

Изучены физические явления, лежащие в основе методик измерения давления. Проведен анализ возможных погрешностей при проведении измерения давления, областей и условий применения используемых средств измерений и имеющихся на рынке лабораторных комплексов для измерения давления.

Измерения требуют особого внимания, так как эталонные базы не соответствуют современным научным и производственным потребностям. Важно улучшать методы и принципы метрологического обслуживания средств измерений.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мулев Ю.В. Механические приборы измерения и контроля давления. – М.: НПО «ЮМАС».
2. Захарова А.Г. Измерительная техника: учебное пособие / А. Г. Захарова. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. – 151 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/6679>

Цзян Ялун (Китай),  
Фань Юйтэн (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Кузьминская Елена Вячеславовна,  
канд. техн. наук, доцент

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Измерение температурных параметров имеет большое значение как в промышленности так и в повседневной жизни. Температура является важным параметром для измерений в таких областях, как медицина, пищевая промышленность, химическая промышленность, авиация и аэрокосмическая промышленность. Например, на электростанциях необходимо с достаточной точностью фиксировать параметры температуры, потому что их резкое изменение может привести к уменьшению производства электроэнергии и авариям на производстве.

Для точных измерений параметров температуры используются различные средства измерений, основанные на различных принципах и способах работы. На сегодняшний день таких средств измерений огромное количество, которые требуют не только знаний применения,

но еще знаний и опыта в области их технического периодического обслуживания.

Из-за многообразия средств измерений температуры невозможно создать универсальную лабораторию в одном месте для обучения персонала, однако с использованием цифровых технологий можно разработать виртуальную лабораторию. Виртуальная лаборатория позволит проводить обучения персонала из различных областей деятельности, в ходе которого они получают не только теоретические знания, но также и практические навыки применения различных средств измерений температуры и их технического обслуживания.

Прежде, чем перейти к разработке виртуальных лабораторий необходимо провести исследования существующих способов измерения температуры с использованием различных средств измерений.

Таким образом, целью статьи является анализ существующих разновидностей средств измерений, которые наиболее часто используются на практике широким кругом пользователей.

### **Способы измерения температуры с использованием различных средств измерений**

В большинстве измерителей температуры заложен принцип действия контактный и бесконтактный, в основу которых положены прямые или косвенные методы определения параметров.

Ярким представителем контактного прямого метода измерения температуры является термометр расширения. В принцип работы данного термометра заложено изменение длины или объема твердых или жидких тел в зависимости от температуры окружающей среды. Они получили большое распространение, благодаря простоте определения значения температуры, широкому температурному диапазону измерений и достаточной точности измерения. Однако они обладают существенными недостатками, такими как механическая непрочность, недостаточная четкость и информативность шкалы, отсутствие возможностей записи измерений.

К термометрам прямого действия можно отнести ртутные термометры, которые измеряют температуру тела путем теплового расширения и сжатия водных солей с использованием ртути в качестве основного вещества. Также манометрические термометры, которые измеряют температуру на основе зависимости между давлением насыщенного пара и температурой испаряющейся жидкости в закрытой системе измерения температуры и биметаллические термометры, которые показывают соответствующую температуру путем вращения свободного конца термочувствительного устройства.

Метод косвенной контактной термометрии представляет собой использование электрических параметров объекта для определения

температуры в ответ на изменение температуры. По сравнению с термометрами прямого измерения температуры, большинство этих элементов измерения температуры химически более стабильны и устойчивы к высоким температурам, но имеют очевидный недостаток - уязвимость к окислению в восстановительных средах или восстановительных газах.

К термометрам, основанных на косвенном методе измерения температуры, можно отнести термопары, которые измеряют температуру, используя разницу температур между двумя металлами для создания термоэлектрического потенциала в замкнутой цепи, и термометры RTD, которые измеряют температуру и связанные с температурой параметры на основе свойств изменения сопротивления проводников в зависимости от их температуры.

Бесконтактные методы измерения температуры обычно делятся на две категории: пирометрия оптического излучения и пирометрия инфракрасного излучения. Пирометрия оптического излучения основывается на методе выравнивания яркости объекта для измерения температуры. В свою очередь инфракрасная пирометрия основывается на принципе инфракрасной термографии.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ существующих средств измерений температуры, работающих на различных методах и принципах действия.

Таблица 1

*Сравнительный анализ средств измерений температурных параметров*

<b>Вид термометра</b>	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
Ртутные	1. простота в использовании 2. быстрые и точные измерения 3. недорогой	1. определение диапазона 2. легко читаемые неправильные цифры
Манометрические	1. Простая структура 2. Низкая цена 3. Не требуется внешняя энергия	1. Высокая потеря тепла 2. Медленное время отклика 3. Сложность ремонта
Биметаллические	1. Низкие цены 2. Интуитивно понятные показания	1. Небольшой диапазон 2. Относительно низкая точность
Термопара	Термостойкость Отличная точность хорошее сопротивление окислению и коррозии	1. малые значения термоэлектрического потенциала. 2. Более уязвимы в среде восстановительных газов (особенно водорода, паров металлов). 3. Большие погрешности в компенсационных выводах.

Вид термометра	Достоинства	Недостатки
		4. Дорогостоящие.
RTD	1. Недорогой 2. Хорошая химическая стабильность 3. Выдерживает высокие температуры 4. Хорошая степень проволокообразования	1. Восприимчив к коррозии. 2. Температура плавления также низкая
Пирометры	1. Быстро, безопасно и эффективно 2. Высокая точность и низкая погрешность; 3. Поддерживает безопасное расстояние	1. Уязвимость к воздействию факторов окружающей среды (температура окружающей среды, пыль и т.д.) 2. Показания температуры на блестящих или полированных металлических поверхностях подвержены большему влиянию 3. ограничено измерением внешней температуры объекта

### Заключение

В статье перечислены распространённые методы измерения температуры в быту и промышленности, которые делятся на контактные и бесконтактные в зависимости от способа использования датчика измерения температуры. Кратко описаны основные принципы работы ртутных термометров, манометрических термометров, биметаллических термометров, термометров RTD и термопарных термометров. Перечислены некоторые бесконтактные термометры. Проведен сравнительный анализ существующих средств измерений, позволяющих измерить температуру различных объектов, также выделены их достоинства и недостатки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плотникова Елена Юрьевна - Бесконтактный способ измерения температуры – УДК 536,5 – страницы 4
2. <https://baike.baidu.com/item/%E6%8E%A5%E8%A7%A6%E5%BC%8F%E6%B5%8B%E6%B8%A9%E6%B3%95/9004875?fr=laddin>
3. Классификация методов измерения температуры - <https://www.airpromvent.ru/article/clauses/article100.html>
4. [https://wenku.baidu.com/view/91af028dbceb19e8b8f6ba81.html?\\_wkts\\_=1679669725459&bdQuery=%E8%99%9A%E6%8B%9F%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%AE%A4%E6%B5%8B%E6%B8%A9%E5%BA%A6](https://wenku.baidu.com/view/91af028dbceb19e8b8f6ba81.html?_wkts_=1679669725459&bdQuery=%E8%99%9A%E6%8B%9F%E5%AE%9E%E9%AA%8C%E5%AE%A4%E6%B5%8B%E6%B8%A9%E5%BA%A6)