

системе для обеспечения повышенного давления в приемной камере насоса относительно давления насыщения $p_{вс} \geq 1,1 p_n$.

Л и т е р а т у р а

1. Минкин М.Л., Хмельницкий Э.Е., Шаевич А.Г., Каравиев В.И. Новые радиаторы для автомобилей ЗИЛ. - "Автомобильная промышленность", 1960, №9. 2. Иванченко Н. Н., Скуридин А.А., Никитин М.Д. Кавитационные разрушения в дизелях. Л., 1970. 3. Волкомирский И.И. Графоаналитический метод расчета системы охлаждения дизелей. - "Энергомашиностроение", 1974, №7. 4. Hoffman I.H. Some aspects of cooling system design for diesel engines. - In: Diesel Engine Users Association. London, 1950.

А.Н. Сарапин, В.А. Савело, Э.А. Рапницкий

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Обеспечение равнопрочности и равноизнашиваемости всех деталей и узлов двигателя внутреннего сгорания - один из сложных вопросов, обеспечивающих его долговечную работу.

Срок службы до первого капитального ремонта (его технический ресурс) определяется, прежде всего, долговечностью деталей кривошипно-шатунного механизма и некоторых деталей газораспределения.

Тракторные дизели постоянно совершенствуются как в части повышения их мощностных и экономических показателей, так и в части повышения надежности и долговечности.

С 1963 г. по настоящее время моторесурс тракторных дизелей увеличился в 1,6 - 2 раза и составляет 5 - 6 тыс. моточасов. Это достигнуто внедрением целого комплекса конструкторских и технологических мероприятий по увеличению прочности и износоустойчивости основных деталей, обладающих недостаточной долговечностью. Одними из таких деталей, имевших недостаточную долговечность были вкладыши подшипников

коленчатого вала. В то же время шейки коленчатого вала при длительной эксплуатации в 5 – 6 тыс. часов работы под нагрузкой имеют незначительные износы (0,02 – 0,04 мм) и вполне обеспечивают заданный моторесурс работы двигателя.

Основными направлениями по увеличению долговечности вкладышей являются: применение качественных материалов для антифрикционных сплавов, повышение точности изготовления сопрягаемых деталей, повышение качества и точности изготовления ленты для вкладышей, выбор оптимальных зазоров, улучшение условий эксплуатации.

В отечественных тракторных двигателях в качестве подшипников коленчатых валов получили применение биметаллические вкладыши с антифрикционным слоем толщиной 0,3 – 0,7 мм из алюминиевого сплава АСМ. Однако такие вкладыши уже не удовлетворяют возросшим требованиям тракторного двигателестроения, так как имеют недостаточный срок службы. Это вызвано тем, что подшипники дизельных двигателей испытывают большие удельные нагрузки (до 400 – 450 кг/см²), требующие высокой прочности антифрикционного слоя.

В настоящее время промышленностью освоены антифрикционные материалы вкладышей, обеспечивающие высокую долговечность подшипников дизельных двигателей: алюминиевый сплав АО-20 и свинцовистая бронза БрС-30.

К антифрикционным материалам подшипников скольжения предъявляются требования: а) высокое сопротивление усталостному выкрашиванию под действием переменных нагрузок – усталостная прочность сплава; б) высокие противозадирные свойства при контакте сплава с шейкой вала в случае разрыва масляной пленки; в) высокая износостойкость и быстрая прирабатываемость слоя к шейке вала; г) способность поглощать абразивные частицы, вносимые маслом в зазор подшипника; д) высокая коррозионная стойкость в среде окисленных смазочных масел при наличии воды в масле и при его высокой температуре.

На современных тракторных двигателях нашли применение сталеалюминиевые вкладыши, представляющие собой стальную ленту, плакированную антифрикционным сплавом АО-20 (около 20% – олова, 1% – меди, остальное – алюминий). Так как надежное соединение алюминиевого сплава со стальной лентой происходит только при температуре 400°С, превышающей температуру выплавки олова из сплава (232°С), применяется технология [1], по которой стальная лента путем прокатки со-

единяется сначала с алюминиевой фольгой, имеющей толщину 0,05 мм, а затем при температуре 200⁰С также прокаткой – с лентой высокооловянистого алюминиевого сплава. Толщина антифрикционного слоя после окончательной обработки 0,3 – 0,7 мм.

Антифрикционный сплав АО-20 обладает высокими противозадирными свойствами, так как подплавляющееся при нагреве олово в сплаве выступает на поверхность и выполняет роль смазки.

Эти вкладыши также обладают очень высокой коррозионной стойкостью – коррозия их в среде окисленных смазочных масел не происходит.

Усталостная прочность вкладышей с антифрикционным сплавом АО-20 значительно выше сплава АСМ.

Исследования, проведенные на Минском моторном заводе, показывают, что вкладыши с антифрикционным слоем из сплава АО-20 на дизеле Д-50 после 5 тыс. часов работы имеют незначительные износы (0,03 – 0,05 мм), удовлетворительное состояние и пригодны к дальнейшей эксплуатации, в то время как вкладыши с антифрикционным слоем из сплава АСМ после 3 тыс. часов работы имеют износы в два раза больше, сопровождаемые разрушением антифрикционного слоя.

На долговечность подшипников вала в значительной мере влияет точность изготовления сопрягаемых деталей: шейки коленчатого вала, расточки блока цилиндров, расточки шатуна, геометрия вкладышей.

Долговечность вкладышей определяется также точностью выполнения геометрии основных элементов вала, заданными техническими требованиями: эллипсность и конусность шеек, биение шеек и др.

Для коленчатых валов основных тракторных двигателей установлены следующие технические требования, определяющие нормальную работу подшипников коленчатого вала (табл. 1).

В процессе эксплуатации двигателей происходит изменение геометрических параметров коленчатого вала. Например, увеличение биения шеек до 0,10 – 0,15 мм нарушает нормальную работу подшипников. Как показали исследования, выполненные на Минском моторном заводе, причина этого – повышенное биение шеек при обработке, устраняемое технологическими правками на гидравлических прессах. При работе двигателя биение снова восстанавливалось. Этот недостаток устранен введением низкотемпературного отпуска после закалки шеек ТВЧ.

Таблица 1. Главные технические требования на изготовление подшипников основных тракторных двигателей

Показатели	Размеры, мм		
	Д-50	Д-37М	СМД-14
Диаметр коренных шеек	75 ^{-0,080} _{-0,095}	70 ^{-0,065} _{-0,085}	88 ^{-0,12} _{-0,115}
Диаметр шатунных шеек	68 ^{-0,075} _{-0,090}	65 ^{-0,060} _{-0,080}	78 ^{-0,095} _{-0,110}
Конусность коренных и шатунных шеек (на длине 100 мм)		не более 0,02	
Овальность коренных и шатунных шеек		не более 0,01	
Биение средней коренной шейки относительно крайних		не более 0,03	
Зазоры между вкладышами и коренной шейкой (новые)	0,07 - 0,134	0,055 - 0,113	0,104 - 0,160
Зазоры между вкладышами и шатунной шейкой (новые)	0,065 - 0,123	0,050 - 0,108	0,085 - 0,141
Поверхностная твердость шеек	56 - 62 HRC		

На долговечность вкладышей в равной мере влияет правильное выполнение геометрии постелей коренных подшипников и жесткость блока.

Для блоков тракторных двигателей установлены следующие технические требования по изготовлению расточек коренных подшипников: овальность и конусность расточки подшипника не более 0,015 мм, биение средних отверстий относительно двух крайних не более 0,03 мм.

Нарушения технических требований изготовления расточек приводят к заклиниванию вала и выхода из строя подшипников. Стабилизация геометрии и одновременное упрочнение поверхностей расточек достигнуто на ММЗ путем применения импульсной раскатки их роликом.

Долговечность работы вкладышей также определяется жесткостью блока цилиндров и короблением блока во время работы. Для повышения жесткости блока увеличены ребрение перемычек, толщина стенок. Для предотвращения коробления блока во

время работы вводится искусственное старение блока, снимающее остаточные напряжения в отливке.

Долговечность подшипников коленчатого вала двигателей также во многом определялась принятой схемой системы смазки.

При существующей системе смазки дизелей Д-50 и Д-37М масло подводится к третьей коренной шейке и по каналам в щеках и шейках вала поступает к остальным подшипникам. Это приводит к повышенному износу третьего коренного подшипника и быстрому выходу его из строя и объясняется тем, что все неулавливаемые механические примеси проходят через этот подшипник. Кроме того, при этой схеме на крайних шейках наблюдается некоторое падение давления смазки. Этот недостаток устраняется подводом масла от главной магистрали в блоке к каждой коренной опоре. Такая система смазки применяется на основных тракторных дизелях и внедряется на новом дизеле Д-240 Минского моторного завода. Это дает равномерный и незначительный износ всех подшипников коленчатого вала.

Кроме конструктивных и технологических мероприятий, увеличивающих долговечность подшипников коленчатого вала, влияние оказывают условия эксплуатации и качество эксплуатационных материалов.

Основным мероприятием, обуславливающим долговечность подшипников в процессе эксплуатации, является рациональная научно обоснованная организация технического обслуживания. Назначение технического обслуживания состоит в том, чтобы своевременно предупредить интенсивное изнашивание деталей двигателя, в том числе и вкладышей, путем своевременного выполнения регулировочных, смазочных и крепежных работ.

Интенсивность износа подшипников зависит от качества моторного масла. Для тракторных дизелей применялись дизельное масло ДС-11 летом и ДС-8 зимой. В настоящее время рекомендуются моторные масла М-10В и М-10Г с комплексными многофункциональными присадками, сочетающими несколько функций: антиокислительные, противокоррозийные и моющие (противонагарные). Эти масла имеют хорошие смазывающие свойства и уменьшают износ подшипников. Картерное масло в дизелях загрязняется различными примесями при заправке, а также при работе продуктами износа. Поэтому одним из основных путей увеличения долговечности подшипников двигателей является защита их от абразивного износа.

Для увеличения долговечности подшипников вала необходимо тщательно очищать масло от механических примесей. В послед-

нее время на тракторных дизелях для фильтрации масла применяют полнопоточные центрифуги, применение которых снижает износ подшипников коленчатых валов в 1,5 - 2 раза [2, 3] .

В ы в о д ы

Увеличение долговечности вкладышей подшипников коленчатого вала современных тракторных дизелей, обеспечивающих моторесурс 5 - 6 тыс. моточасов, достигнутых путем:

а) применения качественного материала для антифрикционного сплава (АО-20), обладающего высокой износостойкостью, имеющей высокую усталостную прочность, высокую коррозионную стойкость, хорошую прирабатываемость к шейке вала;

б) совершенствования технологии изготовления с целью стабильного обеспечения точности геометрии сопрягаемых деталей (шейки вала, блок, алюминиевая лента);

в) увеличения жесткости блока и устранения причин коробления блока и коленчатого вала во время работы;

г) изменения схемы системы смазки путем подвода масла к каждой коренной опоре;

д) применения качественных масел и улучшения очистки масла внедрением центробежного полнопоточного масляного фильтра.

Л и т е р а т у р а

1. Шендерович Я. Применение высокооловянистых сталей-алюминиевых вкладышей. - "Автомобильный транспорт", 1970, №11.
2. Сарапин А.Н., Кокин Г.М. Долговечность автотракторных двигателей. - В сб.: Автомобиле- и тракторостроение. Исследование автотракторных двигателей. Минск, 1971.
3. Савелов В.А., Рапницкий Э.А., Сарапин А.Н. Долговечность дизелей Д-50. - В сб.: Автомобиле- и тракторостроение. Автотракторные двигатели и техническая эксплуатация машин. Минск, 1974, вып. 6.

Б.Е. Железко, Р.Я. Пармон

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРОВ В КЛАПАННОМ МЕХАНИЗМЕ ДВИГАТЕЛЯ ГАЗ-24 НА СОДЕРЖАНИЕ ОКИСИ УГЛЕРОДА В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ

Одним из наиболее вредных компонентов отработавших газов карбюраторных двигателей является окись углерода, содержание которой зависит от технического состояния двигателя.

При износе деталей привода клапанного механизма происходит изменение фаз газораспределения; влияющее на протекание