



# Системы испытаний двигателей



## Система испытаний двигателей внутреннего сгорания «СИАМ»

Система «СИАМ» обеспечивает проведение испытаний двигателей внутреннего сгорания — бензиновых и дизельных. Система предоставляет возможность проводить приемо-сдаточные, серийные, ресурсные и исследовательские испытания.

СИАМ позволяет выполнять широкий круг задач по управлению испытательным стендом:

- управление двигателем — автоматический запуск, останов;
- управление нагружающим устройством (гидротормоз, индукторный тормоз) — задание и поддержание режимов нагружения;
- управление системой топливоподачи — управление механической или электронной педалью акселератора, программная имитация электронной педали;
- измерение и вычисление различных параметров двигателя: мощности, крутящего момента, величины оборотов, давления масла, температуры топлива и др.;
- управление агрегатами двигателя и стенда;
- контроль состояния двигателя и стенда с помощью многоуровневой настраиваемой системы аварийной защиты;
- гибкая настройка прав и уровней доступа персонала;
- работа в ручном и автоматическом режимах;
- предоставление развернутых отчетов по результатам испытаний, а также сохранение их в базе данных.

Поддерживается проведение испытаний, требуемых для подтверждения соответствия двигателей экологическим стандартам Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4, Евро-5, Евро-6, по следующим стандартным испытательным циклам:

Стационарные циклы:

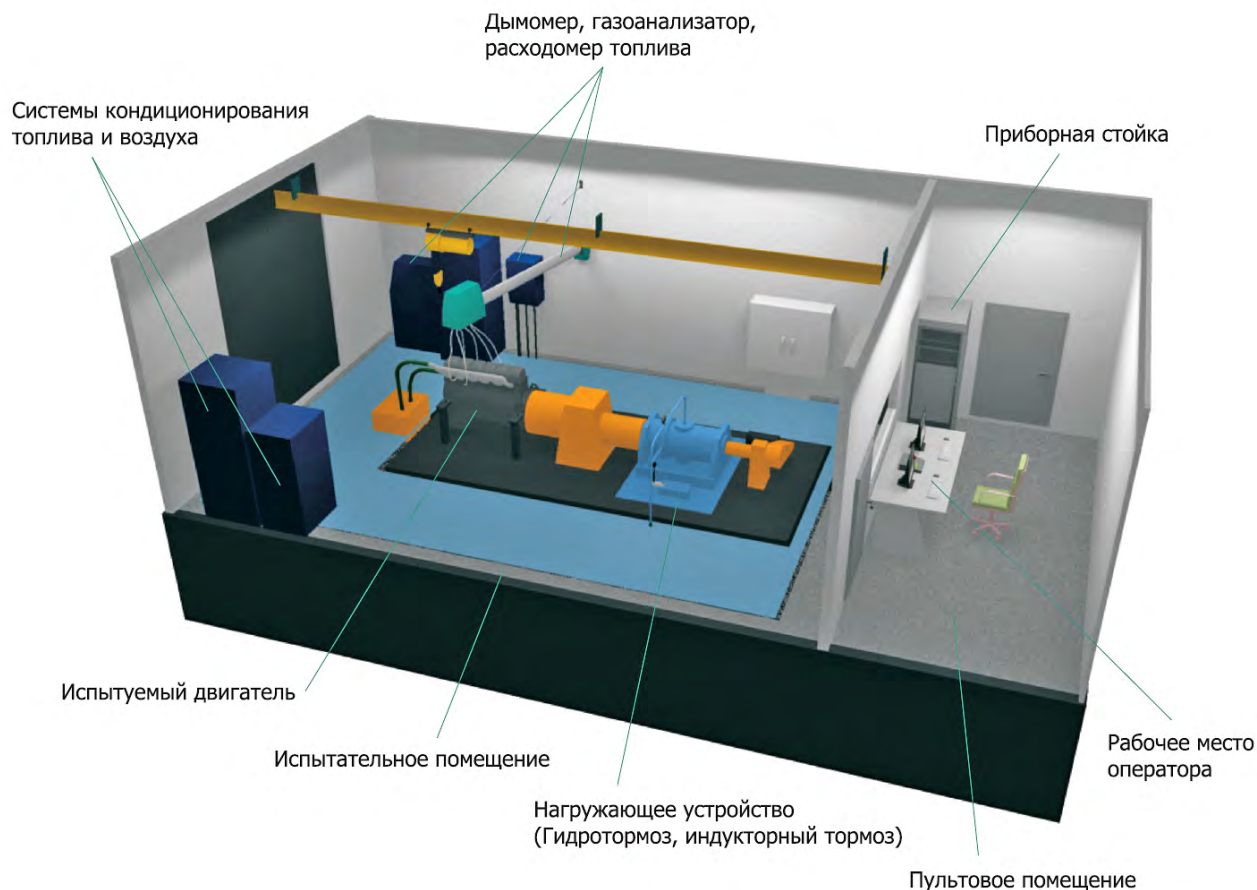
- ECE R-49 — европейский 13-ти ступенчатый цикл;
- ESC — европейский стационарный цикл;

Динамические циклы:

- ETC — цикл с непрерывным (посекундным) изменением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- ELR — цикл динамического нагружения для определения дымности отработавших газов.

Возможно создание произвольных циклов для исследовательских задач с временем непрерывной работы от нескольких тысяч часов.

Возможно испытание двигателей как с механическим управлением топливоподачей, так и современных двигателей с электронными блоками управления (ЭБУ). Система поддерживает работу с ЭБУ по протоколам K-Line и CAN, а именно: получение данных, считывание кодов неисправностей, калибровку, прошивку.



**Рис. 1. Эскиз расположения основных элементов СИАМ**

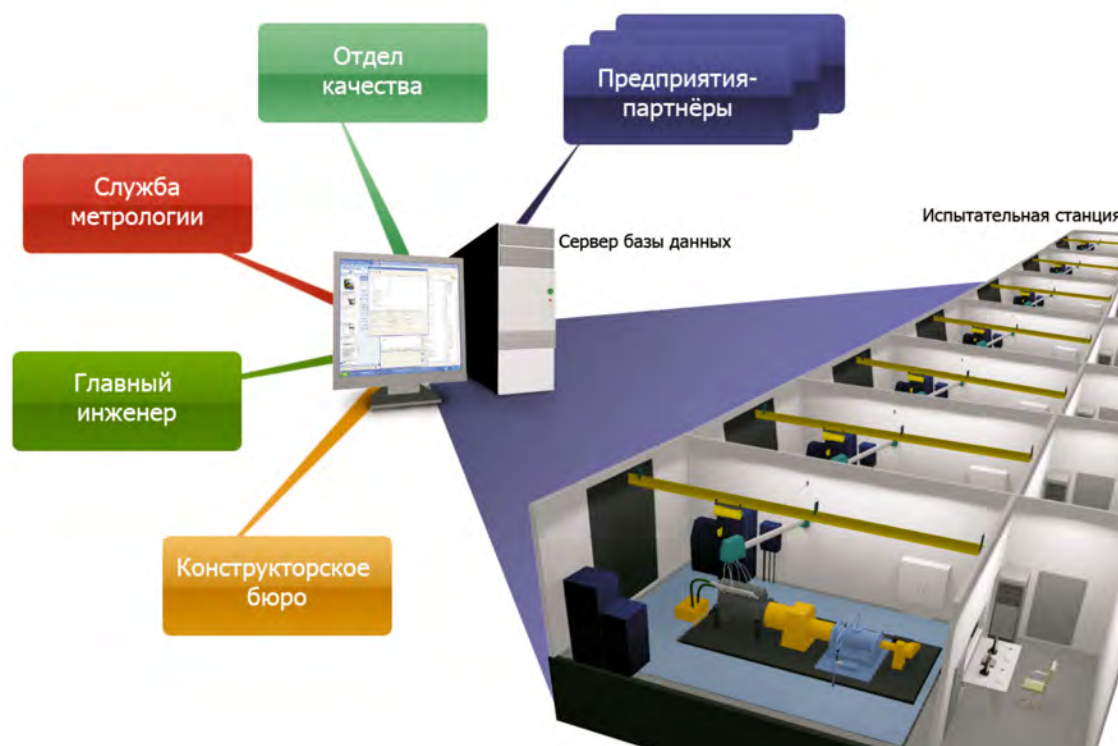
Высокая гибкость системы позволяет адаптировать ее к специфическим требованиям проводимых испытаний.

- Широкая номенклатура штатного измерительного оборудования позволяет работать с различными типами первичных преобразователей и измерять давления, температуры, крутящий момент, количество оборотов двигателя и другие параметры. Возможность масштабирования позволяет получить от десятков до сотен измерительных каналов.
- Возможность подключения внешнего измерительного оборудования различных типов и производителей по разнообразным протоколам позволяет измерять такие параметры, как удельный расход топлива, дымность отработавших газов и т. п. В настоящее время реализована поддержка оборудования фирмы AVL (расходомеры, дымомеры).
- Поддержка подключения внешних устройств по протоколу OPC.
- Открытый и хорошо документированный программный интерфейс приложения позволяет с легкостью расширять функциональность системы с помощью плагинов.

Характеристики системы «СИАМ»:

- штатное измерительное оборудование позволяет создавать каналы с частотой от 10 Гц до 216 кГц и погрешностью 0,05...0,1 %;
- компактная организация оборудования позволяет разместить его в одной приборной стойке;
- удобный пульт оператора упрощает работу с системой, позволяя быстро выполнять основные операции;
- световая и звуковая сигнализация позволяет быстро оповещать персонал о внештатных ситуациях при автономной работе стенда.

Испытательные стенды под управлением системы «СИАМ» могут быть объединены в сеть с единым сервером базы данных. Система позволяет организовать специализированные рабочие места с доступом к результатам испытаний для руководства, конструкторов, исследователей, инженеров.



**Рис. 2. Единое информационное пространство СИАМ**

СИАМ построена на базе измерительных приборов серии МІС и программного обеспечения Recorder.

Характеристики программного обеспечения СИАМ:

- проектная настройка конфигурации системы позволяет быстро вводить в эксплуатацию новые стенды на основе имеющихся;
- программа испытания с неограниченным числом фаз, группы фаз, ветвления по условиям, проверки параметров позволяет создавать неограниченные по времени и сложности циклы испытаний двигателей;
- модуль регулирования позволяет создавать быстродействующие многоконтурные ПИД-регуляторы для управления агрегатами стенда;
- настраиваемый многооконный интерфейс и формуляры отображения параметров, а также поддержка нескольких мониторов позволяют оператору легко контролировать все необходимые параметры;
- разнообразные элементы отображения информации (цифровые индикаторы, гистограммы, осциллограммы, тренды) позволяют представить различные параметры в удобном виде;
- встроенные процедуры поверки/калибровки.

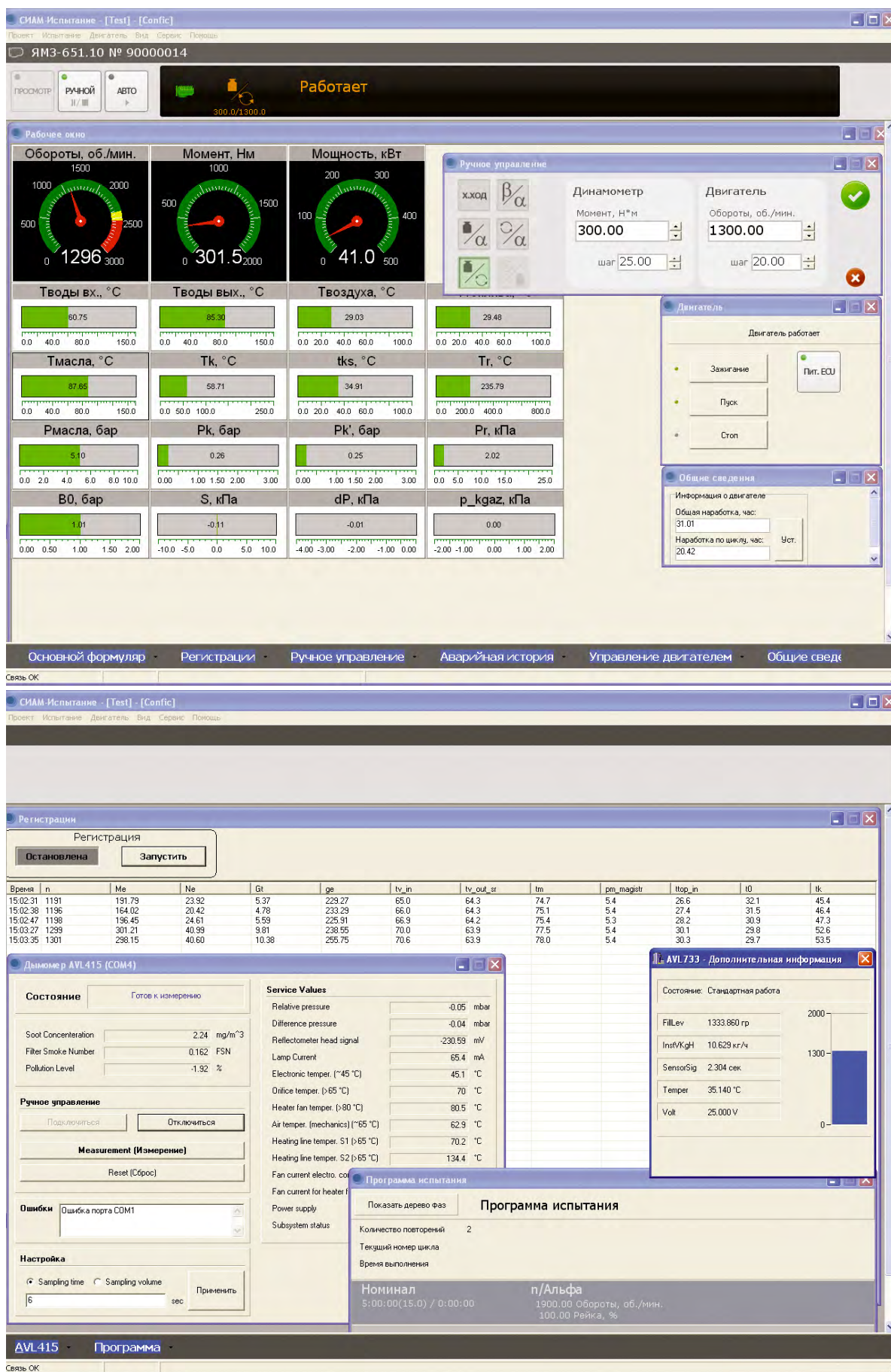


Рис. 3. Главное окно программного обеспечения СИАМ



**Рис. 4. Структура СИАМ**

## Система испытаний двигателей внутреннего сгорания (Ярославский моторный завод)

Наше предприятие производит модернизацию существующих гидротормозов и индукторных тормозов различных мощностей и позволяет создавать на их основе современные испытательные стенды.

В январе 2004 года на Ярославском моторном заводе (ЯМЗ) была внедрена в эксплуатацию автоматизированная измерительно-управляющая система испытаний двигателей внутреннего сгорания, которая на базе существующих гидротормозов и индукторных тормозов различных мощностей позволяет создавать современные испытательные стенды.

Измерительно-управляющая система предназначена для определения характеристик двигателя в процессе приемо-сдаточных испытаний, контрольных испытаний, ресурсных испытаний, исследовательских или доводочных испытаний.

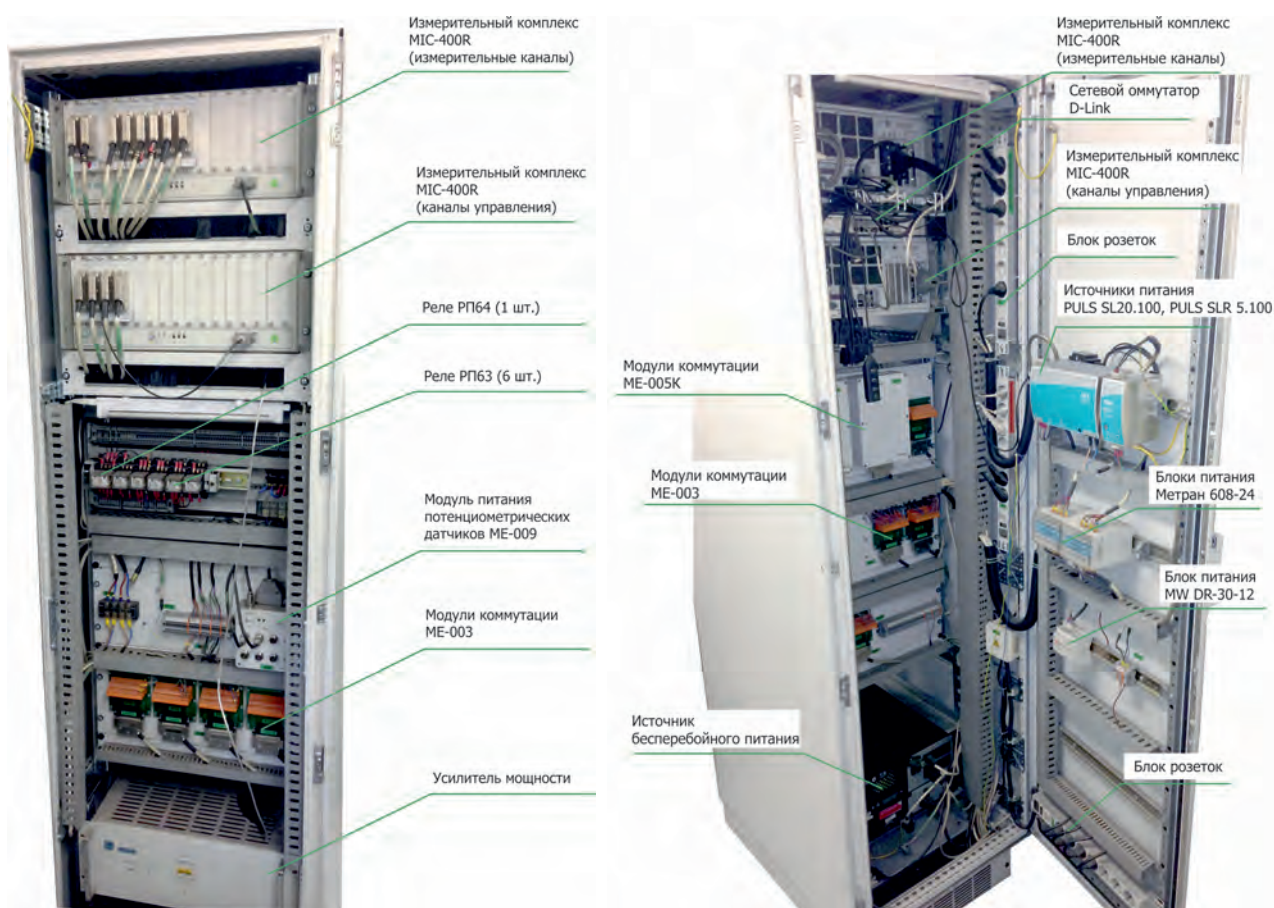


Рис.5. Компоновка измерительной стойки

Измерительно-управляющая система состоит из следующих основных частей:

- Подсистема цифровых многоуровневых регуляторов с использованием ШИМ модуляции для управления системой "двигатель-тормоз".
- Подсистема измерения и сбора данных на базе измерительно-управляющего комплекса МИС-400.
- Подсистема аварийной защиты.
- Подсистема документирования.

Управление системой "двигатель-тормоз" обеспечивается многоконтурным настраиваемым ПИД-регулятором. Информация о состоянии двигателя и тормоза, получаемая от датчиков обратной связи, позволяет поддерживать крутящий момент и обороты на заданном уровне.

Для выполнения функций измерения и управления в системе используются следующие измерительные модули:

- Тензометрический модуль МС-212.
- Модуль измерения частоты периодического сигнала МС-451.
- Модуль измерения ЭДС термопары МС-227К.
- Модуль измерения тока 0...5 мА МС-227С для регистрации сигналов с датчиков давления.
- Модуль сухих контактов МС-402.
- Модуль ввода дискретных сигналов МС-401.
- Модуль многоконтурного ПИД регулятора М-1081PID.
- Усилитель мощности управляющих сигналов.

### Реализуемые функции

Система позволяет задавать режимы работы "двигатель-тормоз": М/а, п/а, М/п.

М/а — задается величина тормозного момента М и положение рычага управления топливоподачи.

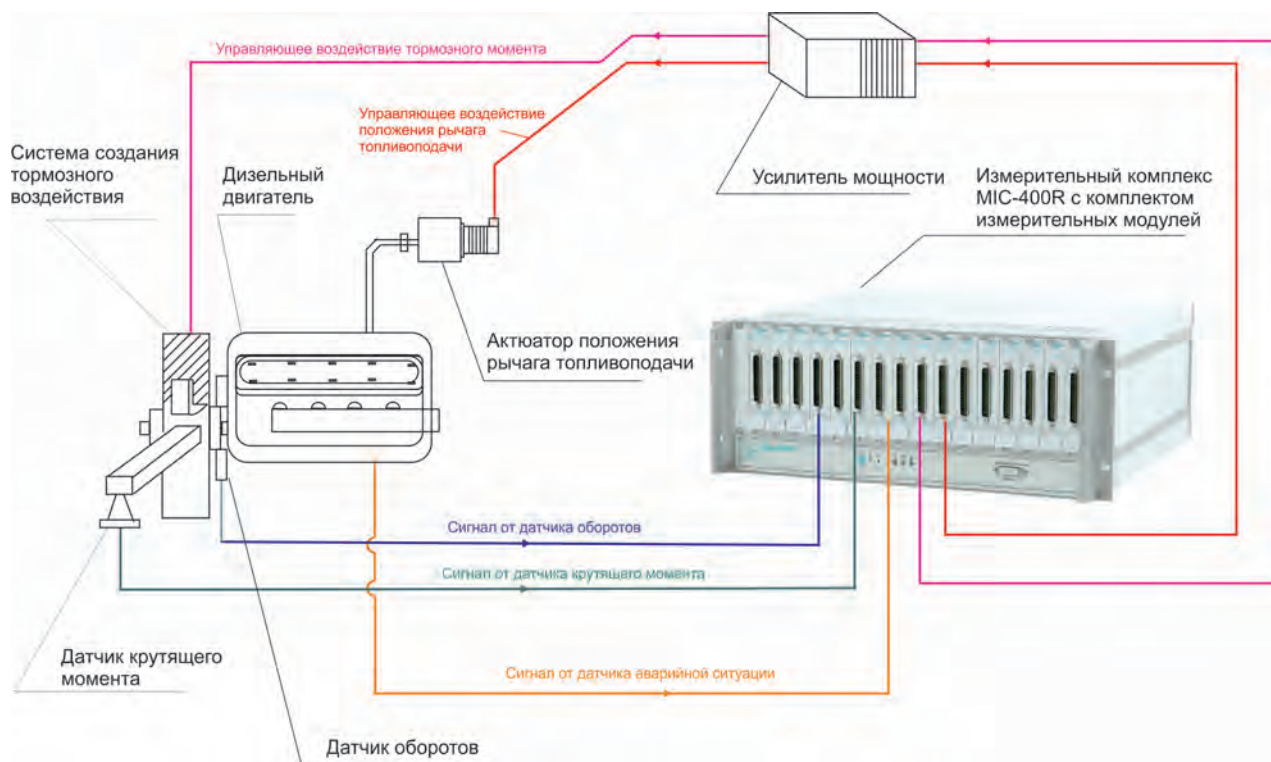
п/а — задается величина оборотов п и положение рычага управления топливоподачи.

М/п — задается величина тормозного момента М и величина оборотов п.

Для работы в циклическом режиме оператор задает последовательность включения режимов М/а, п/а, М/п, значения оборотов и крутящего момента, развиваемого двигателем на каждом из режимов, время работы на каждом режиме. Такая последовательность включения режимов называется циклической программой испытания.

По окончании этапа испытаний автоматически создается электронный отчет, с возможностью вывода на печать, в котором отражены основные характеристики двигателя на каждом режиме работы, такие как: расход топлива, развиваемая мощность, крутящий момент, обороты, температуры и давления по каждому этапу испытаний.





**Рис.6. Принцип работы системы регулирования**

В системе предусмотрена аварийная защита по основным параметрам двигателя и тормоза с различными реакциями (технологический останов, экстренный останов). Оператор может задавать следующие величины параметров, по которым срабатывает аварийная защита:

1. максимальные обороты;
2. минимальное давление масла;
3. максимальная температура охлаждающей жидкости;
4. максимальная температура масла;
5. максимальное давление картерных газов.

Кроме выполнения жестко заложенных в систему функций управления, возможно также проведение экспериментов, необходимых для анализа работы различных узлов и агрегатов двигателя.

Вся накопленная системой измерительная информация передается по сети Ethernet на рабочее место оператора для дальнейшей обработки.

Опыт внедрения автоматизированной системы испытания ДВС на ЯМЗ подтверждает возможность использования комплексов MIC для построения информационно-измерительных и информационно-управляющих систем на предприятиях отрасли.

За время эксплуатации стенда в 2004 году руководство ЯМЗ убедилось в целесообразности модернизации имеющихся гидротормозов и индукторных тормозов. В 2005 году профинансирована ещё одна подобная работа.



Научно-производственное предприятие «МЕРА»

Россия, 141002, Московская область,

г. Мытищи, ул. Колпакова, д. 2, корпус №13

Тел.: (495) 783-71-59 | Факс: (495) 745-98-93

[info@nppmera.ru](mailto:info@nppmera.ru) | [www.nppmera.ru](http://www.nppmera.ru)