

## АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ДИНАМОМЕТРИЧЕСКОГО СТЕНДА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ КВАДРОЦИКЛА С БЕССТУПЕНЧАТОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

*Илюшин Д.Н., Ляшенко М.В., Салыкин Е.А.*

*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград*

**Ключевые слова:** квадроцикл, бензиновый двигатель, электронный блок управления двигателем, бесступенчатая трансмиссия, испытания.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы снятия характеристик силовой установки квадроцикла при его нагружении на динамометрическом стенде DynaPack. Проанализированы возможности использования входных и выходных электрических сигналов датчиков и исполнительных устройств электронной системы управления двигателем. Предложено схемное решение для получения величины частоты вращения коленчатого вала двигателя квадроцикла штатным программным обеспечением динамометрического стенда DynaPack. Для повышения стабильности результатов серий экспериментов предложен способ контроля положения дроссельной заслонки двигателя.

## ADAPTATION OF A DYNAMOMETER TEST DATA ACQUISITION SYSTEM DURING TESTS OF A POWER PLANT OF AN ATV WITH CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION

*Ilyushin D.N., Lyashenko M.V., Salykin E.A.*

*Volgograd State Technical University, Volgograd*

**Keywords:** ATV, gasoline engine, electronic engine control unit, continuously variable transmission, tests.

**Abstract.** This article discusses the problems of characterizing the power plant of an ATV when it is loaded on a DynaPack dynamometer. The possibilities of using the input and output electrical signals of the sensors and actuators of the electronic engine control system are analyzed. A circuit solution is proposed for obtaining the value of the rotational speed of the crankshaft of an ATV engine using standard DynaPack dynamometer bench software. To improve the stability of the results of a series of experiments, a method for monitoring the position of the throttle valve of the engine is proposed.

Для оценки мощностных показателей силовой установки квадроцикла [1] во всем эксплуатационном диапазоне частот вращения коленвала двигателя посредством получения его внешней и частичных скоростных характеристик, был использован динамометрический стенд DynaPack (Рисунок 1). В связи с применением в конструкции силовой установки квадроцикла бесступенчатой трансмиссии, на этапе подготовки испытаний возникает необходимость получения и обработки в программном обеспечении динамометрического стенда величины частоты вращения коленчатого вала двигателя.

На квадроцикле установлен бензиновый, V – образный, двухцилиндровый двигатель, с распределенным впрыском топлива и электронным управлением [2]. Электронная система управления двигателем (ЭСУД) построена на основе электронного блока управления (ЭБУ) Continental МЗС. Данный блок управления, помимо прочего, обрабатывает сигнал датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), определяя с его помощью, как положение коленчатого вала, так и частоту его вращения. Также ЭБУ имеет диагностическую линию, реализуемую посредством шины передачи данных CAN, и закрытый проприетарный протокол передачи диагностической информации, в которой содержится в том числе и информация о текущей величине частоты вращения коленчатого вала двигателя. Прямое подключение диагностической линии ЭБУ к динамометрическому стенду DynaPack оказалось безуспешным. Имеющаяся версия программного обеспечения динамометрического стенда DynaPack не позволяет использовать этот протокол передачи диагностической информации.

На рисунке 2 показана осциллограмма сигнала с ДПКВ. Форма сигнала ДПКВ близка к синусоидальной, с всплеском повышенной амплитуды и периода в месте пропуска двух зубьев. Частота сигнала с ДПКВ при данном реперном диске, без учета всплесков, находится в диапазоне от 28 кГц до 220 кГц при частотах вращения коленчатого вала от 800 до 6000 мин<sup>-1</sup> соответственно. Возможность подачи сигнала с ДПКВ непосредственно на логический вход контроля частоты вращения динамометрического стенда DynaPack ограничена отрицательной составляющей сигнала и величиной амплитуды сигнала, достигающей на некоторых режимах 50 В [3].

Учитывая особенности нагружения, силовой установки в целом, и двигателя в частности, на динамометрическом стенде DynaPack выраженные в отсутствии резких разгонов и торможений, а соответственно и погрешностей вызванных этими переходными процессами, было принято решение использовать сигналы управления топливной форсункой для определения частоты вращения коленчатого вала двигателя. На рисунке 3 приведена схема преобразователя сигналов управления топливной форсункой в сигналы, принимаемые входом RPM pickup динамометрического стенда DynaPack с высоким входным сопротивлением для минимизации изменения динамических параметров топливной форсунки, а соответственно рабочего процесса и параметров двигателя в частности и силовой установки в целом.



Рис. 1. Квадроцикл установленный на динамометрическом стенде DynaPack:  
 а) вид сзади; б) вид спереди; в) вид на подключение ступицы колеса к нагрузателю

Механизм определения положения коленчатого вала двигателя показан на рисунке 2 и состоит из реперного диска - 1 с количеством зубьев 36-2 и ДПКВ - 2.

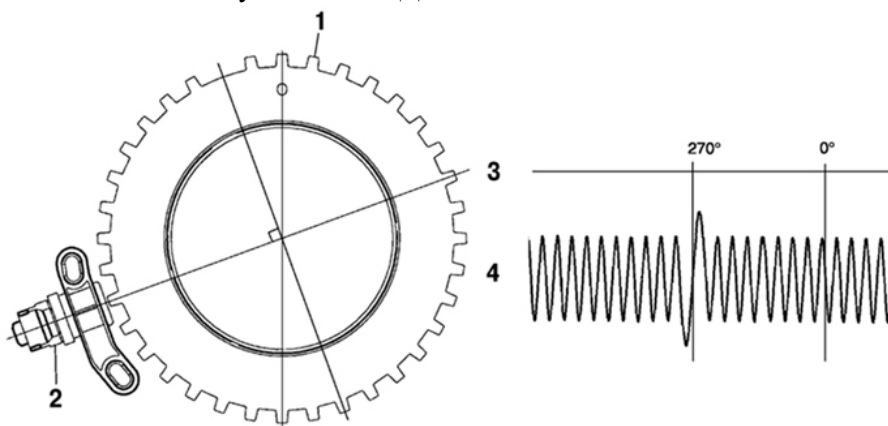


Рис. 2. Механизм определения положения коленчатого вала двигателя

Схема основана на компараторе, выполненном на операционном усилителе (ОУ) LM358. При открытии транзистора VT1 управления форсункой L1 потенциал инвертирующего входа ОУ DA1 становится меньше потенциала на не инвертирующем входе (половина питающего напряжения) и близким к потенциалу массы, приводит к переключению выхода в логическую единицу. При закрытии транзистора VT1 потенциал инвертирующего входа ОУ DA1 станет больше потенциала на не инвертирующем входе и выход переключится в логический ноль. Диод VD1 нужен для защиты инвертирующего входа ОУ DA1 от опасных всплесков напряжения при закрытии транзистора VT1. Большое входное сопротивление ОУ LM358 обеспечивает минимальное воздействие на динамические параметры топливной форсунки. Работа данной схемы была стабильна и признана удовлетворительной.

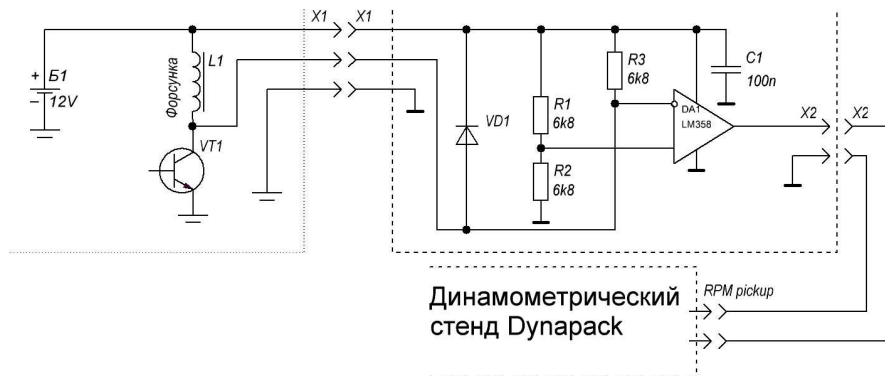


Рис. 3. Схема преобразователя сигналов управления топливной форсункой в сигналы, принимаемые входом RPM pickup динамометрического стенда DynaPack

Для обеспечения стабильности результатов серии экспериментов целесообразен контроль положения дроссельной заслонки. В штатной ЭСУД установлен датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ), представляющий собой потенциометр. Снятие сигнала со штатного ДПДЗ не представляет сложностей и его использование в программном обеспечении динамометрического стенда DynaPack не требует каких-либо преобразователей уровня сигнала. На рисунке 6 показана схема подключения переходника, для снятия сигнала с ДПДЗ. Переходник изготовлен для исключения повреждений жгута проводов подключения ДПДЗ к ЭБУ штатной ЭСУД.



Рис. 4. Схема переходника для снятия сигнала с ДПДЗ

Сигнал данного датчика изменяется в подходящих для аналогового входа стенда пределах (0-5В, с учетом зон чувствительности). Далее сигнал был откалиброван для отображения в виде 0-100% открытия дроссельной заслонки.

Данные меры позволили обеспечить стабильное получение программным обеспечением динамометрического стенда DynaPack достоверных величин частоты вращения коленчатого вала двигателя и угла открытия дроссельной заслонки в ходе проведения испытаний.

### Список литературы

1. Hub dynamometric stand test features of the ATV engine and continuously variable transmission unit / А.С. Дьяков, Е.А. Салыкин, П.В. Потапов // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 709: International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019 (ICMTME 2019) (Sevastopol, 9-13 September, 2019). – IOP Publishing, 2020. – 6 p. – URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/709/4/044002/pdf>.
2. Руководство по ремонту Can Am Outlander <https://brp-russia.blogspot.com/2016/04/brp-outlander-570-650-850-1000-2016.html>.
3. Dynapack dynamometers [www.dynapack.com](http://www.dynapack.com).

### Сведения об авторах:

Илюшин Дмитрий Николаевич – аспирант, ВолГТУ, г. Волгоград;

Ляшенко Михаил Вольфредович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой "Транспортные машины и двигатели", ВолГТУ, г. Волгоград;

Салыкин Евгений Александрович – к.т.н., доцент кафедры "Транспортные машины и двигатели", ВолГТУ, г. Волгоград.