

Мыльников Александр Александрович, Хозенюк Надежда Александровна

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАГРУЖЕННОСТИ ОПОР КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА С УЧЕТОМ УПРУГИХ СВОЙСТВ КАРТЕРА ДВИГАТЕЛЯ**

В статье предложена методика оценки нагруженности опор коленчатого вала, позволяющая учитывать упругие свойства картера применительно к высокофорсированным двигателям внутреннего сгорания. Упругие свойства картера моделируются как линейными, так и угловыми упругими элементами, что позволит использовать предложенную методику в составе комплекса для моделирования связанных систем коренных подшипников двигателей внутреннего сгорания. Представлены результаты оценки нагруженности коренных опор шестицилиндрового рядного двигателя типа ЧН 13/15.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2013/12/33.html](http://www.gramota.net/materials/1/2013/12/33.html)

**Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.**

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2013. № 12 (79). С. 127-131. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2013/12/](http://www.gramota.net/materials/1/2013/12/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

**OPENNESS AND PUBLICITY PRINCIPLES IN FUNCTIONING OF LAW ENFORCEMENT SYSTEM:  
EXPERIENCE OF SOCIO-PHILOSOPHIC ANALYSIS**

**Molotkov Mikhail Borisovich**, Ph. D. in Philosophy  
Krasnoyarsk City  
molotkovmihail@mail.ru

The article considers the main forms of realization of openness and publicity principles by law enforcement institutions of the Russian Federation. The analysis of reports, conducted by the officers of the Ministry of Home Affairs of Russian Federation towards population and deputies of different level as a new form of publicity and openness, disclosed the existing problems requiring a solution.

*Key words and phrases:* public council; openness; reports towards population; publicity; law enforcement system; mass media.

УДК 621.8

**Технические науки**

*В статье предложена методика оценки нагруженности опор коленчатого вала, позволяющая учитывать упругие свойства картера применительно к высокофорсированным двигателям внутреннего сгорания. Упругие свойства картера моделируются как линейными, так и угловыми упругими элементами, что позволит использовать предложенную методику в составе комплекса для моделирования связанных систем коренных подшипников двигателей внутреннего сгорания. Представлены результаты оценки нагруженности коренных опор шестицилиндрового рядного двигателя типа ЧН 13/15.*

*Ключевые слова и фразы:* коренные опоры; коленчатый вал; картер двигателя; податливость опор; трибосопряжения двигателя внутреннего сгорания.

**Мыльников Александр Александрович**

**Хозенюк Надежда Александровна**, к.т.н.

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)  
mylnicov@mail.ru; hna2009@rambler.ru

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАГРУЖЕННОСТИ ОПОР КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА  
С УЧЕТОМ УПРУГИХ СВОЙСТВ КАРТЕРА ДВИГАТЕЛЯ<sup>©</sup>**

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 13-08-00875 А).*

Анализ динамики многих механических систем осложняется наличием смазочных слоев, разделяющих движущиеся относительно друг друга поверхности упругих элементов конструкций и обеспечивающих передачу механического движения при минимальных потерях на трение. Это в первую очередь относится к осям и валам (прямолинейным, коленчатым) таких машин массового применения как двигатели внутреннего сгорания, поршневые компрессоры, насосы, турбоагрегаты. Учет действия смазочных слоев переводит проблему расчета таких объектов в класс нелинейных задач динамики упругих конструкций.

Решение подобных задач с учетом особенностей поведения смазочного материала в тонких смазочных слоях достаточно хорошо разработано для отдельных, не связанных между собой, так называемых автономных подшипников скольжения.

Однако достаточно много трибосопряжений, например, подшипники поршневых и роторных машин, являются неавтономными и составляют единую трибосистему, характеризующую устойчивыми связями трибологического характера. В такой трибосистеме совокупность трибосопряжений и рабочих сред находится в механическом, гидравлическом, тепловом и других видах взаимодействия и характеризуется существенными обратными связями. Гидродинамические подшипники скольжения валов в поршневых и роторных машинах составляют именно такие трибосистемы, для которых наиболее характерны упругие связи. Причем связанными оказываются не только шипы трибосопряжений (подвижные элементы – цапфы валов), но и подшипники (неподвижные элементы), установленные в корпус турбокомпрессора или двигателя, жесткость которых конечна по величине и неравномерно распределена.

Стремление конструкторов к минимизации массы конструкций зачастую приводит к снижению жесткости корпуса турбокомпрессора или картера двигателя. Для оценки влияния таких конструктивных изменений на работоспособность подшипников скольжения требуются, в первую очередь, методы, позволяющие рассчитывать нагрузки, действующие в связанной системе «упругий вал – упругие опоры» с учетом произвольных упругих свойств вала и корпуса.

Для решения этой задачи предложена расчетная схема, представленная на Рисунке 1. В качестве вала выбран коленчатый вал как геометрически наиболее сложная конструкция.

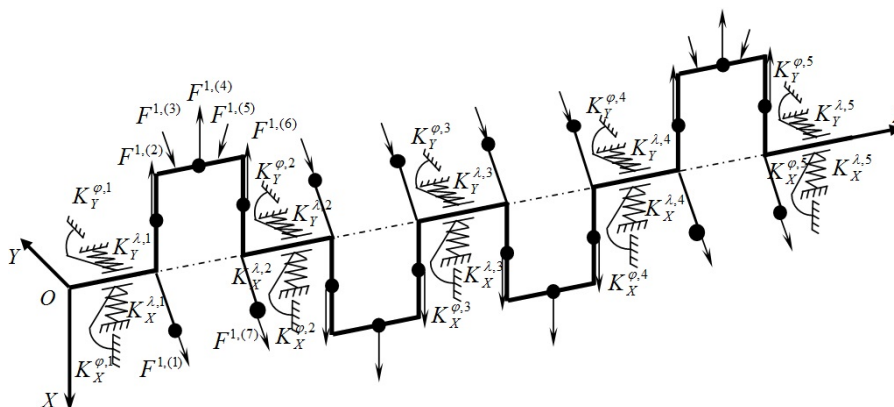


Рис. 1. Расчетная схема коленчатого вала

На рисунке и далее по тексту  $K_X^{\lambda,j}, K_Y^{\lambda,j}, K_X^{\phi,j}, K_Y^{\phi,j}$  обозначают линейную ( $\lambda$ ) и угловую ( $\phi$ ) податливость  $j$ -й опоры в плоскостях  $XOZ, YOZ$  соответственно;  $F^{j,(s)}$ ,  $s = 1, \dots, 7$  – внешние нагрузки на  $j$ -е колесо вала, индекс  $s$  соответствует номеру внешней нагрузки, действующей на коленчатый вал со стороны шатунов ( $s = 3, 5$ ), а также инерционной нагрузки от противовесов ( $s = 1, 7$ ) и массовых элементов коленчатого вала  $s = (2, 4, 6)$ . В общем случае коленчатый вал является пространственной конструкцией. На рисунке для упрощения представлен плоский вал, а также не обозначены силы, действующие на все колена вала, кроме первого. Номера пролетов вала соответствуют номеру левой опоры колена. Нумерация начинается с носка коленчатого вала.

Расчетная схема – статически неопределима, со степенью неопределимости  $4n$ , где  $n$  – количество колена вала. Для ее раскрытия, как и для схемы вала без угловой податливости, использован частный вариант метода сил – уравнение пяти моментов [1, с. 340]. Основная схема метода сил представлена на Рисунке 2. В качестве неизвестных принимаются надпорные моменты  $M_X^i, M_Y^i, i = 1, \dots, n-1$ , действующие в плоскостях  $XOZ, YOZ$  соответственно, а также моменты, возникающие в отброшенных связях (опорах с угловой податливостью)  $M_X^i, M_Y^i, i = n, \dots, 2n$ . Далее основные выражения представлены для плоскости  $XOZ$ ; для плоскости  $YOZ$  выражения аналогичны.

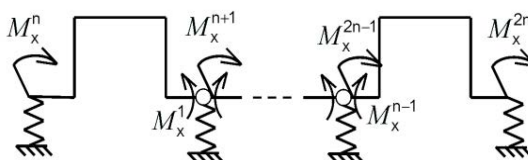


Рис. 2. Основная схема метода сил в плоскости  $XOZ$

Уравнение пяти моментов записано в виде

$$[\delta] \cdot \{M\} = \{R\}, \quad (1)$$

где  $[\delta]$  – ленточная матрица коэффициентов влияния,  $\{M\}$  – вектор-столбец искомых моментов,  $\{R\}$  – вектор-столбец правых частей – перемещений в каждом направлении от внешней нагрузки.

Уравнения с номерами  $i = 1, \dots, n-1$  совпадают с уравнениями пяти моментов для системы без угловых связей, уравнения  $i = n, \dots, 2n$  – дополнительные уравнения, учитывающие угловые податливости опор.

Вид коэффициентов влияния и правых частей уравнения (1) для системы без угловых связей известен. В работе [2] представлены выражения, учитывающие как податливость опор, так и возможные несоосности опор и шеек вала. В данной работе представлены выражения для коэффициентов влияния и правых частей дополнительных уравнений, учитывающих угловые податливости опор.

Коэффициенты влияния определены как суперпозиция перемещений для упруго-деформируемого разрезного вала основной системы на абсолютно жестких линейных опорах и недеформируемого разрезного вала на упругих опорах.

Для  $i = n+1, \dots, 2n-1$

$$\delta_X^{j,j} = \int_{l_j} \frac{M_1^j M_1^j}{6EI} dx + \frac{K_X^{\lambda,j} + K_X^{\lambda,j+1}}{(l_j)^2} + K_X^{\phi,j}; j = i - (n-1);$$

$$\delta_X^{j,j-1} = -\frac{K_X^{\lambda,j}}{l_j l_{j-1}};$$

$$\delta_X^{j,j+1} = -\frac{K_X^{\lambda,j+1}}{l_j l_{j+1}};$$

для первой опоры ( $i = n$ )

$$\delta_X^{j,j} = \int_{l_j} \frac{M_1^j M_1^j}{6EI} dx + \frac{K_X^{\lambda,j} + K_X^{\lambda,j+1}}{(l_j)^2} + K_X^{\phi,j};$$

$$\delta_X^{j,j-1} = 0;$$

$$\delta_X^{j,j+1} = -\frac{K_X^{\lambda,j+1}}{l_j l_{j+1}};$$

для последней опоры ( $i = 2n$ )

$$\delta_X^{j,j} = \int_{l_j} \frac{M_1^j M_1^j}{6EI} dx + \frac{K_X^{\lambda,j} + K_X^{\lambda,j+1}}{(l_j)^2} + K_X^{\phi,j};$$

$$\delta_X^{j,j+1} = \delta_X^{j,j}.$$

Здесь  $M_1^j$  – распределение изгибающих моментов по длине  $x$  средней линии вала от действия момента  $M_X^j = 1$ ;  $l_j$  – длина колена вала;  $EI$  – изгибная жесткость участков колена вала.

Элементы  $R_X^j$  вектора-столбца правых частей уравнения (1) записаны в виде

$$R_X^j = \int_{l_j} \frac{M_1^j M_F^j}{6EI} dx,$$

где  $M_F^j$  – распределение изгибающих моментов по длине  $x$  средней линии вала от действия системы внешних сил  $F^{j(s)}$ ,  $s = 1, \dots, 7$ .

Решив систему линейных алгебраических уравнений, получим неизвестные моменты и уточним силы, действующие на опоры.

Для  $i = n+1, \dots, 2n-1$

$$F_X^j = \tilde{F}_X^j + \frac{M_X^{j-1}}{l_{j-1}} - \frac{M_X^j}{l_j}; j = i - (n-1);$$

для первой опоры ( $i = n$ )

$$F_X^j = \tilde{F}_X^j - \frac{M_X^j}{l_j};$$

для предпоследней опоры ( $i = 2n-1$ )

$$F_X^j = \tilde{F}_X^j + \frac{M_X^{j-1}}{l_{j-1}} - \frac{M_X^j + M_X^{j+1}}{l_j};$$

для последней опоры ( $i = 2n$ )

$$F_X^j = \tilde{F}_X^j + \frac{M_X^j + M_X^{j+1}}{l_j}.$$

Такая расчетная схема позволяет оценить влияние на нагруженность опор жесткости вала, несоосностей коренных шеек и подшипников, а также линейной и угловой податливостей картера.

Предлагаемая методика использована для оценки влияния угловой податливости на нагруженность коренных опор шестцилиндрового рядного двигателя типа ЧН 13/15. Величины угловой податливости задавались на основе результатов экспериментального изучения податливости картера двигателя данного типа [3]. Некоторые характерные результаты расчетов приведены на Рисунках 3-4.

Максимальное изменение нагрузок при учете угловой податливости картера составляет 29,5% от максимального значения сил для неразрезной схемы без учета угловой податливости.

Влияние величины угловой податливости имеет неоднозначный характер. Так, при варьировании угловой податливости в диапазоне  $4 \cdot 10^{-6}$  рад/Нм ...  $10^{-5}$  рад/Нм [Там же] для третьего и четвертого коренных подшипников с увеличением угловой податливости нагрузки увеличиваются, а для второго – снижаются (как средняя, так и максимальная величины). Для остальных подшипников увеличение максимальной нагрузки сопровождается уменьшением средней.

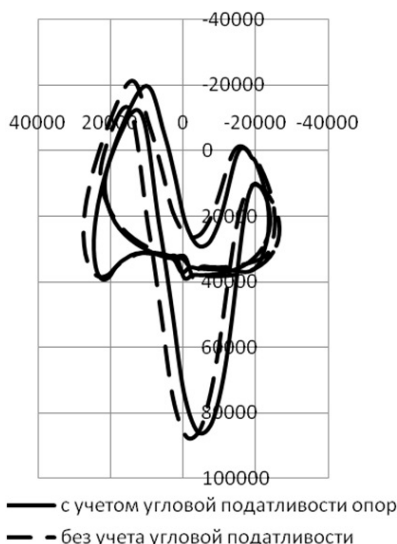


Рис. 3. Влияние угловых податливостей на нагруженность 4-й коренной опоры коленчатого вала двигателя типа ЧН 13/15

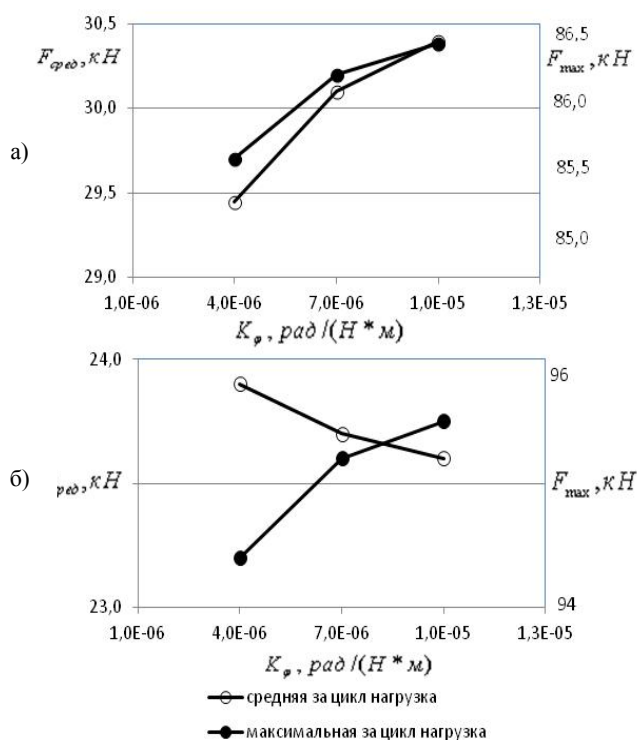


Рис. 4. Влияние величины угловой податливости на максимальные и средние за цикл нагрузки, действующие на четвертый (а) и пятый (б) коренные подшипники

Предложенная методика является составной частью метода расчета системы коренных подшипников с учетом упругих свойств картера двигателя, а также может использоваться для уточнения нагрузок, действующих на коленчатый вал при оценке его прочности. Без полного учета упругих свойств картера и коленчатого двигателя невозможны моделирование краевых эффектов и минимизация краевого износа коренных подшипников коленчатого вала высокофорсированных двигателей внутреннего сгорания.

#### Список литературы

1. Работнов Ю. Н. Сопротивление материалов. М.: Физматгиз, 1963. 456 с.
2. Рождественский Ю. В., Гаврилов К. В., Хозениук Н. А. Методика расчета гидромеханических характеристик подшипников многоопорных валов: учебное пособие. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. 37 с.
3. Рождественский Ю. В., Хозениук Н. А., Мыльников А. А. Методика исследования упругих параметров трибосопряжений коленчатого вала тракторных двигателей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Тематический выпуск по материалам Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы трибологии». Самара: СГТУ, 2011. Т. 13. № 4 (42) (3). С. 290-294.

## ESTIMATION METHODS OF CRANKSHAFT BEARINGS LOADING TAKING INTO ACCOUNT CRANKCASE ELASTIC PROPERTIES

**Mylnikov Aleksandr Aleksandrovich**  
**Khozenyuk Nadezhda Aleksandrovna**, Ph. D. in Technical Sciences  
*South Ural State University (National Research University)*  
*mylnicov@mail.ru; hna2009@rambler.ru*

In the article the methods of the crankshaft bearings loading estimation are suggested, which allow taking into account the crankcase elastic properties in respect to highly-forced internal combustion engines. The crankcase elastic properties are modelled with both linear and angular elastic elements that will allow using the suggested methods within the complex for modelling the base bearings bound systems of internal combustion engines. The results of the loading estimation of the base bearings of six-cylinder in-line engine ЧН 13/15 are presented.

*Key words and phrases:* base bearings; crankshaft; crankcase; bearings compliance; tribounits of internal combustion engine.

УДК 81

### Филологические науки

*Статья посвящена описанию когнитивных метафор, с помощью которых возможна экспликация эмоционального концепта «ПЕЧАЛЬ – TRISTESSE» в русском и французском языках. Анализ особенностей метафорической сочетаемости номинантов эмоции дает возможность выявить ассоциативную и образную составляющие концепта и обнаружить специфические особенности интерпретации эмоционального континуума носителями разных языков.*

*Ключевые слова и фразы:* эмоция; метафора; концепт; концептуализация; семантика.

**Невзорова Светлана Валентиновна**, д. филол. н.  
*Щецинский университет, Польша*  
*svetlananevzorova@yandex.ru*

## МЕТАФОРИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ С НОМИНАНТАМИ «ПЕЧАЛЬ – TRISTESSE» В РУССКОМ И ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКАХ<sup>©</sup>

### 1. Введение

На современном этапе развития науки эмоции, как никогда ранее, оказываются в центре внимания физиологов, психологов, философов. Область языкознания не является исключением. Средства и способы вербального выражения эмоционального мира человека многочисленны и разнообразны. В различных языках номинанты эмоций образуют метафорические выражения, изучение которых, вне всякого сомнения, заслуживает внимания исследователей, поскольку, с одной стороны, позволяет выявить ассоциативные параметры концептуализации эмоций, а с другой – определить их национальную специфику.

Автор настоящей статьи ставит себе целью изучение особенностей метафорической сочетаемости номинантов эмоции *pechаль – tristesse* в русском и французском языках. Сравнительно-сопоставительная перспектива исследования представляется вполне оправданной, так как дает возможность обнаружить специфические особенности интерпретации эмоционального континуума носителями русского и французского языков.

### 2. Метафора, эмоция и эмоциональный концепт

Прежде чем перейти к анализу интересующих нас метафорических выражений, необходимо уточнить некоторые ключевые понятия. Хорошо известно, что изучение метафоры имеет долгую лингвистическую традицию. Однако в рамках настоящей статьи не представляется возможным осветить существующие на сегодняшний день теории метафоры [9]. Отметим лишь, что все исследования основываются на одной общей идее, идущей от Аристотеля, – идее метафорического переноса. Обычно метафора рассматривается как слово или выражение, употребляемое в переносном значении, в основе которого лежит неназванное сравнение предмета с каким-либо другим на основании их общего признака. Вместе с тем, некоторые исследователи отмечают, что метафора не просто сравнивает, она уподобляет одно другому, и в этом смысле является не поверхностной, а глубинной семантической структурой. В связи с этим более правомерным при изучении эмоций кажется когнитивный подход в определении метафоры. С позиции когнитивной теории метафора лежит вне языка, в мысли, в воображении, являясь прозаическим или поэтическим выражением, где слово (или несколько слов), являющееся концептом, используется в непрямом значении, чтобы выразить концепт, подобный данному. Согласно исследованиям Дж. Лакоффа и М. Джонсона, «метафора не ограничивается одной лишь сферой языка, то есть сферой слов: сами процессы мышления человека в значительной степени метафоричны. Метафоры как языковые выражения становятся возможны именно потому, что существуют