

В соответствии с условиями эксплуатации КП считается предпочтительным, если капли равномерно распределены в зоне кольцевого зазора.

### **Выводы**

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

- создана модель, раскрывающая свойства СУС, зависящие от качества сборки подогревателя;
- получены гистограммы влияния несоосности трёх видов, которые указывают на то, что смещение в сторону свечи зажигания (рис. 5 б) даёт более равномерное распределение капель топливно-воздушной смеси в зоне кольцевого зазора;
- обнаружено свойство эффективного распыления топливно-воздушной смеси при смещении в направлении свечи зажигания. Ошибочно стремиться к достижению соосности, при которой эффект распыления меньше (рис. 5 а);
- полученные результаты вероятностного моделирования указывают на то, что можно исключить затратную технологию механической обработки при изготовлении узла штуцера.

### **Литература**

1. Амбарцумян Р.В., Мекке Й., Штойян Д. Введение в стохастическую геометрию – М.: Наука, 1989, 400с.
2. Толоконников С.В. Обеспечение стабильности сборки опор скольжения на основе многоэтапной селекции. Автореферат кандидатской диссертации. Самара, 2007, 23с.
3. Артюнов П.А. Топологический анализ цепей с использованием случайных структурных чисел //Микроэлектроника.1976,Т.5. №6. С506
4. Карлин С. Основы теории случайных процессов. М.: Мир, 1971.

### **Сборка стенда для исследования показателей дизеля при впрыскивании воды во впускной коллектор**

д.т.н., проф. Дмитриев С.В., Хлюпин В.Б.

*Камская государственная инженерно-экономическая академия (ИНЭКА)*

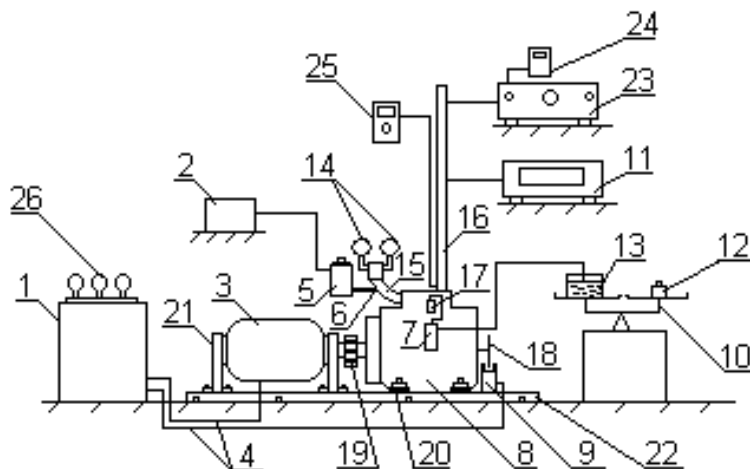
При исследовании дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на токсичность, основное внимание обычно уделяют выбросам с отработавшими газами (ОГ) окислов азота и твердых частиц (дымность). Эти компоненты считаются наиболее вредными для человека и окружающей среды. Одним из решений по снижению выбросов окислов азота с отработавшими газами является впрыскивание воды в цилиндры [1]. Как и насколько при этом изменится содержание твердых частиц, неизвестно.

Для проведения экспериментальных исследований был собран моторный стенд, приведенный на рис. 1.

Объектом испытаний является дизельный двигатель 1С8,5/11, закрепленный на швеллерах 22. Выбор номера швеллеров осуществлялся по их прочностному расчету. Для снижения вибраций дизель установлен на резиновых подушках 20. Пуск дизеля и создание для него нагрузки осуществляется генератором постоянного тока, выполненным в виде балансирной машины 3. Для этого, вместо штатных торцевых крышек генератора, были выточены и установлены специальные фланцы. На фланцы надеты подшипники 0-209 с посадкой к6. В отверстия стоек 21 эти подшипники вставлены с посадкой К7. Работоспособность и надежность крепления подшипников зависит от характера соединения колец подшипников с валом и корпусом. Поэтому важно правильно выбрать посадку подшипников исходя из условий их эксплуатации [2]. Стойки 21 закреплены на швеллерах 22. Таким образом, статор машины может поворачиваться относительно оси вращения якоря. Вал якоря генератора соединен с коленчатым валом двигателя при помощи кулачково-дисковой муфты 19. Выбор машины постоянного тока обусловлен ее обратимостью и широким диапазоном эксплуатационных характеристик.

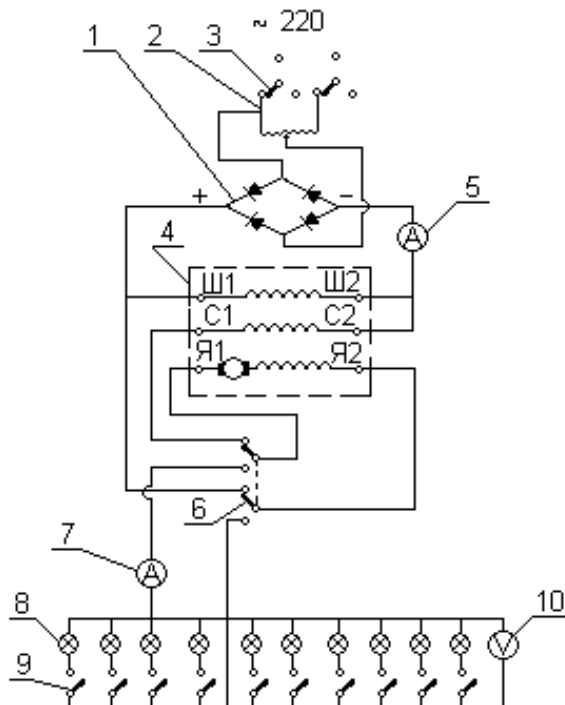
При запуске дизеля, электропитание генератора осуществляется постоянным током от

выпрямителя 1, подключенного в лабораторную электросеть через рубильник 3 и автотрансформатор 2, где напряжение можно регулировать в пределах от 5 до 220 В (рис. 2).



**Рис. 1. Моторный стенд:**

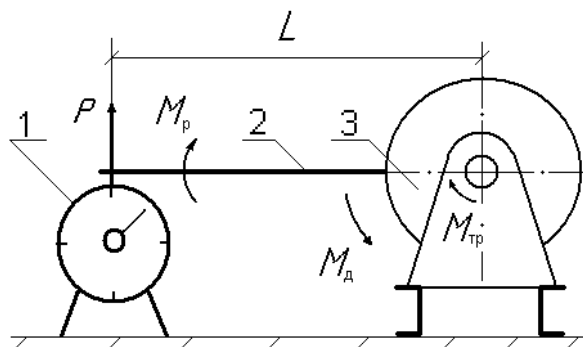
- 1 – пульт управления; 2 – компрессор; 3 – балансирная машина (генератор постоянного тока); 4 – электрические провода; 5 – резервуар с водой; 6 – распылитель; 7 – топливный насос высокого давления; 8 – дизель; 9 – датчик частоты вращения коленчатого вала; 10 – весы; 11 – газоанализатор; 12 – гирия; 13 – емкость с топливом; 14 – счетчики расхода воздуха; 15 – впускной коллектор; 16 – выпускная труба; 17 – топливная форсунка; 18 – диск; 19 – муфта; 20 – резиновая подушка; 21 – стойка; 22 – швеллер; 23 – дымомер; 24 – пульт дымомера; 25 – цифровой мультитестер с термопарой; 26 – лампа накаливания.



**Рис. 2. Электрическая схема управления стендом:**

- 1 – диодный мост (выпрямитель); 2 – автотрансформатор; 3 – рубильник; 4 – генератор; 5 – амперметр; 6 – пакетный переключатель; 7 – амперметр; 8 – лампы накаливания; 9 – выключатели; 10 – вольтметр.

В данном режиме регулирование необходимо для плавной раскрутки двигателя и обеспечения пусковых токов. После запуска дизеля генератор переводится в тормозной режим переключателем 6. Возбуждение генератора независимое, осуществляется через шунтовую обмотку из электросети. Ток возбуждения измеряется по амперметру 5. В тормозном режиме в обмотке якоря возникает эдс, которая вызывает ток в цепи якоря. Ток своим магнитным полем противодействует вращению якоря, а, следовательно, и вращению вала дизеля. Электрический эффективный момент противодействия вращению якоря передается на статор в виде реактивного момента, действующего в сторону, противоположную направлению вращения якоря. Момент  $M_p$ , удерживающий статор от поворота, создается силой  $P$  противодействия измерительного весового устройства 1 на плече  $L$  (рис. 3). Потери на трение в подшипниках учитываются моментом трения  $M_{тр}$ . Тогда крутящий момент дизеля  $M_d$  определится как сумма этих моментов  $M_d = M_p + M_{тр}$ . Изменение нагрузки в режиме торможения обеспечивается воздействием на цепь параллельного возбуждения (Ш1-Ш2) статора, регулированием напряжения в автотрансформаторе, либо за счет изменения сопротивления электрической цепи якоря. Последнее осуществляется изменением силы тока в цепи якоря последовательным включением (выключением) ламп накаливания 8 выключателями 9. При этом напряжение определяется по показанию вольтметра 10, а сила тока – по показанию амперметра 7 (рис. 2).



**Рис. 3. Устройство для измерения крутящего момента двигателя:**

**1 – весы; 2 – плечо; 3 – балансирная машина (генератор).**

Для определения мощности, развиваемой двигателем, кроме крутящего момента необходимо знать частоту вращения коленчатого вала. Последняя измеряется с помощью электронного счетчика оборотов ЦАТ-3М. На носке коленчатого вала установлен непрозрачный диск 18 с прорезями, количество оборотов которого считывает фотодатчик 9 (рис. 1). В качестве светочувствительного элемента используется германиевый фотодиод ФД-3А.

Для впрыскивания воды в цилиндр используется резервуар 5 с распылителем 6. Распылитель 6 устанавливается во впускной коллектор 15. При работе дизеля на расчетном режиме подача воды происходит сплошным потоком, через распылитель 6. Поскольку разрежение, создаваемое во впускном трубопроводе, недостаточно для забора воды из резервуара, то вода находится в резервуаре под избыточным давлением. Это давление создается при помощи компрессора 2. Регулирование количества подаваемой воды осуществляется изменением избыточного давления от 0,01 МПа до 0,05 МПа, измерение – мензуркой при сравнении залитой в резервуар 5 воды до начала эксперимента и слитой после.

Исследование отработавших газов (ОГ) осуществляется пятикомпонентным газоанализатором 11 «Автотест 02 СО-СО<sub>2</sub>-СН-О<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>-λ-Т». Дымность ОГ определяется прибором ИДС-3С, который состоит из дымомера 23 (первичный измерительный преобразователь) и пульта управления 24 (электронный блок). Приемные устройства газоанализатора и измерителя дымности установлены в выпускной трубе 16.

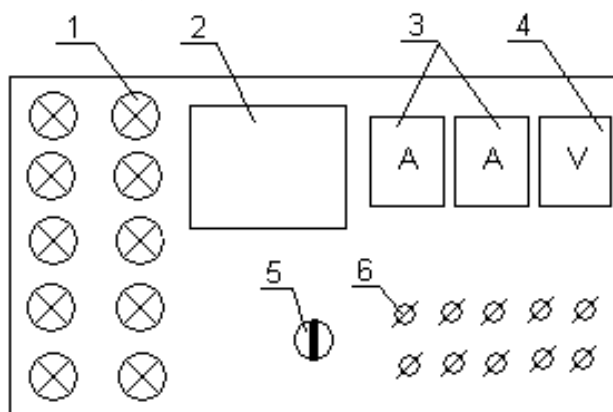
Измерение температуры отработавших газов дизеля проводится цифровым мультитестером ДТ-838 с термопарой. Термопара установлена в выпускной трубе 16 рядом с выпуск-

ным клапаном. Значения температур ОГ используются при оценке теплового баланса двигателя.

Расходы топлива и воздуха, потребляемые дизелем, определяются интегрально. Обусловлено это тем, что при подаче воды изменение количества токсичных веществ в отработавших газах происходит не мгновенно, а за определенный промежуток времени. Поэтому рассчитываются осредненные значения этих показателей. Измерение расхода топлива проводится весовым методом. Топливо из емкости 13 в топливный насос высокого давления 7 подается самотеком. Расход воздуха определяется роторными счетчиками газа 14.

Для регистрации относительной влажности, давления и температуры атмосферного воздуха используются барометр и термометр.

На пульт управления выведены следующие приборы: амперметры, вольтметр, электронный счетчик (рис. 4). Там же установлены лампы накаливания.



**Рис. 4. Пульт управления (верхняя часть):**

**1 – лампы накаливания; 2 – электронный счетчик оборотов ЦАТ – 3М;**

**3 – амперметры; 4 – вольтметр; 5 – пакетный переключатель; 6 – выключатели ламп.**

Длительность проведения каждого эксперимента и наблюдение за показаниями всех приборов, задается временем расходования топлива. В последующем планируется совершенствование моторного стенда с автоматизацией измерений с использованием ЭВМ и применение электронной системы управления дизелем.

Оценим инструментальные погрешности измерения основных параметров.

*Весовое устройство для измерения крутящего момента двигателя.*

Цена одного деления весового устройства – 20 г. Погрешность составляет  $\Delta = \pm 10$  г.

*Весы с гирями для измерения расхода топлива.*

Погрешности набора гирь 4-го класса точности составляют следующие значения: для гири весом 100 г. –  $\Delta = \pm 40$  мг; 50 г. –  $\Delta = \pm 30$  мг; 20 г. –  $\Delta = \pm 20$  мг; 10 г. –  $\Delta = \pm 12$  мг; 5 г. –  $\Delta = \pm 8$  мг; 2 г. –  $\Delta = \pm 6$  мг.

*Мензурка для измерения количества воды в резервуаре.*

Вместимость мензурки – 250 мл. Цена деления – 2 мл. Погрешность мензурки

$$\Delta = \pm \frac{\delta \cdot (x_{\text{в}} - x_{\text{н}})}{100} = \frac{\pm 0,5 \cdot (250 - 20)}{100} = \pm 1,15 \text{ мл,}$$

где:  $\delta$  - погрешность для класса точности 0,5;

$x_{\text{в}}, x_{\text{н}}$  – верхний и нижний пределы измерений, мл.

*Амперметры.*

Верхний предел измерений амперметров равен 50 А. Класс точности – 2. Абсолютная

$$\Delta = \pm \frac{\delta \cdot (x_{\text{в}} - x_{\text{н}})}{100} = \frac{\pm 2 \cdot (50 - 0)}{100} = \pm 1$$

погрешность измерения тока амперметром

А.

*Вольтметр.*

Верхний предел измерений вольтметра равен 220В. Нижний предел равен 50В. Класс точности – 2. Абсолютная погрешность измерения напряжения вольтметром

$$\Delta = \pm \frac{\delta \cdot (x_e - x_n)}{100} = \frac{\pm 2 \cdot (220 - 50)}{100} = \pm 3,4 \text{ В.}$$

*Электронный счетчик оборотов.*

Абсолютная погрешность прибора  $\Delta = \pm 10$  об/мин.

*Газоанализатор.*

Абсолютная погрешность измерения компонентов: углеводов –  $\Delta = \pm 50$  ppm; оксида углерода –  $\Delta = \pm 0,25\%$ ; диоксида углерода –  $\Delta = \pm 0,5\%$ ; кислорода –  $\Delta = \pm 0,5\%$ ; окислов азота –  $\Delta = \pm 50$  ppm. Приведенная погрешность измерения для всех компонентов составляет  $\pm 5\%$ .

*Термопара.*

Относительная погрешность измерения при температуре выше 150°C составляет  $\pm 3\%$ .

*Счетчики расхода воздуха.*

Относительная погрешность составляет  $\pm 3\%$ .

*Измеритель дымности.*

Предел допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 2\%$ .

Выбор приборов и методов измерения параметров, необходимых для определения мощностных, экономических, токсических показателей дизеля, оценки теплового баланса, обусловлен их простотой, удовлетворительными для проведения исследований показателями погрешностей измерения и экономической целесообразностью [4]. На стенде проводятся экспериментальные исследования и лабораторные работы по учебным дисциплинам, связанным с изучением ДВС.

### Литература

1. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб.пособие/Владим.гос.ун-т. Владимир, 2000.-256 с.
2. Перель Л.Я. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник.- М.: Машиностроение, 1983.-543 с.
3. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. – М.: Высш.шк.,1975.-320 с.
4. Хлюпин В.Б. Стенд для исследования показателей дизеля при впрыскивании воды//Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ -07»: Материалы международ. научн.-тех. конф. г.Казань, 2007, с.191-194.

### Многошпиндельный шпильковёрт

д.т.н., проф. Житников Ю.З., к.т.н. Воркуев Д.С.

*КГТА им. Дегтярёва, г. Ковров, ОАО «Завод им. В.А. Дегтярёва», г. Ковров*

Процесс сборки резьбовых соединений можно разделить на два этапа: первый – завинчивание деталей на заданную глубину; второй – затяжка резьбового соединения с заданным моментом и с требуемой точностью.

Первый этап условно может рассматриваться как перемещение деталей на достаточно большой (в пределах нескольких оборотов) угол с относительно большим допуском на него. Второй этап – точное перемещение на малый угол, величина которого определяет требуемое значение момента затяжки соединения, и поэтому допуск на этот угол мал.

На первом этапе момент сопротивления движению изменяется в достаточно узких пределах, в то время как на втором этапе возрастание момента сопротивления движению может быть весьма существенным.

Таким образом, система управления автоматизированной сборкой должна иметь два канала управления крутящим моментом и угловой скоростью рабочего органа: грубый – для обеспечения большого угла поворота детали и точный – для обеспечения требуемого момен-