

Список литературы

1. Пирсол, И. Кавитация. Пер. с англ. Ю.Ф. Журавлева, М. «Мир», 1975 – 96 с.
2. Резник, Н. Е. Процесс воздействия звуковых и ультразвуковых колебаний в жидкости на микробиологические объекты. Труды ВИСХОМ. Вып. 59. Теоретические и экспериментальные исследования аппаратов для обработки молока на фермах. М., ВИСХОМ 1969 – с. 91–119.
3. Эпштейн, Л. А. Возникновение и развитие кавитации. – Труды ЦАГИ, 1948, № 655, с. 41 – 118.
4. Brunton, I. H. The Deformation of Solids by Cavitation and Drop Impingement. Неустановившиеся течения воды с большими скоростями, Труды Международного симпозиума в Ленинграде, М.: «Наука», 1973.
5. Harrison, M. Experimental study of single bubble cavitation noise, J. Acoust. Soc. Amer., 24, P776, 1952.
6. Jim Frederick. Economic Benefits of Utilizing Controlled Cavitation Technology for Black Liquor Oxidation and Heating. / Jim Frederick, Daniel Armstead, Steve Lien, Wolfgang Schmidl, Bijan Kazem – TAPPI Journal, January , 2002.
7. Wheeler, W. H. Indentation of metals by cavitation. Trans. ASME, Series D, 82, N1, 1960, p. 184 – 194.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

В. А. Коченов, к.т.н., доцент;

Т. С. Чичерова, ст. преподаватель «Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии»

Аннотация. Анализируется влияние режимов работы на силы и моменты, действующие в кривошипно-шатунном механизме и цилиндропоршневой группе

деталей двигателей внутреннего сгорания мобильных машин.

CLASSIFICATION OF MODES OF OPERATION OF ENGINES OF MOBILE CARS

V. A. Kochenov, the candidate of technical sciences, the docent;

T. S. Chicherova, the senior teacher the Nizhny Novgorod state agricultural Academy)

Annotation. Influence of modes of operation on forces and the instants operating in the curvibearing-connectingrod mechanism and cylinder-piston group of details of internal combustion engines of mobile cars is analyzed.

Режим работы двигателя выражается законом движения коленчатого вала:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_i}{M_c},$$

где ω – частота вращения коленчатого вала; t – время; M_i – индикаторный момент; M_c – момент сопротивления; I – момент инерции.

Индикаторный момент M_i определяется по индикаторной диаграмме, имеющей подобный вид для всех двигателей и всех режимов работы. В дальнейшем исследовании характер изменения индикаторного момента в течение цикла остается единым для всех режимов работы двигателя.

По моменту сопротивления M_c выделяются три режима работы двигателя:

– установившийся скоростной и нагрузочный режим – крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала, равен

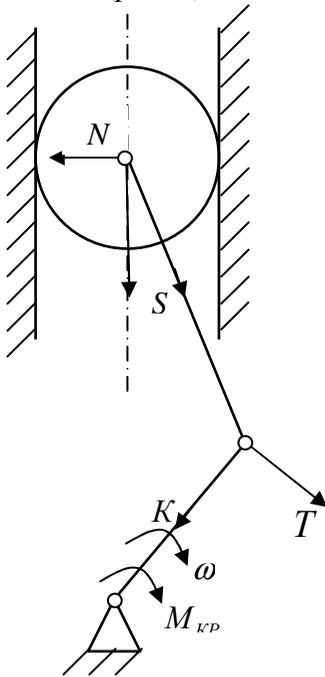
среднему, в течение цикла двигателя, индикаторному моменту $M_c = M_{i\text{ ср.}}$;

– режим перегрузки – крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала, значительно больше среднего индикаторного момента $M_c \gg M_{i\text{ ср.}}$;

– режим торможения двигателем – крутящий момент, снимаемый с коленчатого вала, отрицательный и значительно больше среднего индикаторного момента $|M_c| \gg |M_{i\text{ ср.}}|$.

Момент инерции I для выделенных режимов постоянный.

Объект исследования 1-цилиндровый 4-тактный двигатель (рис. 1). Рассчитываются:



– частота вращения коленчатого вала ω ;

– суммарный крутящий момент коленчатого вала

$$M_{кр.} = M_i - M_c ;$$

– сила, действующая по оси цилиндра в сопряжении поршневой палец–поршень P_A ;

– нормальная сила, действующая в сопряжении поршень – цилиндр N ;

– сила, действующая по оси шатуна на подшипники верхней и нижней головок шатуна S ;

Рис. 1. Схема сил, действующих в КШМ 134

– тангенциальная сила, действующая на коренные опоры коленчатого вала T ;

– сила, действующая по кривошипу на коренные опоры коленчатого вала K .

Результаты расчета представлены на рис. 2.

По всем анализируемым величинам наиболее благоприятным является установившийся скоростной и нагрузочный режим работы 1. С большим размахом его повторяет режим перегрузки 2. В режиме торможения 3 характер изменения сил относительно режимов 1 и 2 практически зеркальный. Такой характер является закономерным, т.к. обуславливается закономерным, циклическим изменением сил и моментов от давления газов – они, и при производстве энергии и при торможении, являются главными.

По времени присутствия в эксплуатации двигательный режим является более продолжительным, чем тормозной. Этот режим определяет закономерности «нормальной» работы двигателя, в том числе закономерности износа деталей КШМ и ЦПГ. С точки зрения механических повреждений – поломок деталей, двигательный режим менее опасный, чем тормозной. При больших перегрузках двигатель может самозащититься, т.е. заглохнуть.

По зеркальности – противоположности направления нагрузок, выделяются два режима работы двигателя:

- 1) режим производства энергии (двигательный);
- 2) режим потребления энергии (тормозной).

Режим работы двигателя как потребителя энергии является менее продолжительным. По частоте появления в двигателе, он такой же закономерный как двигательный. Вследствие непродолжительности тормозной режим не играет заметной роли в определении закономерностей

износа сопряжений. С точки зрения случайных поломок: нарушений механической прочности деталей, заклинивания двигателя и т.д., этот режим более опасный, чем двигательный. В тормозных режимах работы меняется направление нагрузки, детали занимают неприработанное, неоптимальное положение, поэтому несущая способность сопряжений ниже, чем в двигательных режимах.

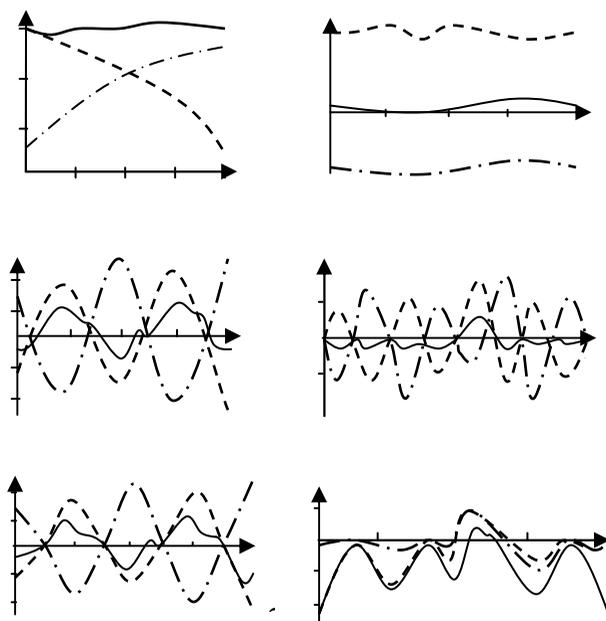


Рис. 2. Изменение частоты вращения ω (а), крутящего момента $M_{кр}$ (б), силы действующей в сопряжении поршневой палец – бобышки поршня P_A (в), силы действующей в сопряжении поршень – цилиндр N (г), силы действующей на подшипники верхней и нижней головок шатуна S (д), силы действующей на коренные подшипники коленчатого вала K (е) от угла поворота коленчатого вала φ

По максимальным значениям сил режимы перегрузки и торможения двигателем являются экстремальными. К экстремальным относятся режимы выжима сцепления и буксование. На этих режимах, кроме резкого изменения крутящего момента, снимаемого с двигателя, резко изменяется момент инерции коленчатого вала, вследствие добавления, или удаления моментов инерции трансмиссии и машины в целом (рис. 3).

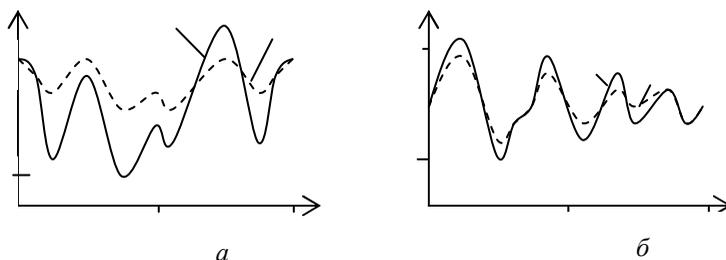


Рис. 3. Зависимость частоты вращения ω (а) и крутящего момента $M_{кр}$ (б) от угла поворота коленчатого вала φ при уменьшенном (1) и увеличенном (2) моменте инерции коленчатого вала I

Закономерности изменения нагрузок в КШМ и ЦПГ позволяют выявлять экстремальные режимы эксплуатации машины с целью их минимизации и повышения надежности двигателя.

Список литературы

1. Гоц, А. Н. Порядок проектирования автомобильных и тракторных двигателей / А. Н. Гоц, В. В. Эфрос; Владим. гос. ун-т – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 148 с.
2. Коченов, В. А. Конструирование и эксплуатация автомобильных двигателей: монография / В. А. Коченов. – Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, 2009. – 163 с.