

Хэ Цинчжоу (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Спиридонова Анна Сергеевна,  
канд. техн. наук, доцент

## **РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ**

Измерение давления имеет большое значение в экспериментальной газо- и гидродинамике, технологических процессах различных отраслей промышленности, оптимизации работы авиационных, энергетических и транспортных объектов, эффективности добычи и переработки газа и нефти. Для этого требуются качественные лабораторные комплексы и стенды для измерения давления.

Для разных областей науки и техники важно измерять давление точно и надежно.

### **Методы измерения давления**

Давление – это величина силы, которая действует на единицу площади поверхности тела от жидкости или газа и направлена перпендикулярно к ней. Если сила одинакова по всей площади, то давление в каждой точке поверхности одно и то же. Если сила разная по разным частям площади, то давление – это среднее значение силы по площади. По закону Паскаля давление не меняется в среде и распространяется равномерно во все стороны. Поэтому давление всегда перпендикулярно к любой части среды внутри нее, независимо от ее формы и положения в пространстве.

Давление, измеряемое относительно абсолютного вакуума называют абсолютным давлением. Барометрическое давление – это абсолютное давление, создаваемое земной атмосферой. Оно зависит от конкретных условий: температуры воздуха и высоты расположения точки измерения над уровнем моря [1].

Рассмотрим методы измерения давления.

1. Метод баланса упругих сил. Упругий элемент меняет свою форму под действием давления жидкости или газа. Сила, которая возникает из-за этого изменения формы, равна давлению на поверхность тела. Эту силу можно определить по величине смещения упругого элемента. Примеры таких манометров – пружинные трубки, сиффоны и мембраны.

2. Метод гравитационного баланса. Поршневой манометр измеряет давление как массу груза, который нужно положить на поршень для его уравновешивания. Он очень точный и может измерять разные

давления. Обычно он используется для проверки других манометров. Манометр жидкостного столба измеряет давление как высоту столба жидкости по законам гидростатики. Самый простой такой манометр – U-образная трубка с жидкостью внутри.

3. Метод механического баланса. В этом методе давление превращается в силу в одной точке и балансируется другой силой в другой точке. Когда эти силы равны, можно найти давление по значению другой силы. Этот метод сложный в конструкции, но точный в измерении и часто используется в датчиках давления или перепада давления.

4. Метод измерения физических свойств. В этом методе используются физические свойства материалов, которые меняются под действием давления, например электрическое сопротивление или частота колебаний. Такие манометры бывают электрические, колебательные, оптические и тд.

### **Средства измерения давления**

Манометры используют для прямого измерения и отображения давления жидкости или газа на шкале, табло или индикаторе прибора. Если прибор не показывает давление на себе, но может передавать сигнал по дистанции, то он называется измерительным преобразователем давления (ИПД) или датчиком давления. Также есть приборы, которые сочетают в себе обе функции (манометр-датчик).

Манометры разделяют по разным критериям: по принципу работы и конструкции, по типу измеряемого давления, по области применения и назначению, по способу отображения данных и т.д. (рис. 1).

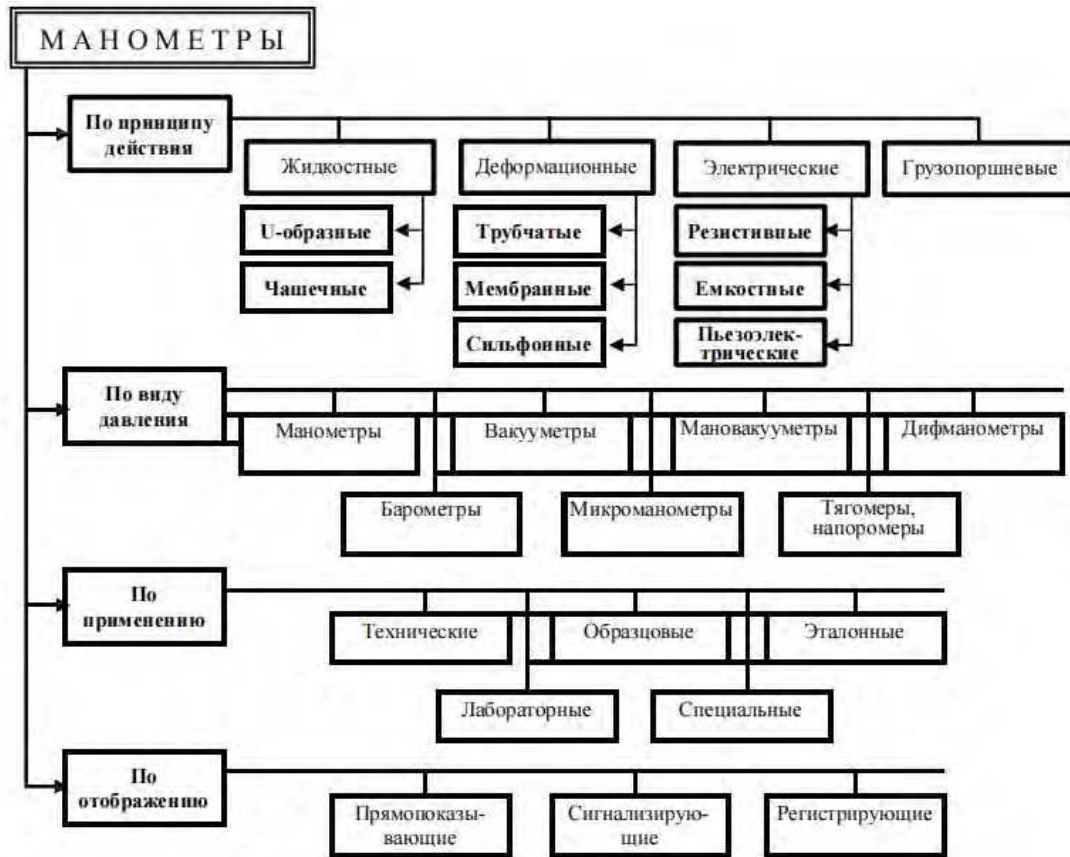


Рис. 1. Классификация манометров

Манометры служат для локального контроля и часто не подходят для автоматизации из-за трудности доступа к их показаниям (кроме манометров с унифицированным электрическим сигналом). Для этой цели лучше подходят измерительные преобразователи давления (ИПД).

Эти приборы подразделяются по тому, как они работают, какое давление они измеряют, и какой сигнал они выдают (рис.2). Кроме того, ИПД отличаются по единицам измерения и некоторым основным техническим параметрам.

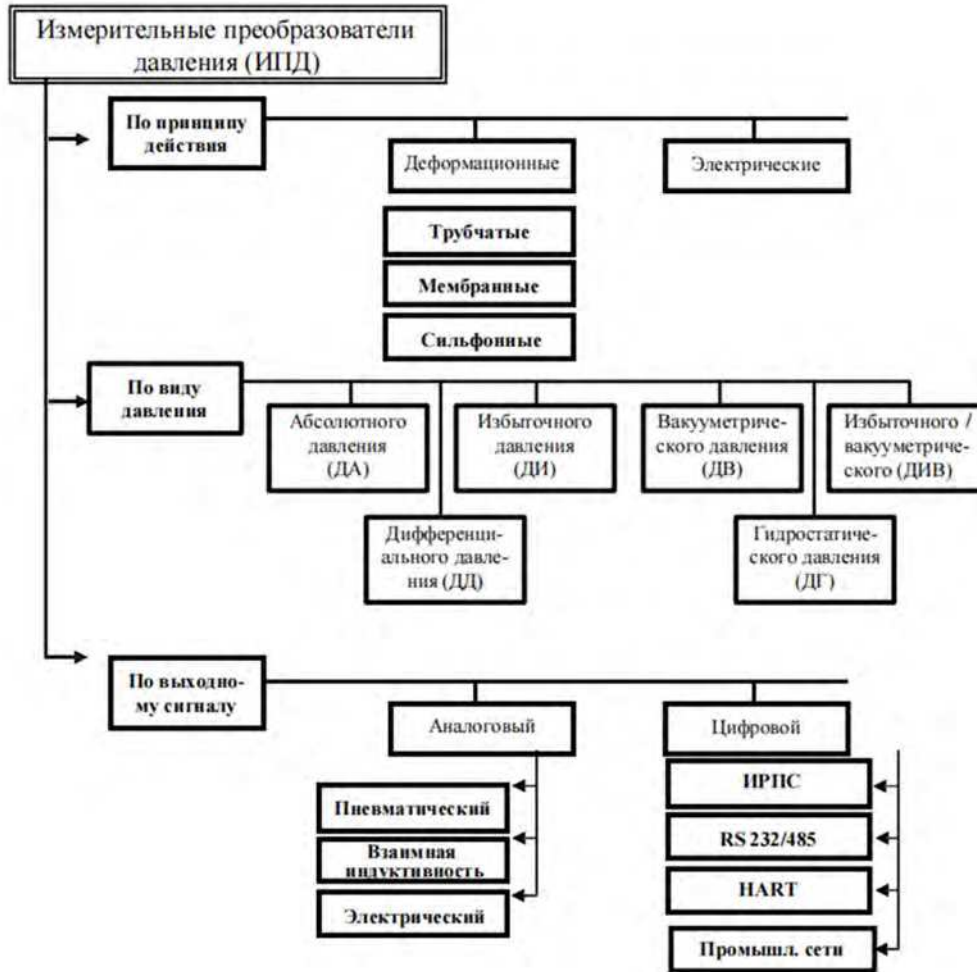


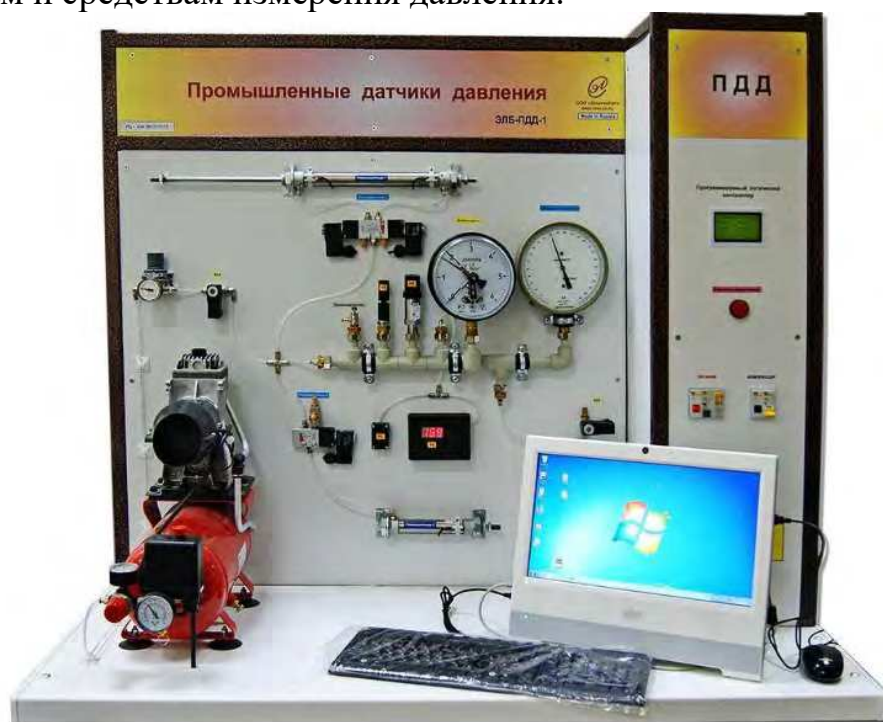
Рис. 2. Классификация измерительных преобразователей давления

Основной парк действующих ИПД относится к аналоговым с унифицированным токовым сигналом 0...5 мА, 0...20 мА или 4...20 мА. В последнее десятилетие наметился переход к ИПД с цифровым выходом. Широкое распространение получил цифровой протокол HART. Этот открытый стандартный гибридный протокол двунаправленной связи предусматривает передачу цифровой информации поверх стандартного аналогового сигнала 4...20 мА [2].

### Лабораторные комплексы для измерения давления

Рассмотрены представленные на рынке лабораторные комплексы и стенды для измерения давления. Для примера на рис. 3 показан один из них.

Практически все стенды имеют одинаковый набор, входящих в него средств измерений и вспомогательного оборудования. Разрабатываемый стенд предназначен для обучения студентов принципам, методам и средствам измерения давления.



*Рис. 3. Лабораторные комплексы для измерения давления*

- лабораторный стол;
- компрессор с ресивером;
- моноблок;
- датчик избыточного давления;
- цифровой датчик давления;
- полипропиленовый трубопровод;
- пневмодроссель;
- промышленный датчик давления;
- электроконтактный манометр;
- манометр;
- ПИД-регулятор;
- редуктор;
- микропроцессорная система;
- жк экран.

### **Заключение**

Измерение давления необходимо для управления технологическими процессами и обеспечения безопасности производства. Кроме того, этот параметр используется при косвенных измерениях других технологических параметров: уровня, расхода, температуры, плотности и т. д.

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,