МАЛАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КРЫМА

**«ИСКАТЕЛЬ»**

**Инженерно – техническая секция**

**Модернизация автомобильного двигателя**

### МеМЗ 968ГЭ для увеличения мощности, улучшения

**тяговых характеристик и повышения экономичности.**

## Действительный член МАН Крыма «Искатель»

##### Ученик 9 класса

**Форосской общеобразовательной школы I – III ступени г. Ялты**

## КОРАБЛЕВ Артем

**Научный руководитель – Кораблев А. Б.**

# Инженер - системотехник

**Введение.**

 В течении многих десятилетий отечественным производителем, Запорожским автомобильным заводом, выпускался в различных модификациях автомобиль «Запорожец». За долгое время накопился большой парк этих автомобилей и особенно модели ЗАЗ 968 и его модификаций. Машина показала себя неприхотливой, обладающей высокой проходимостью и неплохой нагрузочной способностью. Много автомобилей ЗАЗ являются незаменимыми помощниками в условиях села и города, сочетая в себе низкую стоимость и простоту в обслуживании.

 Однако при наличии многих положительных качеств автомобиль ЗАЗ 968 имеет ряд конструктивных особенностей, которые можно назвать его недостатками. Одним из самых важных недостатков является малая мощность силового агрегата – двигателя МеМЗ 968ГЭ. Малая мощность сочетается с высоким расходом топлива, реально достигающим 10 литров на 100 километров.

 В нашей семье до недавнего времени был автомобиль ЗАЗ 968М и во время проведения ремонта я решил внимательно изучить двигатель и попытаться внести такие изменения в его конструкцию, которые бы позволили увеличить мощность с одновременным снижением расхода топлива.

#### Недостатки двигателя МеМЗ 968ГЭ и

**возможные пути их устранения.**

Любые попытки внести изменения в топливную систему с целью экономии топлива приводили к положительному результату только вместе со снижением динамических характеристик автомобиля. Однако в наших условиях горной местности уменьшение мощности в целях экономии топлива приводит к другому затруднению – перегреву на затяжных подъемах. Воздушное охлаждение не позволяет эффективно охлаждать цилиндры двигателя при работе с очень высокими нагрузками. Требовалось вносить изменения в конструкцию двигателя, что стало возможным при его капитальном ремонте.

 Внимательно изучив принципы работы двигателей внутреннего сгорания, я понял, что мощность двигателя можно повысить несколькими путями:

* увеличением объема цилиндров и количества подаваемого топлива;
* увеличением длины хода поршня и соответствующим увеличением степени сжатия топливно – воздушной смеси в цилиндрах;
* увеличением давления сжатия топливно – воздушной смеси в цилиндрах каким – либо другим способом.

Первый вариант мной не рассматривался, так так он приводит к еще большему расходу топлива.

 Второй вариант оказался трудно выполнимым, так как требует изменения конструкции коленчатого вала и удлинения шатунов. Такую работу возможно сделать только в заводских условиях и потому я не разрабатывал этот вариант.

 Разрабатывая третий вариант, я пришел к выводу, что увеличить давление сжатия рабочей смеси в цилиндрах можно двумя способами – уменьшить при сжатии утечку смеси, а при рабочем ходе уменьшить прорыв выхлопных газов в картер двигателя между корпусом цилиндра и корпусом поршня (первый способ), или принудительно нагнетать воздух в цилиндры для создания давления в них еще на стадии впуска (второй способ).

Второй способ достаточно труден в реализации и требует тщательной разработки. В настоящее время я веду разработку конструкции нагнетателя воздуха с ременным приводом, однако более простым, хотя и менее эффективным, является первый способ. Рассмотрим, что нам даст уплотнение зазора между поршнем и стенками цилиндра при работе четырехтактного карбюраторного двигателя, каким является двигатель МеМЗ968ГЭ.

При проектировании и расчете двигателя внутреннего сгорания величина давления в цилиндре при сжатии рабочей смеси (так называемая компрессия ) имеет важнейшее значение и оказывает прямое влияние на эффективную мощность двигателя.

Начнем с цикла впуска. Формула расчета давления в конце цикла впуска имеет вид:

**Ра = Р0 -**  **Ра**

где **Р0** – плотность заряда (давление в цилиндре) на впуске,  **Ра**  - потери воздуха из – за сопротивления впускных каналов и неплотности зазора между поршнем и цилиндром. Здесь мы видим, что уплотнение зазора уменьшает потери при впуске за счет увеличения разрежения в цилиндре при впуске.

 Соответственно мы получаем давление в конце сжатия в соответствии с формулой:

**Рс = Ра   n ,**

где **Ра** - давление в конце цикла впуска, **** - степень сжатия ( в нашем случае величина неизменная, зависящая от соотношения длины хода поршня и величины рабочей камеры), **n** – коэффициент политропности процесса ( в нашем случае не изменяющий значения ).

Из него мы можем получить среднее эффективное давление рабочего цикла:

***pe= pi - pm***

где ***pi*** – индикаторное давление рабочего цикла двигателя, прямо пропорциональное давлению при сжатии ***( pi = Pc /  - 1 )*** , ***pm***– давление механических потерь на преодоление сопротивления кривошипно – шатунного механизма, сил инерции, возникающих при работе двигателя и сопротивления внешних устройств (генератора, топливного насоса и т.д.), а так же потери при прорыве газов через неплотности газораспределительных клапанов и неплотность между стенками цилиндра и поршнем.

 Эффективная мощность двигателя рассчитывается по формуле:

**Nе = *ре* Vл n / 30** ,

Из нее мы видим, что мощность прямо пропорциональна среднему эффективному давлению рабочего цикла.

 При дополнительном уплотнении зазора между стенками цилиндра и поршнем мы получаем увеличение заряда при впуске, соответственно получая более высокое давление при сжатии. Это дает нам более высокое среднее эффективное давление рабочего цикла, что приводит к увеличению мощности двигателя.

 В автомобильном двигателе роль уплотнителя между стенками цилиндра и поршнем выполняют компрессионные поршневые кольца. В двигателе МеМЗ 968ГЭ их два – верхнее и нижнее. Поршневая группа обеспечивает такую степень сжатия, которая соответствует давлению компрессии в цилиндрах 9 кг./ см2 при объеме цилиндров 1198 см3 . Автомобильные двигатели ВАЗ, АЗЛК, имеющие близкие по значению объемы цилиндров (ВАЗ 2101 – 1200 см3), развивают давление компрессии в цилиндрах 12 кг./см2. Такая существенная разница получается за счет больших тепловых зазоров между поршнем и цилиндром в двигателе МеМЗ 968ГЭ из – за малоэффективного воздушного охлаждения.

 При рассмотрении поршневой группы, снятой для ремонта, я обратил внимание на большое расстояние между донышком цилиндра и кольцевой канавкой для установки верхнего поршневого кольца ( рис. 1). Я предполагаю, что конструкторы двигателя увеличили это расстояние по сравнению с поршнями других двигателей с целью увеличения запаса прочности поршня при работе на низкооктановом бензине. При работе на таком топливе (А – 76) и небольшой мощности двигателя возникает опасность детонации, которая может разрушить перегородку между донышком поршня и канавкой поршневого кольца. Если использовать топлива с более высоким октановым числом (А – 80, АИ – 90), которых не было на момент разработки двигателя и они не могли быть учтены конструкторами, то мы можем исключить возможность возникновения детонации и использовать дополнительный запас прочности поршня.

1,8

**7,5**

**2,2**

**79,7**

** 22,2**

*Рисунок 1*

**Предложения по модернизации двигателя МеМЗ 968ГЭ.**

Для улучшения характеристик двигателя, повышения его мощности и уменьшения потребления топлива я предлагаю установить дополнительное компрессионное поршневое кольцо на поршне двигателя. Кольцо предлагаю разместить в кольцевой канавке, проточенной в поршне на расстоянии 3,95 мм. от донышка, шириной 1,8 мм. и глубиной 3,3 мм ( рис. 2 ). Ширина проточенной кольцевой канавки соответствует ширине канавки для установки верхнего компрессионного поршневого кольца. При этом толщина перегородки между

Рисунок 2

**57,6**

*Рисунок 1.*

**ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ПОРШНЯ**

**АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**МеМЗ968ГЭ**

** 66,9**

**5,7**

**53**

**74**

**16**

**8**

**3,3**

**4,2**

**1,8**

**2,2**

**3**

**3**

**7,9**

**79,7**

** 26,8**

** 22,2**

** 75,9**

**3**

**1,8**

*Рисунок 2.*

**МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ ПОРШЕНЬ**

**АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**МеМЗ968ГЭ**

донышком поршня и канавкой составит 3 мм., что соответствует толщине перегородок между кольцами.

 Практическая установка дополнительного компрессионного поршневого кольца на двигателе МеМЗ 968ГЭ автомобиля ЗАЗ 968М позволила определить, что давление компрессии в цилиндрах увеличилось до 11 кг./см2 , мощность двигателя увеличилась с 40 л. с. до 45 л. с. Улучшились тяговые и динамические характеристики – время набора скорости до 100 км./ч. уменьшилось на 6 секунд или на 17% ( см. приложение № 1). Расход топлива уменьшился с 8,5 ( по паспорту ) до 7,74 литров на 100 км. или на 9% за счет более полного сгорания смеси ( см. приложение № 2).

 Однако при установке дополнительного кольца мы увеличиваем площадь трущихся поверхностей, что увеличивает нагрев цилиндров и поршней. Так же вызывает нагрев и более высокое давление смеси в цилиндрах. При нагреве двигателя МеМЗ968ГЭ до температуры 1050С начинает теряться мощность и возникает необходимость более эффективного охлаждения. Проблему снятия теплоизбытков я предлагаю решить следующим способом - можно установить второй вентилятор на вал генератора. Из стального листа толщиной 1 мм надо вырезать круг диаметром 190 мм с отверстием в центре диаметром 16 мм. Разделив круг на 16 секторов, нужно сделать надрезы по радиусам на глубину 50 мм. Получившиеся лопасти следует изогнуть так же, как у основного вентилятора. С вала генератора надо отвернуть гайку, снять пружинную шайбу и установить на вал крыльчатку, надежно закрепив ее теми же шайбами и гайкой ( см. рис. 3 ). Дополнительный вентилятор увеличит количество подаваемого для охлаждения воздуха и позволить сделать более эффективным охлаждение. Рекомендую применять в модернизированном двигателе гильзы цилиндров с аллюминиевым оребрением, имеющем более высокую теплоотдачу, чем гильзы с чугунным оребрением.

 Дополнительно рекомендую использование анамегатора масла и модификатора топлива киевской фирмы «Адиос». Выпускаемый этой фирмой анамегатор масла «Gold Ozerol МП – 8» модифицирует моторное масло так, что в двигателе вместо пар трения за счет поверхностно – активной пленки образуются

*Рисунок 3.*

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЯТОР

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ МеМЗ968ГЭ

**50**

** 190**

** 16**

пары качения, что значительно уменьшает трение и нагрев двигателя. При этом значительно увеличевается срок службы моторного масла. Уменьшение трения в кривошипно – шатунном механизме и механизме газораспределения позволит снизить давление механических потерь и увеличить мощность двигателя. Использование модификатора топлива «Adizol» так же позволяет получить поверхностно – активную пленку на стенках цилиндров, что уменьшает трение поршневых колец и нагрев. Практическое применение этих двух веществ на двигателе показало экономическую выгодность - при стоимости анамегатора масла 16 грн. 50 коп. срок службы масла увеличивается при первой заливке с 7000 км. до 15000 км., а при второй заливке – с 7000 км. до 30000 км., при стоимости модификатора топлива 4 копейки на литр топлива получается реальная экономия до 9% или около 11 копеек на литр топлива. Так же заметно уменьшается износ и нагрев компонентов двигателя.

**1**

Установка дополнительного кольца производилась на трех двигателях. Двигатель автомобиля ЗАЗ 968М выпуска 1985 года, эксплуатировавшийся в условиях Ялты с дополнительным поршневым кольцом, на момент выхода из строя шатуна имел пробег 73 000 километров при норме пробега до капитального ремонта 60 000 километров. Представляемый поршень был установлен на этом двигателе и мы можем убедиться в том, что его износ не превышает нормы, а перегородка между донышком поршня и канавкой дополнительного поршневого кольца не имеет следов прогара и разрушения.

Двигатель автомобиля ЗАЗ 968М выпуска 1990 года, эксплуатировавшийся в условиях Фороса с дополнительным поршневым кольцом, на момент выхода из строя направляющей впускного клапана механизма газораспределения имел пробег 45 000 километров. При обследовании снятой поршневой группы не было обнаружено каких – либо деформаций или неисправностей.

На двигателе автомобиля ЗАЗ968А выпуска 1980 года, эксплуатировавшегося в условиях Ялты с дополнительным поршневым кольцом после 55 000 километров пробега была произведена замена поршневых колец. Каких – либо следов разрушения или повышенного износа поршневой группы обнаружено не было.

**Выводы.**

Установка дополнительного компрессионного поршневого кольца на двигателе МеМЗ 968ГЭ автомобиля ЗАЗ 968М позволила получить увеличение мощности двигателя на 12,5 % и уменьшение времени разгона с места до 100 км./час на 17% . Расход топлива при этом уменьшился на 9 %. Улучшились тяговые и разгонные характеристики автомобиля. Практическая эксплуатация модернизированной поршневой группы на двигателях трех автомобилей показала, что модернизация не приводит к снижению надежности шатунно – поршневой группы.

**Приложение № 1**

**Определение тяговых характеристик двигателя МеМЗ968ГЭ.**

Определение тяговых качеств производилось путем определения максимальной скорости автомобиля с двигателем, на котором была установлена модернизированная поршневая группа. Используемая методика рекомендуется заводом – изготовителем для определения тяговых характеристик двигателя и определения его мощности. Максимальная скорость определялась при движении на высшей передаче на мерном участке длиной 1 километр с хода. Замер производился после регулировки ходовой части, регулировки развала – схождения колес, регулировки токсичности выхлопа, предварительного разогрева двигателя до температуры +850С, сухом дорожном покрытии, температуре воздуха + 200С и отсутствии ветра, в автомобиле находились 2 человека. Время прохождения мерного участка фиксировалось путем включения секундомера при пересечении начальной отметки и отключения при пересечении конечной отметки. Замер производился за два заезда в обоих направлениях участка, оба замера производились непосредственно один за другим.

Скорость автомобиля определялась по формуле: **V = 3600/T** ( км. /час ), где

Т – время ( в секундах ) прохождения километрового мерного участка.2 За действительное значение максимальной скорости автомобиля было принято среднее арифметическое из величин скоростей, полученных в двух заездах.

**T1 = 28 c. V1 = 3600/28 = 128,6 км./час.**

**T2 = 27,5 c. V2 = 3600/27,5 = 130,9 км./час.**

**V = (128,6+130,9)/2 = 129,75 км. /час.**

Завод – изготовитель для определения мощности двигателя дает следующие контрольные цифры максимальной скорости в зависимости от мощности:

* Двигатель МеМЗ968Э мощностью 30 л.с. – 118 км./час.
* Двигатель МеМЗ968ГЭ мощностью 40 л.с. – 123 км./час.
* Двигатель МеМЗ968БЭ мощностью 45 л.с. – 130 км./час.

По результатам замера максимальной скорости можно сделать вывод, что мощность двигателя в результате установки дополнительного компрессионного кольца увеличилась с 40 л. с. до 45 л. с. и прирост мощности составил 12,5%.

 Для полноты оценки тяговых качеств произвели замер времени разгона от нуля до 100 км./час с последовательным переключением передач при тех же условиях, что и замеры максимальной скорости. Автомобиль разгонялся с места на первой передаче энергичным нажатием на педаль акселератора. Трогание с места плавное. Переключение передач производилось быстро и бесшумно при наивыгоднейших режимах. Замеры производились в двух направлениях участка, непосредственно один за другим.

**Т1= 30 сек. Т2 = 28 сек. Т = (30+28)/2 = 29 сек.**

Завод – изготовитель дает следующие контрольную цифру времени разгона до

100 км./час: для автомобиля ЗАЗ968М с двигателем МеМЗ 968ГЭ – 35 сек.

Уменьшение времени разгона составило 6 сек. или на 17%.

**Приложение № 2**

**Определение контрольного расхода топлива двигателем МеМЗ968ГЭ.**

Эксплуатационный расход бензина является одним из параметров, характеризующих общее техническое состояние двигателя. Величина эксплуатационного расхода бензина в большей степени зависит от дорожных и климатических условий, режима движения (скорость, нагрузка, дальность и частота поездок) и совершенства вождения автомобиля (квалификации водителя). В связи с этим нельзя с достаточной объективностью судить о техническом состоянии автомобиля по эксплуатационному расходу бензина, тем более по нему нельзя судить о техническом состоянии двигателя (так как на расход бензина существенно влияет состояние ходовой части автомобиля).

     Объективным показателем технического состояния двигателя служит контрольный расход бензина.

     Замер контрольного расхода заключается в определении расхода бензина (л/100 км) при скорости автомобиля 80 км/ч с технически исправной ходовой частью при соблюдении условий испытания, изложенных в приложении № 1.

     Измерение выполнялся на участке дороги длиной 5 км, с постоянной скоростью, в двух противоположных направлениях движения по 2 раза в каждом направлении. При этом бензин в карбюратор подавался из специальных мерных колб. Замеры производились лишь после того, как полностью установился нормальный тепловой режим двигателя. Завод – изготовитель дает контрольную цифру контрольного расхода бензина для технически исправного автомобиля ЗАЗ968М с двигателем МеМЗ968ГЭ – 8,5 литров/ 100 км.

     Мерным участком служил 5 – километровый отрезок дороги Бахчисарай - Симферополь с ровным профилем, сухим покрытием.

При проведении контрольных замеров были получены следующие результаты:

 **V1 = 385** гр./5 км.

 **V2 = 388** гр./5 км.

 **V3 = 385** гр./5 км.

 **V4 = 390** гр./5 км.

Средний арифметический контрольный расход на 5 километров после четырех замеров составил:

 **Vзам = (V1+V2+V3+V4)/4 = (0,385+0,388+0,385+0,390)/4 = 0,387** л. / 5 км**.**

Контрольный расход топлива на 100 километров составил:

 **Vконтр. = Vзам. \* 20 = 0,387 \* 20 = 7,74** л./100 км.

 Из результатов замера контрольного расхода топлива следует, что после установки дополнительного компрессионного кольца на поршневой группе расход уменьшился на **V пасп. - Vконтр** **= 8,5 – 7,74 = 0,76** л./100 км. или на **9%**.

**Список используемой литературы.**

1. С. Фучаджи «Автомобиль ЗАЗ 968М, руководство по ремонту и

 эксплуатации», Запорожье, 1995 г.

1. С. Шейнин «Автомобили «Запорожец», руководство по эксплуатации и

 ремонту» , Киев,Проминь, 1971 г.

1. «Анамегаторы – ответы почти на все вопросы». Издание фирмы «Adioz»,

 Киев, 2001 г.

4. Колчин А. И. Демидов В. П. «Расчет автомобильных и тракторных

 двигателей». Москва, Высшая школа, 1980г.

1. Артамонов М.Д., Морин М.М., Скворцов Г.А. «Основы теории и конструирования автотракторных двигателей. Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей». Москва, Высшая школа, 1978
2. «Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей». /Под общ. ред**.** Орлина А.С., Круглова М.Г.– Москва, Машиностроение, 1990

**Содержание.**

1. Введение ……………………………………………………………. 2

#### Недостатки двигателя МеМЗ 968 и возможные

####  пути их устранения…………………………………………………..2

1. Предложения по модернизации двигателя МеМЗ 968……………5
2. Выводы ……………………………………………………………...11
3. Приложения
* Приложение № 1 ( замер тяговых характеристик ) ………………12
* Приложение № 2 ( замер потребления топлива ) ………………...13
1. Список используемой литературы………………………………...14