

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Дюдогирович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 22.08.2023 06:32:05  
Уникальный программный ключ:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaae0e0ee849

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра технологии пищевых производств, общественного питания и  
товароведения**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению практических занятий по дисциплине «Система  
управления технологическими процессами пищевых производств и  
информационные технологии» для студентов направления  
подготовки бакалавров 19.03.04 «Технология продукции и  
организация общественного питания», профиля «Технология и  
организация ресторанного сервиса»

Махачкала 2020 г.

ББК 36.81

УДК 65.011.56 : 64

Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Система управления технологическими процессами пищевых производств и информационные технологии» для студентов направления подготовки бакалавров 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» Махачкала, ДГТУ. 2020. – 20 с.

Составитель: Омаров М.М., к.т.н., профессор ДГТУ

Рецензенты: Магомедов М.-З.Р., к.ф.-м.н., доцент ДГУНХ  
Ахмедов М.Э., д.т.н., доцент ДГТУ

Печатается согласно постановлению Ученого совета ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» от 2020 г.

## Введение

Автоматика — отрасль науки и техники, охватывающая теорию и принципы построения средств и систем управления производственными процессами, действующими без непосредственного участия человека. Автоматика является основой автоматизации.

Автоматизацией называют этап развития машинного производства, характеризуемый освобождением человека от непосредственного выполнения функций управления производством.

Процесс управления складывается из следующих основных функций, выполняемых системой управления:

1. Получение измерительной информации о состоянии производственного процесса как объекта управления;
2. Переработка полученной информации и принятие решения о необходимом воздействии на объект для достижения целей управления;
3. Реализации принятого решения, т. е. непосредственного воздействия на производственный процесс.

## 1. Средства измерения и их характеристики

Нахождение значения физической величины опытным путем, осуществляется с помощью средств измерений, основными из которых являются датчики, измерительные преобразователи и измерительные приборы. Датчики предназначены для получения сигнала измерительной информации, удобной для передачи, обработки и хранения.

Измерительные приборы - для получения сигнала измерительной информации в доступной форме для непосредственного восприятия наблюдателем.

Погрешности средств измерений. Характеристикой средств измерений является их погрешность. Разность между показанием прибора  $x_n$  и действительным значением измеряемой величины  $x$  называется абсолютной погрешностью  $\Delta x$ .

$$\Delta x = x_n - x \quad (1)$$

Отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины называется *относительной погрешностью* и выражается в долях или процентах измеряемой величины.

$$\Delta x_{отн} = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\% \quad (2)$$

*Основной погрешностью* называется погрешность средств измерений, используемых в нормальных условиях, определяемых ГОСТами.

*Дополнительной погрешностью* называется погрешность средства измерений, вызываемая воздействием на него условий при отклонении их действительных значений от нормальных.

## 2. Датчики температуры

Назначение датчиков – это преобразование технологического параметра (температуры, давления состава и т.д.), т.е. входной величины «х» в выходную величину «у».

Основными характеристиками датчиков являются: статическая характеристика, инерционность, динамическая чувствительность, порог чувствительности, погрешность, мощность и др.

Датчики, применяемые в автоматике, классифицируют на две группы: параметрические и генераторные. Параметрические датчики преобразуют контролируемый или регулируемый параметр в один из параметров электрической цепи: активное, индуктивное, емкостное сопротивление. Параметрические датчики получают электрическую энергию от дополнительного источника. Генераторные датчики преобразуют контролируемый и регулируемый параметр в Э.Д.С. и не требуют постороннего источника питания.

К датчикам предъявляются следующие требования:

- линейная зависимость выходной величины от входной, которая может быть выражена либо в аналитической, либо в графической форме;
- достаточно высокая чувствительность;
- малая инерционность;
- взаимозаменяемость однотипных датчиков;
- малые конструктивные размеры;
- надежность в работе.

К датчикам температуры в технологических процессах пищевой промышленности предъявляются:

1. достаточная чувствительность в диапазоне температур -  $50 \div 120^{\circ}\text{C}$ ;
2. малая инерционность;
3. возможность работы в агрессивных средах;
4. малые размеры.

В зависимости от принципа действия датчики температуры делятся на следующие группы: термометры сопротивления, термоэлектрические термометры, полупроводниковые термометры, термометры расширения.

Жидкостные термометры - измерение температуры жидкостными термометрами расширения основано на различии коэффициента объемного расширения материала оболочки термометра и жидкости, заключенной в ней. В качестве рабочего вещества обычно применяют ртуть, спирт, толуол, эфир и др. Пределы измерения стеклянных термометров -  $200 \div 750^{\circ}\text{C}$ ;

Механические термометры расширения делятся на дилатометрические и биметаллические.

Дилатометрические термометры. Термометры, действие которых основано на тепловом расширении твердых тел, бывают стержневые и биметаллические. Принцип действия стержневых дилатометрических термометров основан на использовании разности удлинений трубки 1 и стержня 2 при нагревании из-за различия их коэффициентов линейного расширения. Трубка изготавливается из материала с малым коэффициентом линейного расширения (кварц, инвар), а стержень с большим (латунь, медь, алюминий, сталь). Движение стержня передается стрелке прибора с помощью механической передачи 3.

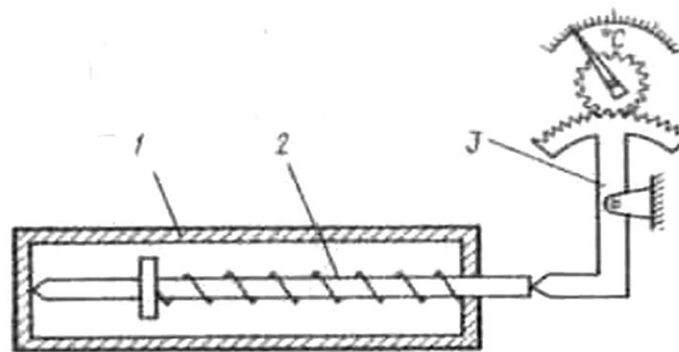


Рис. 1. Стержневой дилатометрический термометр

Биметаллические дилатометрические термометры. Их принцип действия основан на использовании зависимости давления рабочего вещества от температуры. В зависимости от рабочего вещества эти термометры бывают газовые, жидкостные и конденсационные.

Манометрические термометры. Их принцип действия основан на использовании зависимости давления рабочего вещества от температуры.

Эти термометры подразделяются на газовые, жидкостные и конденсационные. Прибор состоит из термобаллона, капиллярной трубки и манометрической части. При нагревании термобаллона увеличивается объем жидкости (или повышается давление) рабочего вещества. Эти изменения воспринимаются манометрической трубкой, которая через передаточный механизм воздействует на стрелку прибора. Диапазон измерения температуры с помощью манометрических термометров от  $-120$  до  $+600$  °С.

Термометры сопротивления – это платиновая или медная проволока (диаметром 0,07-0,1 мм, длиной до 2 м.), намотанная на пластинку из диэлектрика.

Измерение температуры термометрами сопротивления (ТС) основано на свойстве проводников и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление в зависимости от изменения температуры (с ростом температуры металлов их сопротивление  $R$  растет, а полупроводников – падает).

Термопары. Они состоят из термоэлектрического преобразователя температуры, электроизмерительного прибора и соединительных проводов. В основу измерения температуры термопарами положен термоэлектрический эффект, который заключается в том, что в замкнутой цепи, состоящей из двух разнородных проводников, возникает электрический ток, если места соединения (спая) нагреты до разной температуры. Цепь, состоящая из двух разнородных проводников состоит из термоэлектродов А и В, места соединения которых имеют разную температуру.

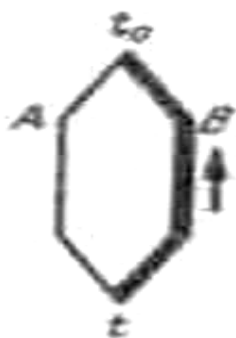


Рис. 2. Термопара

При нагревании рабочего спая  $t$  возникает термоЭДС, которая является функцией двух переменных величин:  $t$  и  $t_0$ . Для измерения термоЭДС, развиваемой

термопарами термоэлектрических термометрах используют различные электроизмерительные приборы (милливольтметры и потенциометры).

### 3. Датчики давления

Давление – это отношение силы к площади поверхности. Абсолютное давление – это полное давление; оно равно сумме избыточного  $P_{изб}$  и атмосферного давлений:

$$P_{абс} = P_{изб} + P_{атм} \quad (3.1)$$

Разность между атмосферным давлением и абсолютным в закрытом пространстве называется вакуумом.

$$P_{вак} = P_{атм} - P_{абс} \quad (3.2)$$

Приборы для измерения давления называют манометрами, а для измерения разрежения – вакуумметрами. Средства для измерения разности двух давлений называются дифференциальными манометрами.

По принципу действия приборы для измерения  $P$  и разности двух давлений подразделяют на:

- 1) Жидкостные, в которых измеряемое  $P$  и  $\Delta P$  уравновешивается давлением столба жидкости.
- 2) Деформационные (мембранные, сильфонные и трубчато-пружинные).
- 3) Электрические, в которых давление преобразуется в электрическую величину.

Для заполнения жидкостных приборов применяют ртуть, воду, спирт.

Двухтрубные манометры и мановакууметры состоят из стеклянных трубок, укрепленных на плате со шкалой.

Принцип действия основан на законе сообщающихся сосудов. Одно колено соединяется с объемом, в котором измеряется  $P_{изг}$ . Равновесие системы наступает в момент, когда гидростатическое давление столба жидкости уравновесит давление  $P_{абс}$ .



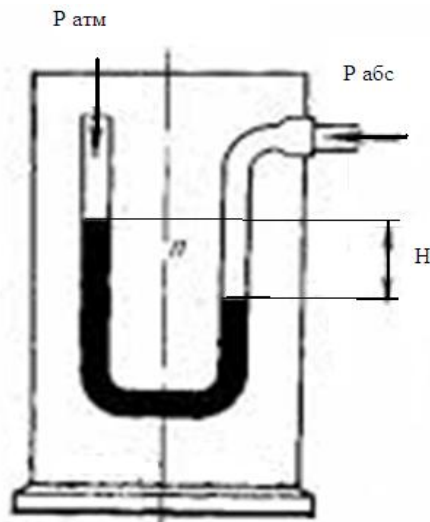


Рис. 3. Двухтрубный манометр

$$P_{абс} \cdot s = P_{атм} \cdot s + h\rho g s \quad (3.2)$$

где  $P_{абс}$  – измеряемое абсолютное давление, Па

$P_{атм}$  – атмосферное давление, Па;  $s$  – площадь трубки, м<sup>2</sup>

$\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения.

Из выражения (3.3) получаем:

$$P_{абс} = P_{атм} + h\rho g s \quad (3.4) \quad \text{или} \quad P_{абс} = P_{атм} + P_{изб} \quad (3.5)$$

$$\text{или} \quad P_{изб} = P_{абс} - P_{атм} \quad (3.6)$$

Однотрубные приборы - это разновидность двухтрубных, одно из колен которых заменяется широким сосудом. Под действием  $P_{изг}$  уровень жидкости в сосуде понижается, а в трубке повышается. Для этого случая

$$P_{изб} = (h + H) \cdot \rho \cdot g_{абс} \quad (3.7)$$

Трубочато-пружинные приборы. Принцип действия трубочато-пружинных приборов основан на уравновешении измеряемого давления силой упругой деформации трубочатой одновитковой манометрической пружины.

При измерении давления  $P_{вх}$  перемещение пружины 3 через тягу 5 передается к сектору 1, который вращается на оси 6. Угловое перемещение сектора с помощью зубчатого зацепления вызывает вращение зубчатого колеса (трубки) 2, на оси которого укреплена стрелка отсчетного устройства 4.

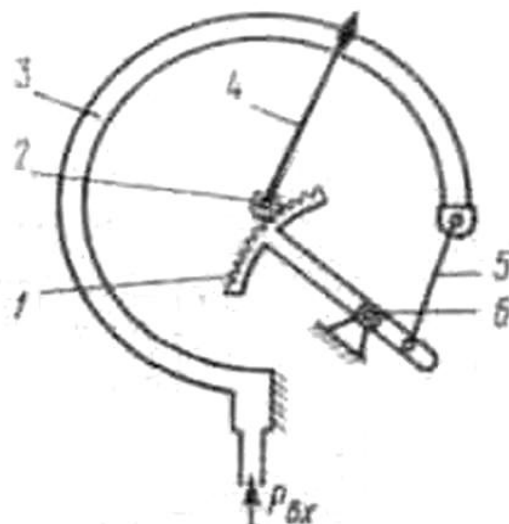


Рис. 4. Манометрическая пружина

#### 4. Приборы для измерения расхода и массы веществ

Измерение расхода, массы и объема вещества (жидких, газообразных, сыпучих и т.п.) применяется для контроля, регулирования и управления в ходе технологических процессов. Массовый расход измеряется в кг/с, кг/ч, а объемный – м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/ч.

Приборы, предназначенные для измерения расхода вещества, называются расходомерами.

Расходомеры классифицируют на:

1) расходомеры гидравлического сопротивления – переменного перепада, измеряющие расход по  $\Delta P$ , создаваемому в трубопроводе сужающими устройствами постоянного сечения – диафрагмами, соплами, работающими в комплекте с расходомерами.

2) расходомеры гидравлического сопротивления – постоянного перепада;

3) индукционные расходомеры, ультразвуковые, радиоактивные;

4) инерционные расходомеры;

5) расходомеры переменного уровня – щелевые расходомеры

#### 4.1. Счетчики и расходомеры объемные

Принцип действия объемных счетчиков и расходомеров заключается в периодическом или непрерывном отсчете объемных порций измеряемого вещества. Расход  $Q_0$ , измерений объемным расходомером равен сумме измеренных отдельных объемов, отнесенных ко времени измерения.

$$Q_0 = \frac{n \cdot q}{\tau_2 - \tau_1} \quad (4.1)$$

где  $Q_0$  – измеряемый расход, м<sup>3</sup>/с.

$n$  – число измеренных объемов;

$q$  – объем измерительной камеры прибора, м<sup>3</sup>

$\tau_2 - \tau_1$  – промежуток времени, в течение которого производилось измерение.

В ротационных газосчетчиках объемное измерение осуществляется с помощью двух роторов, вращающихся в цилиндрическом корпусе с помощью двух роторов, вращающихся в цилиндрическом корпусе.

Газ в счетчик поступает через входящий в патрубок с сетчатым фильтром. Вращение роторов происходит за счет разности давлений между входом и выходом счетчика. Один из роторов связан через замедляющий редуктор со счетным механизмом, который показывает количество прошедшего через прибор газа. Выпускают газосчетчики на расходы от 40 до 40000 м<sup>3</sup>/ч.

#### 4.2. Счетчики и расходомеры скоростные

Такие счетчики применяют для измерения расхода холодной и горячей воды, а также чистых жидкостей (виноматериалов, молока и др.). В основу скоростного метода измерения положена зависимость объемного расхода от скорости потока:

$$Q_0 = v_{cp} \cdot s \quad (4.2)$$

где  $Q_0$  – объемный расход, м<sup>3</sup>/с.

$n$  – число измеренных объемов;

$v_{cp}$  – средняя скорость потока, м/с

$s$  – площадь поперечного сечения потока, м<sup>2</sup>.

В скоростных приборах в качестве измерительных элементов используют вертушки, крыльчатки, шариковые устройства.

#### 4.3. Расходомеры переменного перепада давлений

В основу метода измерения расхода с помощью расходомеров переменного перепада давлений положено явление измерения статистического давления вещества, протекающего через местное сужение в трубопроводе.

Зависимость между расходом жидкости и перепадом давлений выражается из уравнения Бернулли (закон сохранения энергии и уравнении неразрывности струи), который имеет вид:

$$\frac{p_1'}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{p_2'}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} \quad (4.3)$$

$$\rho_1 v_1 \cdot F_1 = \rho_2 v_2 \cdot F_2 \quad (4.4)$$

где  $p_1$  и  $p_2$  – абсолютные статические давления, Па в сечениях I и II

$v_1$  и  $v_2$  – средние скорости, м/с в указанных сечениях I и II

$F_1$  и  $F_2$  – площади поперечного сечения потока, м<sup>2</sup>.

$\rho_1', \rho_2'$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Так как  $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ , то получаем:

$$p_1' - p_2' = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) \quad (4.5)$$

$$v_1 \cdot F_1 = v_2 \cdot F_2 \quad (4.6)$$

$$v_1 = v_2 \cdot \frac{F_2}{F_1}, \text{ откуда следует:}$$

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_1' - p_2')} \quad (4.7)$$

Объемный расход

$$Q_{об} = v_2 \cdot F_2 = \frac{F_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_2}{F_0}\right)^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (p'_1 - p'_2)} \quad (4.8)$$

С учетом коэффициента расхода это уравнение имеет вид:

$$Q_{об} = \alpha_0 F_0 = \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p'_1} \quad (4.9)$$

где  $Q_{об}$  – объемный расход, м<sup>3</sup>/с

$\alpha_0$  – коэффициент расхода;

$\Delta p'_1$  – перепад давлений, Па;

$F_0$  – площадь отверстия сужающего устройства, м<sup>2</sup>.

$$\text{Массовый расход равен } Q_{мас} = Q_{об} \rho_{ж} \quad (4.10)$$

## 5. Приборы для измерения уровня

Уровнемеры подразделяются на приборы для непрерывного измерения уровня и на индикаторы (сигнализаторы) уровня. Сигнализаторы уровня служат для измерений в одном или нескольких положениях.

По принципу действия приборы для измерения и сигнализации уровня подразделяются на следующие группы:

- 1) механические (поплавковые, мембранные, контактно-механические);
- 2) гидростатические;
- 3) электрические;
- 4) радиоизотопные;
- 5) радиоволновые;
- 6) весовые и др.

### 5.1. Поплавковые уровнемеры

Принцип их действия основан на использовании перемещения поплавка на поверхности жидкости. Это перемещение механически или с помощью системы дистанционной передачи передается к измерительному прибору.

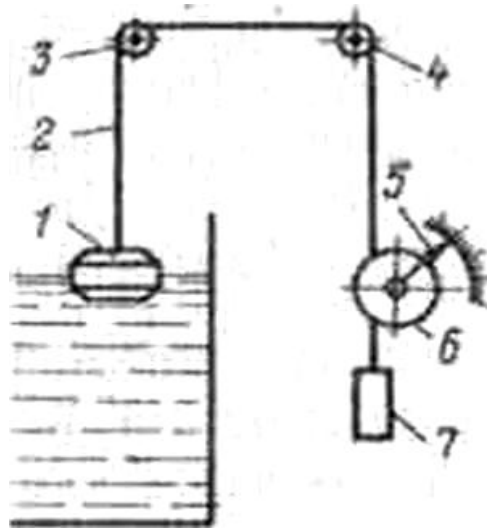


Рис. 5. Схема поплавкового уровнемера

В поплавковом уровнемере изменение уровня жидкости определяется по положению поплавка. Движение поплавка передается с помощью троса, перекинутого через ролики на мерный шкив, на оси которого укреплена стрелка, показывающая по шкале уровень жидкости в резервуаре. Поплавок и трос уравниваются контргрузом или пружиной.

## 5.2. Электрические уровнемеры

Измерение уровня в них с помощью чувствительного элемента датчика преобразуется в электрический сигнал, который измеряется электроизмерительным прибором.

## 6. Приборы для измерения плотности жидкостей

В пищевой промышленности (сахарной, пивоваренной, безалкогольных напитков, плодоовощных соков и др.) широко применяют плотности жидкостей.

По принципу действия плотномеры подразделяются на:

- 1) поплавковые;
- 2) гидростатические;
- 3) весовые;

- 4) ультразвуковые;
- 5) радиоизотопные и др.;

Поплавковые плотномеры. Приборы основаны на изменении степени погружения поплавка, являющейся функцией плотности анализируемой жидкости. При погружении в жидкость полупогруженного тела (поплавка) согласно закону Архимеда на него будет действовать выталкивающая сила, равная массе вытесненной им жидкости. Глубина погруженного поплавка служит мерой плотности анализируемой жидкости. На производстве и в лабораториях применяют ареометры стеклянные и металлические.

Гидростатические плотномеры. Принцип их действия основан на измерении давления столба жидкости определенной высоты, пропорционального ее плотности. Эта зависимость выражается следующим уравнением:

$$P = \rho q H, \text{ отсюда } \rho = \frac{P}{qH},$$

где  $P$  – давление столба жидкости, Па;

$\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$H$  – высота столба жидкости, м;

$q$  – ускорение свободного падения, м/сек<sup>2</sup>;

Радиоизотопные плотномеры. Измерение плотности жидких растворов такими плотномерами основано на зависимости степени ослабления ионизирующего излучения, прошедшего через анализируемую среду, от плотности этой среды. В радиоизотопном плотномере (рис. 6) пучок  $\gamma$ -излучения от источника 1 проходит через анализируемую жидкость 2, протекающую по трубопроводу и попадает на приемник излучения (детектор 3). При изменении плотности жидкости изменяется интенсивность излучения, попадающего на приемник 3. Полученный сигнал далее подается на усилитель 4, а затем и на измерительный прибор 5.

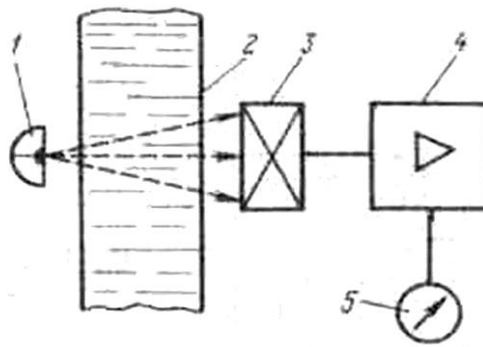


Рис. 6. Радиоизотопный плотномер

## 7. Приборы для измерения вязкости жидкостей

Вязкость жидкостей характеризуется динамическим коэффициентом вязкости - величиной, равной отношению силы внутреннего трения, которая действует на слой жидкости при градиенте скорости, равном единице, к площади этого слоя. Динамическая вязкость  $\mu$  определяется из формулы для силы внутреннего трения  $F$

$$F = \mu \frac{\Delta v}{\Delta l} \Delta s \quad (6.1)$$

где  $\frac{\Delta v}{\Delta l}$  – градиент скорости  $c^{-1}$  ( $\frac{1}{c}$ )

$\Delta s$  – площадь поверхности слоя, на которую рассчитывается сила внутреннего трения,  $m^2$ ;

Из формулы (6.1) получаем  $\mu = \frac{F}{\frac{\Delta v}{\Delta l} \cdot \Delta s}$  при  $F = 1 \text{ н}$ ;  $\Delta s = 1 \text{ м}^2$

$\frac{\Delta v}{\Delta l} = 1 \frac{m/c}{m} = 1 c^{-1}$ , получаем единицу вязкости в СИ:  $\frac{1 \text{ н}}{1 c^{-1} \cdot 1 \text{ м}^2} = \text{Па} \cdot \text{с}$ . В

практике также используется единица вязкости – пуаз (п), сантипуаз:

1 пуаз = 0,1 Па·с; 1 сантипуаз = 1 м·Па·с; 1 сп=1000 Па·с.

В практике также используют кинематическую вязкость. Она равна отношению динамической вязкости к плотности жидкости.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{F}{\left(\frac{\Delta v}{\Delta l}\right) \Delta s} \cdot \frac{\rho}{1} = \frac{F}{\left(\frac{\Delta v}{\Delta l}\right) \Delta s \cdot \rho} = \frac{1 \text{ н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} : \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{сек}^2 \cdot \text{м}^3} : \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$$



Для измерения вязкости применяют вискозиметры (капиллярные, шариковые, ротационные, ультразвуковые).

Капиллярные вискозиметры используют для контроля вязкости чистых и однородных жидкостей (вина, фруктовые воды, водно-спиртовые растворы и др.). Действие капиллярных вискозиметров основано на использовании закона Пуазейля для истечения жидкости из капиллярных трубок:

$$Q = \frac{\pi d^4}{\mu \cdot l} \Delta p \quad (6.2)$$

где  $Q$  – объемный расход жидкости, вытекающей из трубки  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $d$  – диаметр трубки,  $\text{м}$ ;  $\mu$  – динамическая вязкость жидкости,  $\text{Па}\cdot\text{с}$  – Пуаз;  $l$  – длина трубки,  $\text{м}$ ,  $\Delta p$  – разность давлений между концами трубки,  $\text{Па}$ .

При  $Q, d, l - \text{const}$ , формула для определения  $\mu$  имеет вид:

$$\mu = \frac{\pi d^4}{Ql} \Delta p = k \cdot \Delta p$$

Ротационные вискозиметры. Принцип их действия основан на измерении моментов сопротивления или крутящих моментов, передаваемых анализируемой жидкостью чувствительному элементу, которые являются функцией вязкости жидкости. Чаще других применяются приборы с коаксиальными цилиндрами.

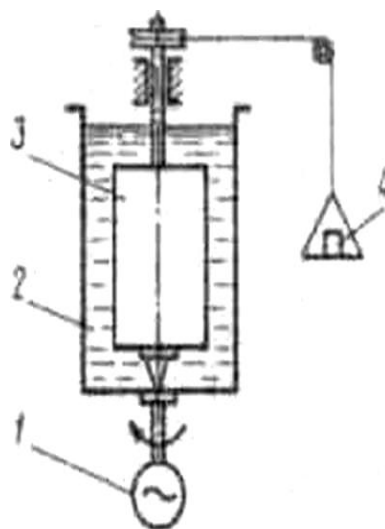


Рис. 7. Ротационный вискозиметр.

Вискозиметр с коаксиальными цилиндрами (рис. 7) представляет собой два цилиндра, между которыми помещается анализируемая жидкость. При вращении внешнего цилиндра 2 с постоянной скоростью от электродвигателя 1 жидкость приходит в стационарное вращательное движение и передает момент вращения внутреннему цилиндру 3. Для сохранения этого цилиндра в покое к нему должен быть приложен противоположный по знаку и равный по величине момент силы, создаваемый грузом 4.

### **Контрольные вопросы**

1. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Дайте характеристику датчиков температуры.
3. Сущность работы дилатометрических термометров.
4. В чем сущность использования термопар? Устройство термопар.
5. В чем сущность датчиков давления?
6. Классификация датчиков давления.
7. Какие приборы используют для измерения расхода вещества?
8. Дайте характеристику расходомеров переменного перепада давления.
9. По принципу действия какие приборы используют для измерения уровня и сигнализации?
10. В чем сущность поплавковых уровнемеров?
11. Какие приборы применяют для измерения плотности жидкостей? Дайте их характеристику?
12. В чем сущность динамической и кинематической вязкости жидкостей?
13. Объясните сущность работы ротационных вискозиметров.
14. Какие требования предъявляют к датчикам температуры?
15. Какие требования предъявляют к датчикам давления?

## Литература

1. Омаров М.М. Система управления технологическими процессами и информационные технологии. Курс лекций. Махачкала. ДГТУ, 2014 – 64 с.
2. Карпин Е.Б. Автоматизация технологических процессов пищевых производств. – М.: Агропромиздат. 2005.
3. Благовещенская М.М., Злобин Л.А. Информационные технологии систем управления технологическими процессами.- М.: Высшая школа, 2005.
4. Мансуров А.Х., Киптелая Л.В. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов в общественном питании. – Экономика, 2009.
5. Автоматика и автоматизация пищевых производств пищевых производств /М.М.Благовещенская, Н.О.Воронина, А.В. Казаков и др. – М.: Агропромиздат. 1991. – 239 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Средства измерения и их характеристики.....	4
2. Датчики температуры.....	4
3. Датчики давления.....	8
4. Приборы для измерения расхода и массы веществ.....	10
5. Приборы для измерения уровня.....	13
6. Приборы для измерения плотности жидкостей.....	14
7. Приборы для измерения вязкости жидкостей.....	16
Литература.....	19
Содержание.....	20