

Подводя итог, можно сказать, что рассмотренный метод восстановления и упрочнения внутренних цилиндрических поверхностей путём создания температурного градиента вдоль оси детали может успешно применяться на предприятиях по ремонту изношенных деталей, а также на машиностроительных заводах для устранения брака при изготовлении изделий.

Список использованных источников

1. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : Учебник / [Курчаткин В.В., Тараторкин В.М., Батищев А.Н. и др.]; под ред. В.В. Курчаткина. – М. : Академия, 2013. – 458 с.
2. Технология ремонта машин и оборудования; под ред. И.С. Левитского. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 2005. – 562 с.
3. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов : Учебник / [Б.С. Васильев, Б.П. Долгополов, Г.Н. Доценко и др.]; под ред. В.А. Зорина – 8-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 512 с.

Abstract. The cylinder liner is a metal part inside which the working cycle takes place – compression of the fuel–air mixture and expansion of gases, as a result of which the piston moves. The sleeve is the most loaded part of the engine, since the piston presses on it with great force during its operation. Therefore, the smooth operation of the engine depends on the quality of the cylinder liner repair.

УДК 629.113

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАНИЙ БОКОВОГО УСКОРЕНИЯ БЛОКА КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Кривцов С.Н., доктор технических наук, профессор;
Деньгин И.Д., аспирант

УО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье приведен анализ процесса формирования бокового ускорения блока, а также результаты экспериментального исследования о возможности использования пока-

заний бокового ускорения блока как диагностических данных. Рассмотрено влияние места установки акселерометра на получаемые данные о боковом ускорении.

Введение. Основным типом силовых агрегатов автомобилей коммерческого сектора является дизельный двигатель. Такой тип двигателя экономичен, а оснащённые им автомобили успешно эксплуатируются во всех климатических зонах страны. Для реализации высоких экологических требований автомобильные дизели оснащаются современными высокоточными системами топливоподачи. Данные типы двигателей оборудованы современной системой самодиагностики, однако она является недостаточно совершенной, особенно для транспортных средств отечественного производства. В результате эксплуатация транспортных средств недостаточно эффективна. По мере увеличения наработки (пробега автомобиля) техническое состояние цилиндров двигателя может ухудшаться, в связи с чем, необходим его систематический контроль [1].

При этом большой интерес вызывают способы экспресс-диагностирования двигателей внутреннего сгорания, дополняющие возможности бортовой самодиагностики. На кафедре «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО ИРНИТУ разрабатывается метод диагностирования автомобильного двигателя на основе анализа бокового ускорения блока, вызванного реактивным моментом. Он достаточно легко реализуем в условиях автотранспортных предприятий для контроля равномерности работы цилиндров и отражает их общее техническое состояние.

Теоретические предпосылки. Рассмотрим процесс формирования бокового ускорения блока цилиндров двигателя при его работе. Для этого составим расчетную схему сил и моментов, действующих на блок цилиндров (рисунок 1).

Основными силами считаются силы давления газов; силы, направленные вдоль оси шатуна; силы инерции; силы, действующие на поршень и боковая сила, действующая на стенку цилиндров [2]. Все силы, действующие в двигателе, изменяются как по углу поворота, так и по времени.

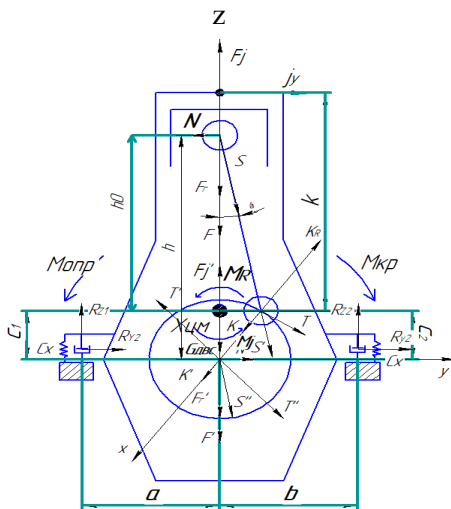


Рисунок 1 – Расчетная схема углового ускорения блока.

Основной силой, формирующей боковое ускорение, является боковая сила, направленная перпендикулярно движению поршня [2,3]:

$$N = F \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (1)$$

где: F – суммарная сила, приложенная к оси поршневого пальца.

Крутящий момент на коленчатом валу формируется следующим образом [2,3]:

$$M_{кр} = FR \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta} \quad (2)$$

где: R – радиус кривошипа, φ – угол поворота кривошипа, отсчитываемый от направления оси цилиндра в сторону вращения коленчатого вала, β – угол отклонения оси шатуна в плоскости его качения в сторону от направления оси цилиндра.

В свою очередь, благодаря действию нормальной (боковой) силы N возникает опрокидывающий момент, направленный противоположно крутящему:

$$M_{оп} = Nh + F\alpha \quad (3)$$

где: N – боковая сила, α – величина дезаксиала, h – плечо силы « N ».

На формирование бокового ускорения двигателя также оказывают влияние реакции, возникающие в опорах двигателя: $R_{z1}; R_{z2}; R_{x1}; R_{x2}$ под действием силы тяжести и моментов возникающих в двигателе.

В дальнейшем производим вычисление суммы моментов формирующих боковое ускорение блока (величиной дезаксиала пренебрегли):

$$\sum M_{X_{\text{цм}}} = N \cdot h_0 + R_{z2} \cdot b + R_{y2} \cdot c_2 + R_{y1} \cdot c_1 - R_{z1} \cdot a - J\varepsilon \quad (4)$$

где: h_0 – плечо силы «N» от центра масс.

Следовательно, угловое ускорение блока цилиндров двигателя при колебании блока цилиндров относительно центра масс может быть найдено следующим образом:

$$\varepsilon = \frac{1}{J} (N \cdot h_0 + R_{z2} \cdot b + R_{y2} \cdot c_2 + R_{y1} \cdot c_1 - R_{z1} \cdot a) \quad (5)$$

В свою очередь линейное боковое ускорение блока можно определить следующим образом:

$$j_y = \varepsilon \cdot k \quad (6)$$

В качестве примера, рассмотрим один из самых распространенных типов двигателя – четырехцилиндровый рядной компоновки с расстановкой действующих сил и моментов в виде схемы (рисунок 2).

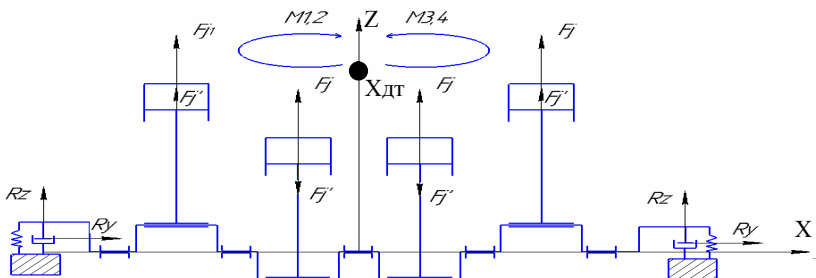


Рисунок 2 – Схема расстановки действующих сил и моментов исследуемого двигателя

Для данного типа силовой установки в плоскости XZ силы инерции первого порядка и их моменты полностью уравниваются $M_{i1} = 0$, силы инерции второго порядка для всех цилиндров равны,

направлены в одну сторону и зависят от частоты вращения коленчатого вала, а их моменты так же равны 0 [3].

Таким образом, опираясь на теоретические предпосылки, можно сделать вывод о том, что место установки датчика для измерения боковых ускорений блока цилиндров с целью его диагностирования имеет влияние на получаемые при этом результаты.

Материалы и методы. Для измерения боковых ускорений блока цилиндров был разработан приборный комплекс, содержащий трехкоординатный акселерометр, аналого-цифровой преобразователь и ноутбук. Его структурная схема изображена на рисунке 3.

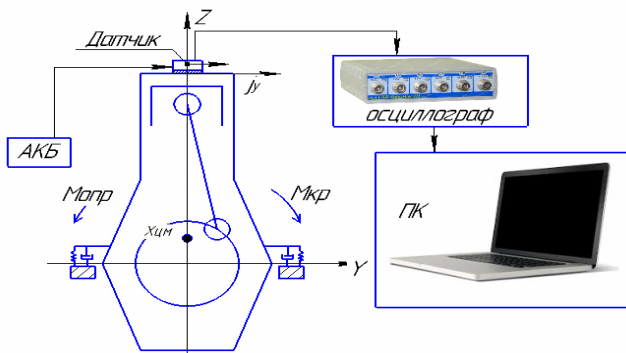


Рисунок 3 – Структурная схема измерительного комплекса

При проведении эксперимента акселерометр устанавливался на клапанную крышку двигателей верхней его части. При этом измерялись ускорения в трёх плоскостях X, Y, Z , а положение датчика менялось, т.е. он устанавливался со стороны шкива, маховика и в плоскости расположения опор двигателя.

Результаты и обсуждения. По результатам проведения экспериментальных исследований были получены графики зависимостей бокового ускорения блока от угла поворота коленчатого вала, представленные на рисунках 4 и 5. Они получены для одной и той же точки размещения на клапанной крышке, но с разворотом на 180° . Эксперименты проводились на полностью прогретом двигателе.



Рисунок 4 – График зависимости боковых ускорений блока цилиндров двигателя D4CB при работе на холостом ходу по углу поворота коленчатого вала.

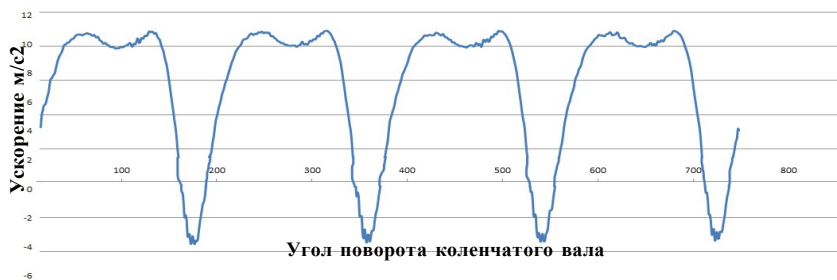


Рисунок 5 – График зависимости боковых ускорений блока цилиндров двигателя D4CB при работе на холостом ходу по углу поворота коленчатого вала. (при развороте датчика на 180°)

Анализ представленных зависимостей, позволяет сделать вывод о том, что полученные графики практически зеркальны. Правильным направлением установки, на наш взгляд является то, при котором данные отображаются, как показано на рисунке 4. Поскольку в соответствии с теоретическими предпосылками эта графическая зависимость качественно схожа с формируемым крутящим моментом двигателя.

Расположение акселерометра в двух крайних точках и по центру позволило получить следующие зависимости (рисунок 6):

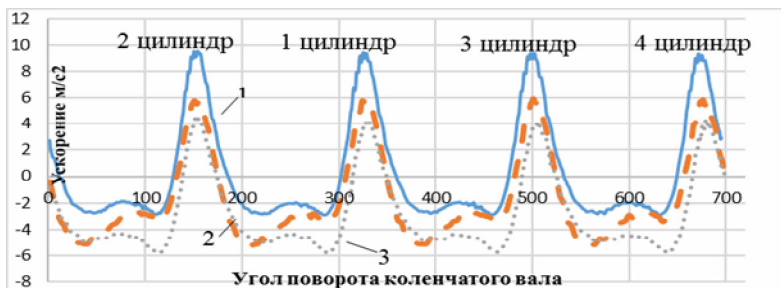


Рисунок 6 – График зависимости боковых ускорений блока цилиндров двигателя D4CB при работе на холостом ходу по углу поворота коленчатого вала.
1 – установка датчика по центру; 2 – установка датчика со смещением к шкиву;
3 – установка датчика со смещением к маховику

Анализ графических данных позволяет сделать вывод о влиянии места установки на результаты. В связи с этим, нами установлено, что наиболее рациональное положение датчика в районе опор двигателя, т.е. в центре. При этом, моменты, стремящиеся повернуть блок цилиндров в плоскости ХУ оказывают наименьшее воздействие на результаты диагностирования.

Заключение. Проведенные экспериментальные и теоретические исследования процесса формирования боковых ускорений блока цилиндров двигателя позволили заключить, что:

- изменение сил и моментов по углу поворота коленчатого вала приводят к возникновению реактивного момента, передающего усилия на опоры двигателя, который, в свою очередь, зависит от величины боковых (нормальных сил);
- значения боковых ускорений качественно отражают информацию о равномерности работы цилиндров двигателя и могут быть использованы при диагностировании;
- для получения достоверных данных необходимо правильно располагать акселерометр относительно блока цилиндров, при этом он должен быть установлен в плоскости расположения опор двигателя.

Список использованных источников

1. Кривцов С.Н. Методологические основы рационального применения методов диагностики автомобилей с дизельным двигателем и аккумуляторной топливоподающей системой в технологических про-

цессах их технического обслуживания и ремонта / Кривцов С.Н., Зедгенизов В.Г. // Вестник ИрГТУ №4, 2017. С. 176–187.

2. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели / М.Г. Шатров, И.В. Алексеев, К.А. Морозов и др.; под ред. М.Г. Шатрова. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 464 с.

3. Колчин А.И., Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М: Машиностроение, 2008. – 276 с.

УДК 629.3.015

Домнышев Д.А., кандидат технических наук, доцент;
Тихоновский В.В., кандидат технических наук, доцент;
Курносое А.Ф., кандидат технических наук, доцент;
Долгушин А.А., доктор технических наук, доцент;
Сацкевич Н.Е., аспирант; **Бультроков И.В.**, магистрант;
Домнышева В.В., аспирант; **Епишев Р.Е.**, студент;
Иванов Л.В., студент

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г. Новосибирски, Российская Федерация*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ПРЕДПУСКОВОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ 18ЖД24

***Аннотация.** В изложенном материале статьи рассмотрен способ обеспечения надежного запуска двигателя грузового автомобиля КамАЗ 65115 при низких температурах при использовании теплоты отработавших газов штатного предпускового подогревателя 18ЖД24. Представленный в результатах анализ позволил установить, что предпусковые свойства при низких температурах эксплуатации дизельного двигателя автомобиля КамАЗ 65115 улучшились за счет сокращения времени подготовки без изменения конструкции штатного картера системы смазки при подаче отработанных газов предпускового подогревателя через маслозаливную горловину и отвод их через канал сброса давления системы смазки. Это*