуске двигателя при пониженных температурах и безгаражном хранении. Установленное заводом на автомашинах МАЗ-501 и МАЗ-200 электрофакельное устройство облегчает запуск двигателя при температуре окружающего воздуха 5°C. При более низких температурах это устройство малоэффективно и ненадежно. Поэтому в леспромхозах для запуска указанных двигателей применяются различные способы подогрева, что способствует облегчению пуска.

Однако применяемые в некоторых леспромхозах методы запуска двигателей в зимнее время года недостаточно эффективны или же способствуют износу как двигателя, так и силовой передачи автомобиля.

Пуск автотракторного двигателя с понижением температуры значительно затрудняется. Это объясняется следующим:

1) понижением температуры конца сжатия из-за более низкой температуры поступающего в цилиндр воздуха и вследствие большой отдачи тепла холодным стенкам цилиндра;

2) ухудшением процесса смесеобразования из-за увеличения вязкости топлива и его испаряемости;

3) значительным возрастанием вязкости смазочного масла, что вызывает увеличение мощности для вращения коленчатого вала;

4) падением мощности стартера из-за понижения емкости и напряжения аккумуляторной батареи.

Необходимо отметить, что условия запуска карбюраторного и дизельного двигателей отличаются друг от друга.

Ниже рассмотрим условия смесеобразования в них.

При работе карбюраторного двигателя смесеобразование начинается в диффузоре карбюратора и продолжается при следовании заряда по газопроводам, через клапаны, а также в процессе сжатия смеси. Вихри, образующиеся в процессе всасывания и сжатия, способствуют распыливанию, перемешиванию частиц топлива с воздухом и их испарению. Благодаря более высоким физико-химическим свойствам легких топлив, а также большим отрезкам времени, отводимым на смесеобразование, к моменту воспламенения, заряд представляет собой однородную смесь воздуха и частичек топлива, что в значительной степени облегчает воспламенение этой смеси.

В дизелях подачу топлива в цилиндр приходится осуществлять при положениях поршня, близких к верхней мертвой точке, сокращая тем самым период подготовки смеси. Например, при работе четырехтактного карбюраторного двигателя с числом оборотов 2000 в минуту на смесеобразование затрачивается примерно $1/40$ сек., в дизеле же это время равно $1/400$ сек. Столь малые отрезки времени, отводимые на смесеобразование в дизелях, делают работу топливной аппаратуры двигателя очень напряженной.

В летнее время температура воздуха в цилиндре в конце сжатия достигает $400\text{--}500^\circ\text{C}$, что достаточно для воспламенения впрыскиваемого топлива. Однако зимой при проворачивании коленчатого вала остывшего двигателя скорость вращения может быть значительно ниже необходимой. При малой же скорости сжатый в цилиндре воздух будет большее время соприкасаться с холодными стенками и отдавать свое тепло. Увеличатся также утечки воздуха через неплотности поршневых колец. В результате температура воздуха в конце сжатия оказывается ниже температуры воспламенения топлива, и двигатель не будет пущен.

Таким образом, при пониженных температурах окружающей среды необходим обязательный подогрев двигателя, а число оборотов коленчатого вала при пуске должно быть не менее $100\text{--}150$ в минуту. На число оборотов коленчатого вала влияют мощность стартера, состояние аккумуляторной батареи, качество и состояние картерного масла, а также величина зазора в сопряженных деталях.

Рассмотрим влияние каждого фактора в отдельности.

Мощность стартера должна быть достаточной, чтобы преодолеть силы трения в двигателе, преодолеть работу против компрессии и обеспечить соответствующий разгон движущихся частей до пускового числа оборотов.

Дизельные двигатели обычно имеют электрические стартеры или пусковые двигатели мощностью от 7,5 до 20 л. с.

На основании проведенных экспериментов следует сказать, что состояние аккумуляторной батареи в значительной

степени сказывается на запуске двигателя. Так, батарея, разряженная на 20% своей номинальной емкости, при температуре окружающей среды—15°C уменьшает число оборотов коленчатого вала на 13%, а разряженная на 30%—на 20%. Для обеспечения нормальной работы аккумуляторной батареи необходимо следить за степенью ее зарядки, не допускать разрядки более чем на 25%.

При эксплуатации аккумуляторных батарей при пониженных температурах емкость и напряжение их значительно понижаются, что в свою очередь уменьшает число оборотов стартера и затрудняет пуск. Для сохранения работоспособности аккумуляторных батарей необходимо их утеплять, особенно при безгаражном хранении автомобилей. Температура электролита не должна быть ниже 5—10°C. В условиях Белоруссии при нормальной подзарядке батареи на линии во время работы машины указанная температура поддерживается за счет тепла, выделяемого при зарядке. В районах с более низкими температурами необходимо организовать дополнительный подогрев и утеплить аккумуляторный ящик. На автомобилях МАЗ-501 и МАЗ-200 часто из-за нечеткой работы переключателя батарей плохо заряжается или совсем не заряжается одна из батарей. Водители вынуждены менять их местами через 2—3 дня. Для надежной подзарядки батарей необходимо упразднить переключатель, сделав 24-вольтовое электрооборудование.

Для зимней эксплуатации дизельных двигателей, в том числе двигателей ЯАЗ-204, нефтяной промышленностью выпускается зимнее и арктическое топливо, а также специальные масла. При температуре до —25°C зимнее топливо обеспечивает нормальную работу двигателя. При более низких температурах следует применять арктическое топливо или зимнее разбавлять керосином до получения нормальной вязкости. При отсутствии зимнего топлива допускается работа на тракторном керосине с добавлением 3% масла СУ или 2% МК. Применение смеси летнего топлива с керосином не рекомендуется, так как в охлажденном топливе выпадает много кристаллов парафинистых веществ, засоряющих фильтры.

В качестве смазочных материалов для зимней эксплуатации автомобилей МАЗ-501 и МАЗ-200 необходимо применять только зимнее масло ДП-8 (ГОСТ 5304—54), а летом—ДП-11 с присадкой ЦИАТИС-339, что в значительной степени уменьшает износ деталей при пуске и обеспечивает нормальную продолжительную работу.

Применять зимою летние сорта масел недопустимо, так как застывшее в зазорах между деталями масло имеет настолько высокую вязкость, что проворачивать коленчатый вал с нужной скоростью очень трудно, а при сильных морозах невозможно. В случае запуска двигателя с таким маслом при

первых оборотах масло вытечет, а новые порции еще не успеют поступить в зазоры, так как застывшее масло плохо будет прокачиваться по каналам. В результате, помимо трудностей прокручивания вала, будет иметь место повышенный износ. Даже при применении специальных зимних масел износ при пуске двигателя является значительным. Износы деталей двигателя, происходящие в период пуска и прогрева могут составлять до 50—60% от общего износа за время эксплуатации автомобиля. Например, за время одного пуска и прогрева двигателя при температуре $+5^{\circ}\text{C}$ происходит такой износ, как при пробеге автомобиля 30—40 км. При пуске холодного двигателя, заправленного высоковязким летним маслом, на морозе износ будет еще большим, примерно таким, как за пробег автомобилем 200—250 км.

Таким образом, запуск двигателя при низких температурах без предварительного подогрева нежелателен. Ниже рассмотрим способы подогрева дизельных двигателей перед запуском.

В практике безгаражного хранения автомобилей подогрев двигателей осуществляется одним из двух способов.

1. Разогрев двигателя непосредственно перед его пуском. При этом способе в течение всего нерабочего времени двигатель находится в холодном состоянии. Только перед началом рабочего дня его разогревают до температуры, обеспечивающей надежный пуск. К этому способу подогрева относятся разогрев двигателя заливкой в систему охлаждения горячей воды, разогрев паром, пусковыми подогревателями, установленными на автомобиле, заливка в картер двигателя горячего масла, разогрев масла непосредственно в картере электроэнергией, паром или другими источниками тепла.

2. Поддерживание двигателя в течение всего времени простоя в прогретом состоянии путем периодического пуска или при помощи постоянного подвода в систему охлаждения пара или горячей воды. Экспериментальные и расчетные данные показывают, что по затратам тепла разогрев двигателей перед пуском значительно выгоднее, чем поддерживание их в прогретом состоянии в течение длительного межсменного простоя.

Существует несколько способов предпускового подогрева двигателей как водой, так и паром. При этом вода может быть нагрета отдельно и непосредственно в блоке двигателя. Наиболее распространенный способ—пропускание горячей воды через систему охлаждения двигателя и заливка нагретого масла в картер. При этом вода вначале поступает в радиатор, которому отдает значительную часть тепла, и лишь затем поступает в водяную рубашку двигателя. В данном случае значительная часть тепла тратится на разогрев ра-

диатора, имеющего большую поверхность охлаждения, тогда как необходимо прогреть главным образом блок цилиндров.

Учитывая это, желательно вводить горячую воду непосредственно в блок цилиндров, минуя радиатор. Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта разработал такой метод разогрева двигателей водой или паром с вводом их непосредственно в блок цилиндров для двигателей автомобилей ГАЗ-51 и ЗИЛ-150. Наблюдениями установлено, что заливаемая таким образом вода подогревает двигатель на 16—19°C выше, чем при заливке через радиатор.

Кафедрой тяговых машин БЛТИ им. С. М. Кирова разработан способ разогрева горячей водой двигателя ЯАЗ-204 с отключенным радиатором. Для этой цели необходимо сделать следующее (рис. 1). В водяном коллекторе делается посредине отверстие (1) диаметром 30 мм и при помощи фланца (2)

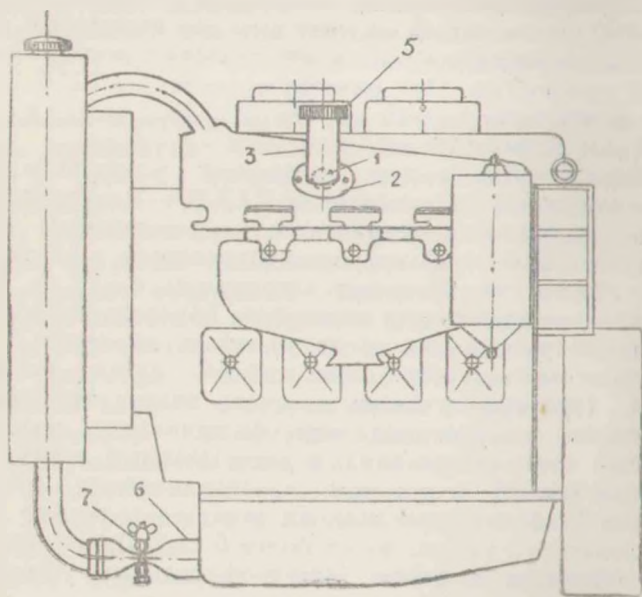


Рис. 1. Схема устройства приспособления для интенсивного разогрева двигателя ЯАЗ-204 водой.

привертывается патрубок (3), который заканчивается резьбой, на которую наворачивается пробка (5). Для заливки воды непосредственно в блок цилиндров необходимо отвернуть указанную пробку, вставить воронку и залить воду. Чтобы вода через нижний патрубок не смогла пройти в радиатор, конструкция его несколько изменяется. Металлическое колено, соединяющее блок цилиндров с радиатором, обрезается на 120—130 мм со стороны масляного радиатора и

соединяется дюритовым шлангом (6), который в процессе заливки горячей воды пережимается зажимной струбциной (7).

После прогрева блока горячей водой двигатель запускается, прогревается до рабочей температуры, затем останавливается. Зажимной струбциной освобождают патрубок и заливают до полна систему водой.

Заслуживает внимания разработанная НИИЛТом для карбюраторных двигателей и электрическая схема подогрева воды в блоке цилиндров при помощи бесспирального элемента. Эта схема в сочетании с отключением радиатора в момент разогрева представляет принципиально новый способ электроподогрева. Он дает возможность ограничиться нагревом вдвое меньшего объема воды и тем самым быстро и экономично разогреть двигатель. Элемент питается от сети в 120—220 вольт и состоит из двух вставленных одна внутри другой водопроводных трубок диаметром $\frac{1}{2}$ " и $\frac{1}{4}$ ".

Такой нагревательный элемент выгодно отличается от существовавших ранее простотой изготовления, долговечностью и низкой стоимостью. При разогреве двигателя ЗИЛ-120 при начальной температуре—15 до +50°C расход энергии составляет 1,5 квт, время—30 минут.

Кафедра тяговых машин предлагает установить такой электронагреватель на двигателях ЯАЗ-204. Электроподогрев масла осуществляется спиральным нагревательным элементом мощностью 0,7—0,8 квт, вмонтированным в картер двигателя. Масло за 25 минут нагревалось с—15 до +50°C, что вполне достаточно для надежного образования масляной пленки и разбрызгивания масла на стенки цилиндра.

Следует отметить еще один способ пуска двигателей ЯАЗ-204. При сравнительно не очень низких температурах окружающего воздуха, когда еще обеспечивается легкое прокручивание коленчатого вала, в засасываемый воздух через воздушный фильтр, в котором просверливаются отверстия диаметром 5—8 мм, при помощи воронки заливают 10—15 капель этилового эфира, но не более 5 см³. Далее пуск производят обычным способом. Электрофакельным устройством при этом не пользуются.

Применение других способов запуска двигателей без подогрева, как-то использование буксиров, недопустимо, так как это приводит к повышенному износу двигателя и трансмиссии и в конечном счете к их поломкам.

Представляют интерес пусковые устройства и подогреватели двигателей, имеющиеся за границей.

Особенностью машин, работающих при низких температурах, является наличие у них, кроме электростартера, дублирующих пусковых устройств, обеспечивающих безотказное вращение коленчатого вала двигателя при любой темпера-

туре без электрического стартера. Серьезного внимания заслуживает пневмогидравлическая система пуска, которая в последнее время находит широкое применение. Она обеспечивает получение большого крутящего момента при температуре окружающего воздуха до -54°C . Эта система состоит из следующих основных элементов: аккумулятора пневмогидравлического, поршневого или диафрагменного типа, гидромотора, насоса с приводом, бака для масла.

В пневмогидравлическом устройстве для пуска реечного типа в качестве аккумулятора используется сжатый газ (азот), минимальное давление которого 140 кг/см^2 . В процессе работы стартера сжатый газ не расходуется, поэтому аккумулятор не требует зарядки. Внутри него находится поршень, отделяющий сжатый газ от рабочей жидкости. При зарядке аккумулятора жидкость, подаваемая насосом, сжимает газ до давления $200\text{--}250\text{ кг/см}^2$. Заряженный аккумулятор дает возможность произвести подряд до трех пусков, развивая при этом крутящий момент до 230 кгм . Вес такого стартера 34 кг . При необходимости аккумулятор можно зарядить ручным насосом.

Большой популярностью пользуется воздушный подогреватель, коэффициент полезного действия которого достигает $78\text{--}80\%$, тепловая производительность— 6500 ккал/час , расход дизельного топлива— $0,8\text{ кг/час}$, электроэнергии— 72 ватт . Полная производительность воздухоподогревателя— $185\text{ м}^3/\text{час}$ воздуха, нагретого до температуры $115\text{--}120^{\circ}\text{C}$. Вес— 22 кг .

Применение воздушных подогревателей для пускового подогрева двигателя с водяным охлаждением представляет несомненный интерес, так как в этом случае можно значительно эффективнее использовать получаемое тепло, подводя горячий воздух непосредственно к трущимся поверхностям двигателя. Кроме этого, воздушным подогревателем просто осуществлять подогрев аккумуляторных батарей, коробки перемены передач, мостов и т. д. Немаловажное значение имеет возможность использовать горячий воздух для отопления кабины.

Таким образом, на основе всего изложенного можно прийти к выводу, что для надежного пуска дизельных двигателей при пониженной температуре окружающего воздуха необходимо пользоваться только зимними сортами топлива и смазочных материалов. Перед пуском следует подогревать двигатель и масло одним из описанных способов до температуры $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$. Для надежной подзарядки аккумуляторных батарей необходимо упразднить искрекючатель батарей, устроив 24-вольтовое электрооборудование, что, кроме того, позволит уменьшить вес генератора при той же мощности его и даст значительную экономию цветного металла за счет уменьшения сечения проводов.