

Наведені результати досліджень особливостей використання граничних виконавчих розмірів дюймової системи вимірів, що застосовується при конструюванні і позначенні граничних розмірів на робочих кресленнях деталей для можливості у подальшому використанні для ремонту або експлуатації

Ключові слова: допуск, посадка, з'єднання із зазором, з'єднання із натягом, перехідне з'єднання, дюймова система одиниць вимірювання

Приведены результаты исследований особенностей использования обозначений граничных исполнительных размеров дюймовой системы измерений, которые используются при конструировании и простановке граничных размеров на рабочих чертежах деталей для возможности последующего использования для ремонта или эксплуатации

Ключевые слова: допуск, посадка, соединение с зазором, соединение с натягом, переходное соединение, дюймовая система единиц измерения

The research of signs limiting executive sized peculiarities on inch system working drawings measurement/ A.V. Vasilyev, S.V. Popov, A.Y. Odrinsky //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.3-8. Bibliogr.:4 . ISSN 2079-5459

Results of research on the peculiarities of use of boundary executive sized inch system of measurements, which are used in the design and checkboxes limits on the working drawings for the possibility of further use for repairing and operation

Keywords: tolerance, fit, compound with clearance, compound with interference, transition compound, sanitary unit system

УДК 621.81

Д. Ю. ЗУБЕНКО, канд. техн. наук, доц., ХНУГХ, Харьков

ИНДИКАТОРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ - ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР ОТДЕЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

В статье рассмотрены вопросы неравномерности нагружения цилиндров в двигателях внутреннего сгорания. Показано, каким образом неравномерность нагружения в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания влияет на ресурс основных конструктивных элементов машины, надежность работы и расход топлива.

Ключевые слова: Двигатели внутреннего сгорания, ресурс двигателя, коэффициент полезного действия.

Введение. В процессе эксплуатации дизельных электрических станций возможна такая ситуация, когда цилиндры двигателя нагружены неравномерно. Это приводит к снижению моторесурса двигателя и возникновению отказов. Поэтому в процессе эксплуатации предусматривается [1, 2] контроль степени неравномерности распределения нагрузки по цилиндрам.

Анализ исследования. Ее определяет по формуле:

$$\sigma_k = \frac{x_{cp} - x_k}{x_{cp}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где: σ – степень неравномерности распределения нагрузки по цилиндрам; x_{cp} – параметр, характеризующий среднее значение нагрузки цилиндра; x_k – параметр, характеризующий нагрузку К-го цилиндра.

Индикаторный коэффициент полезного действия является показателем совершенства организации рабочего процесса в каждом цилиндре двигателя и, очевидно, критерием его работы. Как показывают исследования [2, 3, 4], в процессе эксплуатации дизельных электрических станций стремятся получить максимальный экономический эффект, то есть минимальный расход топлива и максимально возможный моторесурс при оптимальном значении индикаторного коэффициента полезного действия двигателя, изготовленного из обычных конструктивных материалов.

Формулирование целей и задач. Целью данной статьи является исследовать возможность определения неравномерности работы цилиндров двигателей внутреннего сгорания по индикаторной диаграмме и среднему индикаторному давлению.

Результаты исследования. Особенности выбора оптимального значения индикаторного коэффициента полезного действия двигателя можно установить по индикаторной диаграмме процесса сжатия-расширения расчетного цикла в координатах pV (рис. 1), принимая, что общее количество тепла Q_T , внесенное в цилиндр двигателя остается неизменным, а изменяются только доли тепла, подведенного при постоянном объеме Q_1 (участок $c z_1$) и Q_2 (участок $c z_2$) и при постоянном давлении Q'_1 (участок $z_1 z'_1$) и Q'_2 (участок $z_1 z'_1$), то есть при этом является справедливым следующее равенство:

$$Q_1 + Q'_1 = Q_T = Q_2 + Q'_2 \quad (2)$$

Это соответствует известному из термодинамики положению, что при подводе тепла при постоянном объеме потенциальная энергия газа всегда больше, чем при подводе того же количества тепла при постоянном давлении. Поэтому, если у тепловых двигателей большую часть тепла подводят в изохорическом процессе, чем в изобарическом, то такие двигатели имеют более высокий термический коэффициент полезного действия и, как следствие, больший индикаторный коэффициент полезного действия. Одновременно повышается ряд параметров рабочего цикла:

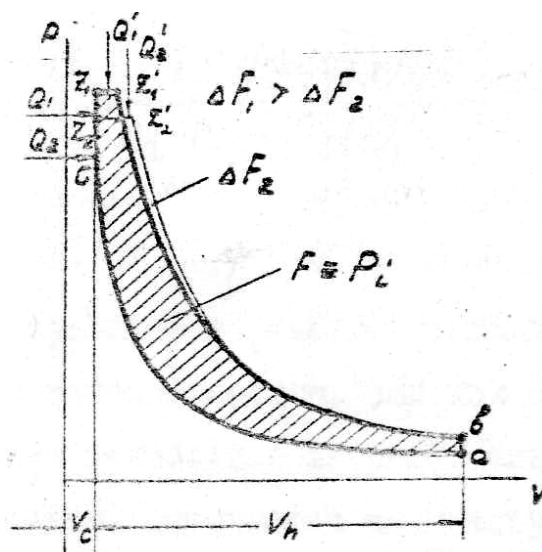


Рис. 1 – Диаграмма расчетного цикла

максимальное давление сгорания p_{max} , скорость нарастания давления dp/dy , средняя температура рабочего тела t_m и среднее индикаторное давление p_{mi} . Величина среднего индикаторного давления определяется из соотношения [2]:

$$p_{mi} = \frac{p_c}{\xi - 1} \left[\lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda\rho}{n_2 - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left(1 - \frac{1}{\xi^{n_1 - 1}} \right) \right], \quad (3)$$

где p_c – максимальное давление кольца сжатия; ξ – степень сжатия; n_1, n_2 – показатель политроп сжатия и расширения; λ, ρ, δ – степени повышения давления, предварительного и последующего расширения.

Если выражение (3) продифференцировать по количеству подведенного тепла в изохорическом и изобарическом процессах относительно степени предварительного расширения и провести соответствующие преобразования, то получим следующее неравенство:

$$\frac{d(\rho-1)}{dQ_1} > \frac{1}{n_1-1} \frac{d\rho[-(\rho/\xi)^{n_2-1}]}{dQ_1} i \delta \epsilon \left\{ \begin{array}{l} \delta = \rho / \xi; \\ |+Q_1| = |-Q_1|; \\ (n_2 - 1) > 1; \\ \rho > \xi \end{array} \right\} \quad (4)$$

Неравенство (3) всегда выполняется для двигателей со смешанным подводом тепла, так как с увеличением степени повышения давления повышается энергетическая экономичность двигателя и, следовательно, повышается индикаторный коэффициент полезного действия.

Повышение максимального давления сгорания и скорости его нарастания приводит к увеличению статических и динамических нагрузок на детали силовой схемы двигателя, что ухудшает условия смазки механических сопряжений в кривошипно-шатунном механизме и в подшипниках коленчатого вала и способствует росту механической усталости материала. Более высокая температура рабочего цикла вызывает тепловые перенапряжения в деталях цилиндропоршневой группы и ухудшает условия смазки гильзы цилиндра. Все это, в конечном счете, приводит к более быстрому изнашиванию поршневых колец, гильз цилиндров, поршней и вкладышей подшипников коленчатого вала, то есть приводит к снижению ресурса двигателя.

Низкие значения максимального давления сгорания, как правило, сопряжены с низкими значениями температуры рабочего цикла, догоранием топлива в процессе расширения, неполнотой сгорания топлива, нагарообразованием, смыванием несгоревшим топливом масляной пленки с гильз цилиндров, повышением температуры отработавших газов. Снижение температуры рабочего цикла приводит к увеличению зазоров в сопряжении гильза-цилиндр, к большим ударным нагрузкам при переключке поршня и к повышенным кавитационным разрушениям гильз цилиндров. Вследствие этого ресурс как цилиндр с поршневой группы, так и всего двигателя, будет резко снижаться.

Из изложенного видно, что оптимальное значение индикаторного коэффициента полезного действия выбирается из условия получения достаточного ресурса двигателя и приемлемого расхода топлива, то есть заранее предполагается, что двигатели работают не с максимальным коэффициентом полезного действия.

В системах электроснабжения объектов транспорта и инфраструктуры города применяется много цилиндровые двигатели, у которых индикаторный коэффициент полезного действия является средним показателем, характеризующим работу цилиндров.

$$\eta_{\text{ср}} = \frac{1}{s} \sum_1^s \eta_i \quad (5)$$

где $\eta_{\text{ср}}$ – индикаторный коэффициент полезного действия двигателя или его среднее значение по цилиндрам.

Тогда, очевидно, индикаторный коэффициент полезного действия целесообразно использовать в качестве интегрального диагностического параметра отдельных цилиндров двигателя, позволяющего в процессе эксплуатации осуществлять контроль

степени неравномерности распределения нагрузки по цилиндрам, исходя из этого, после преобразования выражение (5) будет иметь вид:

$$\sigma = 1 - \frac{\eta_{\Sigma}}{\frac{1}{3} \sum_1^3 \eta_i} \quad (6)$$

где η_{Σ} – индивидуальный коэффициент полезного действия, характеризующий нагрузку К-го цилиндра и использующийся в качестве интегрального диагностического параметра.

Для определения показаний применяются магнитоэлектрические приборы пропорциональность разности между падениями напряжений, создаваемых постоянными составляющими токов i_i' и i_i'' нелинейных элементов на одинаковых резисторах R_1 , То-есть показания пропорциональны разности токов i' и i'' , которая равна

$$I_o = \frac{1}{T} \int_0^T 4bU_i U_i dt = 4bk_u k_i \frac{1}{T} \int_0^T U_i i_i dt = \frac{k}{T} \int_0^T U_i i_i dt \quad (7)$$

Кроме того в качестве нелинейных элементов с характеристиками вида (5) в схемах ваттметров применяют различные полупроводниковые приборы, дроссели насыщения, карборундовые резисторы и другие нелинейные сопротивления. Основные достоинства этих схем: широкий диапазон рабочих частот, высокая механическая прочность, малые габариты, долговечность, незначительное собственное потребление энергии. К недостаткам следует отнести: сильный разброс вольтамперных характеристик и связанную с ним относительно большую погрешность, нарушение зависимости (5) в районе около нуля и влияние температуры внешней среды.

Ваттметры с линейным преобразованием могут быть выполнены на полупроводниковых элементах – датчиках Холла [5].

Выводы. Исследования показывают, что неравномерность работы цилиндров в двигателях внутреннего сгорания приводит к преждевременному износу основных рабочих элементов рабочей машины. Поэтому актуальным является задача убрать негативное влияние неравномерности работы цилиндров.

Список литературы: 1. Руководство по эксплуатации вооружения, техники, систем и сооружений в войсках [Текст] / Вооружение. – М.: Воениздат МО СССР, 1981 – Книга I. – 143 с. 2. Общие технические требования к комплексам. (ОТТ-69-2) [Текст] / Требования к системе электроснабжения. – М.: Воениздат МО СССР. 1975 – Книга 15. – 67 с. 3. Терещенков, В. К. Источники и первичные преобразователи энергии [Текст] / В. К. Терещенков, Б. Т. Кононов, В. П. Морозов и др. – МО СССР, 1979 – 554 с. 4. Михалин, Г. И. Эксплуатация дизельных электрических станций [Текст] / Г. И. Михалин. – М.: Энергия, 1968 – 179 с. 5. Мельников, Г. В. Метод определения индикаторного КПД и составляющих теплового баланса ДВС [Текст] : труды / Г. В. Мельников // Ленинградский политехнический институт. – Л., Машиностроение. – 1967. – № 282. – С. 57–62.

Bibliography (transliterated): 1. Weaponry (1981). Manual operation of weapons, equipment, systems and structures in the army. Moscow: Military USSR Ministry of Defense, Book I. ,143 2. General technical requirements for the complexes. (OTT -69- 2). System Requirements electricity (1975). Moscow: Military USSR Ministry of Defense. Book 15, 67. 3. Tereshchenkov, V. K. Kononov, B. T., Morozov, V. P. and others. (1979). Sources and primary energy converters. USSR Ministry of Defense, 554. 4. Mikhalin G. I. (1968). Operation of diesel power plants. Moscow: Energiya, 179. 5. Melnikov, G. V. (1967). Method for the determination of the

indicator and efficiency of the heat balance of ICE: proceedings. Leningrad Polytechnic Institute . L., Mechanical Engineering, 282, 57-62.

Поступила (received) 12.03.2014

УДК 621.81

Индикаторный коэффициент полезного действия - интегральный диагностический параметр отдельных цилиндров двигателя / Зубенко Д. Ю. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 17 (1060).– С.8-11 . – Бібліогр.: 5 назв. ISSN 2079-5459

В статье рассмотрены вопросы неравномерности нагружения цилиндров в двигателях внутреннего сгорания. Показано, каким образом неравномерность нагружения в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания влияет на ресурс основных конструктивных элементов машины, надежность работы и расход топлива.

Ключевые слова: Двигатели внутреннего сгорания, ресурс двигателя, коэффициент полезного действия.

У статті розглянуті питання нерівномірності навантаження циліндрів в двигунах внутрішнього згорання. Показано яким чином нерівномірність навантаження в циліндрах двигунів внутрішнього згорання впливає на ресурс основних конструктивних елементів машини, надійність роботи і витрата палива.

Ключові слова: Двигуни внутрішнього згорання, ресурс двигуна, коефіцієнт корисної дії.

Indicating efficiency - integrated diagnostic parameters of the individual cylinders of the engine / Zubenko D. //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.8-11. Bibliogr 5.: . ISSN 2079-5459

The article discusses unevenness loading cylinder internal combustion engines. Shows how uneven loading in the cylinders of internal combustion engines affect the main structural elements of the resource machine, reliability and fuel economy.

Keywords: internal combustion engines, engine life, efficiency.