

УДК 519.6. 517

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ В МАСЛЯНОМ СЛОЕ ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ФОРСИРОВАННОГО ДИЗЕЛЯ

Марьина Надежда Леонидовна

кандидат технических наук
Балаковский инженерно-технологический институт
(филиал) НИЯУ МИФИ, Балаково

Овчинникова Екатерина Владимировна

аспирант
Саратовский государственный технический
университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов

author@apriori-journal.ru

Аннотация. Гидродинамическое давление в масляном слое подшипника и его распределение в зазоре между шейкой коленчатого вала и вкладышем, а также по масляному слою характеризует нагруженность материала вкладышей и определяет усталостную прочность антифрикционного слоя.

Ключевые слова: подшипник скольжения; масляный слой; надежность; гидродинамические давления; тензорезисторы; токосъемное устройство.

STUDY HYDRODYNAMIC PRESSURE IN THE OIL LAYER PLAIN BEARING CRANK MECHANISM FORCED DIESEL ENGINES

Marina Nadezhda Leonidovna

candidate of technical sciences
Balakovo Institute of Engineering and Technology (branch), Balakovo

Ovchinnikova Ekaterina Vladimirovna

graduate student
Y.A. Gagarin Saratov State Technical University, Saratov

Abstract. The hydrodynamic pressure in the oil bearing layer and its distribution in the gap between the crankshaft and the liner, as well as the oil layer characterizes loaded material inserts and determines the fatigue strength of the antifriction layer.

Key words: plain bearing; the oil layer; the reliability; the hydrodynamic pressure gages; current collection devices.

Эксплуатационная надежность подшипника скольжения характеризуется запасом несущей способности и запасом усталостной прочности материала антифрикционного слоя по отношению к изгибным деформациям и сжимающим напряжениям.

Несущая способность подшипника определяется двумя основными параметрами: максимальным давлением масла в узкой части зазора и минимальной толщиной слоя смазки, достигаемый за цикл. Максимальное давление масла и характер его изменения определяют степень нагруженности пары трения вкладыш-шейка коленчатого вала, а минимальная толщина масляного слоя в сочетании с формой движения вала

в подшипнике в соответствующий промежуток времени характеризует возможность критических режимов (полусухого и полужидкостного).

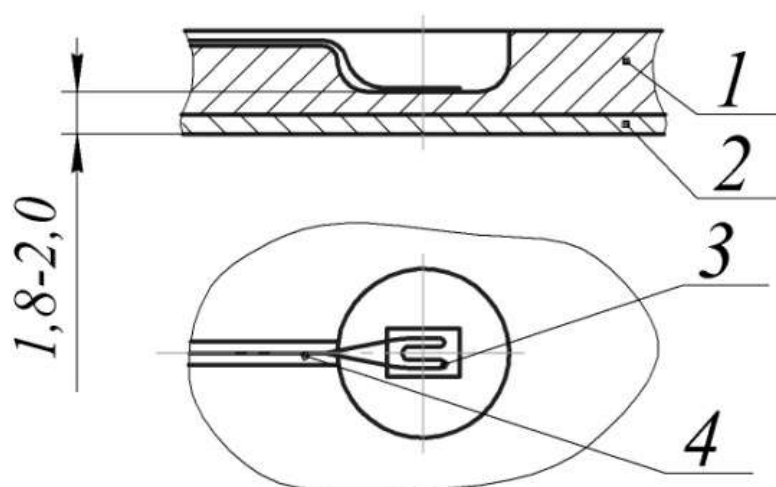
Трудности непосредственных измерений максимального давления масла в слое смазки и перемещений шейки коленчатого вала в подшипнике заключаются в том, что исследователь сталкивается с проблемами динамических измерений высоких знакопеременных давлений в тонкой масляной пленке и очень малых пространственных перемещений с большими перепадами по окружности и длине подшипника.

Известные закономерности поведения тонких масляных пленок и сложные работы подшипников транспортных дизелей под действием циклических ударных и быстроменяющихся нагрузок определяют основные требования к чувствительным элементам датчиков давлений и малых перемещений:

- для обеспечения требуемой точности измерений и по условиям размещения в тонкостенных вкладышах подшипников скольжения датчики должны иметь минимальные габариты;
- датчики должны иметь возможно большую чувствительность, не внося искажения и дополнительные возмущения в несущий масляный слой;
- во всем диапазоне измерений измерительный тракт, с целью обеспечения требуемой точности, должен гарантировать лимитную зависимость между предельными регистрируемыми параметрами.

Для измерения давлений в несущем слое использовались датчики мембранного типа, в которых в качестве преобразователя используются проволочные тензорезисторы. Чувствительный элемент датчика выполняется следующим образом. С тыльной стороны вкладыша делается торцевое углубление диаметром 3-3,5 мм, а толщина мембраны составляет 1,8-2 мм, что при использовании полупроводниковых тензорезисторов типа Р-8А-1 обеспечивает достаточную тензочувствительность датчика. Учитывая наличие изгибных деформаций кривошипной головки шатуна и вкладыша, тензорезистор ориентируется на мембране так,

чтобы его ось была направлена вдоль оси подшипника. Конструктивное исполнение мембранного датчика приведена на рис. 1.



1 – стальная основа вкладыша, 2 – антифрикционный слой вкладыша,
3 – тензорезистор, 4 – токонесущие провода

Рис. 1. Мембранный датчик давления

Кроме того, при проведении измерений необходимо учитывать изменение коэффициента тензочувствительности резисторов в зависимости от температуры, который для Р-8А-1 в среднем составляет $0,25\% / ^\circ\text{C}$. Одновременно с этим тензорезисторы этого типа существенно изменяют свое активное сопротивление с изменением температуры. При известном температурном коэффициенте сопротивления тензорезистора легко произвести корректировку записываемого процесса. Это осуществляется следующим образом. В качестве нерабочего плеча измерительного полумоста используется магазин сопротивлений с минимальным шагом изменения сопротивления $0,01\ \text{Ом}$ (рис. 2).

Происходящий за счет изменения температуры статический разбаланс измерительного полумоста компенсируется соответствующими измерениями сопротивления магазина. По величине требуемого изменения сопротивления магазина и значению температурного коэффициента

тензорезистора определяется температура в месте его установки. По определенной таким образом температуре и температурному коэффициенту тензочувствительности корректируется тарировочная зависимость для записываемого процесса, полученная статической тарировкой датчика при нормальной температуре. Статическая тарировка датчиков проводилась с помощью специального тарировочного приспособления, приведенного на рис. 3, по следующей методике.

Тарировочное приспособление устанавливается в отверстие шатунного подшипника так, чтобы отверстие приспособления, уплотненное резиновым кольцом, находилось напротив мембранного датчика во вкладыше. Зажимается резиновое кольцо с помощью болтов, насосом в полость приспособления нагнетается масло и регистрируется отклонение луча осциллографа в зависимости от давления на мембрану.

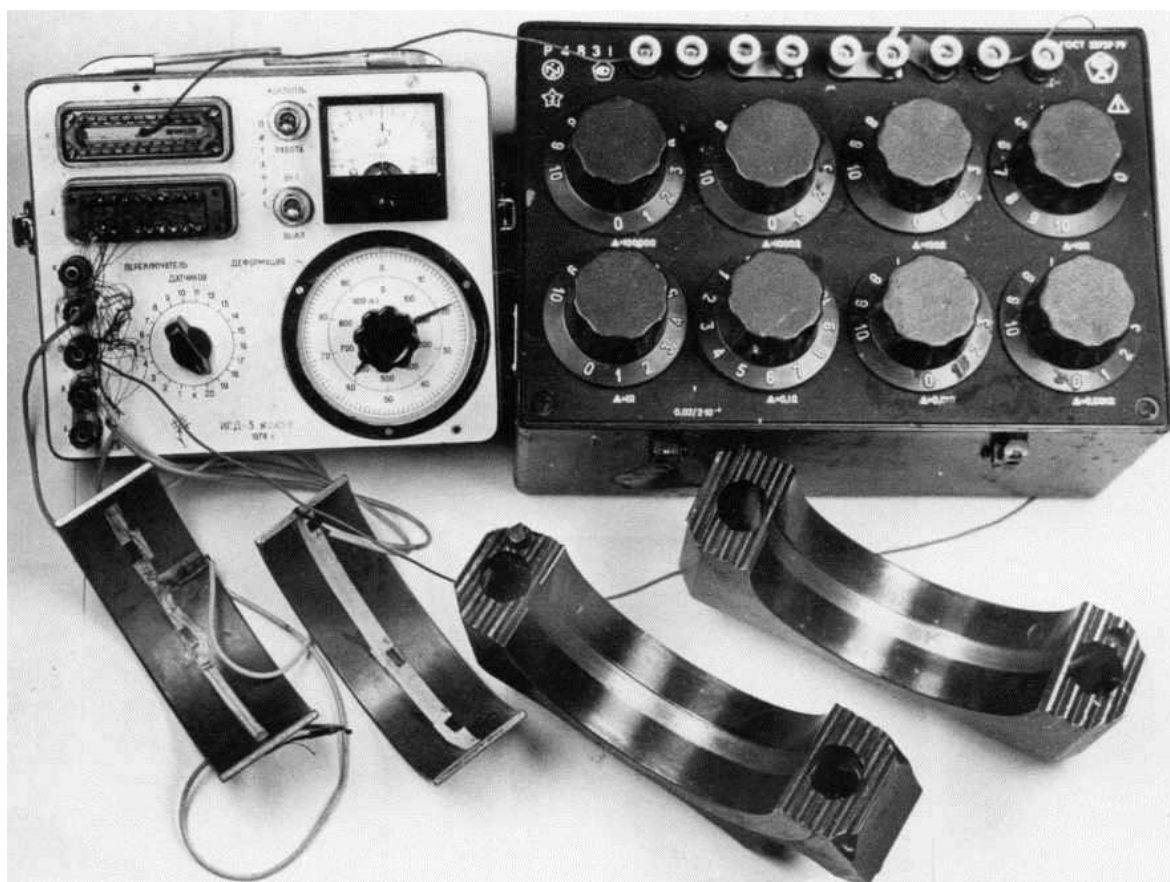


Рис. 2. Комплекс аппаратуры для измерения температурного коэффициента сопротивления тензорезисторов

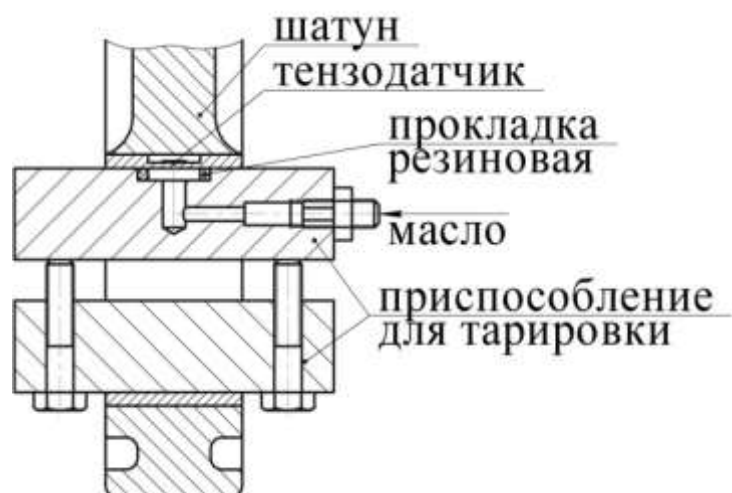
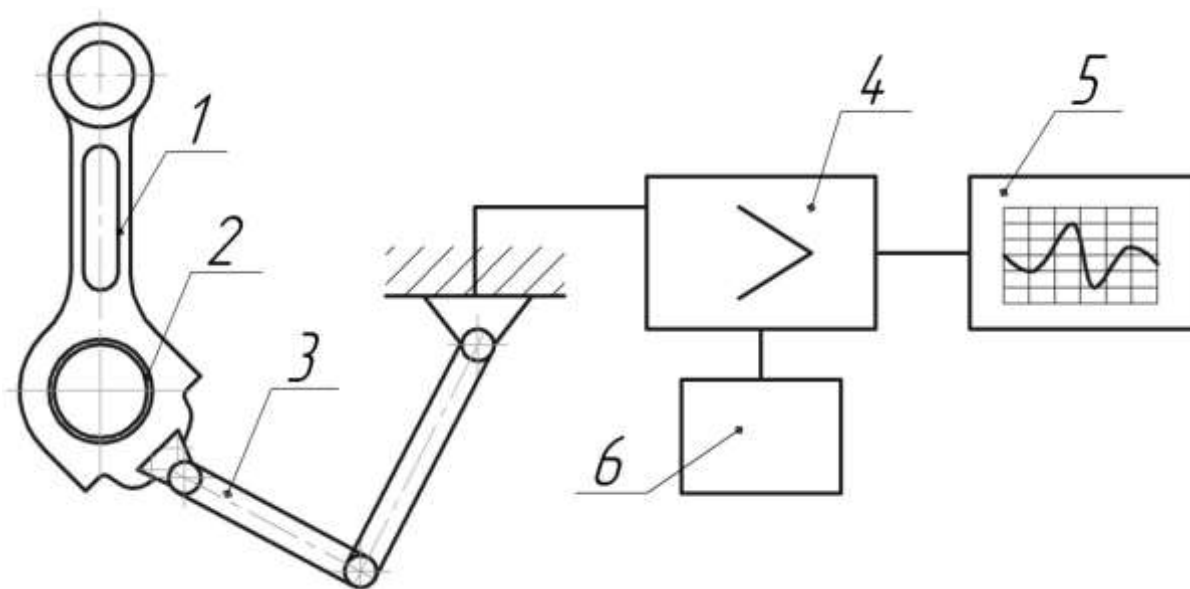


Рис. 3. Приспособление для тарировки датчиков давления



1 – шатун, 2 – шатунный подшипник, 3 – рычажный токосъемник, 4 – тензостанция 8АНЧ-7М, 5 – шлейфовый осциллограф Н-115, 6 – блок питания

Рис. 4. Структурная схема для анализа гидравлического давления в шатунном подшипнике

Структурная схема для измерения гидродинамического давления в масляном слое шатунного подшипника дизеля 6ДМ-21А (6ЧН21/21) представлена на рис. 4 и включает рычажный токосъемник, состоящий из двух шарнирно соединенных между собой рычагов. Один рычаг шар-

нирно закрепляется на крышке кривошипной головки шатуна, другой – на коробке, установленной на блок-картере вместо лючка. Токосъемник изготавливался из дюралюминия, рычаги выполнены в виде двутаврового профиля, что позволяет максимально снизить вес конструкции. Для увеличения эксплуатационной надежности токосъемника в шарнирах провод испытывается не на кручение, как это принято, а на изгиб. Достигалось это путем спиральной навивки проводов в шарнирах. Так как в шарнирах с витковой укладкой проводов возможно изменение индуктивности, была проведена проверка всего измерительного тракта с тензостанцией 8АНЧ-7М и шлейфами 0,5 кГц. Результаты проверки показали, что изменения индуктивности проводов токосъемника настолько незначительны, что влияние на записываемый процесс не оказывает.