

# *ValveExpert*

*Автоматический Тестовый Стенд*

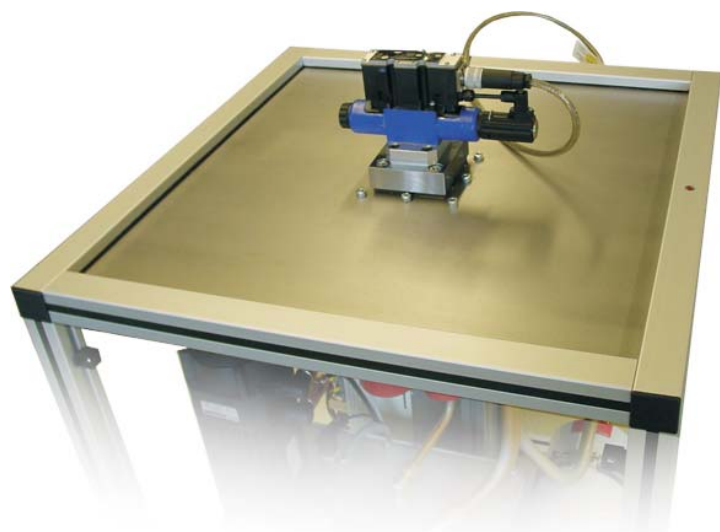


# Введение

ValveExpert - это удобный и мощный инструмент для проверки и настройки серво- и пропорциональных клапанов с расходом до 80 L/min и рабочим давлением до 210 bar. Тестовый стенд ValveExpert является полностью автономным оборудованием. Он не требует внешней гидравлической станции и громоздкой системы охлаждения. Все, что нужно для его работы - это электропитание с напряжением 380V. Работа ValveExpert полностью контролируется компьютерной системой, которая позволяет быстро анализировать практически все параметры клапанов. С помощью ValveExpert можно снимать расходную характеристику и характеристику утечки клапана, исследовать зависимость перепада давлений в управляющих портах от сигнала управления, проводить динамический анализ и многое другое. Необходимо отметить, что ValveExpert имеет возможность снимать амплитудно-фазовую частотную характеристику и находить наилучшую линейную динамическую модель клапана. Эта модель может быть представлена в виде передаточной функции или в виде дифференциального уравнения. Знание динамической модели клапана открывает неограниченные возможности для экспериментальных моделирований на компьютере. Мы надеемся, что дизайнеры и разработчики систем управления найдут эту уникальную возможность нашего тестового стенда совершенно необходимой при конструировании своих машин.

Директор DIETZ automation GmbH

/Joachim Dietz/



# Особенности ValveExpert

## Основные элементы конструкции

- Встроенная гидравлическая станция с переменной производительностью до 18 L/min, максимальной мощностью 6 kW и рабочим давлением до 210 bar.
- Шестилитровый поршневой аккумулятор, который обеспечивает производительность до 80 L/min во время тестирования.
- Встроенный 3μ фильтр обеспечивает превосходную очистку масла.
- Современный вычислительный комплекс.
- Набор дополнительных аксессуаров.

## Надежность

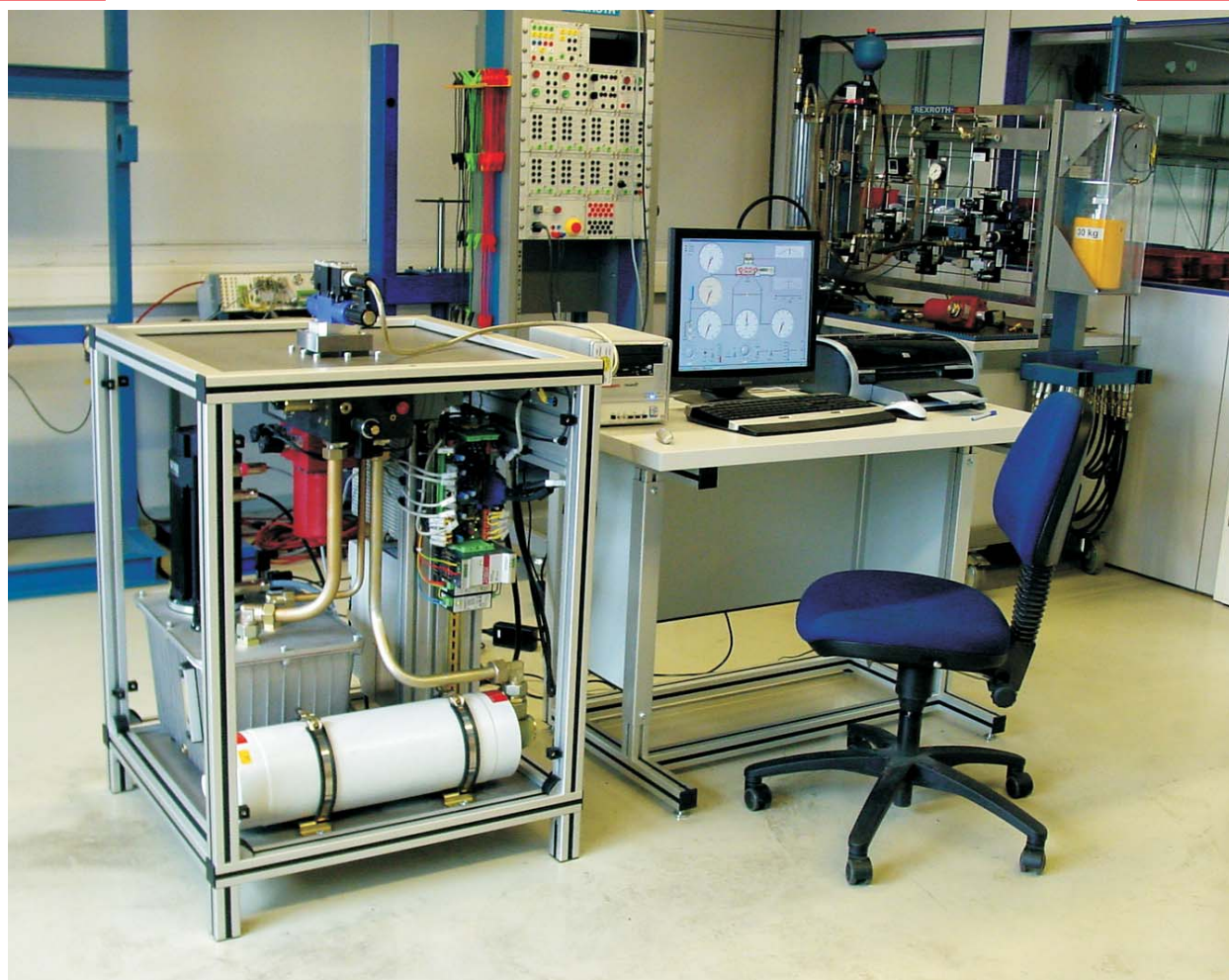
- Практически все элементы гидравлики (фильтры, датчики и клапаны) вмонтированы в единый стальной блок. Это обеспечивает исключительную надежность конструкции.
- Наличие резервного 10μ фильтра для предотвращения случайного загрязнения масла.
- Наличие аппаратных и программных средств защиты стенда от аварийных ситуаций.
- Высочайшее качество всех используемых компонент.

## Функциональные особенности

- Широкий спектр тестируемых клапанов
- Наличие пользовательской базы данных серво- и пропорциональных клапанов.
- Мощный математический анализ результатов измерений с использованием компьютера.
- Программы ручного и автоматического тестирования. "Гидравлическая лаборатория" на экране плоского 19" монитора.
- Определение статических и динамических характеристик для клапанов с расходом до 80 L/min.
- Возможность тестирования пропорциональных клапанов со встроенной динамической задержкой в управлении.
- Прогноз расхода и утечки клапанов при работе на очень маленьких и больших давлениях.
- Тестирование и анализ амплитудно-фазовых частотных характеристик.
- Определение наилучшей линейной динамической модели клапана.
- Возможность использования различных единиц измерения.
- Индивидуальная настройка чувствительности всех приборов.
- Прекрасные средства для ремонта и настройки серво- и пропорциональных клапанов.
- Низкий уровень шума.
- Не требуется дополнительное оборудование. Для тестирования необходимо лишь подключить ValveExpert к электросети.
- Мобильность стенда. Автономность, малые габариты и вес.

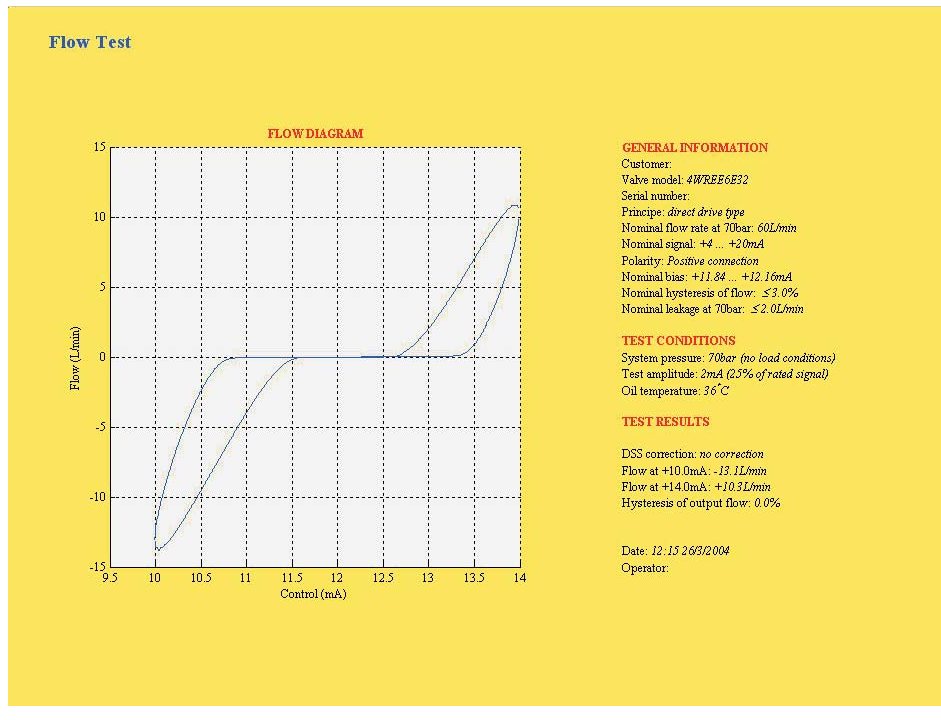
## Стоимость

- Низкая стоимость инсталляции и обслуживания стенда.
- Маленькое рабочее помещение и отсутствие необходимости в шумоизоляции.
- Эргономичная компоновка всех элементов стенда.
- Минимальные затраты на обучение обслуживающего персонала. Необходимы только базовые знания компьютера и основ серво-гидравлики.
- Малое потребление энергии.
- Отсутствие необходимости в использовании внешней насосной станции и системы охлаждения.
- Высокая производительность. Незначительные затраты времени на процесс полного тестирования.
- Чрезвычайно низкая стоимость самого стенда.

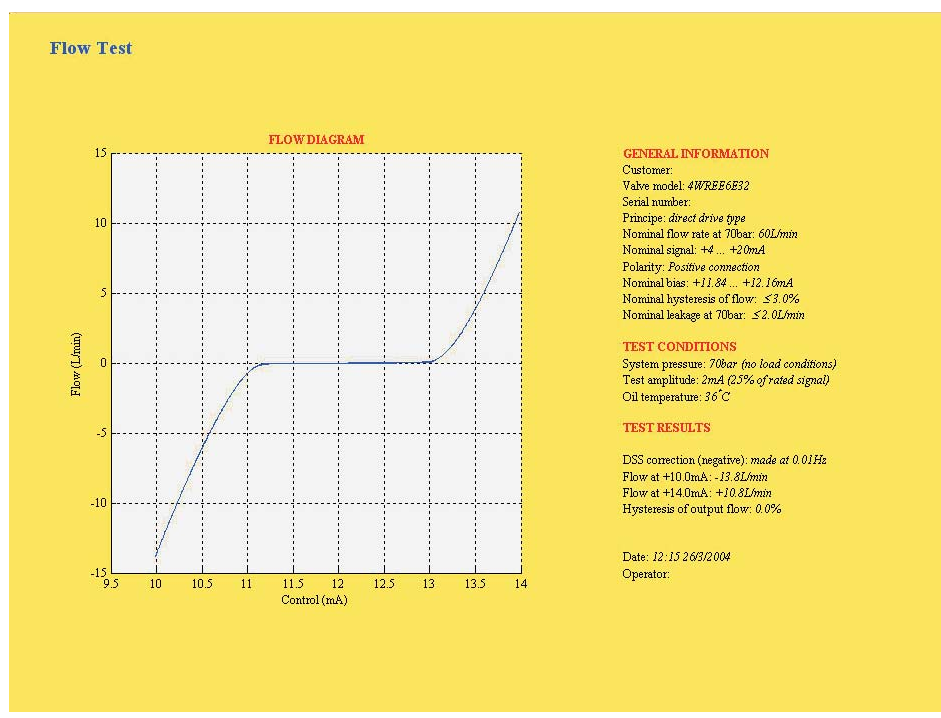


# Принцип измерения статической характеристики

Наиболее важной характеристикой серво- и пропорциональных клапанов является статическая характеристика. Она связывает постоянное управляющее воздействие и величину расхода сервоклапана, которое устанавливается после затухания переходных процессов. На практике, в качестве такой характеристики обычно берут график  $(x(t), y(t))$ , где  $t$  - время,  $x(t)$  - медленно изменяющееся управление, а  $y(t)$  - расход. Для того чтобы этот график был хорошим приближением статической характеристики необходимо учитывать время переходных процессов, т.е. управление  $x(t)$  должно меняться очень медленно. Такой процесс тестирования может занимать 10-20 минут и даже более. Очевидно, что в этом случае энергия, потраченная на тестирование клапана, будет огромной, поскольку она пропорциональна времени измерения. Для избежания большой потери энергии тестовый стенд ValveExpert осуществляет тестирование за сравнительно короткое время. Это, конечно, ведет к появлению динамического эффекта связанного с замедленной реакцией клапана и статическая характеристика "раздувается". Такое "раздувание" статической характеристики называется эффектом Лиссажу. Однако статическая характеристика может быть восстановлена методом DSS, который учитывает влияние динамического эффекта. Именно этот метод положен в основу обработки результатов измерения в тестовом стенде ValveExpert



На рисунке слева изображен результат непосредственного измерения статической характеристики клапана фирмы Rexroth. Эта диаграмма сильно "раздута" несмотря на то, что тестирование проводилось достаточно медленно (с частотой 0.01Hz). Такое поведение клапана объясняется наличием встроенной динамической задержки сигнала управления.



Метод DSS позволяет корректировать динамический эффект, и получить статическую характеристику с высокой степенью точности. Чтобы получить аналогичный результат непосредственным измерением понадобится более 20 минут. Для этого необходима более мощная насосная станция и водяное охлаждение масла, т.к. энергия, потраченная в результате такого тестирования, будет огромна.

# Гидравлика

Для насосной станции мы использовали бесщеточный серводвигатель и шестерёнчатый насос. Такая конструкция обеспечивает низкий уровень шума, высокий коэффициент полезного действия и исключительную надежность системы.

Встроенный 3μ фильтр обеспечивает превосходную очистку масла. Для того чтобы полностью исключить аварийные ситуации, связанные с загрязнением масла, система также имеет резервный 10μ фильтр.

Практически все элементы гидравлики (фильтры, датчики и клапаны) вмонтированы в единый стальной блок. Это обеспечивает исключительную надежность конструкции. Возможность утечки масла сведена к минимуму.

Эргономичная компоновка всех элементов станда обеспечивает удобный доступ к ним при обслуживании.

Шестилитровый поршневой аккумулятор обеспечивает производительность до 80 L/min во время тестирования.

Объем масляного резервуара гидравлической станции - 40 литров. При нормальной эксплуатации станда температура масла колеблется около 40° С. Программные и аппаратные средства защиты станда постоянно следят за критическим уменьшением уровня масла и сильным увеличением температуры.



# Электроника

Использование современной элементной базы и технологии SMD позволили создать компактную и надежную электронную плату управления стендом.

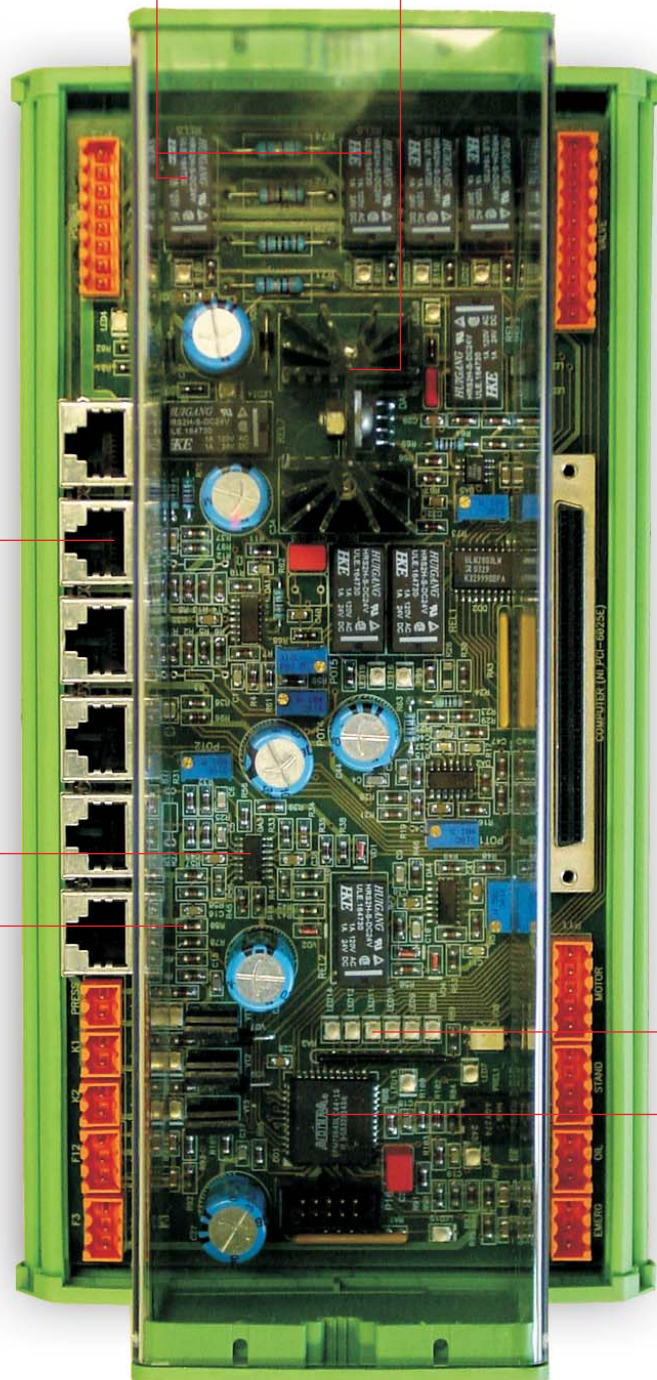
Надежные соединения обеспечиваются индустриальными разъемами. Все датчики подключаются через экранированные соединители, что гарантирует надежную защиту от электрических помех.

Встроенные реле обеспечивают различные типы подключения тестируемого сервоклапана к стенду. Отпадает необходимость в использовании специализированных кабелей.

Универсальный усилитель позволяет управлять клапанами с током до  $\pm 120$  mA и напряжением  $\pm 10$  V. Высокое напряжение питания усилителя дает возможность тестировать клапаны с высоким входным индуктивным сопротивлением на больших частотах. По желанию заказчика имеется возможность увеличить значение максимального рабочего тока до 2 A.

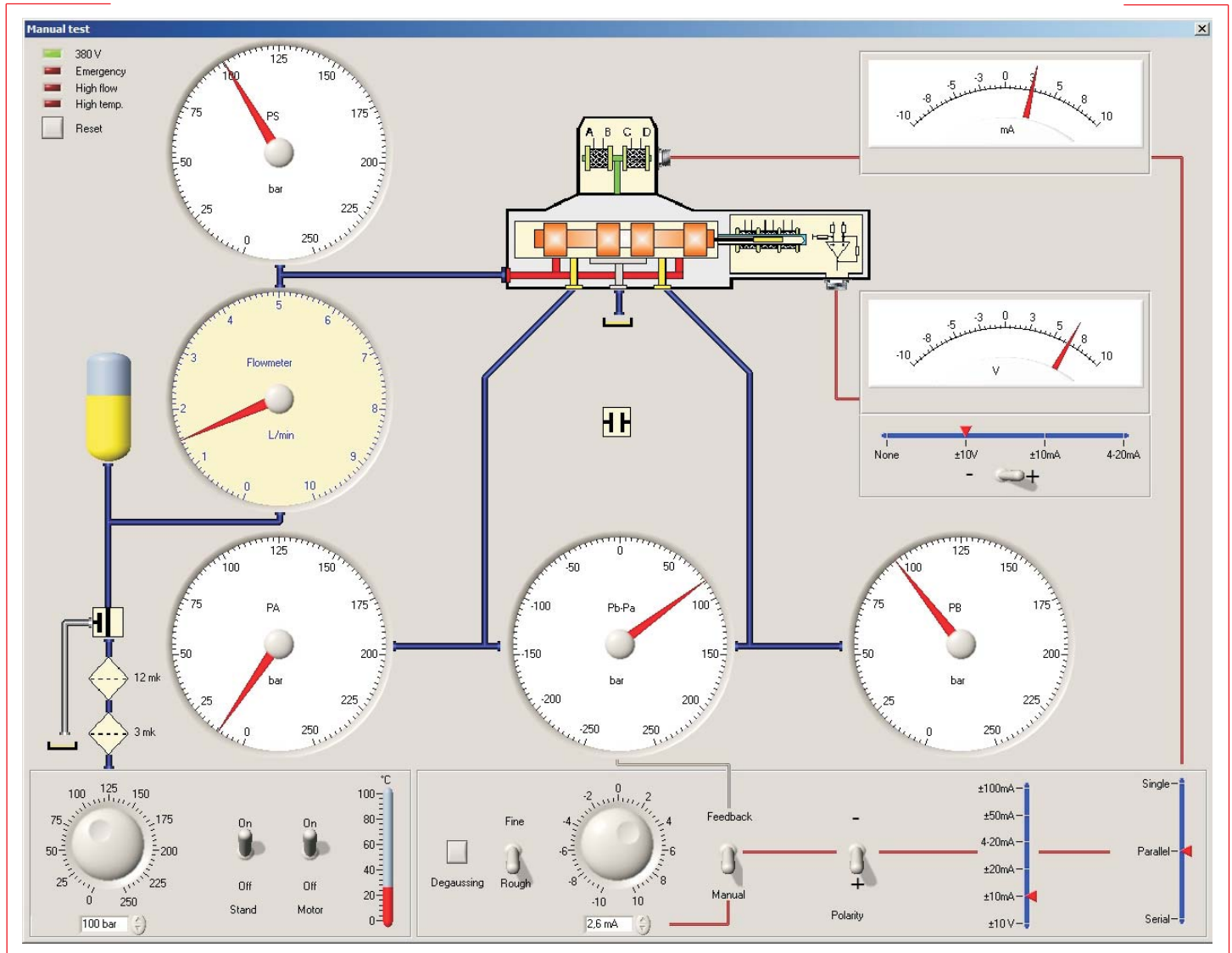
Плата оснащена множеством светодиодных индикаторов, которые служат для отображения всех важнейших режимов работы ValveExpert. Такая индикация значительно облегчает диагностику работы стенда.

Первичная обработка всей цифровой информации возложена на программируемый чип ALTERA. Именно эта микросхема следит за всеми нестандартными ситуациями на аппаратном уровне.

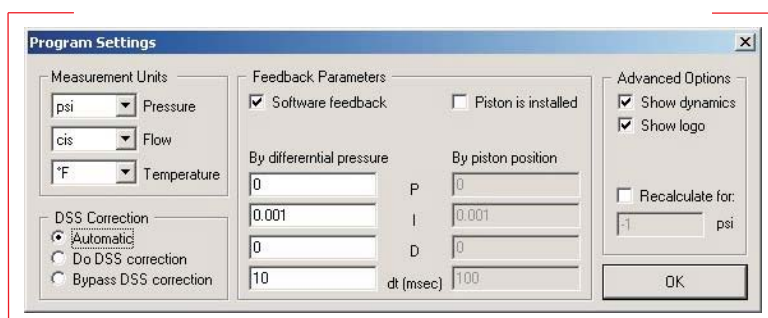


# Ручное тестирование

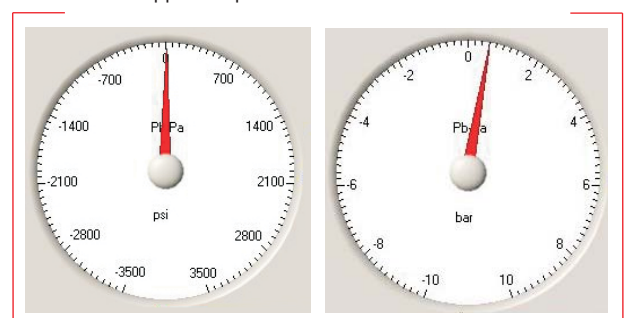
Тестовый стенд ValveExpert является SCADA системой (Supervisory Control And Data Acquisition). При вызове диалога "Manual Test" запускается программа ручного тестирования и на экране Вашего плоского 19" монитора появляется полнофункциональная "гидравлическая лаборатория". Управление всеми переключателями и приборами этой виртуальной лаборатории осуществляется с помощью мыши и клавиатуры компьютера. Вы можете проверить работоспособность стенда, провести плановую фильтрацию масла, поднять необходимое давление, протестировать и настроить смещение нуля своего клапана. Это далеко не полный перечень возможностей диалогового окна "Manual Test". Работа с виртуальной лабораторией интуитивно понятна и не требует специального обучения.



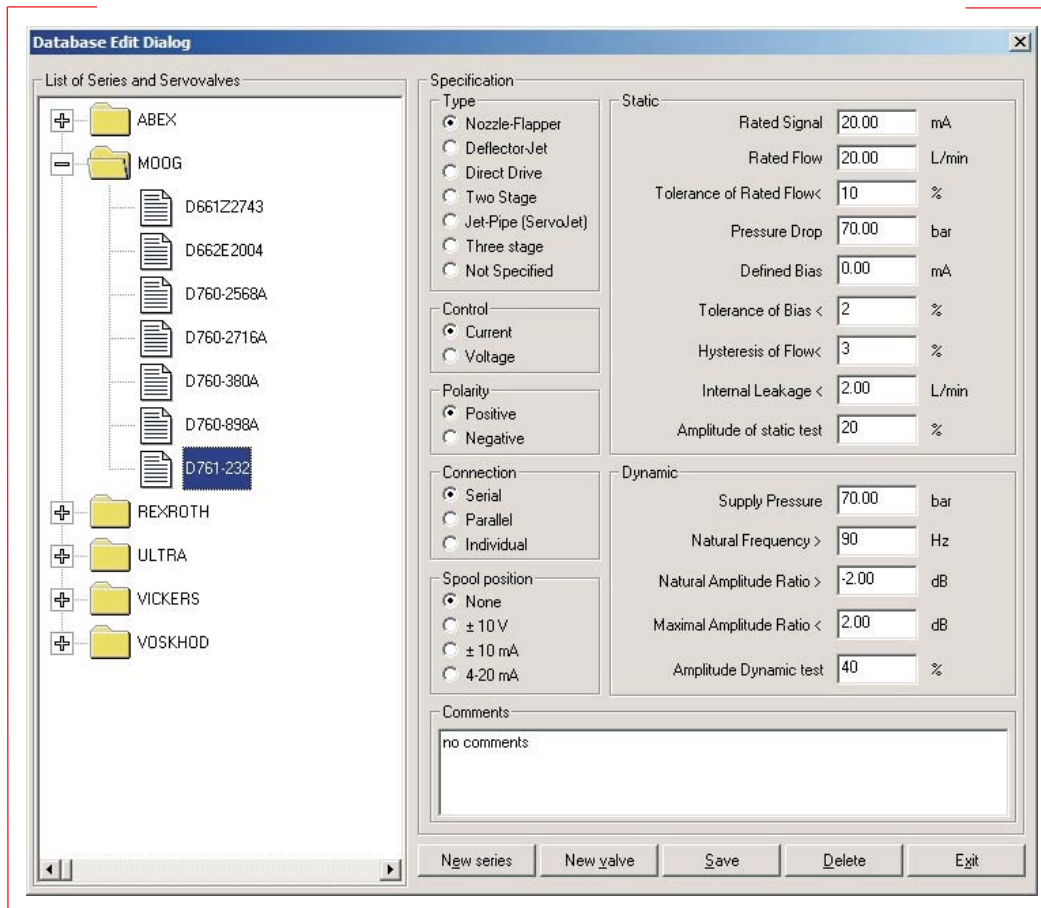
Все режимы работы стенда настраиваются через диалоговое окно "Program Settings".



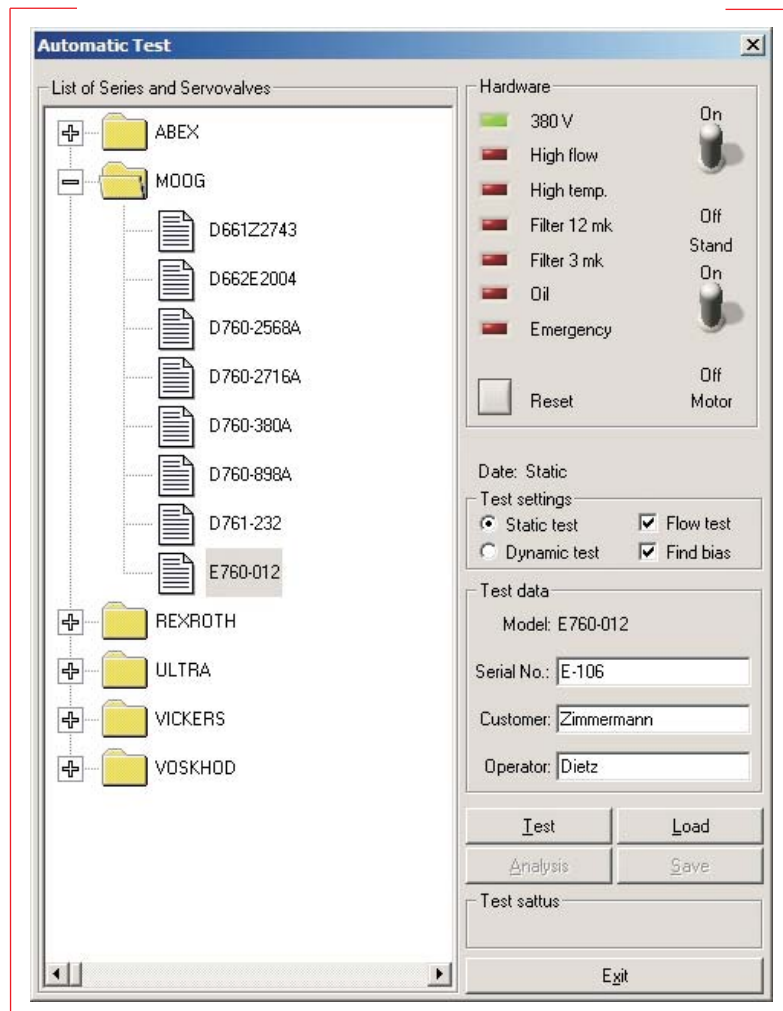
Единицы измерения и диапазон чувствительности каждого виртуального прибора "гидравлической лаборатории" может быть настроен пользователем. Точное цифровое значение любого прибора может быть снято одним щелчком мыши.



# Автоматическое тестирование



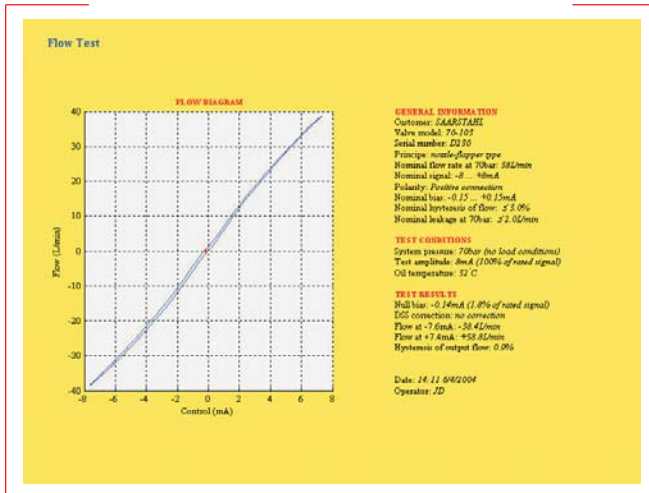
Удобная встроенная база данных серво- и пропорциональных клапанов максимально повышает производительность труда. Все параметры, необходимые для работы, хранятся в этой базе данных и Вам не нужно искать или вспоминать спецификацию клапана, чтобы начать тестирование.



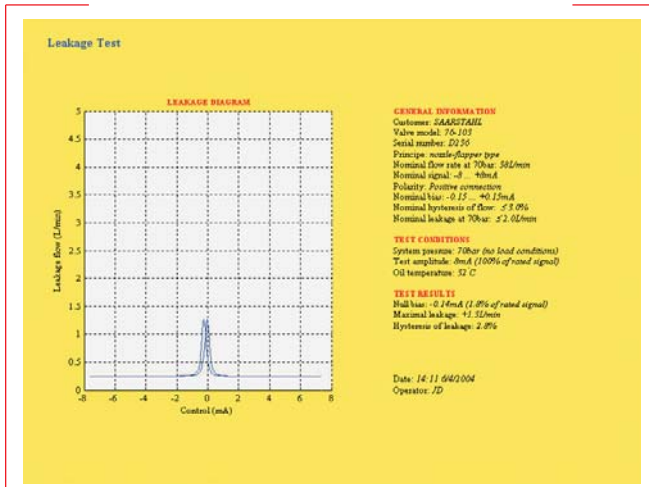
Комплексная проверка клапана осуществляется в автоматическом режиме. Чтобы начать тестирование нужно включить питание стенда и мотор, выбрать клапан из базы данных, установить тип теста и нажать кнопку "Test". При желании также можно заполнить поля: "Serial No.", "Customer" и "Operator". Через несколько минут тест будет закончен и Вам останется только нажать кнопку "Analysis", чтобы получить результаты теста.



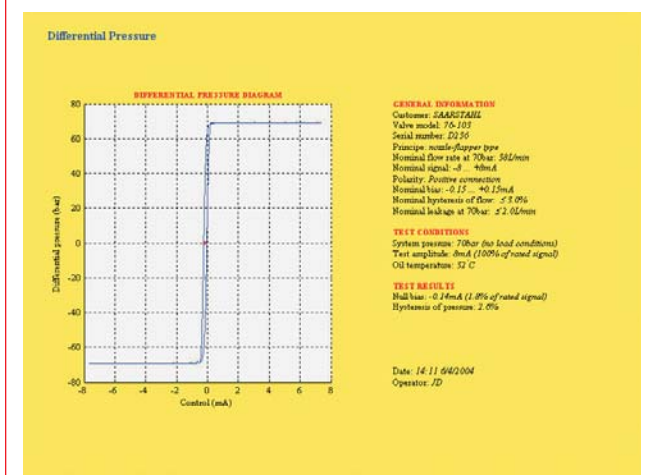
# Анализ результатов тестирования



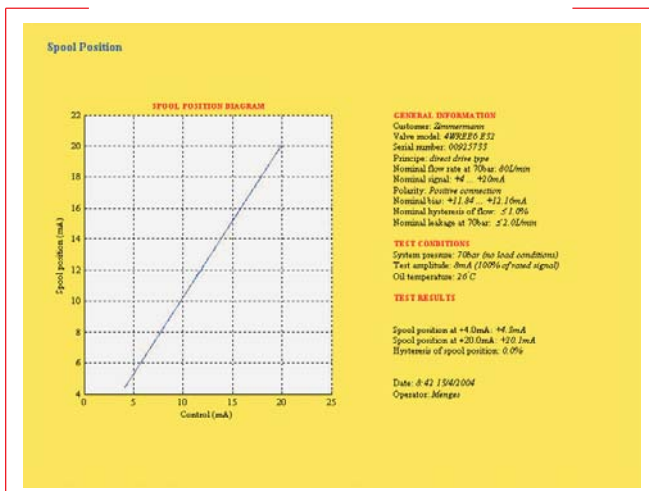
**Диаграмма расхода** - это график функции, который выражает зависимость величины потока через управляющие порты клапана от сигнала управления. При измерении потока управляющие порты должны быть соединены. Благодаря присутствию эффекта гистерезиса, эта функция обычно определена неоднозначно.



**Диаграмма утечки** - это график функции, который выражает зависимость величины потока через клапана от сигнала управления при заблокированных управляющих портах.



**Диаграмма дифференциального давления** - это график функции, который выражает зависимость разницы давлений между заблокированными портами управления клапана от сигнала управления.



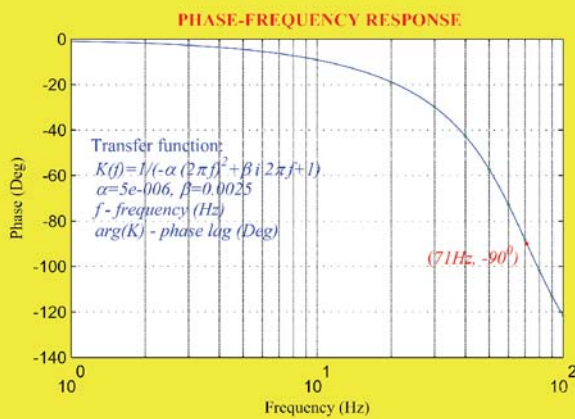
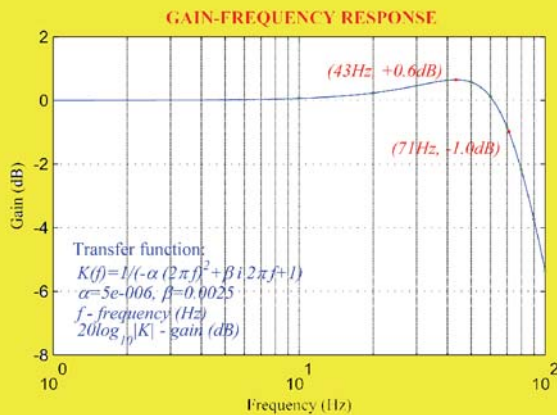
**Диаграмма датчика позиции золотника** - это график функции, который выражает зависимость сигнала с датчика позиции клапана от сигнала управления.

# Тестирование динамических характеристик

**Динамическая характеристика клапана** - это соотношение между расходом клапана и входным гармоническим управляющим сигналом. Для описания динамической характеристики принято строить зависимость амплитуды и величины запаздывания выходного сигнала от частоты управления. Тестовый стенд ValveExpert имеет возможность строить не только амплитудно-частотную фазово-частотную характеристику, но и осуществлять поиск наилучшей линейной модели тестируемого клапана. Найденная динамическая модель может быть представлена в виде передаточной функции или дифференциального уравнения. Мы надеемся, что дизайнеры и разработчики различных систем управления найдут эту уникальную возможность нашего тестового стенда совершенно необходимой при экспериментальных моделированиях своих систем на компьютере.

## Dynamic Test

**DIETZ**  
automation



## GENERAL INFORMATION

Customer: DIETZ automation GmbH  
Valve model: D633-356A  
Serial number: 123-234  
Principle: direct drive type  
Spool position transducer:  $\pm 10V$   
Connection: positive, individual  
Nominal control signal: -10 ... +10mA  
Nominal flow rate: 40 $\pm$ 4L/min (70bar, no load)  
Bias tolerance: -0.20 ... +0.20mA  
Maximal hysteresis of flow:  $\leq 0.5\%$  (70bar, no load)  
Maximal leakage:  $\leq 0.8L/min$  (70bar, control ports blocked)  
Natural frequency:  $\geq 70Hz$  (210bar, control 40%, no load)  
Gain at natural frequency:  $\geq -2dB$  (210bar, control 40%, no load)  
Maximal gain:  $\leq 2dB$  (210bar, control 40%, no load)

## TEST CONDITIONS

System pressure: 210bar (no load conditions)  
Test amplitude: 4mA (40% of nominal control signal)  
Oil temperature: 24°C

## TEST RESULTS

Best dynamical model of the second order  
 $A \frac{d^2 y}{dt^2} + B \frac{dy}{dt} + C(y - y_0) = u(t) - u_0$   
 $A = 4e-006, B = 0.002, C = 0.8$   
 $u$  - control signal (mA)  
 $y$  - spool position (V)  
 $u_0 = -0.0mA$  (shift of control)  
 $y_0 = y(u_0) = +0.1V$  (shift of output)  
Natural frequency: 71Hz  
Gain at 71Hz: -1.0dB  
Maximal gain: +0.6dB (at 43Hz)

Date: 18:19 5/6/2004  
Operator: M.Shashkov

Для построения динамических характеристик достаточно проанализировать сигнал датчика позиции золотника, который пропорционален расходу клапана. Для определения динамических характеристик клапанов без такого датчика фирма DIETZ automation GmbH изготавливает специальный измерительный поршень, который поставляется по желанию клиента.

