



*Зазор, поршень, гильза,
шатун, прокладка
газового стыка*

*Clearance, piston,
sleeve, connecting rod,
gas-tight joint gasket*

DOI 10.35694/YARCX.2019.48.4.015

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДПОРШНЕВЫХ ЗАЗОРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Б.С. Антропов (фото)

д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль

А.А. Рудаков

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин С.Ю. Салов

преподаватель кафедры тактики и общевоеенных дисциплин «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны», г. Ярославль

Е.А. Чернолихов

студент

ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль

Надпоршневой зазор – зазор между дном поршня, когда он находится в верхней мёртвой точке (ВМТ), и огневой поверхностью головки блока цилиндров, как это показано на рисунке 1.

На современных дизельных двигателях надпоршневой зазор (Δ) находится в пределах 0,9...1,35 мм, при этом каждая модель двигателя имеет свои пределы его изменения, что определяется особенностями конструкции ДВС. Указанный зазор влияет на топливную экономичность двигателя и дымность выпускных газов. Чем меньше его значение, тем меньше его влияние на указанные показате-

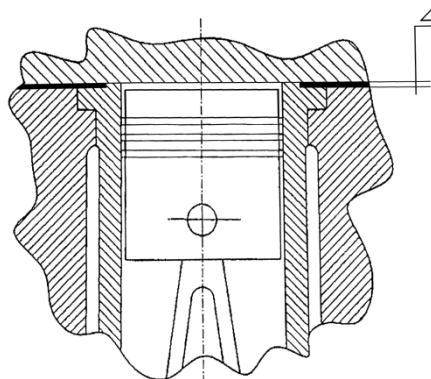


Рисунок 1 – Схема надпоршневого зазора (Δ)

ли двигателя. Однако минимальное значение Δ ограничено образованием нагароотложений на поршне и головке блока цилиндров, что приводит к соударению этих деталей и появлению стука в двигателе. Данная особенность характерна для длительной работы на режимах холостого хода.

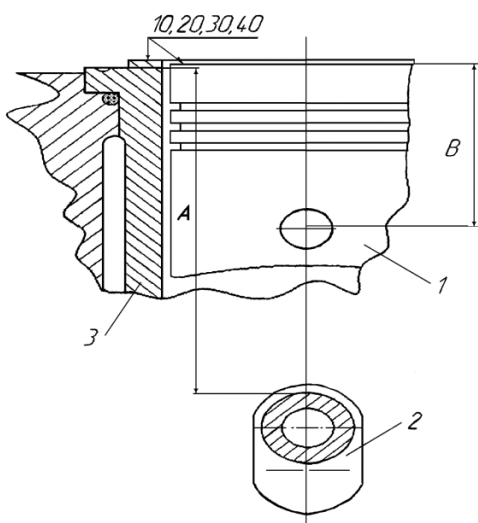
Увеличение максимального значения, оптимального для каждой модели двигателя, приводит к ухудшению его показателей работы. Так, исследованиями в экспериментальном цехе Ярославского моторного завода, входящего в состав ОАО «Автодизель», доказано, что увеличение Δ на каждую 0,1 мм от оптимального значения приводит к увеличению удельного расхода топлива (в среднем на 1,5 г/л.с.ч.) и дымности отработанных газов (на 5,0 единиц (или процентов)).

С учётом важности надпоршневого зазора, на современных автомобильных дизельных двигателях внедрены мероприятия, обеспечивающие его оптимальные значения при сборке на заводах-изготовителях.

На отечественных дизельных двигателях впервые мероприятия по ограничению надпоршневого зазора были внедрены на двигателях КамАЗ, для которых $\Delta = 0,92 \dots 1,27$ мм. Надпоршневой зазор на этих двигателях выдерживается следующим образом [1].

На двигателях с установленным коленчатым валом в блоке и гильзами цилиндров (при сборке) определяется расстояние «А», как это показано на рисунке 2.

В зависимости от размера «А» на нерабочем торце гильзы выбиваются индексы 10, 20, 30 и 40.



1 – поршень; 2 – коленчатый вал; 3 – гильза.

Рисунок 2 – Схема замера размеров «А» и «В»

Указанные работы выполняются автоматически по мере движения деталей на сборочном конвейере.

Поршни при их контроле после изготовления также разбиваются на группы в зависимости от размера «В», показанного на рисунке 2. В зависимости от значения размера «В» на днище поршня выбиваются индексы 10, 20, 30 и 40. Таким образом, детали цилиндра-поршневой группы (ЦПГ) двигателей КамАЗ по значению надпоршневого зазора разбиваются на 4 группы и имеют обозначения 10, 20, 30, 40. Детали ЦПГ двигателей КамАЗ не имеют разбивки по значению диаметрального зазора «поршень – гильза», который у них постоянен и обеспечивается высокой точностью изготовления деталей.

Разбивка гильз и поршней на двигателях КамАЗ производится согласно размерам «А» и «В», указанным в таблице 1.

Размер «А» представляет собой расстояние от образующей шатунной шейки коленчатого вала в верхнем положении (положение поршня в ВМТ) до рабочего бурта гильзы, с помощью которого и стальной прокладки обеспечивается герметичность камеры сгорания.

Размер «В» есть расстояние от оси отверстия в поршне под палец до днища поршня.

Когда на конвейере блок цилиндров поступает на участок, где устанавливаются шатуны в сборе с поршнями, то по индексу гильз определяют шатуны в сборе с поршнями, т.е. если гильзы имеют индекс 10, то поршни вместе с шатунами необходимы с индексом 10 и т.д. При такой сборке надпоршневой зазор в цилиндрах двигателя будет оптимальным: $\Delta = 0,92 \dots 1,27$ мм.

Как следует из таблицы 1, по мере увеличения номера индекса (при переходе от предыдущей группы к следующей) происходит увеличение размера «А» на 0,11 мм.

Аналогичным образом увеличивается размер «В» поршней, т.е. поршень с индексом 10 – самый короткий, а с индексом 40 – самый длинный.

Индекс гильзы определяется не только высотой рабочего бурта, но и глубиной расточки в блоке под этот бурт, а также расположением коленчатого вала в коренных опорах. В связи с этим гильза как бы «привязана» к блоку цилиндров конкретного двигателя. Поэтому при замене гильзы в условиях автотранспортного предприятия (АТП) индекс, установленный на ней, теряет всякое значение. При постановке новой гильзы в блок цилиндров изменяется размер «А». Учитывая это обстоятельство, в запасные части

Таблица 1 – Значения размеров «А» и «В» для гильз и поршней при разбивке их на группы

Размер «А», мм	Индекс гильзы и поршня	Размер «В», мм
от 260,13 до 260,24	10	от 75,67 до 75,78
от 260,24 до 260,35	20	от 75,78 до 75,89
от 260,35 до 260,46	30	от 75,89 до 75,90
от 260,46 до 260,47	40	от 75,90 до 76,01

заводом-изготовителем должны поставляться гильзы, не имеющие индексов. Поршни в запасные части должны поставляться с индексом 10. Это исключает возможное соударение поршней с огневой поверхностью головки цилиндров и проявления стука при работе двигателя при минимальной частоте вращения коленчатого вала.

На двигателях ЯМЗ размерности S/D = 140/140 мм, выпускаемых мелкими сериями на Ярославском моторном заводе, надпоршневой зазор обеспечивается в оптимальных пределах $\Delta = 0,94...1,35$ мм путём подбора стальной прокладки газового стыка (рис. 3) [2]. Рассматриваемые двигатели ЯМЗ-840 и их модификации являются V-образными, 12-цилиндровыми, с номинальной мощностью 400...588 кВт (550...800 л.с.). Двигатели имеют индивидуальные головки цилиндров.

В зависимости от выступа поршня в положении ВМТ относительно рабочего бурта гильзы (размер «А») определяется вариант стальной прокладки (рис. 4).

Применяются стальные прокладки трёх вариантов по толщине 1,3; 1,5 и 1,7 мм с индексом 10, 20 и 30 соответственно. Место нахождения индекса показано на рисунке 3.

Замер размера «А» производится в каждом цилиндре двигателя, в плоскости качания шатуна, в двух диаметрально расположенных точках (рис. 4). По результатам замеров размер «А» определяется как среднее значение. Пределы выступления бурта гильзы (изменения размера «А») и соответствующие им прокладки с индексом приведены в таблице 2.

Выступление гильзы над рабочим буртом замерыется индикатором. Гильза при этом устанавливается в расточку блока с уплотнительными кольцами (нижнего пояса и верхнего бурта) и зажимается двумя специальными прижимами.

Для обеспечения величины надпоршневого зазора в оптимальных пределах при демонтаже головки цилиндров стальную прокладку необ-

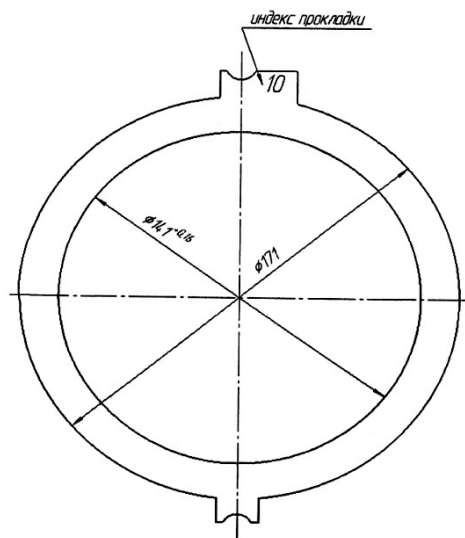
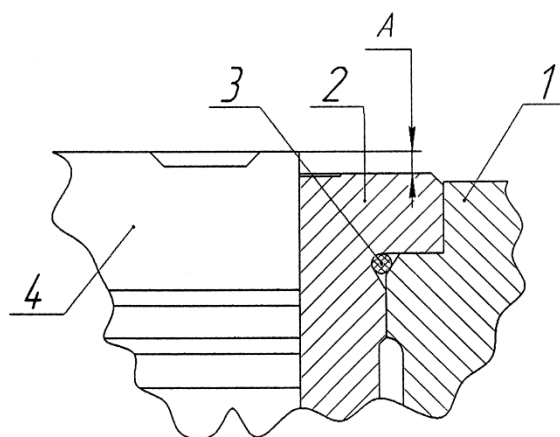


Рисунок 3 – Стальная прокладка газового стыка (размеры в мм)



1 – блок цилиндров; 2 – гильза; 3 – верхнее кольцо уплотнения гильзы; 4 – поршень.

Рисунок 4 – Схема замера размера «А»

Таблица 2 – Размеры и индексы стальных прокладок

Выступление поршня над торцом гильзы – «А», мм	Стальная прокладка	
	Толщина, мм	Индекс
св. 0,05 до 0,25	1,3 _{-0,05}	10
св. 0,25 до 0,45	1,5 _{-0,05}	20
св. 0,45 до 0,65	1,7 _{-0,05}	30

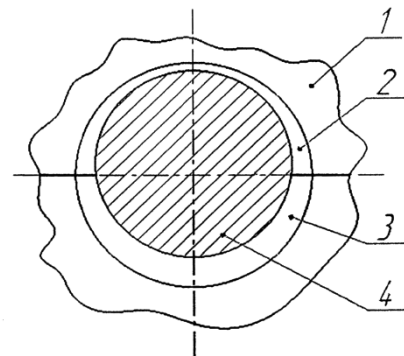
ходимо установить в том же положении и на тот же цилиндр, откуда она была снята. При замене индивидуальной головки цилиндров, а также при нарушении положения гильзы от первоначального, в расточке блока необходимо заменить стальную прокладку на новую. В запасные части заводом-изготовителем должны поставляться только прокладки с индексом 30, т.е. наибольшие по толщине, с целью исключения соударения поршня с огневой поверхностью головки цилиндров при сборке в условиях АТП.

Известны и другие методы обеспечения оптимального надпоршневого зазора на автомобильных дизелях. Так, на двигателях Заволжского моторного завода серии ЗМЗ-51432, предназначенных для автомобилей УАЗ, в том числе для внедорожников «Патриот», надпоршневой зазор регулируется с помощью шатунных вкладышей, которые являются разностенными и взаимозаменяемыми [3]. На указанных двигателях (двигатели рядные, 4-цилиндровые, S/D = 94/87 мм, номинальная мощность 83,5 кВт/113,5 л.с.) при сборке замеряется расстояние от рабочего бурта гильзы до днища поршня в ВМТ, при установленных в шатун верхних «тонких» вкладышах. Если этот размер находится в норме, т.е. обеспечивает оптимальное значение надпоршневого зазора, то двигатель собирается далее. Если размер более нормы, то нижние «толстые» вкладыши меняются местами с верхними «тонкими» (рис. 5).

На ряде двигателей иностранного производства надпоршневой зазор в оптимальных пределах обеспечивается путём разбивки поршней и шатунов на группы, которые маркируются индексами 10 и 20.

Поршни разбиваются на группы также как на двигателях КамАЗ, т.е. по расстоянию «В» (рис. 2). Шатуны разбиваются по размеру «А», представляющему собой межцентровое расстояние между расточками верхней и нижней головок шатуна, как показано на рисунке 6.

Комплектование поршней и шатунов производится по одному и тому же индексу. Вполне



1 – расточка нижней головки шатуна; 2 – верхний вкладыш; 3 – нижний вкладыш; 4 – шатунная шейка коленчатого вала.

Рисунок 5 – Схема установки шатунных вкладышей при регулировке надпоршневого зазора

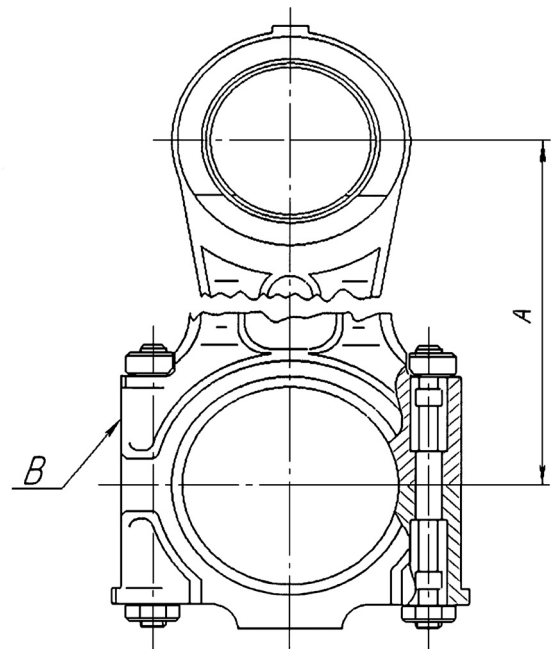


Рисунок 6 – Шатун в сборе

очевидно, что комплект указанных деталей с индексом 10 – «короткий» и 20 – «длинный».

На участке конвейера, где в блок цилиндров устанавливаются указанные комплекты, осуществляется замер расстояния от привалочной поверхности блока цилиндров до образующей шатунной шейки коленчатого вала, находящейся в верхнем положении. В зависимости от этого расстояния устанавливаются комплекты с индексом 10 или 20. Тем самым выдерживается оптимальный надпоршневой зазор на двигателях. Указанные индексы нанесены на днище поршней (аналогично двигателям КамАЗ) и на боковой поверхности шатунов, как это показано стрелкой «В» на рисунке 6. Двигатели с такой разбивкой на группы деталей имеют общую головку блока цилиндров и стальную прокладку под ней.

Вывод

Установлено, что надпоршневой зазор в дизельных двигателях составляет 0,9...1,35 мм. Он обеспечивается: разбивкой гильз и поршней на группы; применением стальных прокладок газового стыка, различных по ширине; установкой разностенных вкладышей в шатуны двигателей. Оптимальный зазор обеспечивает топливно-экономические и экологические показатели автомобиля в эксплуатации, гарантируемые заводом-изготовителем.

Материал, изложенный в статье, по мнению авторов, представляет интерес для инженерно-технических работников, занятых в сфере эксплуатации автотранспортной техники, а также может быть использован в учебном процессе при подготовке специалистов по эксплуатации, обслуживанию и ремонту указанной техники.

Литература

1. Приспособление для замера надпоршневого зазора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/115105>.
2. Антропов, Б.С. Новые автотракторные двигатели ЯМЗ [Текст]: учебное пособие / Б.С. Антропов, Г.М. Савельев. – Ярославль: ЯИПКиПК, 1992. – 112 с.
3. Руководство по эксплуатации дизельного двигателя ЗМЗ 51432.10 [Текст]. – 2-е изд. – Заволжье, 2006.

References

1. Prispособlenie dlja zamera nadporshnevevo zazora [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/115105>.
2. Antropov, B.S. Novye avtotraktornye dvigateli JaMZ [Tekst]: uchebnoe posobie / B.S. Antropov, G.M. Savel'ev. – Jaroslavl': JaIPKiPK, 1992. – 112 s.
3. Rukovodstvo po jekspluatácii dizel'nogo dvigatelja ZMZ 51432.10 [Tekst]. – 2-e izd. – Zavolzhye, 2006.