

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

 УТВЕРЖДАЮ
Директор
/ С.А. Махновский
08.02.2023г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК.04.01 Автоматизация технологических процессов

для обучающихся специальности

22.02.05 Обработка металлов давлением

Магнитогорск, 2023

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией «Металлургии
и обработки металлов давлением»
Председатель О.В. Шелковникова
Протокол № 6 от 25.01. 2023_

Методической комиссией МпК
Протокол № 4 от 08.02. 2023

Разработчик (и):

преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Пашенко Константин Георгиевич

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы профессионального модуля «ПМ 04 Контроль за соблюдением технологии производства и качеством выпускаемой продукции».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению вида деятельности ВД 4 Контроль за соблюдением технологии производства и качеством выпускаемой продукции программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 22.02.05 Обработка металлов давлением и овладению профессиональными компетенциями.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие 1	6
Практическое занятие 2	8
Практическое занятие 3	11
Практическое занятие 4	14
Практическое занятие 5	18
Практическое занятие 1	26
Лабораторное занятие 1	30
Лабораторное занятие 2	33
Лабораторное занятие 3	37

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля «ПМ. 04 Контроль за соблюдением технологии производства и качеством выпускаемой продукции» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

-У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;

-У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;

-Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

-Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

-Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 4.1 Выбирать методы контроля, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;

ПК 4.2 Регистрировать и анализировать показатели автоматической системы управления технологическим процессом .

А также формированию **общих компетенций:**

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ междисциплинарного курса «МДК.04.01 Автоматизация технологических процессов» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам междисциплинарного курса;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными

приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 ГСП контроля и регулирования технологических процессов

Практическое занятие №1

Перевод национальных не метрических единиц измерения в единицы международной системы СИ.

Цель: 1. Научиться определять соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Методические указания содержащие типовые методики определения соотношения между единицами измерения СИ; индивидуальные задания для выполнения расчетов.

Оборудование: не требуется

Задание:

1. Приведите внесистемные размерности заданных физических параметров с СИ.
2. Произведите расчеты функций с приведенными к СИ размерностями физических параметров.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.
2. Перечертить задание и выполнить по своему варианту в форме таблицы.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758031> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: по подписке. — 13-20 с.
2. Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики : учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0327-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048719> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: по подписке. — 9 с.

Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.

2. Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание.
3. Перечертить задание по своему варианту (см. таблицу) в форме таблицы. Используя таблицы 11-16 данного пособия, выразить в соответствующих единицах заданные величины.
4. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Дайте определение метрологии.
2. Продолжите: физическая величина... значение физической величины... единица физической величины...
3. Перечислите основные единицы Международной системы СИ.
4. Приведите примеры производных единиц СИ.
5. Выразить 1 м в км, Мм, мм, дм.
6. Выразить 1 мм. рт. ст. в Па.

Форма представления результата:

1. Ответить на контрольные вопросы Расчетные формулы и пояснения к ним
2. Выразить в соответствующих единицах значения физических величин (повариантное задание по таблице)

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется – освоение теоретических сведений, свободное владение материалом и умение отвечать на вопросы; успешное и полное выполнение задания, соблюдение порядка выполнения работы.

Оценка «хорошо» выставляется – освоение теоретических сведений, но при ответах на вопросы наблюдается неуверенность, незначительные ошибки; успешное и полное выполнение задания, незначительные замечания в последовательности выполнения работы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется – освоение теоретических сведений, но нет ответов на вопросы; недостаточный объем выполнения задания, замечания в последовательности выполнения работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется – теоретический материал не освоен; недостаточный объем выполнения задания, замечания в последовательности выполнения работы

Тема 1.1 ГСП контроля и регулирования технологических процессов

Практическое занятие №2 Расчет погрешностей системы

Цель:

1. Формирование умений производить расчет погрешностей системы и ее элементов;
2. Привитие навыков пользоваться компьютерными технологиями и технической литературой.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;
- Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания с методиками проведения измерений; таблицы с результатами измерений технологических параметров агрегатов прокатных станков; паспортные данные измерительной и регистрирующей аппаратуры; индивидуальные задания для выполнения расчетов.

Оборудование: не требуется.

Задание:

- 1 Произведите расчет погрешностей измерительной системы регистрирующей аппаратуры и ее элементов.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы.
2. Записать формулу для расчета погрешностей системы и ее элементов.
3. Определить значение всех величин входящих в формулу для расчета погрешностей системы.
4. Выполнить расчет.
5. Построить статическую характеристику.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: по подписке. — 40 с.

Обработка результатов прямых измерений

При обработке результатов прямых измерений рекомендуется принять следующий порядок выполнения операций.

1. Проводятся измерения заданного физического параметра n раз в одинаковых условиях, и результаты записываются в таблицу.
2. Если результаты некоторых измерений резко отличаются по своему значению от остальных измерений, то они как промахи отбрасываются, если после проверки не подтверждаются.
3. Вычисляется среднее арифметическое $\bar{x}$ из одинаковых измерений. Оно принимается за наиболее вероятное значение измеряемой величины

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

4. Находятся абсолютные погрешности отдельных измерений $\Delta x_i = |x_i - \bar{x}|$
5. Вычисляются квадраты абсолютных погрешностей отдельных измерений $(\Delta x_i)^2$
6. Определяется средняя квадратичная ошибка среднего арифметического

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

7. Задается значение доверительной вероятности α . В лабораториях практикума принято задавать $\alpha=0,95$.
8. Находится коэффициент Стьюдента $t_{\alpha,n}$ для заданной доверительной вероятности α и числа произведенных измерений (см.табл.)
9. Определяется случайная погрешность

$$\Delta x = t_{\alpha,n} \cdot S_{\bar{x}}$$

10. Определяется суммарная погрешность

$$\Delta_{\Sigma} x = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta x^2}$$

11. Оценивается относительная погрешность результата измерений

$$E = \frac{\Delta_{\Sigma} x}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

12. Записывается окончательный результат в виде

$$\mu = \bar{x} \pm \Delta_{\Sigma} x, \text{ с } \alpha = \dots \quad E = \dots \%$$

Погрешность косвенных измерений

При оценке истинного значения косвенно измеряемой величины $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$, являющейся функцией других независимых величин $x_1, x_2, \dots, x_m$, можно использовать два способа.

Первый способ используется, если величина определяется при различных условиях опыта. В этом случае для каждого из значений $x_1, x_2, \dots, x_m$ вычисляется $y_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_m)$, а затем определяется среднее арифметическое из всех значений y_i

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Систематическая (приборная) погрешность находится на основании известных приборных погрешностей всех измерений по формуле. Случайная погрешность в этом случае определяется как ошибка прямого измерения.

Второй способ применяется, если данная функция определяется несколько раз при одних и тех же измерениях. В этом случае величина $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$ рассчитывается по средним значениям $x_1, x_2, \dots, x_m$. В нашем лабораторном практикуме чаще используется второй способ определения косвенно измеряемой величины. Систематическая (приборная) погрешность, как и при первом способе, находится на основании известных приборных погрешностей всех измерений по формуле

$$\delta y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \delta x_i \right)^2}$$

Для нахождения случайной погрешности косвенного измерения вначале рассчитываются средние квадратичные ошибки среднего арифметического отдельных измерений. Затем находится средняя квадратичная ошибка величины y . Задание доверительной вероятности α , нахождение коэффициента Стьюдента $t_{\alpha, n}$, определение случайной и суммарной ошибок осуществляются так же, как и в случае прямых измерений. Аналогичным образом представляется результат всех расчетов в виде

$$\mu = \bar{y} \pm \Delta_{\Sigma} y, \quad \alpha = \dots \quad E = \dots \%$$

Форма представления результата:

Работа должна быть представлена в виде:

1. Расчетные формулы и пояснения к ним
2. Таблица результатов по итогам расчета

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.2 Основы техники измерения

Практическое занятие №3

Изучение устройства и принципа действия приборов для измерения давления

Цель:

Ознакомление с устройством и принципом действия манометра с одновитковой трубчатой пружиной;

Ознакомление с методикой поверки манометров

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Оборудование:

1. Установка поверки приборов: логометра, манометра с одновитковой пружиной. У304 Лаборатория Монтажа, наладки, ремонта, технического обслуживания и эксплуатации систем автоматического управления и КИПИА.
2. Установки "Методы измерения давления". У305 Лаборатория типовых элементов автоматики.

Задание:

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия манометра с одновитковой трубчатой пружиной.
2. Выполнить поверку прибора в соответствии с установленной методикой.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с устройством манометра с одновитковой трубчатой пружиной.
2. Ознакомьтесь с устройством грузопоршневых манометров.
3. Изучите основные способы поверки манометров.
4. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом поверки технических манометров с одновитковой трубчатой пружиной.
5. Проведите поверку манометра с одновитковой трубчатой пружиной.
6. Представьте выполненную работу в виде отчета

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики : учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0327-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048719> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 36-59 с.
2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. -

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 45 с.

3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758031> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 164 с.

Проверка манометра с одновитковой трубчатой пружиной.

В манометрах с одновитковой трубчатой пружиной (рис.3.1), имеющих наибольшее распространение среди пружинных приборов, чувствительным элементом является трубчатая пружина 2, представляющая собой полую трубку овального или эллиптического сечения, согнутую по дуге окружности на 180-270°. При этом малая ось эллипса трубки расположена параллельно, а большая ось – перпендикулярно плоскости чертежа. Один конец трубчатой пружины жестко соединен с держателем 1, укрепленным винтами в круглом корпусе 3 манометра. Держатель имеет резьбовой ниппель с отверстием, предназначенный для крепления прибора на трубопроводе или аппарате, в котором измеряется давление. Свободный конец трубчатой пружины 2 закрыт пробкой 6 с шарнирной осью и запаян. Посредством поводка свободный конец пружины связан с передаточным механизмом 7, состоящим из зубчатого сектора и сцепленной с ним шестеренки, на оси которой насажена стрелка 4.

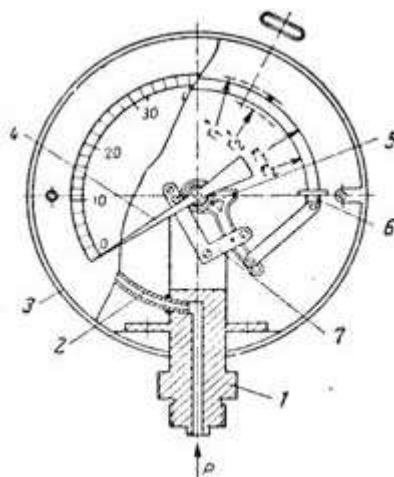


Рисунок 3.1 Манометр с одновитковой трубчатой пружиной

Проверка технических манометров с одновитковой трубчатой пружиной обычно производится посредством грузопоршневых манометров.

Образцовый грузопоршневой манометр (рис. 3.2) представляет собой вертикальный цилиндр 8 с тщательно пригнанным стальным поршнем 5, на верхнем конце которого закреплена тарелка 7 для укладки грузов 6, имеющих форму дисков. Вверху цилиндра 8 находится воронка 4, служащая для заполнения прибора легким минеральным маслом. Прибор имеет поршневой пресс 1 с манжетными уплотнениями. Для установки поверяемых пружинных манометров предназначены штуцеры 3 и 10. Игольчатые вентили 2, 9, 11 служат для перекрытия каналов, вентиль 12 – для спуска масла.

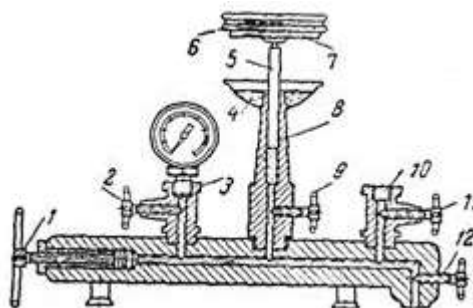


Рисунок 3.2. Образцовый грузопоршневой манометр

Создаваемое грузом давления P (в Н/м^2) равно

$$P = G/S.$$

где G – вес поршня с тарелкой и грузом, Н ; S – эффективная площадь поршня, за которую принимают сумму площади сечения поршня и половину площади кольцевого зазора между поршнем и цилиндром, м^2 (обычно $S = 0.996 - 1.004 \text{ см}^2$).

Закончив поверку при возрастающем давлении, выдерживают поверяемый прибор под давлением на предельной отметке его шкалы в течение 5 мин. Затем выполняют аналогичные измерения при обратном ходе, т. е. с постепенным понижением давления, снимая последовательно грузы с тарелки поршня.

Определение погрешности и вариации показаний поверяемого манометра с одновитковой трубчатой пружиной выполняется сравнением его с показаниями образцового поршневого манометра, принимаемыми за действительные значения измеряемой величины. Поверка производится не менее чем в пяти отметках, распределенных равномерно в пределах шкалы поверяемого манометра.

Полученные экспериментальные данные заносят в табл. и по ним рассчитывают абсолютные и приведенные относительные погрешности прибора, а также вариации его показаний.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе включает в себя следующие пункты:

1. Схема установки.
2. Расчетные формулы и произведенные по ним расчеты.
3. Таблица результатов.
4. Статическая характеристика манометра.
5. Выводы по работе о пригодности манометра к эксплуатации.

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.2 Основы техники измерения

Практическое занятие №4

Изучение устройства и принципа действия приборов для измерения расхода

Цель: Изучение устройства и принципа действия приборов для измерения расхода

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Оборудование:

1. Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства».
- У305 Лаборатория типовых элементов автоматики.

Задание:

- 1 Изучите устройство и принцип действия приборов для измерения расхода.
2. Оформите отчет.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями
2. Изучите устройство расходомеров и физические основы их работы
3. Ответьте на вопросы:

Что называется расходомером?

Дать классификацию расходомеров по принципу действия.

Устройство и принцип действия теплового расходомера.

Устройство и принцип действия электромагнитного расходомера.

Устройство и принцип действия вихревого расходомера.

4. Выберите тип расходометра в соответствии с поставленной задачей в индивидуальном задании.

6. Представьте выполненную работу в виде расчетных формул, таблиц результатов по итогам расчета, схем измерений, выводов.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики : учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0327-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048719> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 64 с.

2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 141 с.

3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758031> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: по подписке. — 197 с.

Изучение расходомеров начнем с определения.

Расходомер, как видно из названия — устройство, предназначенное для измерения расхода какого-либо вещества — как правило, жидкости или газа.

2. Изучите особенности применения расходомеров, от чего зависит выбор типа и характеристик расходомера. Независимо от типа используемого устройства определения расхода вещества является довольно сложной комплексной задачей, при решении которой приходится учитывать множество факторов, таких как:

Физические характеристики исследуемой среды.

Физические характеристики окружающей среды.

Форма канала и свойства материала, из которого он изготовлен.

К каждому датчику как правило прилагается набор документов описывающих технические параметры прибора, его ограничения и рекомендации по эксплуатации.

3. Изучите классификацию расходомеров. Среди довольно большого разнообразия расходомеров по принципу действия можно выделить следующие основные группы:

Датчики скорости потока по перепаду давления

Тепловые расходомеры

Ультразвуковые расходомеры

Электромагнитные расходомеры

Кориолисовские расходомеры

Расходомеры с мишенями

Детекторы изменения скорости потока

4. Изучите физические основы работы самых распространенных расходомеров.

Рассмотрим основные виды расходомеров.

Тепловые расходомеры

В основе метода лежит довольно простая идея: если локально изменять свойства вещества в потоке (например, температуру) и регистрировать эти изменения на некотором удалении от места воздействия, можно определить среднюю скорость перемещения вещества в потоке (рисунок 1). Предположим, в потоке установлена пара датчиков температуры (А и В) и один нагревательный элемент С, причём расстояния $AC > BC$. Если вещество неподвижно, повышение температуры происходит локально за счёт теплопроводности, и датчик В нагревается быстрее, поскольку расположен ближе к нагревательному элементу. Если же поток придёт в движение, температура в области А упадёт до исходной температуры вещества в потоке, а температура в области В будет чуть выше исходной. Анализ данных с датчиков позволяет однозначно судить о скорости перемещения вещества в потоке.

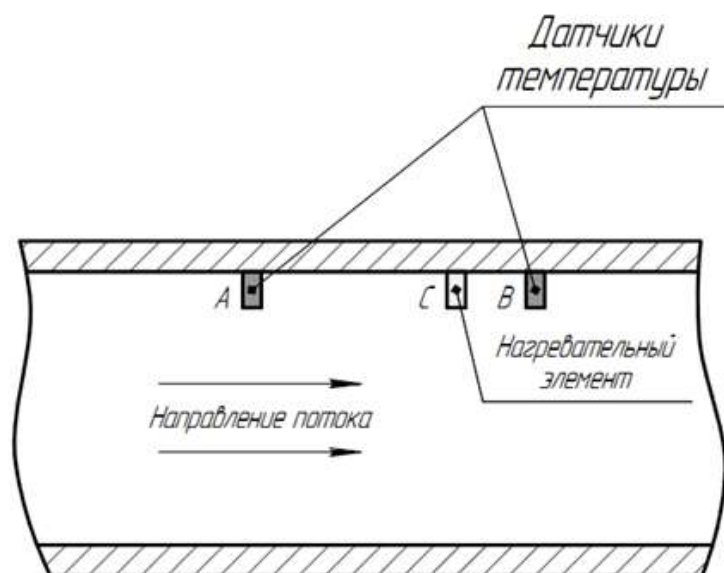


Рисунок 1. Общая схема расположения ключевых элементов теплового расходомера.

Электромагнитные расходомеры

Если жидкость проводит ток, её перемещение поперёк линий магнитного поля приведёт к возникновению ЭДС, пропорциональной скорости потока. На практике эта схема реализуется путём установки электромагнитов таким образом, чтобы линии магнитного потока были перпендикулярны потенциальному перемещению потока жидкости, а также установкой пары электродов, фиксирующих наведённую движением потока ЭДС (рисунок 2).

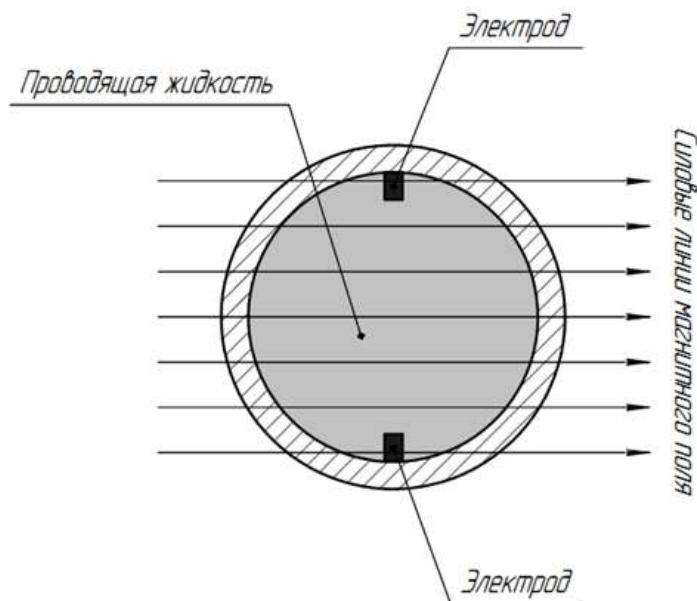


Рисунок 2. Общая схема расположения ключевых элементов электромагнитного расходомера

Вихревые расходомеры (Расходомеры с мишенями)

В расходомерах данного типа основным элементом является дискообразная или шарообразная мишень, укрепленная на эластичном тросе, один противоположный конец которого неподвижно закреплён (рисунок 3). Поток жидкости или газа приводит к смещению мишени, что вызывает деформацию троса, а установленные на нём тензодатчики регистрируют тип и степень

деформации. Полученные данные позволяют судить о скорости потока вещества, а также о его направлении.

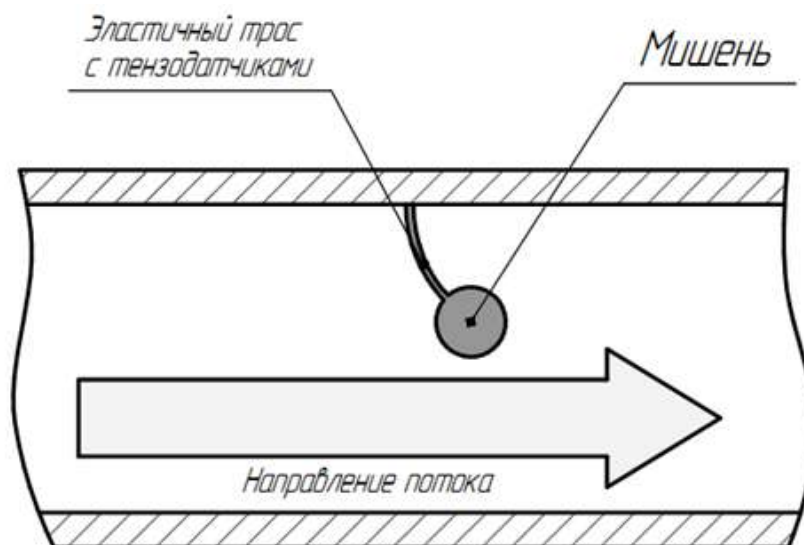


Рисунок 3. Схема расположения ключевых элементов вихревого расходомера

Достоинством таких датчиков является возможность проведения измерений расхода и скорости потока в двух или даже в трёх различных направлениях. Для обеспечения подобной многозадачности необходимо обеспечить симметричность мишени для всех нужных направлений.

Форма представления результата:

1. Расчетные формулы и пояснения к ним.
2. Таблица результатов по итогам расчета.
3. Схема схем измерений.
4. Выводы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.3 Автоматизация системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Практическое занятие №5 Изучение схемы и элементов АСР

Цель: Изучить структурную схему системы автоматического регулирования (АСР). Изучить элементный состав схемы АСР температуры трубчатой печи

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Оборудование:

Демонстрационный стенд «АСР температуры трубчатой печи», включающий элементы: Термопара ТХА, Исполнительный механизм типа МЭО, Лабораторный автотрансформатор (регулятор напряжений). У305 Лаборатория типовых элементов автоматики.

Задание:

1. Рассмотреть структурную схему АСР с целью определения назначения каждого элемента схемы
2. Рассмотреть электрическую принципиальную схему АСР температуры с целью установления ее элементного состава
3. Найти аналогию между элементами изученных схем

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить структурную схему системы автоматического регулирования.
2. Определить назначение каждого элемента схемы и взаимосвязь между ними.
3. Установить соответствие между элементами структурной схемы АСР и элементным составом электрической схемы АСР температуры трубчатой печи.
4. Найти элементы схемы АСР температуры трубчатой печи на демонстрационном стенде.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Шишов, О. В. Современные средства АСУ ТП : учебник / О. В. Шишов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 532 с. - ISBN 978-5-9729-0622-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1831992> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 5 с.

2. Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Форум : Инфра-М, 2018. — 224 с. - Режим доступа: <https://new.znaniium.com/read?id=304292> . - Загл. с экрана. – 13 с.

Рассмотрим структурную схему АСР. В АСР входят объект управления (ОУ) и управляющее устройство (УУ). ОУ – устройство или их совокупность, осуществляющая технический процесс в соответствии с алгоритмом функционирования, технологический процесс или их набор, подчиненный одной цели управления (судно, ДТП, паровой котел, дизель, ДГ, вспомогательные механизмы и так далее).

Автоматические системы регулирования предназначены для поддержания заданных значений выходных координат машин и аппаратов химических производств. Выходными координатами называются физические величины, которые определяют работу машины или аппарата в соответствии с технологическим регламентом. В свою очередь, выходные координаты, на которые воздействует в процессе функционирования регулятор, называются регулируемыми. В химической промышленности регулируемые могут быть следующие величины: давление, уровень, температура, расход, концентрация, скорость и другие показатели, характеризующие механические и физико-химические процессы и явления, происходящие в химико-технологических производствах.

Автоматическая система регулирования имеет замкнутую цепь воздействия: объект регулирования воздействует на датчик, датчик на управляющий элемент (регулятор Рег), который воздействует на исполнительный элемент ИМ, а исполнительный - снова на объект управления ОУ.

Функциональная схема автоматического регулирования температуры (рис. 1) состоит из объекта регулирования 1, датчика температуры 2, программного устройства или задатчика уровня температуры 4, регулятора 5 и исполнительного устройства 8. Во многих случаях между датчиком и программным устройством ставится первичный усилитель 3, а между регулятором и исполнительным устройством - вторичный усилитель 6. Дополнительный датчик 7 применяется в изодромных системах регулирования.

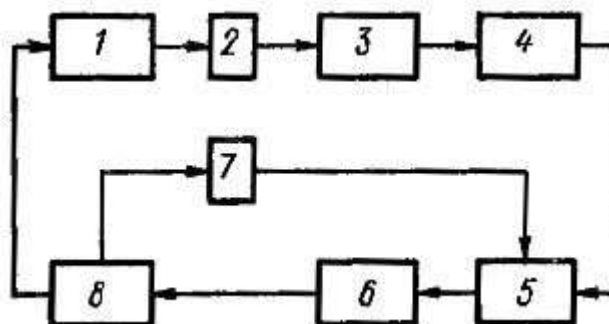


Рис. 1. Функциональная схема автоматического регулирования температуры

В качестве датчиков температуры применяются термопары, термосопротивления (термисторы) и термометры сопротивления. Наиболее часто используются термопары. Более подробно про них смотрите здесь: Термоэлектрические преобразователи (термопары)

2. Рассмотрим электрическую принципиальную схему АСР температуры.

Позиционные (релейные) регуляторы температуры

Позиционными называют такие регуляторы, у которых регулирующий орган может занимать два или три определенных положения. В электронагревательных установках применяются двух- и трехпозиционные регуляторы. Они просты и надежны в эксплуатации.

На рис. 2 показана принципиальная схема двухпозиционного регулирования температуры воздуха.

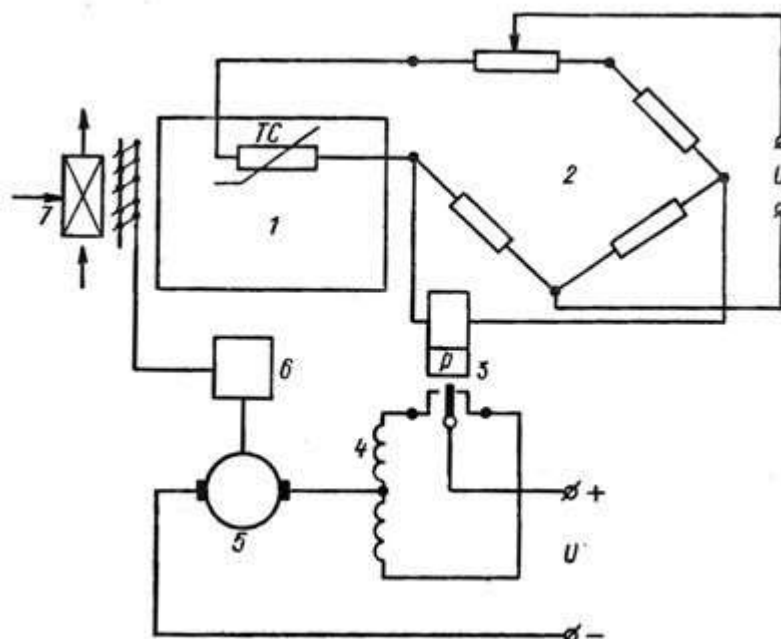


Рис. 2. Принципиальная схема двухпозиционного регулирования температуры воздуха: 1 - объект регулирования, 2 - измерительный мост, 3 - поляризованное реле, 4 - обмотки возбуждения электродвигателя, 5 - якорь электродвигателя, 6 - редуктор, 7 - калориф.

Для контроля температуры в объекте регулирования служит термосопротивление ТС, включенное в одно из плеч измерительного моста 2. Величины сопротивлений моста подбираются таким образом, чтобы при заданной температуре мост был уравновешен, то есть напряжение в диагонали моста равнялось нулю. При повышении температуры поляризованное реле 3, включенное в диагональ измерительного моста, включает одну из обмоток 4 электродвигателя постоянного тока, который с помощью редуктора 6 закрывает воздушный клапан перед калорифером 7. При понижении температуры воздушный клапан полностью открывается.

При двухпозиционном регулировании температуры количество подаваемого тепла может устанавливаться только на двух уровнях - максимальном и минимальном. Максимальное количество тепла должно быть больше необходимого для поддержания заданной регулируемой температуры, а минимальное - меньше. В этом случае температура воздуха колеблется около заданного значения, то есть устанавливается так называемый автоколебательный режим (рис. 3, а).

Линии, соответствующие температурам t_n и t_v , определяют нижнюю и верхнюю границы зоны нечувствительности. Когда температура регулируемого объекта, уменьшаясь, достигает значения t_n количество подаваемого тепла мгновенно увеличивается и температура объекта начинает возрастать. Достигнув значения t_v , регулятор уменьшает подачу тепла, и температура понижается.

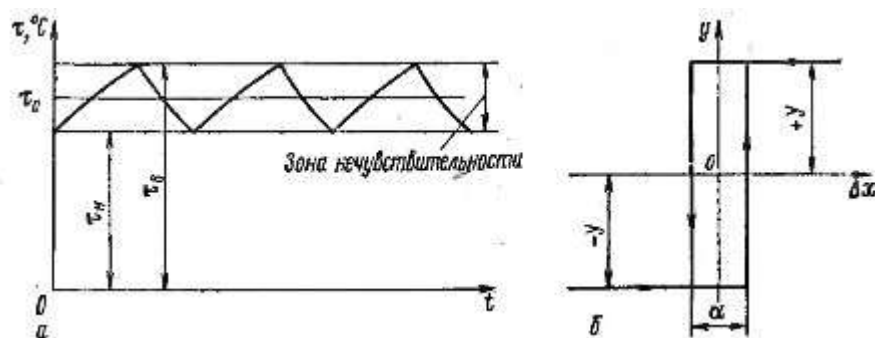


Рис. 3. Временная характеристика двухпозиционного регулирования (а) и статическая характеристика двухпозиционного регулятора (б).

Скорость повышения и понижения температуры зависит от свойств объекта регулирования и от его временной характеристики (кривой разгона). Колебания температуры не выходят за границы зоны нечувствительности, если изменения подачи тепла сразу вызывают изменения температуры, то есть если отсутствует запаздывание регулируемого объекта.

С уменьшением зоны нечувствительности амплитуда колебаний температуры уменьшается вплоть до нуля при $t_n = t_v$. Однако для этого требуется, чтобы подача тепла изменялась с бесконечно большой частотой, что практически осуществить чрезвычайно трудно. Во всех реальных объектах регулирования имеется запаздывание. Процесс регулирования в них протекает примерно так.

При понижении температуры объекта регулирования до значения t_n мгновенно изменяется подача тепла, однако из-за запаздывания температура некоторое время продолжает снижаться. Затем она повышается до значения t_v , при котором мгновенно уменьшается подача тепла. Температура продолжает еще некоторое время повышаться, затем из-за уменьшенной подачи тепла температура понижается, и процесс повторяется вновь.

На рис. 3, б приведена статическая характеристика двухпозиционного регулятора. Из нее следует, что регулирующее воздействие на объект может принимать только два значения: максимальное и минимальное. В рассмотренном примере максимум соответствует положению, при котором воздушный клапан (см. рис. 2) полностью открыт, минимум - при закрытом клапане.

Знак регулирующего воздействия определяется знаком отклонения регулируемой величины (температуры) от ее заданного значения. Величина регулирующего воздействия постоянна. Все двухпозиционные регуляторы обладают гистерезисной зоной α , которая возникает из-за разности токов срабатывания и отпускания электромагнитного реле.

Пример использования двухпозиционного регулирования температуры: Автоматическое регулирование температуры в печах нагрева сопротивлением

Пропорциональные (статические) регуляторы температуры

В тех случаях, когда необходима высокая точность регулирования или когда недопустим автоколебательный процесс, применяют регуляторы с непрерывным процессом регулирования. К ним относятся пропорциональные регуляторы (П-регуляторы), пригодные для регулирования самых разнообразных технологических процессов.

В тех случаях, когда необходима высокая точность регулирования или когда недопустим автоколебательный процесс, применяют регуляторы с непрерывным процессом регулирования. К ним относятся пропорциональные регуляторы (П-регуляторы), пригодные для регулирования самых разнообразных технологических процессов.

В системах автоматического регулирования с П-регуляторами положение регулирующего органа (y) прямо пропорционально значению регулируемого параметра (x):

$$y = k_1 x,$$

где k_1 - коэффициент пропорциональности (коэффициент усиления регулятора).

Эта пропорциональность имеет место, пока регулирующий орган не достигнет своих крайних положений (конечных выключателей).

Скорость перемещения регулирующего органа прямо пропорциональна скорости изменения регулируемого параметра.

На рис. 4 показана принципиальная схема системы автоматического регулирования температуры воздуха в помещении при помощи пропорционального регулятора. Температура в помещении измеряется термометром сопротивления ТС, включенным в схему измерительного моста 1.

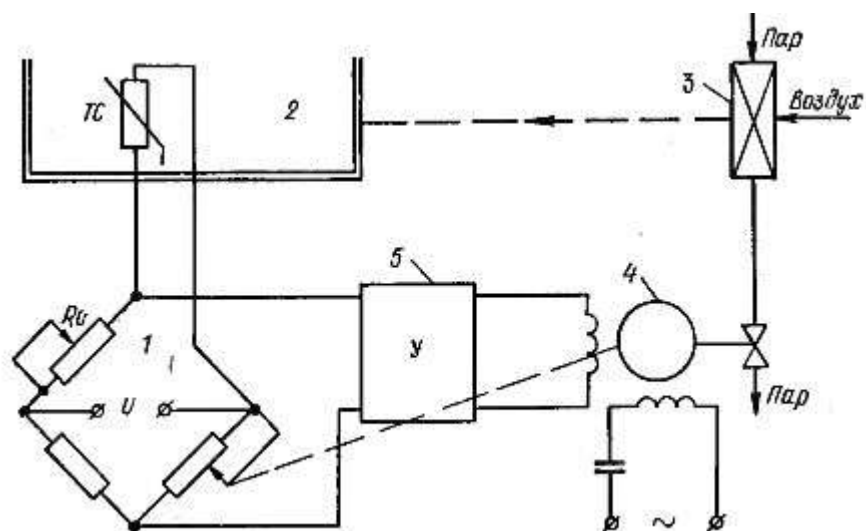


Рис. 4. Схема пропорционального регулирования температуры воздуха: 1 - измерительный мост, 2 - объект регулирования, 3 - теплообменник, 4 - конденсаторный двигатель, 5 - фазочувствительный усилитель.

При заданной температуре мост уравновешен. При отклонении регулируемой температуры от заданного значения в диагонали моста возникает напряжение разбаланса, величина и знак которого зависят от величины и знака отклонения температуры. Это напряжение усиливается фазочувствительным усилителем 5, на выходе которого включена обмотка двухфазного конденсаторного двигателя 4 исполнительного механизма.

Исполнительный механизм перемещает регулирующий орган, изменяя поступление теплоносителя в теплообменник 3. Одновременно с перемещением регулирующего органа происходит изменение сопротивления одного из плеч измерительного моста, в результате этого изменяется температура, при которой уравнивается мост.

Таким образом, каждому положению регулирующего органа из-за жесткой обратной связи соответствует свое равновесное значение регулируемой температуры.

Для пропорционального (статического) регулятора характерна остаточная неравномерность регулирования.

В случае скачкообразного отклонения нагрузки от заданного значения (в момент t_1) регулируемый параметр придет по истечении некоторого отрезка времени (момент t_2) к новому установившемуся значению (рис. 4). Однако это возможно только при новом положении регулирующего органа, то есть при новом значении регулируемого параметра, отличающегося от заданного на величину δ .

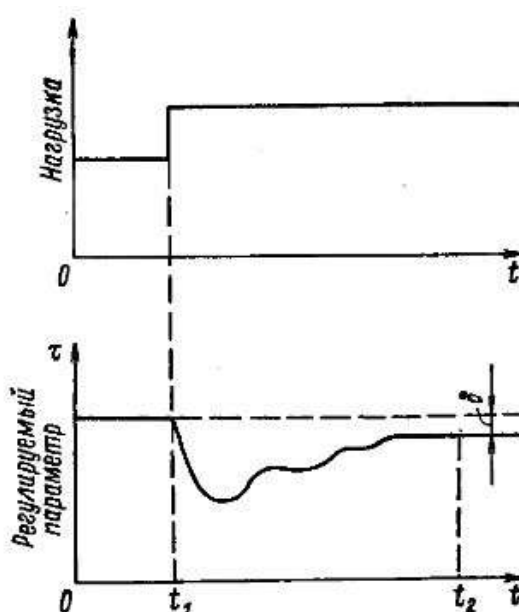


Рис. 5. Временные характеристики пропорционального регулирования

Недостаток пропорциональных регуляторов состоит в том, что каждому значению параметра соответствует только одно определенное положение регулирующего органа. Для поддержания заданного значения параметра (температуры) при изменении нагрузки (расхода тепла) необходимо, чтобы регулирующий орган занял другое положение, соответствующее новому значению нагрузки. В пропорциональном регуляторе этого не происходит, вследствие чего возникает остаточное отклонение регулируемого параметра.

Интегральные (астатические регуляторы)

Интегральными (астатическими) называются такие регуляторы, в которых при отклонении параметра от заданного значения регулирующий орган перемещается более или менее медленно и все время в одном направлении (в пределах рабочего хода) до тех пор, пока параметр снова не примет заданного значения. Направление хода регулирующего органа изменяется лишь тогда, когда параметр переходит через заданное значение.

В интегральных регуляторах электрического действия обычно искусственно создается зона нечувствительности, в пределах которой изменение параметра не вызывает перемещений регулирующего органа.

Скорость перемещения регулирующего органа в интегральном регуляторе может быть постоянной и переменной. Особенностью интегрального регулятора является отсутствие пропорциональной связи между установившимися значениями регулируемого параметра и положением регулирующего органа.

На рис. 6 приведена принципиальная схема системы автоматического регулирования температуры при помощи интегрального регулятора. В ней в отличие от схемы пропорционального регулирования температуры (см. рис. 4) нет жесткой обратной связи.

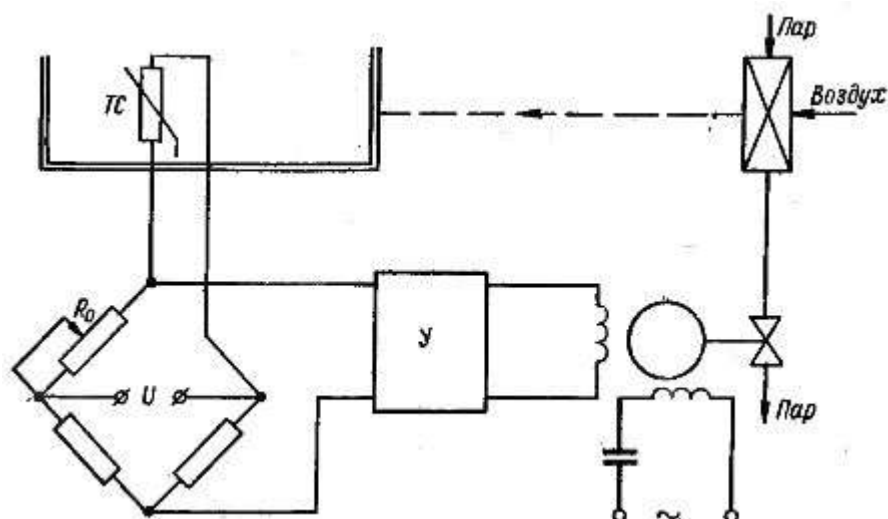


Рис. 6. Схема интегрального регулирования температуры воздуха

В интегральном регуляторе скорость регулирующего органа прямо пропорциональна величине отклонения регулируемого параметра.

Процесс интегрального регулирования температуры при скачкообразном изменении нагрузки (расхода тепла) отображен на рис. 7 с помощью временных характеристик. Как видно из графика, регулируемый параметр при интегральном регулировании медленно возвращается к заданному значению.

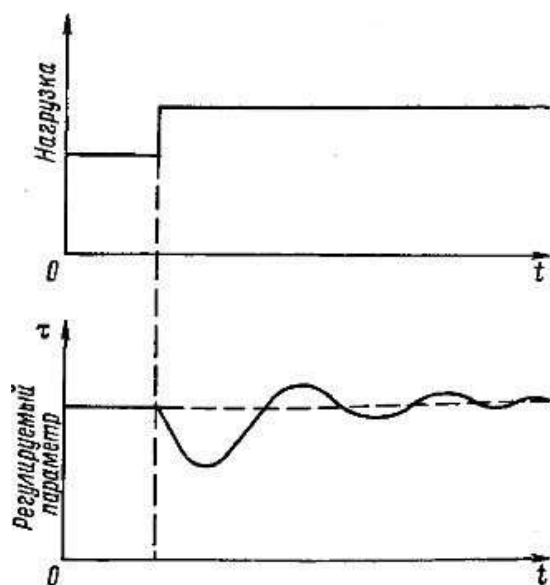


Рис. 7. Временные характеристики интегрального регулирования

Изодромные (пропорционально-интегральные) регуляторы

Изодромное регулирование обладает свойствами как пропорционального, так и интегрального регулирования. Скорость перемещения регулирующего органа зависит от величины и скорости отклонения регулируемого параметра.

При отклонении регулируемого параметра от заданного значения регулирование осуществляется следующим образом. Вначале регулирующий орган перемещается в зависимости от величины отклонения регулируемого параметра, то есть имеет место пропорциональное регулирование. Затем регулирующий орган совершает дополнительное перемещение, которое необходимо для устранения остаточной неравномерности (интегральное регулирование).

Изодромную систему регулирования температуры воздуха (рис. 8) можно получить заменой жесткой обратной связи в схеме пропорционального регулирования (см. рис. 5) упругой обратной

связью (от регулирующего органа к движку сопротивления обратной связи). Электрическая обратная связь в изодромной системе осуществляется потенциометром и вводится в систему регулирования через контур, содержащий сопротивление R и емкость C .

В течение переходных процессов сигнал обратной связи вместе с сигналом отклонения параметра воздействует на последующие элементы системы (усилитель, электродвигатель). При неподвижном регулирующем органе, в каком бы положении он ни находился, по мере заряда конденсатора C сигнал обратной связи затухает (в установившемся режиме он равен нулю).

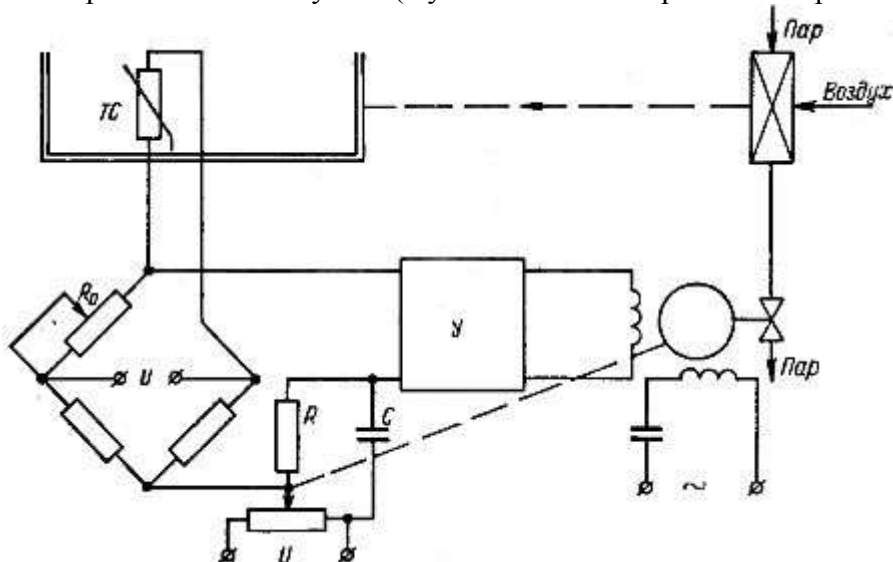


Рис. 8. Схема изодромного регулирования температуры воздуха

Для изодромного регулирования характерно, что неравномерность регулирования (относительная ошибка) с увеличением времени уменьшается, приближаясь к нулю. При этом обратная связь не будет вызывать остаточных отклонений регулируемой величины.

Таким образом, изодромное регулирование приводит к значительно лучшим результатам, чем пропорциональное или интегральное (не говоря уже о позиционном регулировании). Пропорциональное регулирование в связи с наличием жесткой обратной связи происходит практически мгновенно, изодромное - замедленно.

Форма представления результата:

Отчет включает в себя следующие пункты:

1. Структурная схема АСР с обозначением элементов и определением назначения каждого из них
2. Конкретизация элементного состава АСР температуры печи в соответствии с элементами структурной схемы АСР в виде таблицы.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.3 Автоматизация системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Практическое занятие №6

Изучение типовых функциональных схем и обозначения элементов

Цель:

1. Научиться составлять элементарные схемы систем автоматического регулирования.
2. Выбрать типовые функциональные схемы АСР на схеме автоматического управления технологическим процессом.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Лекции, раздаточный материал. Оборудование: не требуется

Задание:

1. Составить схемы систем автоматического регулирования.
2. Выбрать типовые функциональные схемы САР на схеме автоматического управления технологическим процессом.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по выполнению работы.
2. Выполнить типовые элементарные схемы АСР температуры, АСР соотношения «газ – воздух», АСР давления в соответствии с ГОСТ.
3. Найти на предложенной схеме автоматического управления технологическим процессом типовые схемы АСР.
4. Определить отличие в выполнении отдельных элементов элементарных схем по сравнению с найденными.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Шишов, О. В. Современные средства АСУ ТП : учебник / О. В. Шишов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 532 с. - ISBN 978-5-9729-0622-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1831992> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 11 с.

2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 350 с.

Рассмотрим методику управления режимными параметрами МНП

АСУ методической печи строится на основе типовой иерархической модели. Модель базируется на трёх основных уровнях. Структурная схема типовой АСУ приведена на рисунке 1.

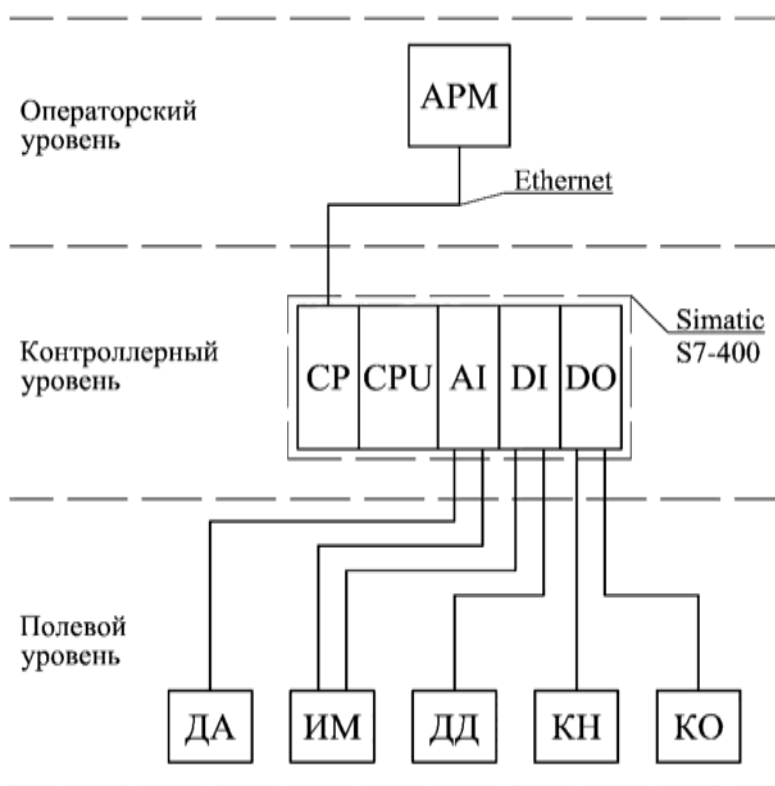


Рисунок 1 – Структурная схема АСУ

Первый уровень (полевой) – уровень контрольно-измерительных приборов, включающий в себя первичные датчики (аналоговые ДА или дискретные ДД), исполнительные устройства (ИМ), а также сопутствующее оборудование, такое как пускатели или контакторы (К), отсечные клапаны (КО).

Второй уровень (контроллерный) – уровень контроллера. Включает в себя ПЛК с системой ввода-вывода информации и предназначен для непосредственного взаимодействия с оборудованием КИП. Кроме того, осуществляется информационный обмен со следующим, третьим уровнем.

Третий уровень (операторский) – уровень визуализации и операторского управления (HMI/SCADA). Предназначен для мониторинга текущего состояния технологического объекта, восприятия управляющих воздействий оператора. На этом уровне осуществляется управление процессом с АРМ-а оператора, накопление информации о ходе технологического процесса, хранение её в базе данных.

Для поддержания теплового режима в верхней сварочной зоне на оптимальном уровне требуется контроль и регулирование нескольких параметров.

1) Регулирование температуры в верхней сварочной зоне Структурная схема АСУ температуры приведена на рисунке 2.

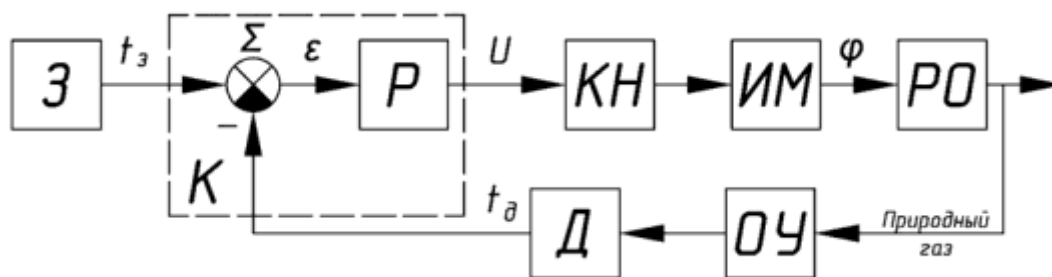


Рисунок 2 – Структурная схема АСР температуры в верхней сварочной зоне

Осуществляется путём изменения расхода природного газа, подаваемого к горелкам верхней сварочной зоны. При изменении температуры сигнал с первичного датчика (Д) подаётся на модуль ввода аналоговых сигналов контроллера Simatic S7-400. Задающий сигнал (З) определяет технолог (в данном случае это главный нагревательщик) со своего АРМ-а при помощи НМІ. Программа, заложенная в контроллер, сравнивает два сигнала при помощи блока суммирования (Σ), который выдаёт сигнал рассогласования. Сигнал рассогласования является входным параметром для блока регулирования контроллера (Р). Блок регулирования выдаёт управляющее воздействие типа «открыть клапан/закрыть клапан» в виде выходного дискретного сигнала на модуль вывода дискретных сигналов, и затем на реверсивный контактор (КН). Контактор управляет исполнительным механизмом (ИМ), который механически связан с регулирующим клапаном (РО). Значение температуры и положение клапана выводится на АРМ. Ручное управление организовано программно и производится с АРМ-а.

2) Регулирование соотношения расходов «природный газ – воздух» Структурная схема АСР соотношения приведена на рисунке 3.

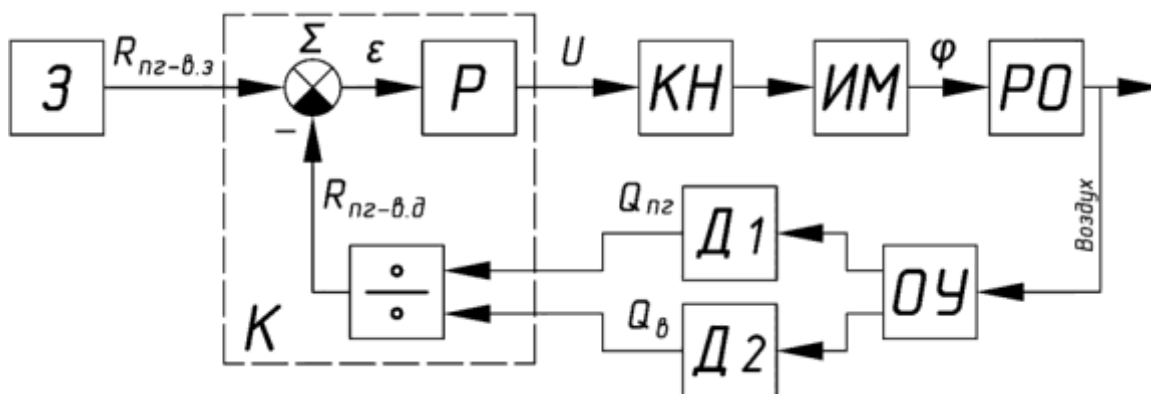


Рисунок 3 – Структурная схема АСР соотношения расходов «природный газ – воздух» в верхней сварочной зоне

Осуществляется путём изменения расхода воздуха, подаваемого к горелкам верхней сварочной зоны. С помощью датчиков расхода (Д1 и Д2) измеряются расходы газа и воздуха, сигналы с которых подаются на модуль ввода аналоговых сигналов контроллера. Соотношение расходов вычисляется математически в блоке деления ($\div$). Сигнал задания (З) определяет главный нагревательщик со своего АРМ-а. Программа, заложенная в контроллер, сравнивает два сигнала при помощи блока суммирования (Σ), который выдаёт сигнал рассогласования. Сигнал рассогласования является входным параметром для блока регулирования контроллера (Р). Блок регулирования выдаёт управляющее воздействие типа «открыть клапан/закрыть клапан» в виде выходного дискретного сигнала на модуль вывода дискретных сигналов, и затем на реверсивный контактор (КН). Контактор управляет исполнительным механизмом (ИМ), который механически связан с регулирующим клапаном (РО). Значения расходов газа и воздуха, а также положение клапана выводится на АРМ. Ручное управление организовано программно и производится с

АРМ-а.

3) Структурная схема АСР давления приведена на рисунке 4.

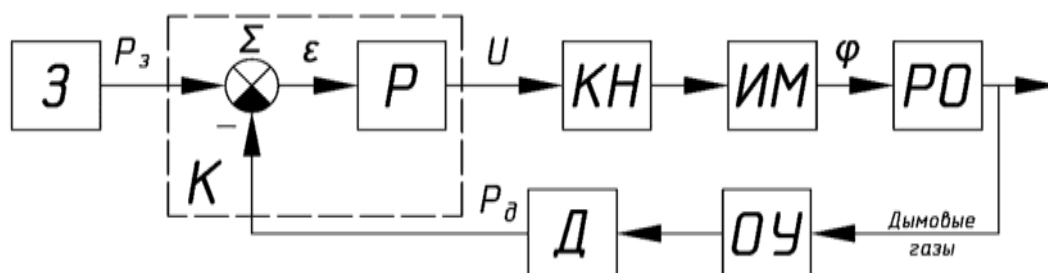


Рисунок 4 – Структурная схема АСР давления в верхней сварочной зоне

Регулирование давления в верхней сварочной зоне осуществляется путём изменения количества отводимых продуктов сгорания при помощи шиберов в дымовом борове. Давление в пространстве зоны измеряется с помощью датчика давления (Д), сигнал с которого подаётся на модуль ввода аналоговых сигналов контроллера. Сигнал задания (З) определяет главный нагреватель со своего АРМ-а. Программа, заложенная в контроллер, сравнивает два сигнала при помощи блока суммирования (Σ), который выдаёт сигнал рассогласования. Сигнал рассогласования является входным параметром для блока регулирования контроллера (Р). Блок регулирования выдаёт управляющее воздействие типа «открыть клапан/закрыть клапан» в виде выходного дискретного сигнала на модуль вывода дискретных сигналов, и затем на реверсивный контактор (КН). Контактор управляет исполнительным механизмом (ИМ), который механически связан с регулирующим клапаном (РО). Значение давления и положение клапана выводится на АРМ. Ручное управление организовано программно и производится с АРМ-а.

Форма представления результата:

1. Типовые элементарные схемы САР температуры, САР соотношения «газ – воздух», САР давления в соответствии с ГОСТ.
2. Определение регулируемого параметра хрп, сигнала задания хз, регулирующего воздействия хрв для каждой схемы.
3. Уравнение статического режима работы для каждой схемы.
4. Отличия в выполнении отдельных элементов.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.2 Основы техники измерения

Лабораторное занятие №1

Измерение температуры комплектом приборов с термометрами сопротивления или термоэлектрическими преобразователями

Цель:

1. Изучить конструктивные особенности представленных термометров.
2. Научиться определять тип термометра на базе которой выполнен прибор, исходя из области его использования и характеристики.
3. Освоить методику измерения температуры комплектом приборов с термометрами сопротивления или термоэлектрическими преобразователями

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Оборудование:

Установки «Методы измерения температуры», содержащие оборудование: лабораторная печь, образцовая и поверяемая термопары, термостат, измерительный прибор. Термофены BOSCH EasyHeat 500 (0.603 2A6 020) 1600Вт 300/500С 240/450л/мин. У305. Лаборатория типовых элементов автоматики.

Задание:

1. Изучить конструктивные особенности представленных термометров.
2. Определить тип термометра на базе которой выполнен прибор, исходя из области его использования и характеристики.
3. Произвести измерение температуры комплектом приборов с термометрами сопротивления.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструктивные особенности представленных термометров.
2. Определить тип термометра на базе которой выполнен прибор, исходя из области его использования и характеристики.
3. Произвести измерение температуры комплектом приборов с термометрами сопротивления.
4. Оформить отчет о проделанной работе.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

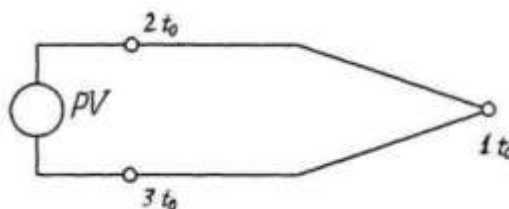
1. Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики : учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 332 с. -

ISBN 978-5-9729-0327-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048719> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. - 130,155 с.

2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке.- 84, 89 с.

3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758031> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 122 с.

Термоэлектрическим термометром называют устройство, состоящее из термоэлектрического преобразователя (термопары), вторичного измерительного прибора и соединительных проводов. Схематично термопара показана на рисунке 1.



1 – горячий спай; 2,3 – холодный спай; PV - потенциометр
Рисунок 1 – Схема термоэлектрического термометра.

При наличии разности температур в точках соприкосновения (спаях) 1 и 2,3 возникают две термоэлектродвижущие силы, величина которых пропорциональна величине разности температур. Термоэлектроды должны соприкасаться друг с другом только в одной точке, поэтому они по всей длине изолированы друг от друга и помещены в защитный чехол.

В качестве вторичных приборов в термоэлектрических термометрах используют потенциометры.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе включает в себя следующие пункты:

1. Схема установки
2. Расчетные формулы и произведенные по ним расчеты
3. Таблица результатов
4. Статическая характеристика.
5. Выводы по работе.

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.3 Автоматизация системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Лабораторное занятие №2 Изучение средств измерения давления

Цель:

1. Ознакомление с устройством и принципом действия распространенных средств измерения давления

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Оборудование:

Установки «Методы измерения давления», включающие оборудование: манометры разных типов, компрессор. У305 Лаборатория типовых элементов автоматики.

Установка поверки приборов: логометра, манометра с одновитковой пружиной. У304 лаборатория Монтажа, наладки, ремонта, технического обслуживания и эксплуатации систем автоматического управления и КИПИА.

Задание:

1. Изучить устройство и принцип действия распространенных типов манометров

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с понятием «класс точности прибора».
2. Изучить устройство и принцип действия распространенных типов манометров.
3. Составить отчет о проделанной работе.

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики : учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0327-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048719> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке.- 39-49 с.
2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 47 с.

3. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758031> (дата обращения: 14.03.2022). — Режим доступа: по подписке. — 164-172 с.

Для каждого типа приборов устанавливается допустимая погрешность показаний, т.е. отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины – класс точности. Класс точности – допустимая погрешность прибора, выраженная в процентах от максимального значения шкалы данного прибора.

Класс точности прибора часто обозначается на шкале числом, очерченным полукругом или квадратом.

В газовом хозяйстве применяются манометры с классом точности до 2,5.

Пример. Манометр с диапазоном измерения от 0 до 1 МПа. Класс точности 1,5. Стрелка манометра показывает 0,5 МПа. Каково истинное значение измеренной величины? $P = (0,5 \pm 0,015) \text{ МПа}$. Допустимая погрешность может быть большей или меньшей ($\pm$).

Жидкостные манометры

Предназначены для измерения низкого давления. Принцип действия: измеряемое давление уравнивается высотой столба затворной жидкости (рис. 1).

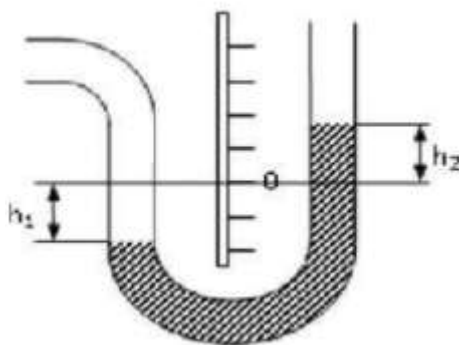


Рисунок 1. Устройство U-образного жидкостного манометра:

- основание, на котором закреплены шкала в мм вод.ст. или в Па с нулевой отметкой посередине;

- U-образная трубка, в которую заливается затворная жидкость. Измеряемое давление:

$$P_{\text{изм}} = h_1 + h_2$$

где h_1 -отметка, на которую опустилась затворная жидкость ниже нуля, h_2 -отметка, на которую поднялась жидкость в другом колене.

Если в U-образной трубке залита не вода, а другая жидкость, то

$$P_{\text{изм}} = (h_1 + h_2) \rho g$$

где ρ – плотность затворной жидкости, g – ускорение свободного падения.

Жидкостный манометр можно использовать как дифференциальный манометр – подсоединить оба колена к газопроводу.

Эксплуатация:

- вертикальная установка;

– ежедневная проверка заливки затворной жидкости до нулевой отметки; – не реже 1 раза в год госповерка;

– после замера давления кран на манометр перекрыть.

Шкалы: 0-100, 0-250, 0-600, 0-160, 0-400, 0-1000 в мм вод.ст. эозин или фенолфталеин – для заправки затворной жидкости, если она прозрачна.

Погрешность отсчета показаний составляет ± 1 мм высоты столба затворной жидкости и не зависит от диаметра трубок.

Пружинные манометры

Предназначены для измерения среднего и высокого давления.

Принцип действия основан на уравнивании избыточного давления силами упругой деформации трубчатой пружины (рис. 2).

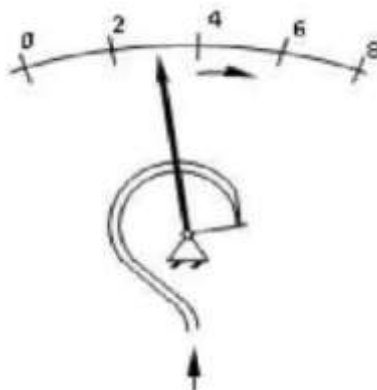


Рисунок 2. Устройство: 1. корпус со стеклом, 2. шкала, 3. полая трубка Бурдона (трубчатая пружина), 4. передаточный механизм, который передает движения свободного конца трубки стрелке, 5. стрелка.

Манометр присоединяется к газопроводу через 3-х ходовой кран или устройство, заменяющее его (КЗМ).

Эксплуатация:

- проверка исправности манометра посадкой стрелки на «0» не реже 1 раза в смену; - поверка не реже 1 раза в год с указанием на клейме квартала и года поверки.

На шкале манометра красной чертой указывается разрешенное рабочее давление. Рабочее давление должно находиться во второй трети шкалы манометра.

Какой манометр считается неисправным:

- отсутствует пломба или клеймо поверки; – просрочен срок поверки;
- стрелка прибора не садится на «0» на величину, превышающую предел допускаемой основной погрешности для данного прибора;
- механические повреждения прибора (разбито стекло, свернут корпус манометра, и т.д.).

Чувствительным элементом в пружинном манометре является пружина, в мембранном – мембрана, в сифонном – сиффон.

Электроконтактные манометры.

ЭКМ – пружинный с электроконтактами, применяется в системах контроля, регулирования и сигнализации. Две специальные стрелки устанавливаемые на max и min давление смонтированы с контактами электрической цепи. Замыкание одного из контактов рабочей стрелкой вызывает соответствующее действие системы автоматики.

Самопишущие манометры предназначены для измерения и регистрации давления в любое время суток.

Изменение избыточного давления (давление колеблется до 10 %) в ГРП (ГРУ) может привести к аварии.

Действие прибора основано на уравнивании избыточного давления силами упругой

деформации трубчатой пружины или сильфона.

Устройство: манометр с трубчатой пружиной или сильфоном, к стрелке манометра, прикреплено перо с капилляром и колбочкой с чернилами (маркер), картограмма(диаграмма).

МТС – манометр с трубчатой пружиной самопишущий; МСС – манометр сильфонный самопишущий.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе включает в себя следующие пункты:

1. Схема установки
2. Расчетные формулы и произведенные по ним расчеты
3. Таблица результатов
4. Статическая характеристика манометра
5. Выводы по работе о пригодности манометра к эксплуатации

Работа выполняется в тетрадях для практических работ, сдается в конце занятия в форме выполненного упражнения.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.

Тема 1.3 Автоматизация системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Лабораторное занятие №3 Изучение средств измерения уровня

Цель:

1. Изучение средств и способов измерения, использование измерений уровня для управления технологическим процессом

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- У.4.1.01 выбирать методы контроля, соответствующее оборудование, аппаратуру и приборы для контроля качества продукции;
- У.4.2.01 анализировать и осуществлять технологический процесс обработки металлов давлением с использованием автоматизированной системы управления, компьютерных и телекоммуникационных средств;
- Уо 04.03 эффективно работать в команде.

Материальное обеспечение:

MS Excel, Методические указания по выполнению практической работы.

Оборудование:

Комплект типового лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства».
У305 Лаборатория типовых элементов автоматики.

Задание:

1. Изучить материалы изложенные в разделе «общие сведения» настоящих указаний.
2. Согласно заданию заполнить бланк

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями в ЭБС или в настоящем методическом указании.
2. Ответьте на вопросы:
 1. Что называют уровнем.
 2. Перечислите наиболее распространённые способы измерения уровней
 3. Какие средства измерения относят к визуальные?
 4. Как работает поплавковый уровнемер?
 5. На чем основано действие буйковых уровнемеров?
 6. В каком уровнемере измеряют давление?
 7. Каков принцип действия электрических уровнемеров?
 8. Для чего предназначены кондуктометрические уровнемеры?
3. Изучите устройство распространенных типов уровнемеров.
4. Ознакомьтесь с типовым алгоритмом выбора уровнемера.
5. Осуществите выбор уровнемера в соответствии с назначением и условиями работы..
6. Представьте выполненную работу в виде отчета

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с краткими теоретическими сведениями:

1. Молдабаева, М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики : учеб. пособие / М. Н. Молдабаева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 332 с. - ISBN 978-5-9729-0327-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048719> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 109 с.
2. Ившин, В. П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами : учебник / В. П. Ившин, М. Ю. Перухин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 402 с. : ил. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-013335-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093431> (дата обращения: 14.03.2022). – Режим доступа: по подписке. – 171 с.

Уровнем называют высоту заполнения технологического аппарата рабочей средой – жидкостью или сыпучим материалом. Уровень рабочей среды является важным технологическим параметром, информация о котором необходима для контроля режима работы технологического аппарата, а в ряде случаев для управления производственным процессом.

Уровень измеряется в единицах длины (мм, см, м). Технические средства для измерения уровня называют уровнемерами.

Информация, полученная путём измерения уровня, используется для учетных операций и для управления технологическими процессами. В первом случае используются уровнемеры с широким диапазоном измерения (от 0,5 до 20 м), в втором с более узким диапазоном (от 0 до 500 мм).

В настоящее время в различных отраслях промышленности нашли применение различные способы измерения уровня, но к наиболее распространённым относятся следующие:

- визуальные;
- поплавковые;
- буйковые;
- гидростатические;
- электрические;
- ультразвуковые;
- радиоизотопные.

1.1 Визуальные средства измерения уровня

К визуальным средствам измерения уровня относятся мерные линейки, рейки, рулетки с лотами (цилиндрическими стержнями) и уровнемерные стёкла. Способы визуального измерения уровня относятся к неавтоматизированным способам, но на практике получили большое распространение за счет простоты их реализации и достаточно высокой точности измерений. Наибольшее распространение среди визуальных средств получили уровнемерные стёкла, принцип действия которых основан на законе сообщающихся сосудов (см. рисунок 1)

Из-за низкой механической прочности уровнемерные стёкла изготавливают длиной не более 0,5 м до давлений 2,5 ... 3,0 МПа и до температуры 300 °С.

1.2 Поплавковые средства измерения уровня

Поплавковые уровнемеры относятся к разряду наиболее простых уровнемеров. Получили распространение поплавковые уровнемеры широкого и узкого диапазонов (рис. 1).

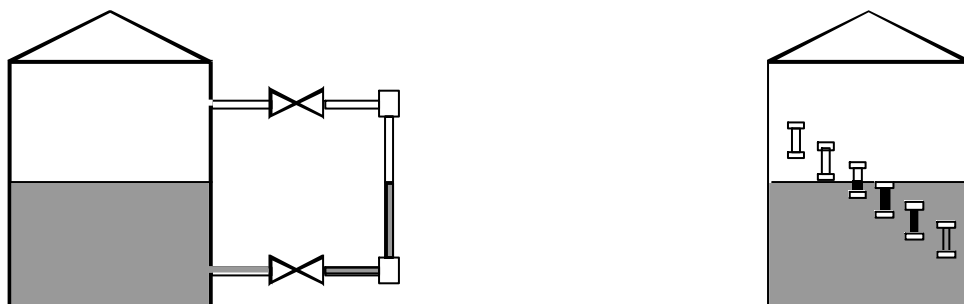


Рисунок 1 – Схемы установки уровнемерных стёкл на технологических аппаратах

Поплавковые уровнемеры узкого диапазона представляют собой поплавки диаметром от 80 до 200 мм из нержавеющей стали, плавающий на поверхности жидкости. Через специальное сальниковое уплотнение поплавок соединён с измерительной системой (см. рисунок 2.2а). Дальнейшее преобразование положения поплавка в зависимости от вида измерительного преобразователя может производиться как в положение стрелки измерительного прибора, так и в электрический или пневматический сигнал для последующей дистанционной передачи. Диапазон измерения подобных уровнемеров невелик и составляет -200 ... 0 ... 200 мм.

Поплавковые уровнемеры широкого диапазона представляют собой поплавок, связанный гибким тросом с противовесом (см. рисунок 2б). Роль противовеса может выполнять пружина.

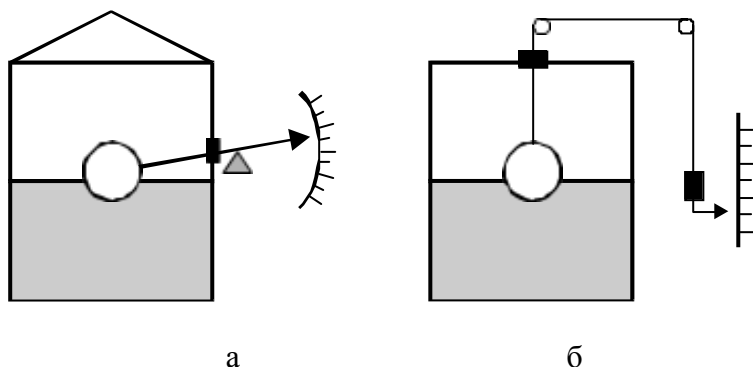


Рисунок 2 – Схемы поплавковых уровнемеров

Конструкцию поплавков противовес выбирают таким образом, чтобы в состоянии покоя поплавок находился на поверхности жидкости. Изменение погружения поплавка в результате изменения уровня приведёт к нарушению равновесия. Конструкция начнёт движение в сторону изменения уровня до тех пор, пока вновь не наступит равновесие.

Уровнемеры с плавающим поплавком изготавливаются на пределы измерения до 12-20 м. Абсолютная погрешность измерений для максимальных диапазонов достигает 10 мм, что является очень хорошим результатом.

1.3 Буйковые средства измерения уровня

Действие буйковых уровнемеров основано на изменения выталкивающей (архимедовой) силы, действующей на погруженный в жидкость поплавок (буй). Буй представляет из себя металлический цилиндр с плотностью значительно выше, чем плотность жидкости. Буй подвешивается в вертикальном положении и частично погружается в жидкость. Максимальный вес буйка P соответствует минимальному уровню (буй не погружен в жидкость) и определяется только конструкцией и материалом буйка.

$$P=mg.$$

При погружении буйка в жидкость на него действует выталкивающая сила P_1 , пропорциональная объёму вытесненной жидкости и своего максимального значения сила достигает при полностью погруженном в жидкость буйке

На рисунке 3 представлен буйковый уровнемер, в котором в качестве чувствительного элемента используется мембрана.

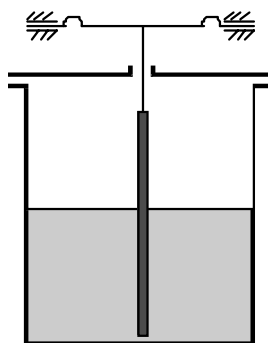


Рисунок 3 – Измерение уровня буйковым уровнемером

Буйковые уровнемеры имеют диапазон измерений до 16 м при температуре рабочей среды до 400 °С и давлении до 16 МПа. Класс точности составляет 1,0 и 1,5. Причём класс точности ограничивается не измерительной системой, а поведением измеряемой среды – изменением плотности среды при изменении внешних условий.

1.4 Гидростатические средства измерения уровня

Измерение уровня гидростатическими уровнемерами сводится к измерению гидростатического давления P , создаваемого столбом h жидкости постоянной плотности ρ в соответствии с известным выражением

$$P = \rho gh.$$

Измерение давления осуществляется:

- манометром, подключаемым на высоте, соответствующей нижнему предельному значению уровня (см. рисунок 4а,б) в случае, если жидкость находится под атмосферным давлением;
- дифференциальным манометром, подключаемым на высоте, соответствующей нижнему предельному значению уровня (см. рисунок 4в) в случае, если жидкость находится под избыточным давлением.

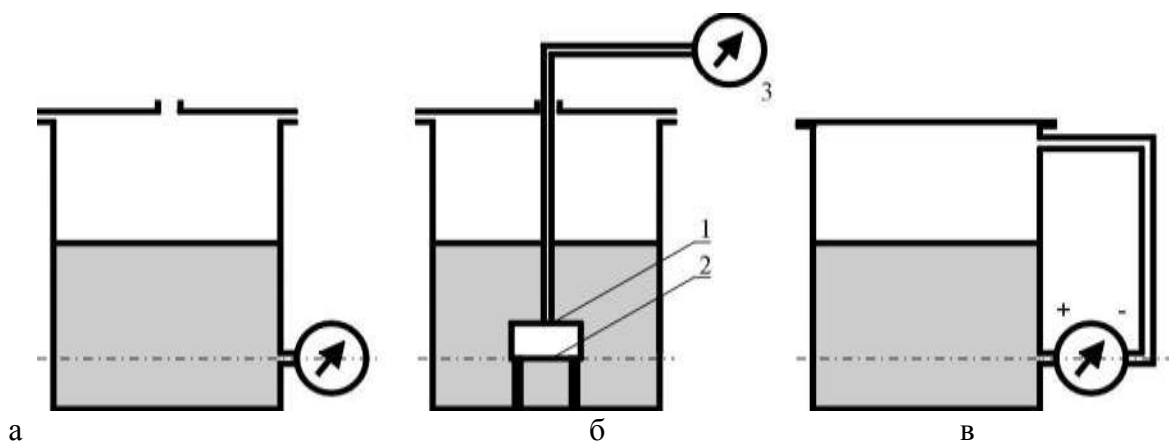


Рисунок 4 – Измерение уровня гидростатическими уровнемерами

На рисунке 46 представлен способ измерения уровня по давлению в манометрической системе. На нулевой отметке размещается колокол 1, отверстие которого перекрыто тонкой эластичной мембраной 2. Давление внутри системы измеряется манометром 3. Применение мембраны исключает растворение воздуха в жидкости, но вносит дополнительную погрешность за счет жесткости мембраны. Основное преимущество данной схемы заключается в независимости показаний манометра от его размещения относительно уровня жидкости.

При измерении уровня в аппаратах, находящихся под давлением, применяют схему, приведённую на рисунке 5б. Уравнительный сосуд в этом случае устанавливают на высоту, соответствующую максимальному значению уровня, и соединяют с аппаратом. Соединение выполняют трубкой с наклоном 1:10 в сторону аппарата.

Рисунок 5 Измерение уровня с помощью дифференциальных манометров

На рисунке 6 представлен способ измерения уровня воды в барабане парового котла 1, работающего под высоким давлением.

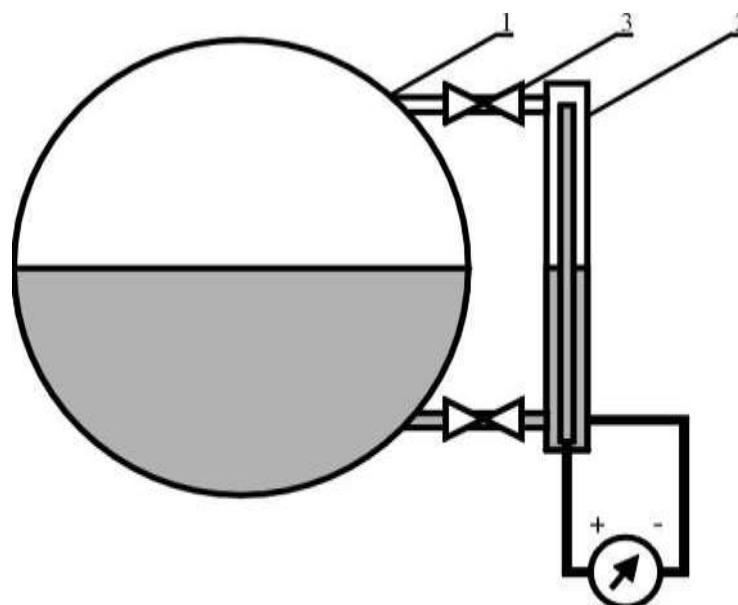


Рисунок 6 – Измерение уровня воды в барабане парового котла Измерение выполняется с помощью уровнемерной колонки 2.

Конструктивно колонка выполняется в виде двух труб разного диаметра. Труба с меньшим диаметром помещается в трубу с большим диаметром, которая герметизируется с помощью фланцев сверху и снизу. Верхнее отверстие меньшей трубы свободно, к нижней подключена «плюсовая» импульсная трубка прибора. «Минусовая» импульсная трубка подключена к нулевому уровню колонки. С помощью специальных отборов 3 колонка подключается к барабану котла. Уровень в большей трубе как в сообщающемся сосуде устанавливается равным уровню в барабане котла, в то время как внутренняя труба колонки заполняется полностью. Заполнение трубки происходит сконденсировавшимися парами воды, либо в режиме переполнения котла. Измерение перепада, обратно пропорционального уровню выполняется дифференциальным манометром аналогично рисунку 5б.

1.5 Электрические средства измерения уровня

Принцип действия электрических уровнемеров основан на изменении электрических параметров чувствительного элемента, связанных с измерением уровня измеряемой жидкости.

По виду чувствительного элемента электрические уровнемеры подразделяются на емкостные и кондуктометрические (омические).

Ёмкостные уровнемеры

Принцип действия основан на зависимости электрической ёмкости чувствительного элемента от уровня жидкости. Конструктивно емкостные чувствительные элементы выполняются в виде коаксиально расположенных цилиндрических электродов или параллельно расположенных плоских электродов.

Для обеспечения постоянства характеристик преобразователя и повышения точности измерения уровня целесообразно применять преобразователи со стержнем или тросом, располагаемым в стальной трубе, являющейся вторым электродом преобразователя.

На рисунке 7 представлена схема устройства емкостного уровнемера для неэлектропроводящих (диэлектрических) жидкостей с удельной проводимостью менее 10^{-6} См/м (Сименс на метр). Уровнемер выполнен в виде цилиндрического конденсатора из двух коаксиально расположенных стальных труб 2 в 3. Преобразователь погружен в резервуар 1, в котором измеряется уровень жидкости.

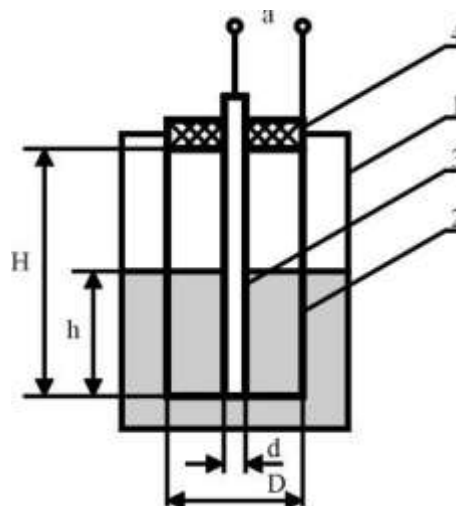


Рисунок 7 – Схема емкостного уровнемера

Если конденсатор уровнемера включить в одно из плеч моста переменного тока и предварительно уравновесить его на «пустом» конденсаторе, то по величине тока в измерительной диагонали моста можно судить о величине уровня, заполняющей конденсатор.

Конструкции емкостных уровнемеров могут быть различными. Возможен вариант, когда одной обкладкой конденсатора является электрод, помещаемый в аппарат с измеряемым уровнем жидкости, а другой стенки аппарата.

В случае если жидкость электропроводящая, удельная проводимостью более 10^{-4} См/м, применяют уровнемеры с изолированными друг от друга электродами чувствительного элемента.

Емкостные уровнемеры выпускаются классов точности 0,5; 1,0; 2,5. Основным источником погрешности является изменение диэлектрической проницаемости среды, заполняющей конденсатор.

Кондуктометрические уровнемеры

Уровнемеры этого типа предназначены для сигнализации уровня электропроводящих жидких и сыпучих сред с удельной проводимостью более 10^{-3} См/м. Принцип действия сигнализаторов основан на замыкании электрической цепи электрод – корпус или электрод – электрод при их касании жидкостью или сыпучей средой.

Изменение сопротивления цепи электрод – корпус при касании их жидкостью или сыпучей средой происходит скачкообразно и при дальнейшем увеличении уровня изменяется незначительно. Именно поэтому кондуктометрические уровнемеры выпускаются только как сигнализаторы уровня.

Электроды кондуктометрических уровнемеров изготавливают из специальных марок стали или угля. Угольные электроды используются только для жидких сред.

Ультразвуковые уровнемеры

В основу функционирования ультразвуковых уровнемеров положен принцип локации (рис.8). В соответствии с этим принципом измерение уровня осуществляют по времени прохождения ультразвуковых колебаний расстояния от излучателя 1 до границы раздела двух сред и обратно до приёмника излучения 4. Локация границы раздела двух сред выполняется либо со стороны газа 2, либо со стороны рабочей среды 3. Уровнемеры, в которых локация границы раздела фаз осуществляется через газ, называют акустическими, а уровнемеры с локацией границы раздела двух сред через слой рабочей среды – ультразвуковыми.

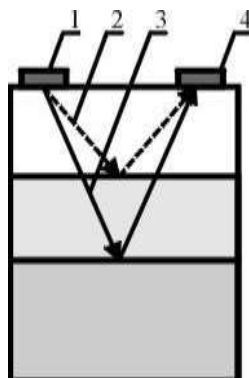


Рисунок 8 – Схема ультразвукового уровнемера

Радиоактивные уровнемеры

В радиоактивных уровнемерах измерение уровня жидкости основано на изменении интенсивности радиоактивного излучения при прохождении его через слой жидкости. Источник и приемник излучения располагаются снаружи, с противоположных сторон аппарата, уровень жидкости в котором измеряется. Если уровень жидкости ниже линии, соединяющей источник и приемник излучения, то последний фиксирует большую интенсивность излучения, и наоборот. Изменение интенсивности излучения преобразуется в электронном блоке в электрический сигнал, который измеряется вторичным прибором.

Радиоактивные уровнемеры применяются в закрытых резервуарах при измерении уровня агрессивных, легковоспламеняющихся жидкостей, а также жидкостей, находящихся под высоким давлением или при высокой температуре (расплавленные металлы).

Форма представления результата:

Документы (экран), отчет по выполненной работе

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задание не выполнено.