

УДК 629.114. 2

Мосикян К.А., Джинян А.М., Койчев В.С., Батыров В.И.

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕГУЛИРОВКИ И ПОКАЗАТЕЛИ
БЕЗОТКАЗНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ-402 ПРИ РАБОТЕ НА СЖАТОМ
ПРИРОДНОМ ГАЗЕ**

Национальный аграрный университет Армении

Ереван, Теряна 74, 0009,

Ставропольский государственный аграрный университет,

Ставрополь, Зоотехнический 12, 355017

Кабардино-балкарский аграрный университет

Нальчик, пр. Ленина , 1в, 360030

Mosikyan K.A., Dzhinyan A.M., Koychev V.S., Batyrs V.I.

**OPERATIONAL ADJUSTMENTS AND INDICATORS OF NON-FAILURE
OPERATION OF THE ZMZ-402 ENGINE DURING THE WORK ON THE
COMPRESSED NATURAL GAS**

National agrarian university of Armenia

Yerevan, Teryana 74, 0009,

Stavropol state agrarian university,

Stavropol, Zootechnical 12, 355017

Kabardino-Balkarian agrarian university

Nalchik, Lenin Ave., 1v, 360030

Аннотация. В работе приведены конструкторско-технологические мероприятия для восстановления номинальной мощности двигателя. Рассмотрены показатели эксплуатационной надежности карбюраторного двигателя ЗМЗ-402, работающего на сжатом природном газе.

Ключевые слова: опережение зажигания, эксплуатационная надежность, детали лимитирующие надежность, средняя наработка на отказ.

Abstract. In work presents the design and technological measures to restore the nominal motor power. Considered indicators of operational reliability carbureted engine ZMZ-402 running on compressed natural gas.

Key words: air-gas charge, ignition advancing, operational reliability, details limiting reliability, an average time between failures.

Использование природного газа метан в качестве моторного топлива получило широкое распространение за счёт дешевизны и экологической чистоты. Преимущества сжатого природного газа (СПГ) в его отличных эксплуатационных и потребительских свойствах – это высокое октановое число – 105...110 единиц (октановое число для самого качественного бензина 98), хорошая возгораемость и равномерное горение, меньшее количество вредных выбросов, снижение шумности работы двигателя на 2...3 децибела, увеличение плавности и равномерности работы ДВС. Многие специалисты считают природный газ топливом 21 века [1].

Экономическое и экологическое преимущества применения СПГ газа в качестве моторного топлива в Армении привело к массовому переоборудованию и переводу карбюраторных двигателей автомобилей на природный газ, в том числе микроавтобусы семейства ГАЗель.

В настоящее время пассажирские перевозки на внутригородских, пригородных и междугородных маршрутах, в основном (порядка 70%), выполняются автобусами семейства ГАЗель, работающими исключительно СПГ.

При оценке и анализе работы автомобильного транспорта в условиях Республики Армения необходимо учесть и тот факт, что порядка 90% территории расположено на высоте 1000 метров и более над уровнем моря, что, в свою очередь снижает эффективную мощность двигателя от 15% до 18%.

С увеличением высоты над уровнем моря атмосферные условия изменяются существенно. Так, на высоте 2000, 3000, 4000 м давление воздуха снижается на 22,0, 31,0 и 61,5%, а плотность - на 13,5, 25,0 и 33,0% соответственно.

Столь значительное уменьшение плотности атмосферного воздуха в большей степени сказывается на эффективных и экономических показателях работы двигателя, его надежности и ресурсе. Так, топливно-энергетические показатели дизеля при эксплуатации на высоте над уровнем моря 3000 м и неизменной регулировке топливной аппаратуры расход топлива возрастает на 19% [5]. Этому способствуют пониженное давление в конце сжатия, ухудшение смесеобразования, что в совокупности определяет увеличение смесеобразования и периода задержки воспламенения, затягивание процесса сгорания, и в зависимости от качества смесеобразования наблюдается существенное снижение коэффициента выделения теплоты [4].

В сложившейся ситуации восстановление потерянной мощности двигателя имеет колоссальное значение для увеличения скорости сообщения автобуса, что в конечном итоге, повысит производительность работы автобусов и снизит себестоимость перевозок.

Экспериментальными исследованиями в Научно-исследовательском автомобильном институте (НАМИ) доказано, что повышение степени сжатия бензинового двигателя до 12 единиц позволяет восстановить потерянную мощность двигателя при работе на СПГ.

В условиях эксплуатации форсирование мощности двигателя производится расточкой головки блока цилиндров двигателя ЗМЗ-402, на 1 мм со стороны камеры сгорания, что позволяет увеличить степень сжатия с 8,2 до 9,0, а это приводит к повышению среднего индикаторного давления в цилиндрах, вследствие чего возрастает индикаторная и эффективная мощности двигателя.

В результате проведения данного конструктивного изменения потеря мощности двигателя, при использовании СПГ в качестве моторного топлива, уменьшилось и составило всего 7...8% от номинальной мощности.

Для двигателя ЗМЗ-402, работающего на бензине, заводом-изготовителем установлен угол опережения зажигания в 28° , однако учитывая тот факт, что скорость сгорания СПГ ниже чем у бензина, то возникает необходимость увеличения периода сгорания заряда.

На основе результатов многолетних исследований установлено, что в условиях эксплуатации двигателя ЗМЗ-402 в г. Ереване, где средняя высота над уровнем моря составляет около 1000 м, значение угла опережения зажигания приравнивается 36° , и с увеличением высоты может достигнуть до 38° . Это создает некоторую теплонапряженную работу ДВС, сопровождающееся повышением температуры охлаждающей жидкости, доходящая иногда до кипения (точка кипения на высоте 1000 м над уровнем моря составляет $96,7^\circ\text{C}$).

В связи с этим, для двигателя ЗМЗ-402, работающего на СПГ, тепловой зазор выпускного клапана первого и четвертого цилиндров устанавливается 0,45 мм (вместо 0,4 мм), а для второго и третьего цилиндров 0,5 мм (вместо 0,45 мм). Отмеченные эксплуатационные регулировки не требуют особых затрат, обеспечивают оптимальную мощность и безотказность работы ДВС.

Исследования показали, что из-за снижения мощности двигатель работает на повышенных оборотах коленчатого вала, что в конечном итоге приводит к снижению эксплуатационной надежности [2].

В итоге увеличиваются трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта двигателя, уменьшается пробег до капитального ремонта, существенно увеличиваются трудовые и материальные затраты. Необходимость научных и экспериментальных исследований отмеченных вопросов продиктованы требованиями времени и экономико-производственной необходимостью [3].

Нами проведены эксплуатационные исследования двигателей марки ЗМЗ-402 десяти автобусов ГАЗель-322133, работающих на постоянных маршрутах внутригородских перевозок города Еревана в течение двух лет. За этот период средний пробег одного автобуса составил 126,4 тыс. км, проведены 492 работы по ТО-1 и 123 по ТО-2. На двигателях зафиксированы 537 неисправностей и отказов, из которых в 186 случаях отказы устранены путем проведения регулировочных, крепежных и уборочных работ, иногда совмещенных с ТО-2. В 343 случаях отказы устранены путем проведения текущего ремонта, а в 8

случаях двигатели отправлены на капитальный ремонт. Распределение отказов и неисправностей деталей, узлов и систем двигателя приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Распределение отказов и неисправностей двигателя ЗМЗ-402

№ п/п	Механизмы, узлы и системы, имеющие отказы	Общее количество отказов, ед.	Удельный вес отказов, %
1	Цилиндро- поршневая группа	37	10,7
2	Кривошипно-шатунная группа	29	8,4
3	Система охлаждения	82	24,0
4	Система газораспределения	96	28,0
5	Карбюратор-смеситель и воздухоочиститель	39	11,4
6	Система зажигания и электроприборы	40	11,7
7	Смазочная система	10	2,9
8	Подвеска двигателя	10	2,9
	Всего	343	100

Результаты эксплуатационных испытаний свидетельствуют о том, что наибольшее количество отказов двигателя ЗМЗ-402, работающего на СПГ, приходится на систему газораспределения, из них 28 % это смятие и поломка зубьев шестерни газораспределительного вала (деталь 11-6256-А4) или смещение металлической втулки в теле текстолитовой шестерни. Определенное количество отказов наблюдается на штангах (деталь 21-1007175-15 и 24-1007175) в виде поломки сферической головки или изгиба штанги, а также отделения чугунного седла от гнезда в головке блока, с последующим разрушением целостности (деталь 4022-1007080).

Общее количество случаев отказов и неисправностей зафиксированы по 59 наименованиям деталей и узлов двигателя, в 351 случае они распределены на

47 наименованиях деталей, из них на 8 деталях общее количество отказов составило 185 случая, а 156 случаев отказов зафиксированы на 39 наименованиях деталей.

Характерные отказы на 8 деталях лимитируют эксплуатационную надежность двигателя ЗМЗ-402, работающего на СПГ. Показатели распределения и некоторые характеристики эксплуатационной надежности этих деталей приводятся в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что закономерности распределения отказов деталей лимитирующих надежность двигателя ЗМЗ-402, работающего на СПГ, в основном определяются нормальным законом распределения или законом распределения Вейбулла с коэффициентом вариации в пределах 0,23..0,35, что означает возможность прогнозирования вероятности возникновения данных отказов.

На основе нормального закона распределения случайных величин прогнозирована наработка на отказ 41,8 тыс. км при вероятности безотказной работы 41,8 тыс. км.

Прогнозирование отказов деталей, лимитирующих надежность двигателя дает возможность составить перечень и пробеги проведения регламентированного текущего ремонта, что в свою очередь представляет возможность планирования объемов материальных и трудовых затрат, производственных мощностей, и самое главное, избежать непроизводительных простоев автомобиля.

Результаты исследований могут быть использованы при технической эксплуатации автомобильного транспорта с двигателями ЗМЗ-402, составлении годовых планов-графиков технических обслуживаний и ремонта, составления заявок на запасные части для текущего и капитального ремонта, планировании пассажирских и грузовых перевозок.

Таблица 2

**Детали, лимитирующие эксплуатационную надежность двигателя ЗМЗ-402
и их характеристики**

№ п/п	Наименование детали и каталоговый номер	Средняя наработка на отказ, (тыс. км.)	Дисперсия распределения D, (тыс.км)	Среднеквадратическое отклонение пробега, (тыс.км.)	Коэффициент вариации, V	Закон распределения
1	Шестерня газораспределительного вала 11-6256-А4	77,5	436,8	20,9	0,27	нормальный
2	Прокладка головки блока 402-1003020-10	82,7	745,3	27,3	0,33	нормальный
3	Штанга клапана 21-10071751524-1007175	58,3	416,2	20,4	0,35	Вейбулла
4	Выпускной клапан 4022-1007015	56	384,2	19,6	0,35	Вейбулла
5	Седло выпускного клапана 4022-1007080	80,9	750,7	27,4	0,34	Вейбулла
6	Компрессионные кольца поршня 24-1004030-02	87,6	654,2	29,4	0,29	нормальный
7	Радиатор и насос системы охлаждения	40,0	84,6	9,2	0,23	нормальный
8	Сальник задней шейки коленчатого вала 2108-1005160	62,8	30,9	17,6	0,28	нормальный

Литература:

1. Ахметов Л.А. Экономическая эффективность и эксплуатационные качества газобалонных автомобилей/Ахметов Л. А., Иванов В. Н., Ерохов В. //Ташкент: «Узбекистан». 2004, 191 с.
2. Гурвич Н.Б., Сыркин П.Э. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей/ Н.Б. Ахметов, П.Э. Сыркин// М. Транспорт. 2007, 141 с.

3. Коклин И. М., Использование газомоторного топлива в сельском хозяйстве Ставропольского края на примере опыта Кочубеевского района/ А.К. Кобозев, В.С. Койчев, С.И. Потапенко //Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. Сб. науч. тр. По материалам 4-й Российской научно-практич. конф. Ставропольской ГАУ – Ставрополь, 2007.

4. Нагоев В.Х. Особенности протекания рабочего процесса дизеля в высокогорных условиях /В.Х. Нагоев, В.С. Койчев //Материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию КБГСХА. Секция «Механизация и энергообеспечение предприятий». КБГСХА - Нальчик, 2006.

5. Агзагов Н.М. Условия и режимы работы автотракторных двигателей /Н.М.Агзагов, В.С. Койчев, И .И. Газизов// Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007, №7, С. 3-5.

Статья отправлена: 16.05.2014 г.

© Мосикян К.А., Джинян А.М., Койчев В.С., Батыров В.И.