УРАЛЬСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР

СТЕНД ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ БАЛЛОНОВ НА ЦИКЛИЧЕСКУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Докладчик:
главный инженер проектов, канд. техн. наук Гойдо М.Е.

Россия, Челябинск, 454007, ул.Рождественского, 6.
Тел./факс (351) 7-750-168 E-mail: goido@cheltec.ru
Web: www.cheltec.ru

Согласно ГОСТу Р 51753–2001 "Баллоны высокого давления для сжатого природного газа, используемого в качестве моторного топлива на автомобильных транспортных средствах. Общие технические условия" упомянутые баллоны принимают партиями. Количество баллонов в партии должно быть не более 200 шт. (без учета баллонов для испытаний разрушающими методами). Приемосдаточные испытания включают испытания и контроль каждого баллона, а также выборочные испытания баллонов каждой партии. От каждой партии отбирают два баллона для испытания до разрушения и на циклическую долговечность.

В процессе испытания на циклическую долговечность баллон нагружают при температуре окружающей среды внутренним гидравлическим давлением от значения не более $\boldsymbol{0{,}1p_{раб}}$ до значения не менее $\boldsymbol{1{,}3p_{раб}}$ (где $\boldsymbol{p_{раб}}$ — рабочее давление баллона, представляющее собой максимальное давление газа в баллоне при температуре 20 °С) с частотой не более 10 циклов в минуту. Баллон должен выдержать без разрушения не менее ***1000 T*** полных циклов нагружения (где ***T*** — расчетный срок службы баллона в годах). При приемосдаточных испытаниях после достижения ***1000 T*** циклов баллон подлежит уничтожению.

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

Очевидно, что для обеспечения увеличения давления в баллоне в него должно подаваться дополнительное количество рабочей жидкости (то есть жидкости, с использованием которой проводится испытание), а для уменьшения давления — жидкость должна отбираться из баллона. При этом величина расхода $Q_б$ рабочей жидкости, подаваемой в испытываемый баллон или забираемой из него, определяется потребной скоростью dp/dt изменения давления p в баллоне, и связь между указанными величинами может быть представлена следующим образом:

$$Q_б = (V_б / E_п)\, dp/dt \,, \qquad (1)$$

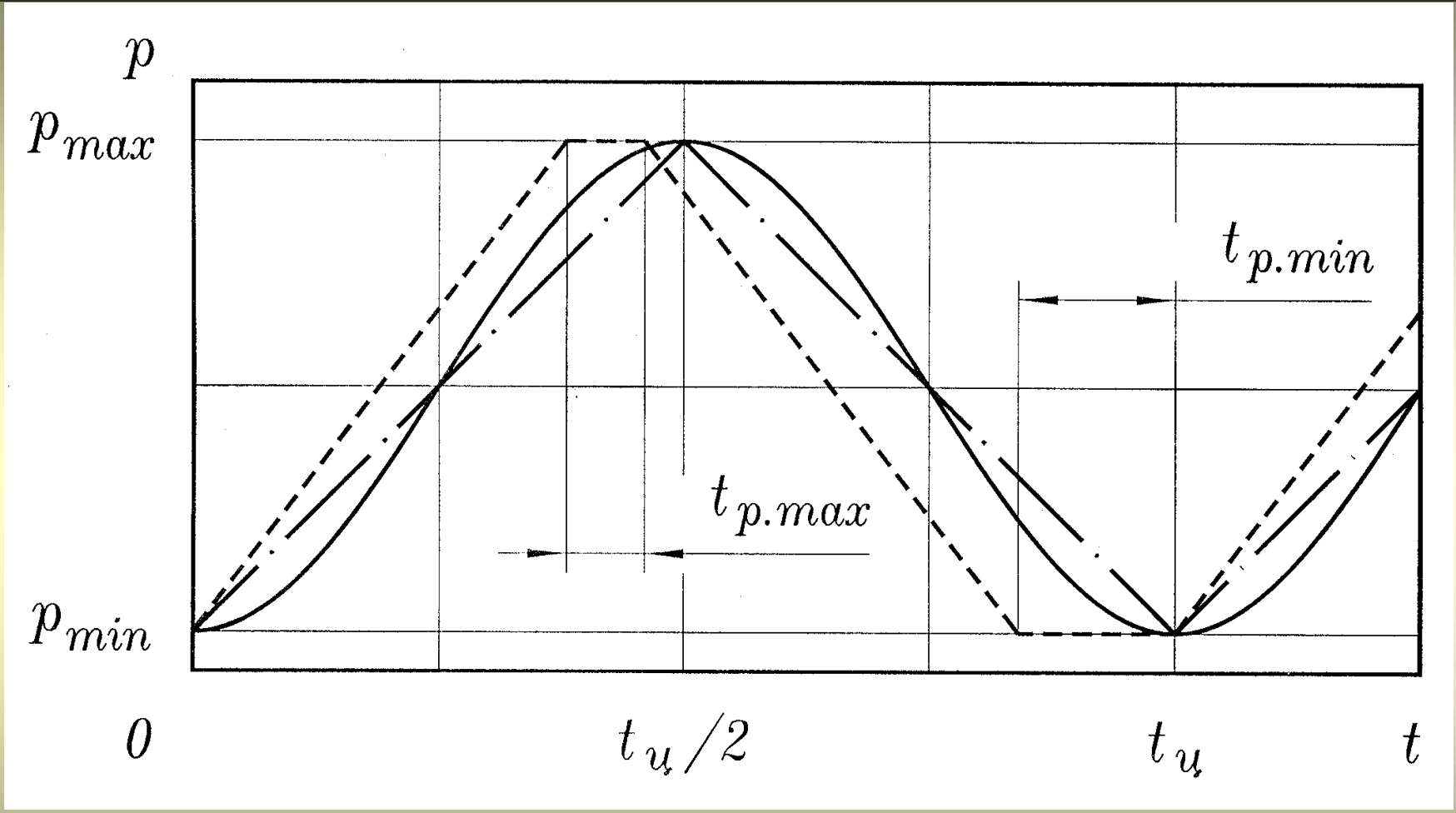
где $V_б$ — вместимость баллона;

$E_п$ — приведенный модуль объемной упругости баллона вместе с содержащейся в нем рабочей жидкостью;

t — время.

Из формулы (1) следует, что максимальное потребное значение $Q_{б.max}$ расхода $Q_б$ при прочих равных условиях существенно зависит от принятого закона: $p = p(t)$ — изменения давления p в баллоне в функции времени t в пределах от минимального значения p_{min} ($p_{min} = 0{,}1\, p_{раб} - \Delta_{max}$) до максимального значения p_{max} ($p_{max} = 1{,}3\, p_{раб} + \Delta_{max}$) и наоборот (здесь Δ_{max} — максимальная абсолютная погрешность измерения давления в баллоне в процессе его испытания).

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru



Графики возможных законов изменения давления *p* в функции времени *t* в процессе испытания баллона на циклическую долговечность: синусоидальный (сплошная линия), равнобедренный трапециидальный (штриховая линия), треугольный (штрих-пунктирная линия) (*tц* — продолжительность одного цикла испытаний)

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

Если исходить с позиций минимизации максимальных значений скорости ***dp/dt*** изменения давления в испытываемом баллоне и потребного расхода $Q_б$ рабочей жидкости, то наиболее рациональным представляется треугольный закон изменения давления с равными между собой и половине продолжительности $t_ц$ одного цикла испытаний промежутками времени $t_{ув}$ и $t_{ум}$, в течение которых происходит соответственно увеличение и уменьшение давления в пределах от p_{min} до p_{max} и наоборот: $t_{ув} = t_{ум} = t_ц / 2$. При реализации указанного закона скорость ***dp/dt*** изменения давления в испытываемом баллоне и потребный расход $Q_б$ рабочей жидкости на протяжении всего цикла испытаний по абсолютной величине остаются постоянными и равными соответственно величинам:

$$|dp/dt|_Δ = 2 (p_{max} – p_{min}) / t_ц ; \quad (2)$$

$$|Q_б|_Δ = 2V_б (p_{max} – p_{min}) / (E_п t_ц) , — \quad (3)$$

являясь положительными на этапе увеличения давления p и отрицательными на этапе его уменьшения. В соответствии с отмеченным обстоятельством при треугольном законе изменения давления в моменты перехода с этапа увеличения давления на этап уменьшения давления и наоборот величины ***dp/dt*** и $Q_б$ мгновенно изменяются по модулю на значения соответственно $2|dp/dt|_Δ$ и $2|Q_б|_Δ$, что практически не осуществимо (другое дело, что любой закон изменения давления может быть обеспечен лишь с определенной степенью точности).

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

С точки зрения простоты реализации предпочтения заслуживает синусоидальный закон изменения давления *p* в испытываемом баллоне:

$$p = [(p_{max} + p_{min}) + (p_{max} - p_{min}) \sin(2\pi t / t_{ц} - \pi/2)] /2. \quad (4)$$

При использовании синусоидального закона абсолютные максимальные значений скорости dp/dt изменения давления в испытываемом баллоне и потребного расхода $Q_б$ рабочей жидкости определяются по следующим выражениям, являющимся производными из зависимостей (4) и (1):

$$|dp/dt|_{max.s} = \pi (p_{max} - p_{min}) / t_{ц} ; \quad (5)$$

$$|Q_б|_{max.s} = \pi V_б (p_{max} - p_{min}) / (E_п t_{ц}) , — \quad (6)$$

и, как видно из сопоставления выражений (5), (6) с выражениями (2), (3), в $\pi/2$ раз превышают соответствующие величины для случая использования треугольного закона изменения давления.

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

Возможны несколько вариантов исполнения гидравлической части стенда для проведения испытаний баллонов на циклическую долговечность, каждому из которых свойственны свои достоинства и недостатки:

1) с гидравлическим пульсатором;

2) с регулируемым реверсивным насосом-мотором с пропорциональным электрическим управлением;

3) с нерегулируемым реверсивным насосом-мотором и регулируемым электроприводом;

4) с нереверсивным насосом-мотором с пропорциональным электрическим управлением (или с регулируемым электроприводом) и направляющим гидрораспределителем;

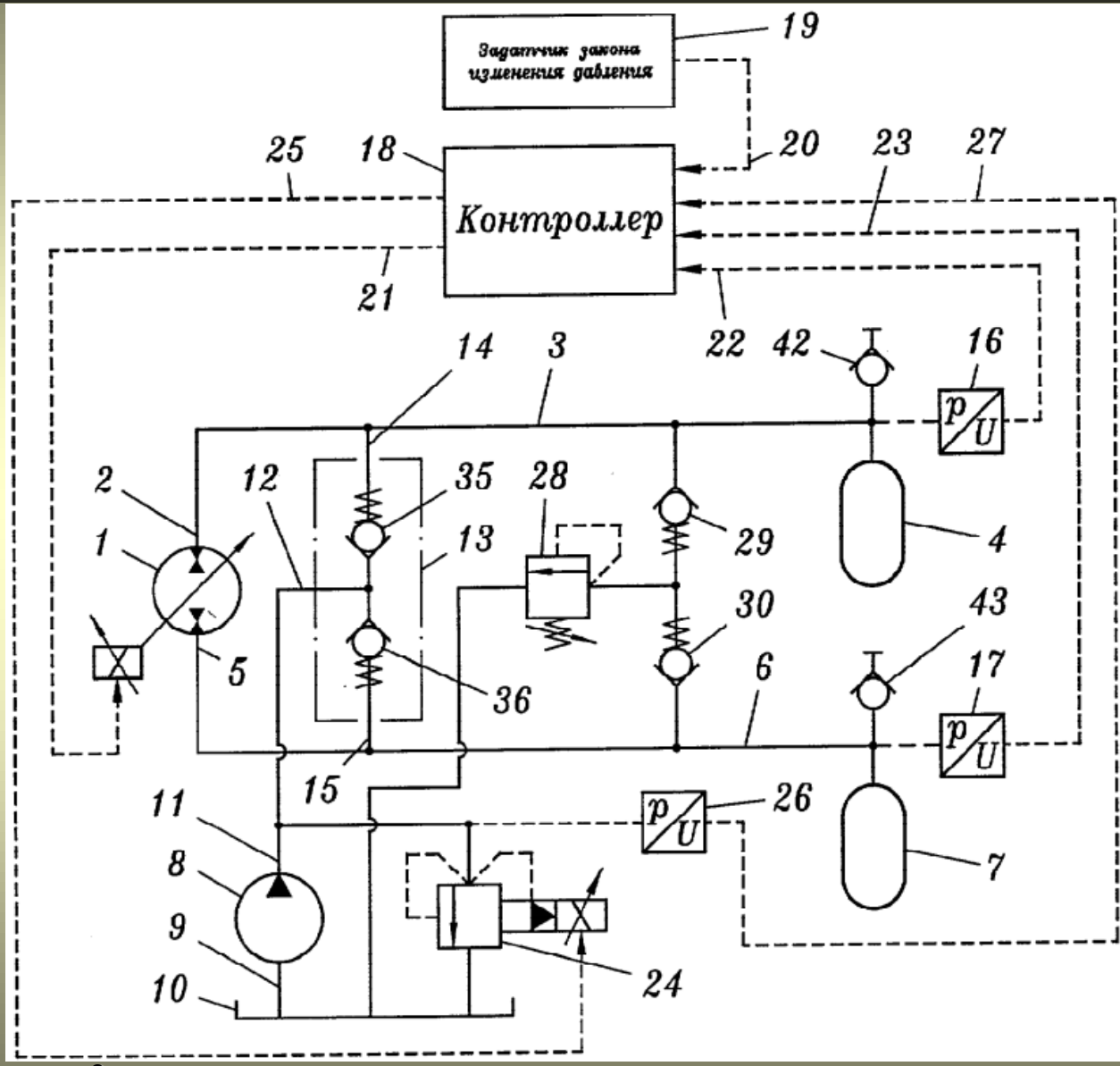
5) с источником постоянного давления и дросселирующим гидрораспределителем с пропорциональным электрическим управлением;

6) с нерегулируемым насосом, работающим в режиме переменного давления, и гидроаппаратом с пропорциональным электрическим управлением, регулирующим давление в испытуемом баллоне.

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

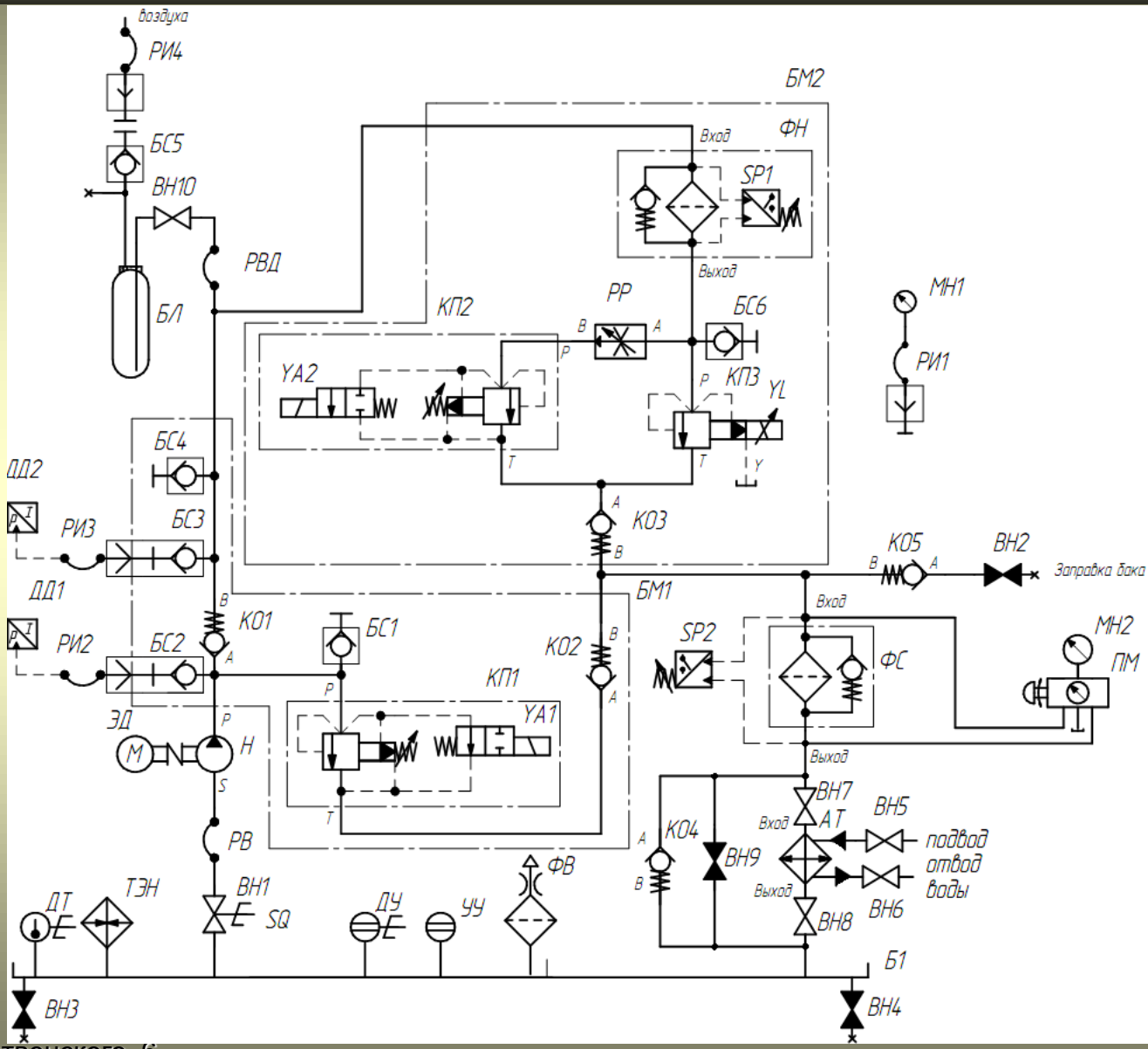
.

Принципиальная
гидравлическая схема стенда
с реверсивным регулируемым
насосом-мотором
для одновременных испытаний
двух баллонов
на циклическую долговечность



Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

Принципиальная гидравлическая схема стенда для испытаний баллонов на циклическую долговечность (ПАО «ПНТЗ», г. Первоуральск)



Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

Общий вид насосной установки стенда для испытаний баллонов на циклическую долговечность

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

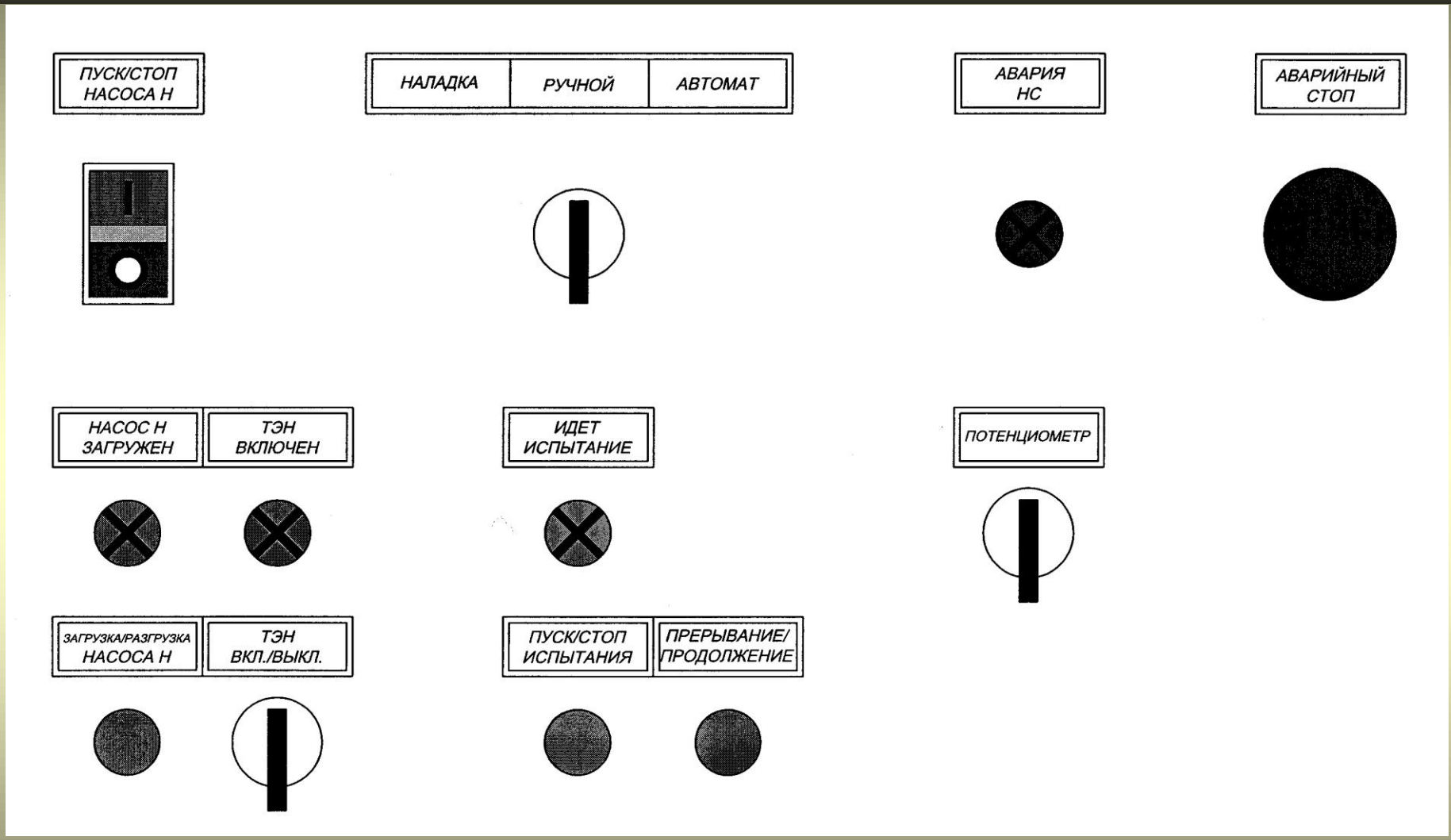
ООО «УРАЛЬСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР», г. Челябинск

Передвижной заправочный агрегат для гидросистем

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

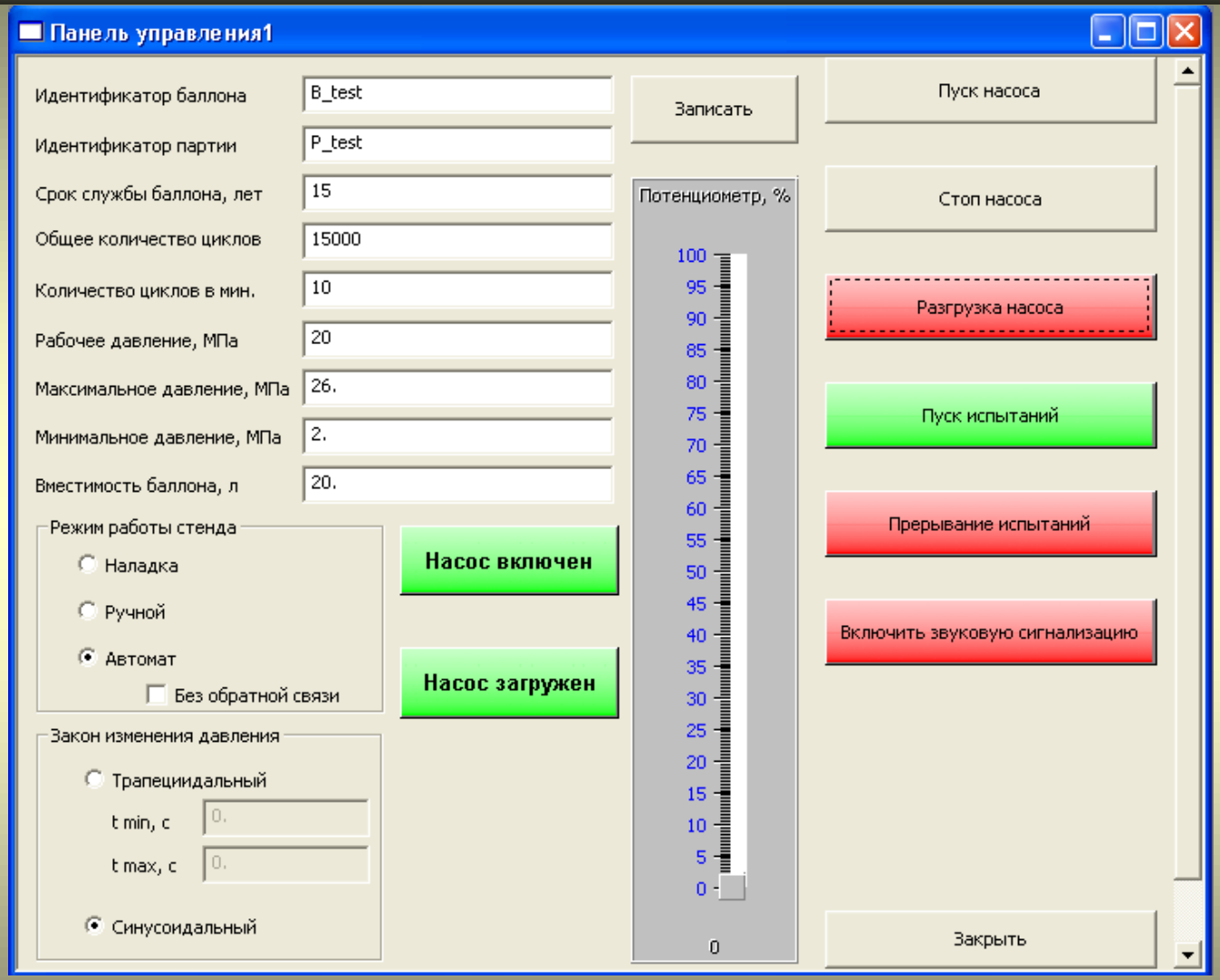
Общий вид пульта управления стенда

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru



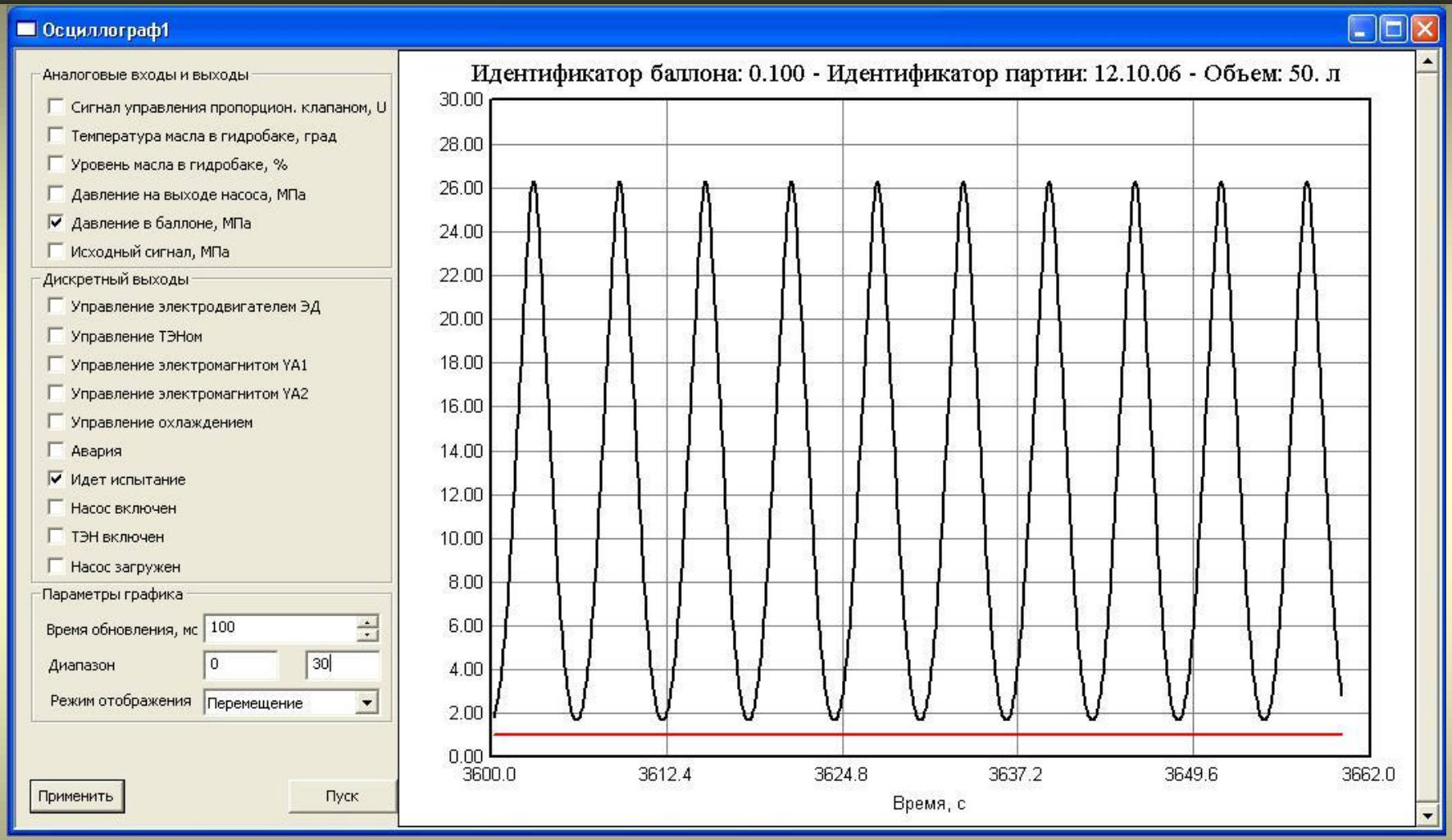
Расположение элементов управления на пульте стенда

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru



Копия экрана дисплея
с панелью управления программы-приложения верхнего уровня

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru



Копия экрана дисплея
с панелью-осциллографом программы-приложения верхнего уровня
(с графиком изменения давления в баллоне в процессе его испытания)

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

ООО «УРАЛЬСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР», г. Челябинск

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.ME55.A01682

Срок действия с 26.06.2006 по ------

6773218

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ
промышленной продукции НП «Южно-Уральское техническое общество»
(Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.11МЕ55 от 12.05.2006г.)
456318, г. Миасс Челябинской области, пр. Октября, 66; тел.(3513) 53-78-25

ПРОДУКЦИЯ
Стенд для гидравлических испытаний баллонов на циклическую долговечность
КД СГИБЦД-00.00.000
Единичное изделие

код ОК 005 (ОКП): **41 4500**

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ 12.2.040-79, ГОСТ 12.2.086-83,
ГОСТ 17411-91 (кроме п.п. 1.1, 1.5, 1.6, 1.9-1.11, р.р. 2,3),
ГОСТ 22976-78 р.1, ГОСТ Р МЭК 60204-1-99

код ТН ВЭД России:

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
ООО «Учебно-инжиниринговый центр», ИНН 7452019105
Россия, 454007, г. Челябинск, пер. Артиллерийский, 6, т.(351) 775-09-00

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН
ООО «Учебно-инжиниринговый центр», ИНН 7452019105
Россия, 454007, г. Челябинск, пер. Артиллерийский, 6, т.(351) 775-09-00

НА ОСНОВАНИИ
Протокола испытаний № ИЦКБ.ПТ4.047.3194 от 22.06.2006г. ИЦ ГРЦ «КБ им. академика В.П. Макеева», 456316, г. Миасс Челябинской области, Тургоякское шоссе, 1
Аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21АЯ16 от 17.03.2005г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ
Маркирование продукции производится по ГОСТ Р 50460-92. Знак соответствия проставляется в сопроводительной технической документации.
Схема сертификации № 8

Руководитель органа _____ подпись Е.А. Кошкина инициалы, фамилия

Эксперт _____ подпись И.В. Белов инициалы, фамилия

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

Бланк изготовлен ЗАО "ОПЕЦИОН" (лицензия № 05-05-06/003 МФ РФ уровень В) тел. (095) 267 2432, 208 7617, г. Москва, 2005 г.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об официальной регистрации программы для ЭВМ

№ 2007611755

Управление стендом для гидравлических испытаний баллонов на циклическую долговечность

Правообладатель(ли): *Бодров Валерий Владимирович (RU)*

Автор(ы): *Бодров Валерий Владимирович, Багаутдинов Рамиль Мерсеитович, Гойдо Максим Ефимович, Анодин Александр Михайлович, Досин Алексей Анатольевич (RU)*

Заявка № 2006614184
Дата поступления 8 декабря 2006 г.
Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
25 апреля 2007 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов

ООО «УРАЛЬСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР», г. Челябинск

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА МЕТАЛЛ-ЭКСПО'2007

МЕТАЛЛ-ЭКСПО · МОСКВА · РОССИЯ · ВВЦ

XIII-TH INTERNATIONAL INDUSTRIAL EXHIBITION METAL-EXPO'2007

Награждается коллектив

ЗАО «Уральский инжиниринговый Центр»

за разработку и внедрение стенда для гидравлических испытаний баллонов на циклическую долговечность

ДИПЛОМОМ

лауреата международной выставки Металл-Экспо

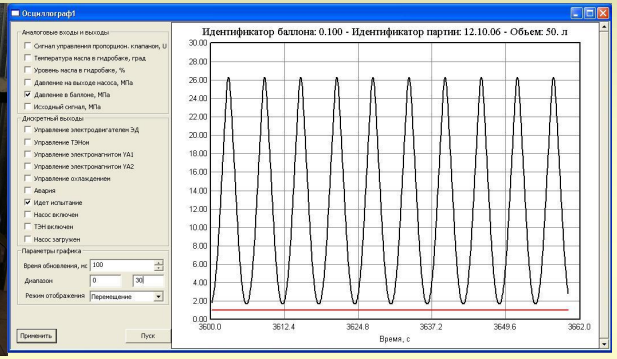
(Бодров В.В., Багаутдинов Р.М., Гойдо М.Е., Важенин А.А., Поспелова Л.А., Досин А.А., Анодин А.М., Ларин Е.В.)

Председатель Совета директоров «Металл-Экспо» А.Г. Романов

г. Москва, 15 ноября 2007 г.

Россия, Челябинск, 454007, ул. Рождественского, 6.
Тел./факс: (351) 7-750-168. E-mail: goido@cheltec.ru

Спасибо за внимание



Адрес	454007, Россия, г. Челябинск, ул. Рождественского, 6. А/я 897
Тел./ факс	+7 351 7-753-753, +7 351 7-750-900
E-mail	tec@cheltec.ru
Web	www.cheltec.ru