

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт энергетики и автоматизации

Кафедра информационно-измерительных технологий и систем управления

**Изучение устройства и принципа
действия цифрового позиционера**
**Методические указания
к лабораторной работе**

**Санкт-Петербург
2017**

Изучение устройства и принципа действия цифрового позиционера:
методические указания / сост. Е.П. Дятлова; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2017. -
22 с.

Методические указания содержат необходимую информацию для изучения студентами цифрового позиционера серии ND9000 фирмы Metso Automation, его конструктивных особенностей, а также программного обеспечения, используемого с позиционером. Указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль «Системы и средства автоматизации технологических процессов»).

Рецензент:

заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и электротехники ВШТЭ СПбГУПТД, канд. техн. наук, доцент Е.В. Хардигов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления ВШТЭ СПбГУПТД (протокол № 10 от 13.06.2017 г.).

Утверждены к изданию методической комиссией института энергетики и автоматизации Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД (протокол №7 от 13.06.2017 г.).

© Высшая школа технологии
и энергетики СПбГУПТД

© Дятлова Е.П., 2017

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества подготовки квалифицированных специалистов для всех отраслей промышленного производства является одной из важнейших задач обучения. Совершенствование содержания обучения, средств и методов подготовки специалистов невозможно без развития и укрепления материально-технической базы учебного заведения.

Сюда относятся, в первую очередь, внедрение технических средств обучения, оснащение лабораторий новейшим оборудованием и приборами, модернизация лабораторных стендов с учетом последних достижений науки и техники.

Учебные лабораторные работы - один из видов учебных занятий, в ходе которых студент приобретет необходимые для дальнейшей учебы и работы знания и умения.

Выполнение учащимися лабораторных работ является важным средством для более глубокого усвоения и изучения учебного материала, а также приобретения практических навыков по экспериментальному исследованию и обращению с приборами.

Лабораторный стенд предназначен для изучения студентами цифрового позиционера серии ND9000 фирмы Metso Automation, его конструктивных особенностей, а также программного обеспечения, используемого с позиционером. Позиционер серии ND9000 является одной из последних разработок фирмы Metso Automation, предназначенной для управления клапанами. Он может использоваться как с новыми, так и с уже имеющимися комплектами регулирующих клапанов на любых процессах в любой отрасли промышленности.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Учебный стенд (рис.1) предназначен для изучения студентами цифрового позиционера серии ND9000 фирмы Metso Automation, его конструктивных особенностей, а также программного обеспечения, используемого позиционером.

Позиционер серии ND9000 является одной из последних разработок фирмы Metso Automation, предназначен для работы с любыми приводами регулирующих клапанов в системах автоматического регулирования и дистанционного управления технологическими процессами в любой отрасли промышленности.

Стенд имеет информационную панель, на которой представлена следующая информация: этапы развития и конструктивные особенности всех позиционеров фирмы Metso Automation, конструкции приводов (исполнительные механизмы), обзор трубопроводной арматуры, а также подробное описание работы и конструктивных особенностей позиционера ND9000 с двухмембранным приводом серии E и регулирующим бесфланцевым сегментным клапаном R серии.

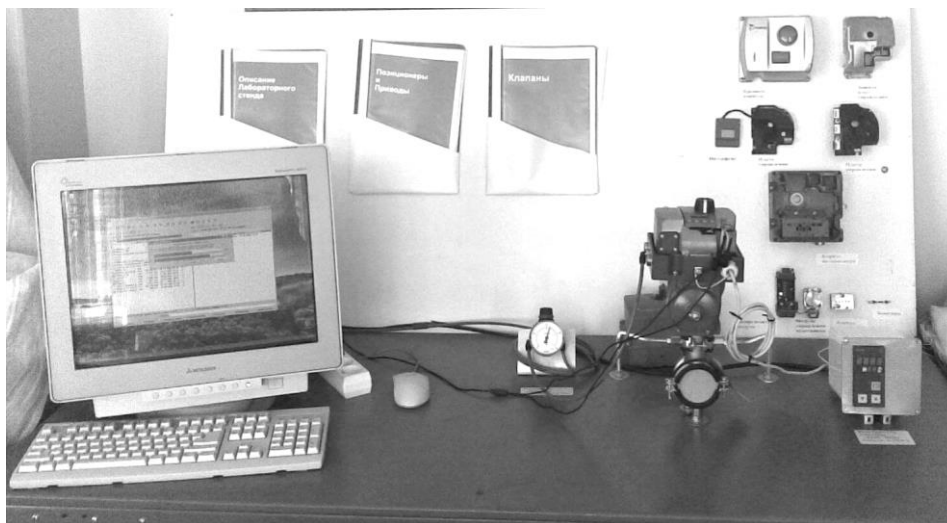


Рис.1. Внешний вид учебного стенда

1.1. Оборудование стенда

Учебный стенд включает в себя следующее оборудование.

Стол, на котором закреплено исполнительное устройство, состоящее из следующих элементов: сегментный бесфланцевый клапан серии R фирмы Metso; двухмембранный пневматический привод серии E фирмы Metso; цифровой позиционер ND9000 фирмы Metso.

На столе также расположены: регулятор давления воздуха ЕН 837-1 фирмы WIKA; контроллер марки KS-40 фирмы PMA, Германия (выходной сигнал 4-20 мА); персональный компьютер (ПК) с программным обеспечением Metso Field Care для управления цифровым позиционером; сетевой фильтр; HART - модем фирмы SIEMENS; щупы для подключения HART - модема к цифровому позиционеру.

Управление клапаном осуществляется с помощью компьютера через HART - модем с использованием программного обеспечения Metso Field Care, обладающего уникальной функцией диагностики состояния полевого оборудования. Программа автоматически запрашивает информацию о статусе устройств и предупреждает пользователей о возможных сбоях до момента их фактического возникновения. Программа может отображать статусы устройств по стандарту NAMUR: “OK” (норма), “Maintenance required” (требуется техническое обслуживание), “Out of specification” (отклонение от технических условий), “Check function” (проверка функционирования) и “Failure” (сбой) – если они поддерживаются диагностируемым устройством.

Metso Field Care предоставляет возможность управлять любым прибором с любым протоколом передачи данных в режиме реального времени. Предоставляемая программой оперативная информация о состоянии прибора обеспечивает поддержку профилактического обслуживания и может быть использована для составления графика

планового обслуживания, обеспечения заблаговременного заказа запасных частей и планирования сервисных мероприятий.

Снабжение стенда (позиционера и привода клапана) сжатым воздухом обеспечивается компрессорной установкой фирмы Festo.

Промышленный контроллер KS40 используется в качестве задающего устройства, имеет 1 аналоговый вход/выход и 2 дискретных выхода. Питание контроллера 220/120 В. Интерфейс контроллера - цифровой дисплей и сенсорные кнопки.

С помощью KS40 возможно задавать сигнал от 4 до 20 мА и управлять положением клапана.

Визуализация процессов управления клапаном, а также его диагностика на персональном компьютере осуществляются с помощью установленного программного обеспечения Metso Field Care фирмы Metso Automation.

На рис.2 приведена схема подключения оборудования учебного стенда.

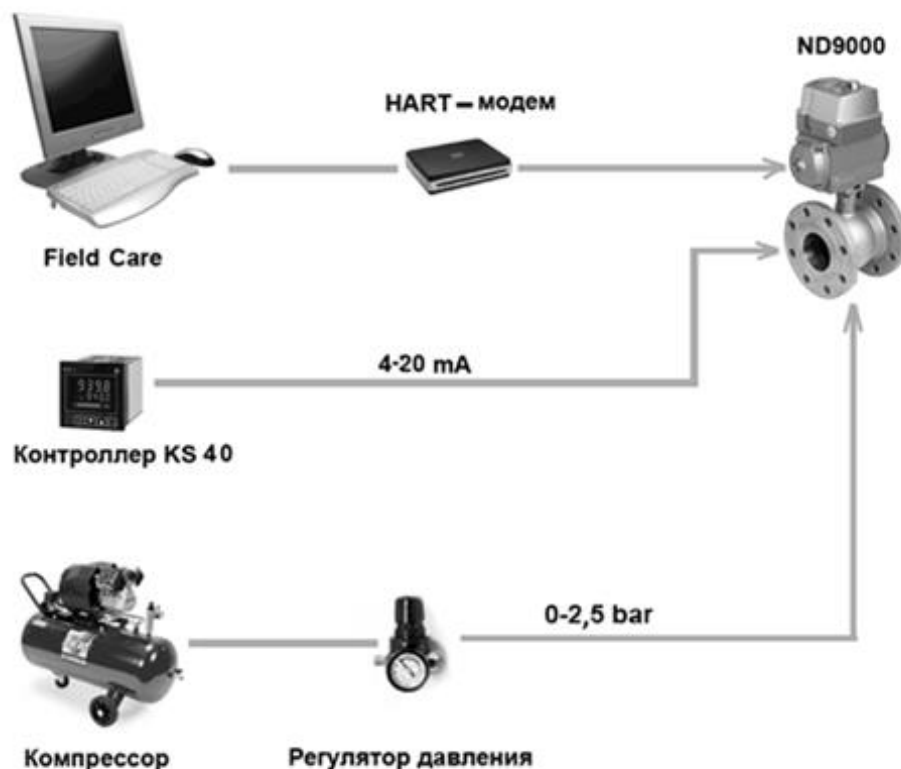


Рис.2. Схема подключения оборудования учебного стенда

1.2. Назначение элементов стенда

HART - modem

HART - modem используется для организации связи по протоколу HART (Highway Addressable Remote Transducer (Адресуемый Дистанционный Магистральный Преобразователь)) между ПК и цифровым позиционером ND9000.

Подключение модема к ПК осуществляется по интерфейсу RS-232 (коммуникационный порт Com1). К позиционеру модем подключается при помощи щупов. На рис.3 стрелками показано место подключения щупов модема.

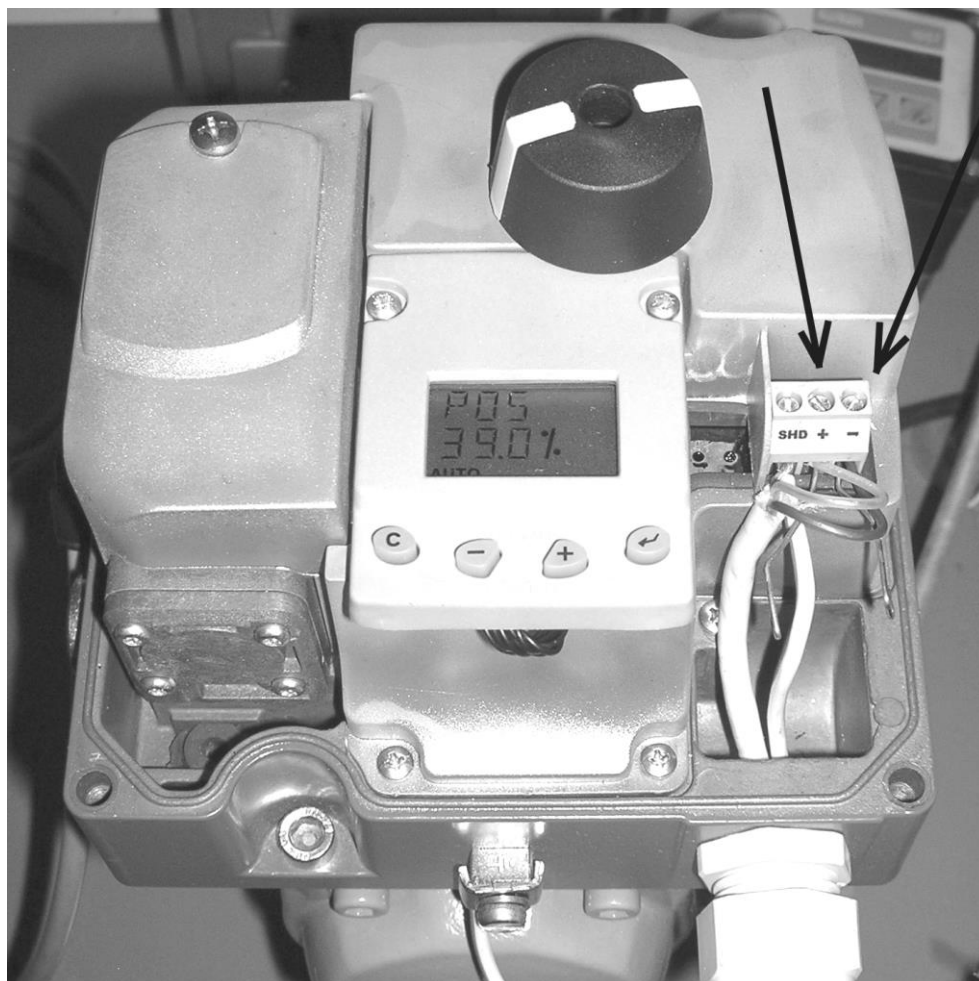


Рис.3. Интерфейс для подключения HART - модема

Принцип работы HART протокола

HART - протокол первоначально был разработан компанией Rosemount Inc. Для распространения цифровой связи компания Rosemount Inc. сделала HART - протокол открытым для любого желающего его использовать. В настоящее время этот протокол поддерживается независимым некоммерческим Фондом HART Коммуникаций. За номинальную сумму можно получить полную спецификацию протокола, а если потребуется - и техническую поддержку.

HART - протокол основан на методе передачи данных с помощью частотной модуляции (Frequency Shift Keying, FSK), в соответствии с широко распространенным коммуникационным стандартом Bell 202. Цифровая информация передается частотами 1200 Гц (логическая 1) и 2200 Гц (логический 0), которые накладываются на аналоговый токовый сигнал (рис.4) [1].

HART – протокол обеспечивает цифровую двунаправленную связь между датчиком и вторичным прибором или контроллером. Он позволяет передавать одновременно аналоговый и цифровой сигнал, используя при этом одну и ту же пару проводов.

HART протокол построен по принципу главный - подчиненный. Это означает, что первичное устройство только отвечает на запросы.

Среднее значение синусоидального сигнала равняется нулю и при применении соответствующей фильтрации не влияет на основной аналоговый сигнал 4-20 мА. Скорость передачи данных для HART составляет 1,2 кбит/с.

Каждый HART - компонент требует для цифровой передачи соответствующий модем. HART - модем предназначен для связи

персонального компьютера или системных средств АСУТП с устройствами, поддерживающими HART - протокол.

Модем осуществляет только физическое преобразование интерфейсов без преобразования протоколов.

Протокол связи HART имеет следующие достоинства:

- простая настройка, сервис и техническое обслуживание устройств с поддержкой HART;
- совместимость с обычными аналоговыми полевыми устройствами и датчиками;
- открытый стандарт, доступный каждому изготовителю оборудования КИП;
- достаточно высокая помехоустойчивость.

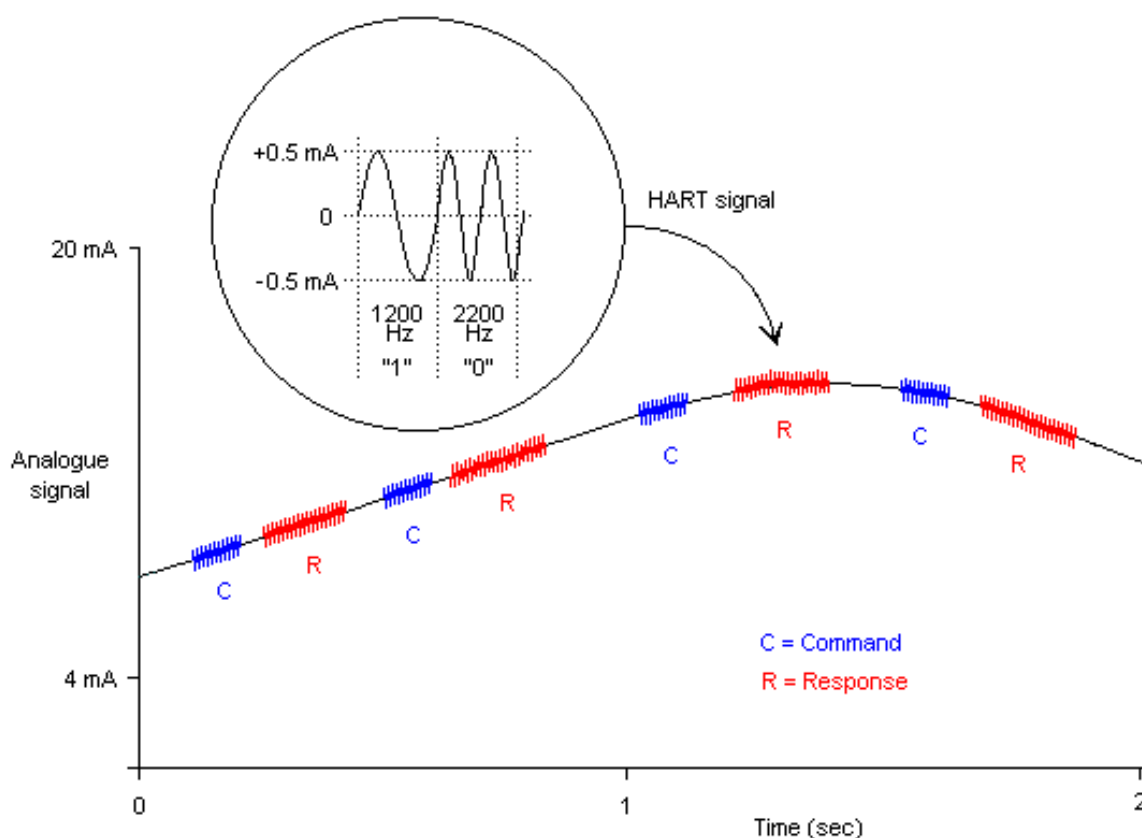


Рис. 4. Наложение цифрового сигнала

Цифровой позиционер ND9000

Интеллектуальный цифровой позиционер высшего класса ND9000 предназначен для работы с любыми приводами регулирующих клапанов и во всех отраслях промышленности. Прибор подходит как для поворотных, так и для плунжерных клапанов, приводов двойного или одностороннего действия.

Позиционер способен регулировать положение клапана с приемлемой точностью и управлять ходом технологического процесса, собирать и анализировать данные о характеристиках и производительности клапана, а также осуществлять диагностику как позиционера, так и всего клапана в сборе. Обладает высокой скоростью срабатывания.

У него прочная и надежная конструкция, удобное подключение кабелей и простая настройка. Особенности конструкции позволяют проводить его дальнейшую модернизацию с низкими затратами [2].

Калибровка и настройка позиционера может производиться с помощью локального интерфейса пользователя или дистанционно с помощью программы Field Care. Локальный интерфейс можно заблокировать от несанкционированного доступа.

Фирма Metso производит оборудование, которое работает с программами и аппаратурой различных производителей, и ND9000 - не исключение. Конструкция позволяет интегрировать ND9000 с любым другим оборудованием. Настройка на работу с оборудованием других производителей осуществляется на основе программы (Field Device Tool) FDT.

Отличительной чертой контроллера позиционера ND9000 является способность хранения в энергонезависимой памяти информации по всему сроку службы клапана, что дает возможность извлечения данных о работе устройства для проведения диагностики. Кроме того, понятная и отлаженная процедура наладки устройства в сочетании с локальным пользовательским интерфейсом упрощает и ускоряет ввод клапана в эксплуатацию.

Устройство позиционера показано на рис. 5, а перечень деталей указан в табл.1.

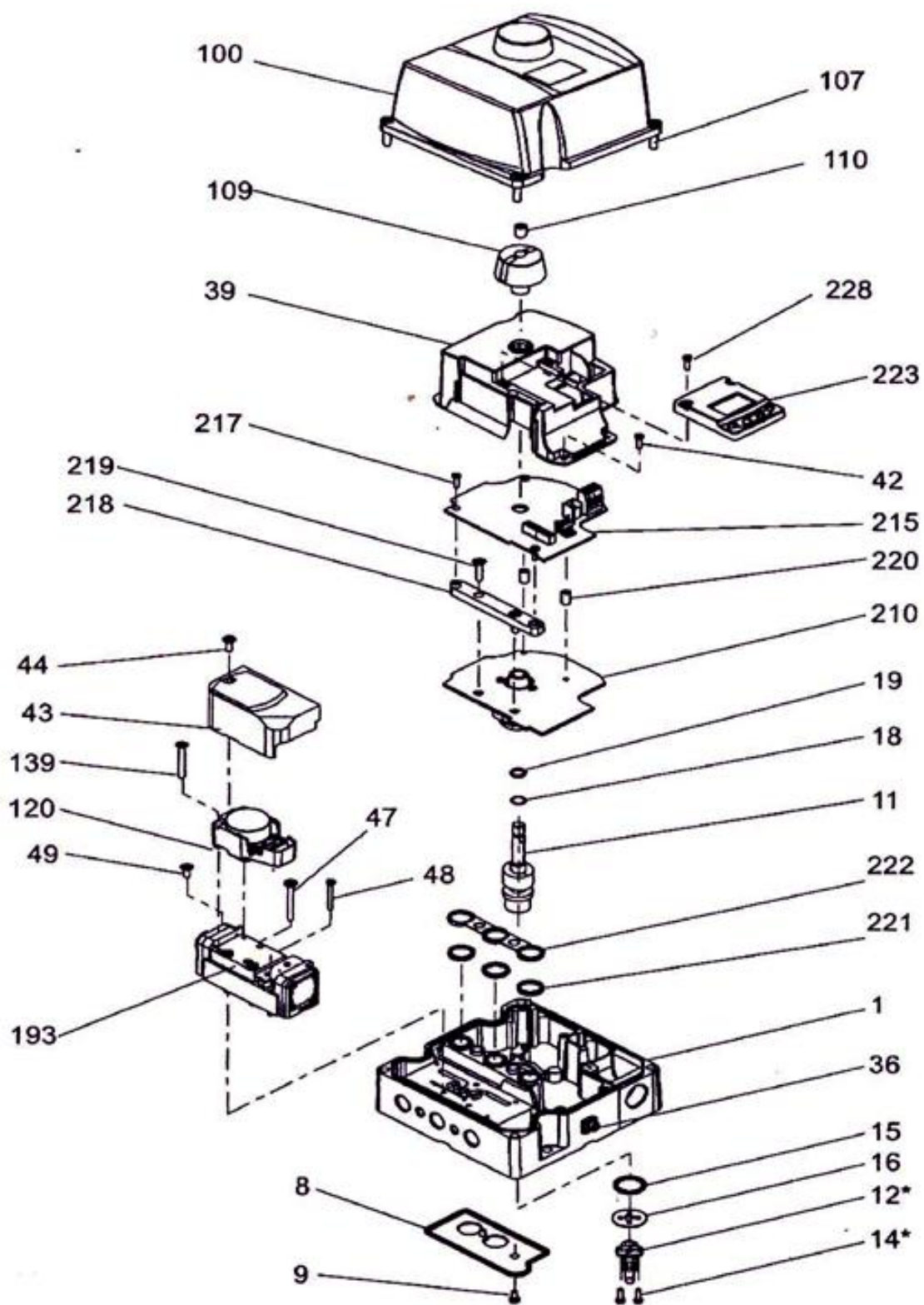


Рис. 5. Устройство цифрового позиционера

Детали цифрового позиционера

Деталь	Кол-во, шт.	Название
1		Корпус
8		Крышка выдува
9		Винт
11		Ось
15		О-кольцо
16		Шайба
18		Волнистая пружина
19		Втулка
36		Винт заземления
39		Крышка электроники
42		Винт
43		Крышка блока предварительного регулирования
44		Винт
47	3	Винт
48	2	Винт
49		Винт
100		Крышка
107	4	Винт
109		Указатель
110		Установочный винт
120		Блок предварительного регулирования
139	2	Винт
193		Узел золотника
210		Плата управления контроллера
215		Плата передачи данных

Окончание табл. 1

Деталь	Кол-во, шт.	Название
217	4	Винт
218	1	Опора
219	2	Винт
220	2	Промежуточная деталь с резьбой
221	3	О-кольцо
222	1	Изоляционная деталь
223	1	Локальный интерфейс пользователя
228	2	Винт
*) Крепежные детали муфта (12), винты (14)		

Принцип действия цифрового позиционера ND9000

Базой цифрового позиционера ND9000 является микроконтроллер с питанием 4 -20 мА. Передача данных осуществляется через HART - протокол. Прибор имеет локальный интерфейс пользователя для настройки на местах. К ND9000 можно подсоединить компьютер с программой Metso Field Care. Микроконтроллер регулирует положение клапана, проводя измерения:

- входного сигнала;
- положения клапана с помощью бесконтактного сенсора;
- давления привода, два независимых измерения;
- давления питания;
- положения золотникового клапана;
- температуры прибора.

После подключения электрического сигнала и давления питания микроконтроллер (μC) (рис. 6) следит за входным сигналом, сенсором положения (α), сенсорами давления (P_s , P_1 , P_2) и сенсором положения золотника (SPS).

Контрольный алгоритм в микроконтроллере определяет разницу между входным сигналом и измерениями сенсора положения (α). На основании данных сенсоров и входного сигнала микроконтроллер рассчитывает новое значение силы тока для обмоток клапана предварительного регулирования (PR). Изменение силы тока в PR меняет давление в золотниковом клапане (SV).

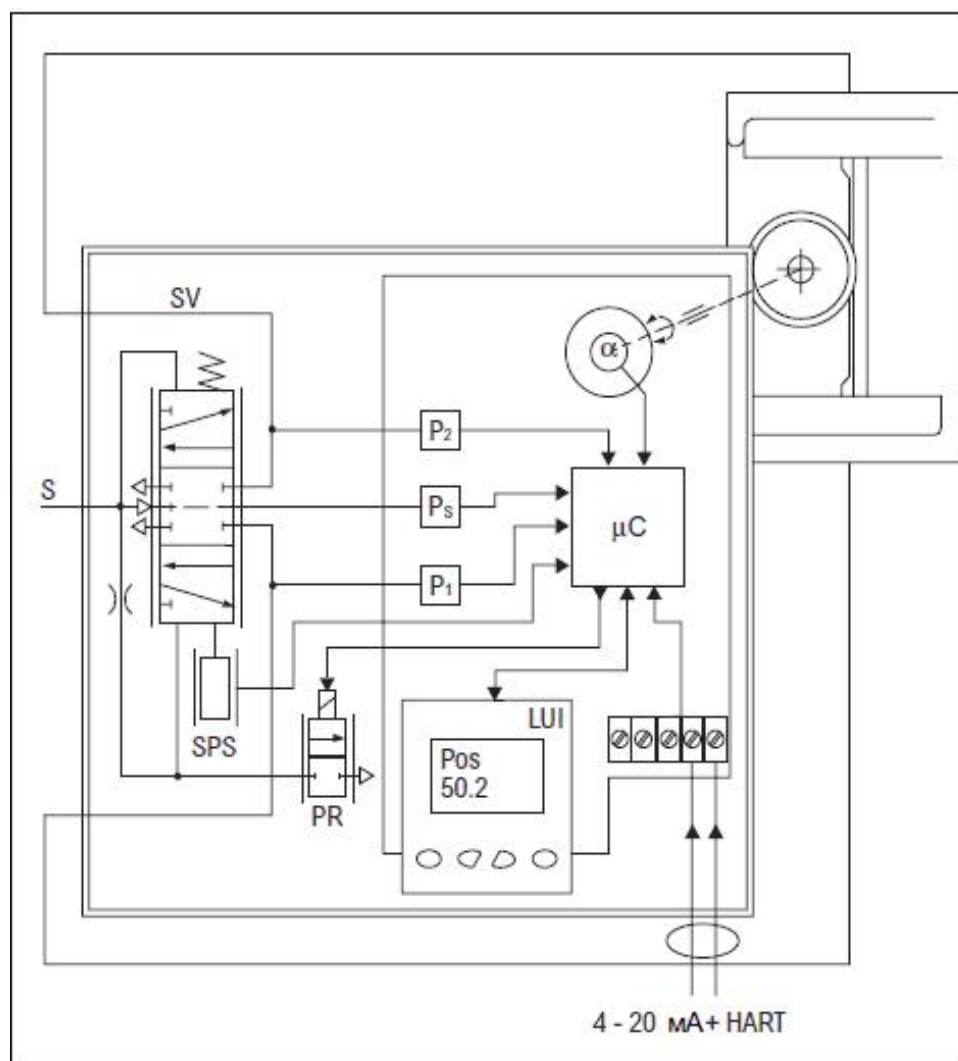


Рис. 6. Принцип действия цифрового позиционера ND9000

Изменение давления перемещает золотник, при этом соответственно меняются давления в приводе. Золотник открывает входящему воздуху доступ в ведущую часть привода с двойной мембраной, а выходящему

воздуху - выход с противоположной стороны привода. Растущий перепад давления перемещает поршень диафрагмы. Привод и ось обратной связи поворачиваются по часовой оси. Сенсор положения (α) передает сведения об угле поворота на микроконтроллер.

На основании значения в устойчивом состоянии микроконтроллер, используя контрольный алгоритм, моделирует ток на PR до тех пор, пока новое положение привода не будет соответствовать входному сигналу.

Общая информация

- Питание от контура управления, не требует дополнительного источника питания.
- Контроллер подходит для поворотных и плунжерных клапанов.
- Соединение привода соответствует стандартам VDI/VDE 3845 и IEC 60534-6.
- Скрытый монтаж на клапанах neles CV.
- Принцип действия: двойного или одностороннего действия.
- Диапазон перемещения: линейный 10-120 мм; угол поворота 45° - 95°.
- Диапазон измерений 110° со свободно вращающейся осью обратной связи.

Влияние окружающей среды

- Стандартный диапазон температур: - 40 + 85 °С.
- Влияние температуры на положение клапана: 0,5 % /10 °К.
- Влияние вибрации на положение клапана: <1 % / до 2 гр 5...150 Гц.

Кожух

- Материал: анодированный сплав алюминия и полимерный композит.
- Класс защиты: IP 66, Nema 4х.
- Подвод пневматики: G 1/4.
- Электросоединения: M20.
- Вес: 1,8 кг.
- Механический и цифровой указатели положения видны через крышку.

Пневматика

- Давление питания: 1,4 - 8 бар.
- Качество воздуха: по стандарту ISO 8573-1.
- Твердые частицы: Класс 5 (рекомендуемая фильтрация 3-5 мкм).
- Влажность: Класс 1 (рекомендуемая точка росы на 10°C ниже минимальной температуры).
- Содержание паров масел: класс 3 (< 1 промилле).

Электроника

- HART – протокол.
- Питание: от контура управления, 4-20 мА.
- Мин. сигнал: 3,6 мА.
- Макс. ток: 120 мА.
- Рабочее напряжение: до 9,5 В пост.тока /20 мА (соотв. 475 Ом).
- Напряжение: макс. 30 В пост. тока.
- Полярная защита: -30 В пост.тока.
- Защита сверхтока: активна выше 35 мА.

Функции локального интерфейса

- Местное управление клапаном.
- Мониторинг положения клапана, входного сигнала, температуры, разницы давления питания и привода.
- Локальный интерфейс можно заблокировать от несанкционированного доступа.
- Калибровка: автоматическая/ручная.
- Настройка по 1 точке.
- Выбор режима: автоматический/ручной.
- Вращение: закрытие по/против часовой стрелки.
- Мертвый угол.
- Зона надежности срабатывания (заводская настройка 2 %).
- Действие позиционера при сбое: открыто/закрыто.

- Направление сигнала: прямого/обратного действия.
- Тип привода: двойного или одностороннего действия.
- Тип клапана: поворотный/линейный.

Датчик положения (вариант)

- Выходной сигнал: 4-20 мА.
- Напряжение питания: 12-30 В.
- Внешняя нагрузка: макс. 0-780 Ом макс. 0-690 Ом, для искробезопасных исполнений.

Соответствие стандартам

Искробезопасные и невоспламеняющиеся АTEX ЕС директива 94/9/ЕС.

Электромагнитная защита

- Электромагнитная совместимость.
- Излучение в соответствии с EN61000-6-4 (2001) и FCC 47 CFR PART 15.
- Помехозащищенность: в соответствии с EN61000-6-2 (2001).

Бесконтактные сенсоры и конечные выключатели

Пневматический привод с двойной мембраной серии Е

Привод с двойной мембраной двойного действия (ЕС) и с возвратной пружиной (ЕJ) представлен на рис.7 и предназначен для регулирования и отсечки [3].

Благодаря конструкции с минимальным трением и малому объему воздуха привод срабатывает очень быстро и точно.



Рис. 7. Внешний вид привода двойного действия

Конструкция привода с двойной мембраной показана на рис.8.

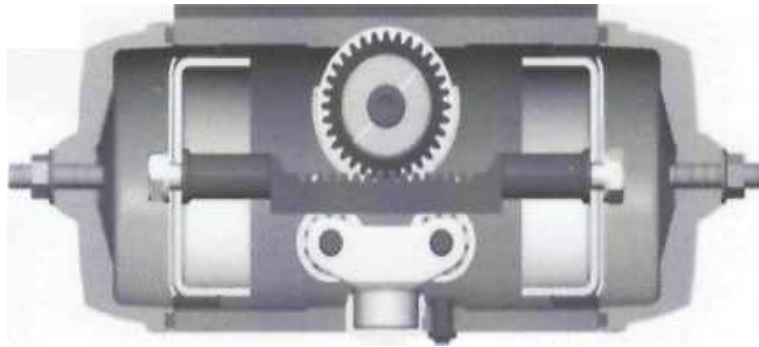


Рис.8. Привод с двойной мембраной

Привод с двойной мембраной имеет два цилиндра с мембранами, которые действуют в противоположных направлениях. Края мембран закручены у стенок цилиндра привода. Мембрана поворачивает ведущую ось привода через безлюфтовую зубчатую рейку. Ведущая ось может поворачиваться на 90° (макс. 100°). Благодаря конструкции цилиндра с плавающей центральной мембраной устраняются боковые силы, которые воздействуют на привод и создают в нем трение. Конструкция обеспечивает работу без люфта и исключительно низкое внутреннее трение. Выходной поворотный момент привода не зависит от угла поворота, что является преимуществом с точки зрения регулирующего клапана.

Сегментный клапан серии R

Сегментные клапаны предназначены, в первую очередь, для регулирования, но также могут использоваться и для отсечки. Клапаны часто используются в экстренных условиях (при повышенных температурных показателях и показателях давления) и благодаря своим конструктивным особенностям обеспечивают должную герметичность и высокую точность регулирования при эксплуатации в абразивных и агрессивных средах, в

условиях кавитации. Они являются хорошими регулирующими клапанами общего применения для большинства процессов целлюлозно-бумажной промышленности.

Клапан может быть оборудован Q-элементом, снижающим аэродинамический шум и кавитацию, например, на паре и газе.

Вид сегментного клапана с сервоприводом и позиционером показан на рис. 9.



Рис. 9. Сегментный клапан серии R

Фланцевые и бесфланцевые клапаны R-серии имеют цельный корпус, что предотвращает протечки через фланцы или блокирующие кольца.

Конструкция рассчитана на высокую эрозионную стойкость, позволяет работать в условиях загрязненных жидкостей и абразивных сред. Седла сегментных клапанов R-серии жесткие и чрезвычайно прочные. Седло сконструировано таким образом, что его уплотняющая поверхность находится вне потока. Это обеспечивает длительный срок службы седла. Седло находится внутри клапана, что предотвращает влияние напряжений трубопровода на качество уплотнения [3].

Благодаря двойным подшипникам, поджтому и нагруженному пружиной сальниковому уплотнению и низкому трению седла, сегментные

клапаны R-серии имеют низкий крутящий момент, поэтому для них требуются приводы малых размеров.

2. ПОРЯДОК РАБОТЫ СО СТЕНДОМ

Работа с учебным стендом начинается с изучения состава и назначения элементов стенда, информация о которых представлена в разделе 1.

На стенде размещены информационные данные о некоторых составляющих стенда: о приводах, о позиционерах и о клапанах, а также представлены составляющие части цифрового позиционера ND9000.

После ознакомления с информацией и составом стенда можно приступать к выполнению работы.

2.1. Последовательность включения учебного стенда

1. Включить вилку сетевого фильтра в розетку.
2. Включить тумблер фильтра.
3. Включить компрессор.
4. Регулятором давления установить давление питания позиционера равным 2-2,2 бар путем поворота колпачка на регуляторе давления по часовой стрелке.
5. Включить ПК и дождаться загрузки операционной системы (ОС).
6. Аккуратно снять крышку с позиционера и при помощи щупов подключить HART - модем (рис. 10).

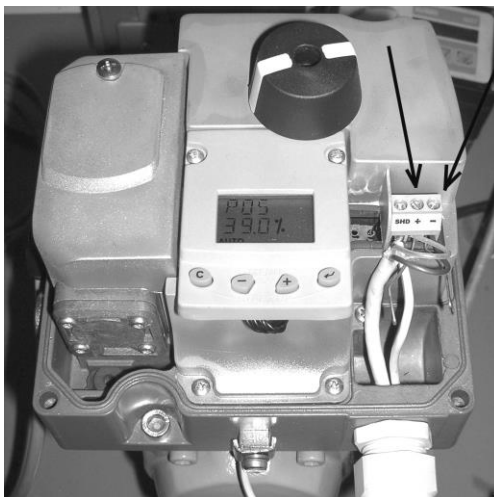


Рис. 10. Интерфейс подключение HART - модема

Для того чтобы включить цифровой позиционер ND9000, необходимо подать на вход ток 4,0 - 20 мА и напряжение 9,5 - 30 В.

На данном этапе стенд готов к выполнению лабораторных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.prokip.ru/map/docs/HART/hart.php>
 2. <http://www.valverus.info/popular/3012-o-tehnicheskoy-politike-asu-tp-i-vybore-armatury-krupnymi-energoholdingami.html>
 3. <https://valve-expert.ru/news/publikatsii/chto-takoe-segmentnyy-klapan-primenenie-klapanov-s-sharovym-segmentom-i-postavshchiki/>
- Интернет-обзор подготовлен Дарьей Петшик, журналистом Медиа-центра «Арматурный эксперт», Санкт-Петербург, май 2016 года

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Назначение лабораторного стенда.....	4
1.1. Оборудование стенда.....	5
1.2. Назначение элементов стенда.....	7
2. Порядок работы со стендом.....	20
Библиографический список.....	21

Редактор и корректор Н.П.Новикова
Техн.редактор Л.Я.Титова

Темплан 2017 г., поз. 77

Подп. к печати 08.06.2017. Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1.
Печать офсетная. Усл.печ. л. 1,5; уч.-изд. л. 1,5. Тираж 60 экз. Изд. № 77 .
Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
СПб., ул. Ивана Черных, 4.