

ОЦЕНКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ДВС

EVALUATION OF DESIGN AND PRODUCTION OF ICE

В.А. КОЧЕНОВ¹, К.Т.Н.
А.Н. САХАРОВ¹, К.Т.Н.
С.С. КАЗАКОВ², К.Т.Н.
Р.Р. ЖАМАЛОВ², К.Т.Н.
В.В. ГОЕВА²
Н.Е. ГРИШИН²
К.Е. ГРУНИН²

¹ Нижегородская ГСХА,

² Нижегородский ГИЭУ, konst.grunin2010@yandex.ru

V.A. KOCHENOV¹, PhD in Engineering
A.N. SAKHAROV¹, PhD in Engineering
S.S. KAZAKOV², PhD in Engineering
R.R. ZHAMALOV², PhD in Engineering
V.V. GOEVA²
N.E. GRISHIN²
K.E. GRUNIN²

¹ Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

² Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, konst.grunin2010@yandex.ru

Предлагается анализ проектирования и производства узлов трения ДВС по долговечности и износостойкости. При разнообразии и разбросе факторов, определяющих долговечность и износостойкость трибосопряжений ДВС, изменение износа и интенсивности износа в процессе эксплуатации имеет выраженный закономерный характер. Оценка проектирования и изготовления ДВС основана на сравнении показателей долговечности и износостойкости действительного и теоретического трибосопряжений. Допуски изготовления отражают потенциал технических возможностей производства. Коэффициент конструирования показывает соответствие геометрии вновь изготовленной поверхности трения своим оптимальным, приработанным параметрам. Экспериментальные данные заимствованы из результатов дорожных и ускоренных испытаний двигателей ГАЗ и ЗМЗ. Снижение износа приработки, погрешностей конструирования и изготовления объясняется совершенствованием проектирования, снижением допусков изготовления. Уменьшение интенсивности износа и увеличение наработки деталей связано с совершенствованием материала трущихся поверхностей и смазочного материала, улучшением дорог. Изменение коэффициента конструирования свидетельствует об отсутствии выраженных тенденций по проектированию и производству приработанных геометрических параметров трибосопряжений. Отечественное автомобилестроение и двигателестроение в основном ориентировалось на внутренний рынок. Проектирование и производство учитывало высокую потребность в машинах, малонаселенность большей территории страны, т.е. низкую концентрацию машин на этих территориях и трудности организации фирменного сервиса, зависимость от количества машин, находящихся в зоне обслуживания. В итоге многие машины стали неконкурентоспособными и по технической характеристике, и по цене, и по надежности. Курс на модернизацию производства двигателей предъявляет повышенные требования к проектированию, заключающиеся в полном использовании технических возможностей изготовления и определении перспектив их дальнейшего роста.

Ключевые слова: проектирование, производство, двигатели внутреннего сгорания, долговечность, износостойкость.

It is proposed the analysis of design and production of the internal combustion engine friction units in durability and wear resistance. With a variety and dispersion of factors that determine the durability and wear resistance of the internal combustion tribome, the change in wear and wear intensity during the operation has a pronounced natural character. Evaluation of the design and manufacture of ICE is based on a comparison of the indices of durability and wear resistance of the actual and theoretical tribo-conjugation. Manufacturing tolerances reflect the potential of technical production capabilities. The design coefficient shows the correspondence of the geometry of the newly manufactured friction surface to its optimal, attained parameters. The experimental data are taken from the results of road and accelerated tests of the engines GAZ and ZMZ. Reducing wear in the run-in, design and manufacturing errors is due to improved design and lower manufacturing tolerances. Reducing the intensity of wear and increasing the operating time of parts is associated with the improvement of the material of rubbing surfaces and lubricant, and improvement of roads. The change in the design coefficient indicates that there are no pronounced trends in the design and production of the geometric parameters of the tribo-conjugate. Domestic automotive industry and engine building focused mainly on the domestic market. Design and production took into account the high demand for machines, the sparseness of the larger territory of the country, i.e. low concentration of machines in these areas and the difficulty of organizing a company service that is dependent on the number of machines in the service area. As a result, many vehicles have become uncompetitive in terms of technical characteristics, in price and reliability. The course for the modernization of the production of engines presents increased requirements for design, consisting in the full use of the technical capabilities of manufacturing and determining the prospects for their further growth.

Keywords: design, production, internal combustion engines, durability, wear resistance.

Введение

При разнообразии и разбросе факторов, определяющих долговечность и износостойкость трибосопряжений ДВС, изменение износа и интенсивности износа в процессе эксплуатации имеет выраженный закономерный характер. Эксплуатация двигателей характеризуется (рис. 1):

– периодом приработки ($0 - \tau_1$) с высокой интенсивностью износа из-за несоответствия геометрических параметров вновь изготовленных трибосопряжений своим оптимальным, приработанным значениям;

– периодом нормальной эксплуатации ($\tau_1 - \tau_2$) с минимально постоянной интенсивностью износа;

– аварийным периодом ($> \tau_2$) с повышенной интенсивностью износа вследствие наступления предельных износов (зазоров), приводящих к возникновению ударных нагрузок.

Оценка проектирования и изготовления основана на сравнении показателей долговечности и износостойкости действительного (I, u) и теоретического (I^t, u^t) трибосопряжений. Теоретическое сопряжение не имеет периода приработки и по минимальной интенсивности износа является оптимальным.

Цель исследования

Целью исследования является оценка проектирования и изготовления ДВС на сравнении показателей долговечности и износостойкости действительного и теоретического трибосопряжений.

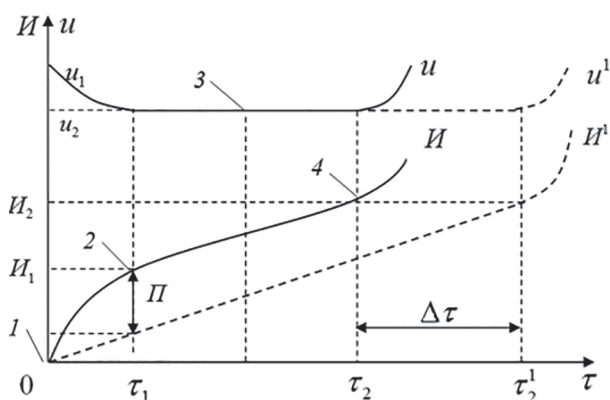


Рис. 1. Изменение износа I и интенсивности износа u от наработки τ :

1 – начало эксплуатации; 2 – окончание приработки и начало нормальной эксплуатации; 3 – середина периода нормальной эксплуатации, соответствующая минимальной интенсивности износа, 4 – начало аварийного износа

Результаты анализа

Анализ проводится по следующим показателям:

– наработке периодов приработки и нормальной эксплуатации τ_1, τ_2, τ_2^1 ;

– износу приработки и аварийному износу I_1, I_2 ;

– средней интенсивности изнашивания периодов приработки и нормальной эксплуатации $\bar{u}_1 = I_1 / \tau_1, \bar{u}_2 = (I_2 - I_1) / (\tau_2 - \tau_1)$;

– резерву повышения наработки $\Delta\tau = \tau_2^1 - \tau_2$;

– погрешности конструирования и изготовления $P = I_1 - u_2 \cdot \tau_1$;

– допускам изготовления и коэффициенту конструирования геометрии трущейся поверхности детали $D, \eta = P / D$.

Допуски изготовления отражают потенциал технических возможностей производства. Коэффициент конструирования показывает соответствие геометрии вновь изготовленной поверхности трения своим оптимальным, приработанным параметрам.

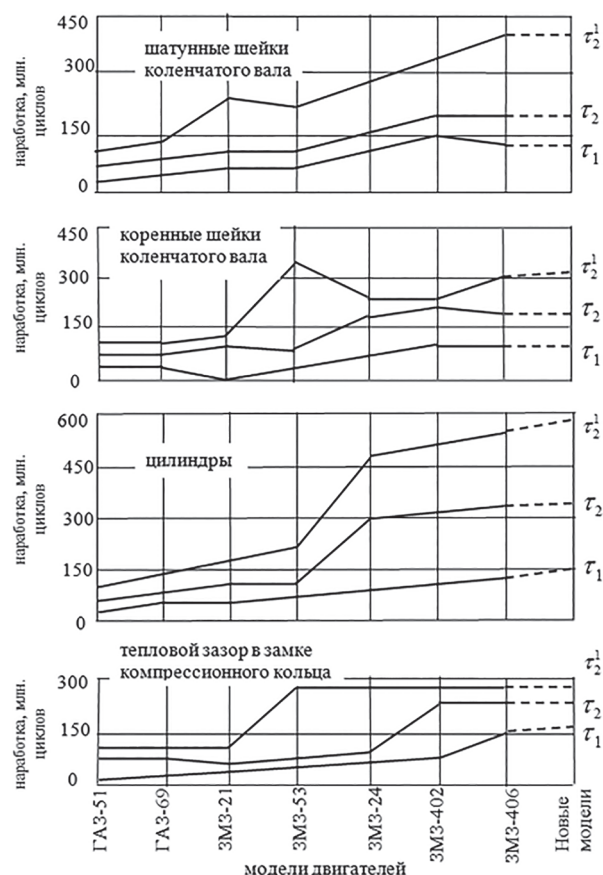


Рис. 2. Динамика аварийного износа I_2 , износа приработки I_1 , погрешностей конструирования и изготовления P деталей и сопряжений поршневых ДВС

Экспериментальные данные заимствованы из результатов дорожных и ускоренных испытаний двигателей ГАЗ и ЗМЗ [1–5]. Динамика показателей долговечности и износостойкости двигателей представлена на рис. 2–5.

По мере развития стабильно и пропорционально уменьшаются аварийный износ I_2 , износ приработки I_1 , погрешности конструирования и изготовления Π . Уменьшение аварийного износа связано с форсированием двигателей и ростом нагрузок. При повышении зазоров быстрее возникают ударные нагрузки, определяющие начало аварийной эксплуатации. Снижение износа приработки, погрешностей конструирования и изготовления объясняется совершенствованием проектирования, снижением допусков изготовления (рис. 2).

Уменьшение интенсивности износа u_1 , u_2 и увеличение наработки деталей τ_2 связано с совершенствованием материала трущихся поверхностей и смазочного материала, улучшением дорог (рис. 3 и 4).

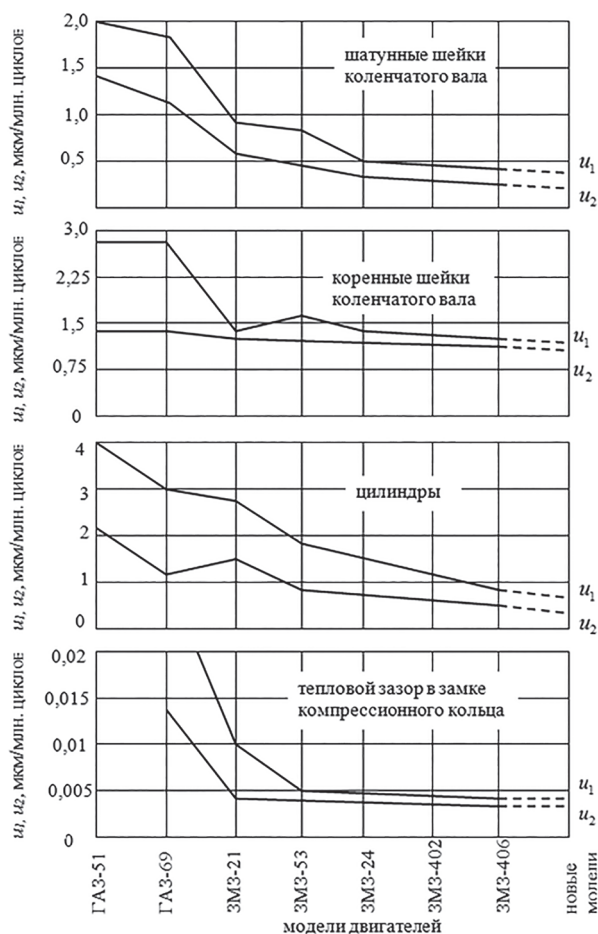


Рис. 3. Интенсивность износа периода приработки u_1 , нормального периода эксплуатации u_2 деталей и сопряжений поршневых ДВС

Изменение коэффициента конструирования η (рис. 5) свидетельствует об отсутствии выраженных тенденций по проектированию и производству приработанных геометрических параметров трибосопряжений. Ухудшение (увеличение) коэффициента η у двигателя ЗМЗ-406 объясняется повышением износа приработки и увеличением времени обкатки в связи с резким, повышением износостойкости особенно подшипниковых сопряжений. Коленчатый вал, изготавливаемый из высокопрочного чугуна, стал закаливаться, что улучшило его триботехнические свойства. Нижний коренной вкладыш изготавливается без канавки, что увеличило несущую способность подшипника. Произошла замена материала блок-картера с алюминиевого сплава на чугун, что увеличило механическую прочность опор вала. В конструкцию двигателя ввели демпфер крутильных колебаний. Улучшились триботехнические свойства смазочных материалов. Такое увеличение износостойкости не достаточно полно подкреплено совершенствованием механической обработки и внедрением технологий, ускоряющих приработку. Это

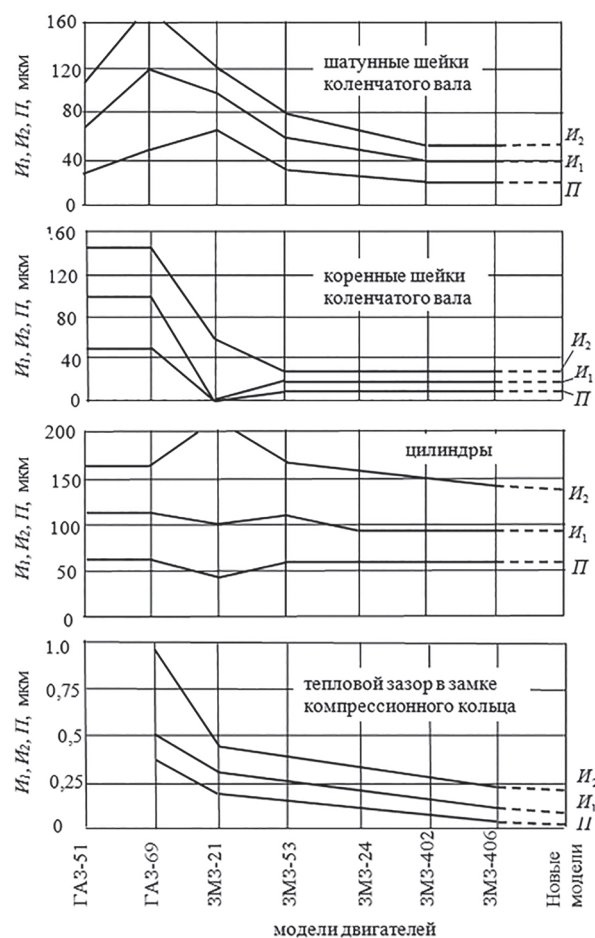


Рис. 4. Нарботка деталей и сопряжений поршневых ДВС

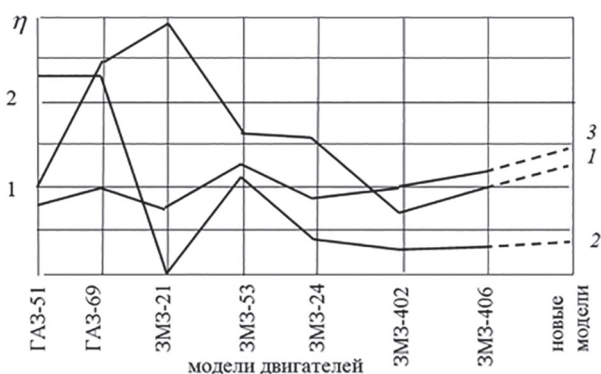


Рис. 5. Коэффициент качества конструирования:

1 — коренные шейки; 2 — шатунные шейки;

3 — цилиндры

способствовало повышению износа приработки и отразилось на ухудшении коэффициента конструирования.

Динамика развития отечественных двигателей с некоторым отставанием отражает мировые тенденции развития двигателестроения. Причинами отставания являются:

- низкий уровень технических возможностей производства;
- поздний переход на более качественные топливо-смазочные материалы;
- развитие двигателестроения в течение длительного времени без конкуренции.

Заключение

Отечественное автотракторостроение и двигателестроение в основном ориентировалось на внутренний рынок. Проектирование и производство учитывало высокую потребность в машинах, малонаселенность большей территории страны, т.е. низкую концентрацию машин на этих территориях и трудности организации фирменного сервиса, зависимого от количества машин, находящихся в зоне обслуживания. Отечественные машины, в том числе за рубежом, ценились за простоту конструкции и неприхотливость в эксплуатации, благодаря чему обеспечивалась их высокая надежность. Простота обслуживания и отсутствие промышленных технологий в ремонте способствовали относительно высокой долговечности машин. Ограниченное количество моделей и их массовое производство положительно влияли на квалификацию водителей и обслуживающего персонала, так как обмен опытом и самообучение работников проходило внутри автопредприятий, комплектуемых главным образом машинами одной модели. Вместе с тем, отсутствие конкуренции и, как следствие, должной

модернизации производства отрицательно отражалось на проектировании зависимом от технических возможностей производства. В итоге многие машины стали неконкурентоспособными и по технической характеристике, и по цене, и по надежности. Курс на модернизацию производства двигателей предъявляет повышенные требования к проектированию, заключающиеся в полном использовании технических возможностей изготовления и определении перспектив их дальнейшего роста. Оптимизация геометрии трущихся поверхностей деталей является резервом повышения долговечности и износостойкости ДВС.

Литература

1. Гурвич И.Б. Износ и долговечность двигателей. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1970. 327 с.
2. Коченов В.А. Конструирование и эксплуатация автомобильных двигателей. Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2009. 163 с.
3. Коченов В.А., Гоева В.В., Гришин Н.Е., Казаков С.С., Жамалов Р.Р., Грунин К.Е. Унификация исследований надежности ДВС // Сельский механизатор. 2016. № 1. С. 30–32.
4. Коченов В.А., Сахаров А.Н., Гоева В.В., Гришин Н.Е., Казаков С.С., Жамалов Р.Р., Грунин К.Е. Прогнозирование надежности ДВС // Сельский механизатор. 2016. № 2. С. 32–33.
5. Акатов С.А., Гоева В.В., Грунин К.Е., Коченов В.А. Конструктивные средства повышения долговечности и износостойкости трибосопряжений // Вестник НГИЭИ. 2014. № 6 (37). С. 3–12.

References

1. Gurvich I.B. Iznos i dolgovechnost' dvigateley [Wear and durability of engines]. Gor'kiy: Volgo-Vyatskoe kn. izd-vo Publ., 1970. 327 p.
2. Kochenov V.A. Konstruirovaniye i ekspluatatsiya avtomobil'nykh dvigateley [Design and operation of automobile engines]. Knyaginino: Nizhegorodskiy gosudarstvennyy inzhenerno-ekonomicheskiy institut Publ., 2009. 163 p.
3. Kochenov V.A., Goeva V.V., Grishin N.E., Kazakov S.S., Zhamalov R.R., Grunin K.E. Unification of reliability studies of ICE. Sel'skiy mekhanizator. 2016. No 1, pp. 30–32 (in Russ.).
4. Kochenov V.A., Sakharov A.N., Goeva V.V., Grishin N.E., Kazakov S.S., Zhamalov R.R., Grunin K.E. ICE reliability prediction. Sel'skiy mekhanizator. 2016. No 2, pp. 32–33 (in Russ.).
5. Akatov S.A., Goeva V.V., Grunin K.E., Kochenov V.A. Constructive means of increasing the durability and wear resistance of tribocouples. Vestnik NGIEI. 2014. No 6 (37), pp. 3–12 (in Russ.).