

# Лекция №3

## Потенциометрические анализаторы

### *Поверка рН –метра.*

*Принцип действия, уравнение Нернста. Область применения потенциометрических анализаторов. Понятие рН. Уравнение водородной функции. Понятие изопотенциальной точки. Типы электродов. Принципиальная схема рН-метра.*

# Принцип действия. Уравнение В. Нернста

- Принцип действия основан на зависимости **потенциала измерительного электрода** от концентрации потенциалопределяющих ионов в растворе

$$E_x = E_0 + \left(\frac{R \cdot T}{n \cdot F}\right) \cdot \ln [C_{M^+}], \text{ В}$$

- 
- где  $E_x$  – поверхностный равновесный потенциал измерительного электрода;  $E_0$  – стандартный (нормальный) окислительно-восстановительный потенциал данного металла в растворе, активность которого равна единице;  $R = 8,31$  (универсальная газовая постоянная);  $T$  – температура раствора,  $K$ ;  $n$  – валентность металла;  $F = 96500$  число Фарадея;  $C_{M^+}$  – активная концентрация ионов металла в растворе, моль/дм<sup>3</sup>.



# Уравнение водородной функции

- $E_{я} = E_{и} - S_{я} \cdot (pH - pH_{и}), мВ$

- $E_{я} = E_{и} - (54,197 + 0,1984 t) \cdot (pH - pH_{и}), мВ$

- где  $t$  – температура раствора, °С;  $pH_{и}$ ,  $E_{и}$  – номинальные значения координаты изопотенциальной точки электродной системы, состоящей из стеклянного и вспомогательного электродов, соответственно  $pH$ , мВ,  $a$  – температурный коэффициент раствора,  $S_{я}$  – крутизна водородной характеристики ( $S_{я} = \Delta E / \Delta pH$  мВ/pH).

# Устройство электродной ячейки

**Измерительный электрод (Стеклянный)** выполнен из толстостенной кремниевой стеклянной калиброванной трубки, к концу которой припаяна чувствительная шарообразная мембрана из литиевого стекла. Электрод заполнен раствором соляной кислоты постоянной концентрации (0,1N), который замыкает электрическую цепь между мембраной и контактным серебряным электродом, соединенным с выводным проводником.

**Электрод сравнения (Хлор-серебряный)** выполнен также из кремниевой стеклянной калиброванной трубки, в конце которой имеется полупроницаемая мембрана. Раствор KCl замыкает электрическую цепь между исследуемым раствором и контактным серебряным электродом, соединенным с выводным проводником.

- Изопотенциальной называется точка на графике водородной функции с координатами  $pH_{и}$ ,  $E_{и}$ , потенциал которой не зависит от температуры раствора.
- Координаты  $pH_{и}$ ,  $E_{и}$  указываются в паспорте электродов.

# Устройство потенциометрического анализатора

- В состав анализатора входят :
  - электродная ячейка, состоящая из стеклянного измерительного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения;
  - термометр сопротивления с мостовым термокомпенсатором ;
  - высокоомный измеритель напряжения с цифровым выходом.

# Маркировка электродов

- На электродах должно быть указано :
- условное обозначение электрода;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- координата изопотенциальной точки  $pH_i$ ;
- температура анализируемой среды;
- - знак утверждения типа по ПР 50.2.009-94;
- - дата выпуска (порядковый номер месяца и год);
- Проверка электродов должна проводиться не реже одного раза в год согласно методикам ПР 50.2.035-2004.



# Анализатор рН МАРК-902

- Анализатор рН МАРК-902 (НПП «Взор» г. Нижний Новгород) представляет собой двухканальный измерительный прибор, предназначенный для непрерывного измерения: активности ионов водорода в диапазоне от 1 до 12 рН; температуры водных растворов в диапазоне от +5 до +50° С; ЭДС в диапазоне от -1000 до +1000 мВ.
- ЕМР - при измерении рН – **0,01 рН**,
- - при измерении ЭДС – **1 мВ**,
- - при измерении температуры – **0,1 °С**.

# МАРК 902, НПП «ВЗОР»

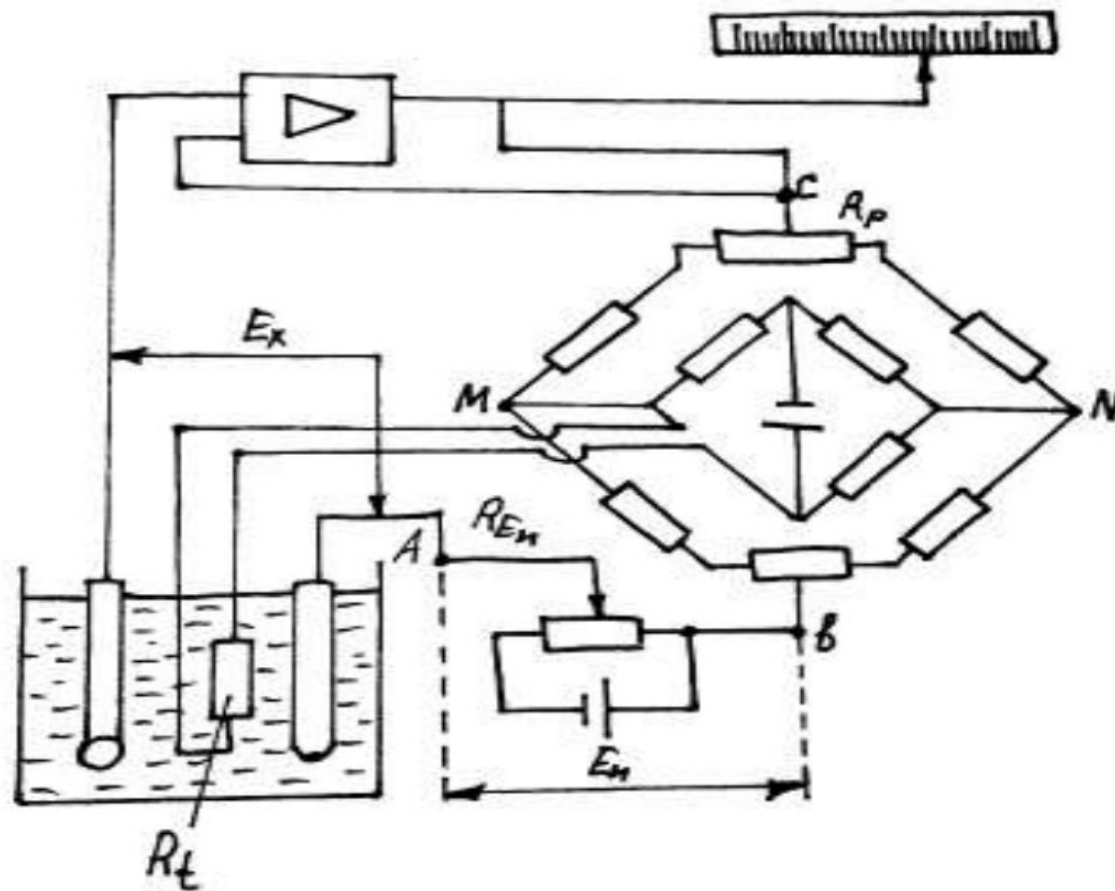


Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности pH, вызванной изменением давления анализируемой среды в диапазоне от 0 до 0,025 МПа равен  $\pm 0,1\text{pH}$ .

# Функции анализатора

- По каждому каналу измерения pH в pH-метре имеется токовый выход 4-20 мА;
- В блоке усилителя сигналы усиливаются и преобразуются в цифровую форму и через кабель поступают на вход блока преобразовательного. Измеренное значение ЭДС электродной системы в pH-метре пересчитывается в значение pH с учетом температуры анализируемого раствора, т.е. выполняется автоматическая термокомпенсация, которая компенсирует изменение ЭДС электродной системы от температуры раствора.

# Температурная компенсация рН-метра



# Значения потенциала электродных систем ЭПс-2-4 и ЭПв-5 с координатами изопотенциальной точки $pH_i = 4,2$ ; $E_i = \text{минус}$ **25 мВ**

pH	Потенциал электродной системы (E, мВ) при температуре раствора (t, °C)				
	0	10	25	30	40
0,00	370,2	384,5	405,9	412,8	427,4
0,50	343,1	356,4	376,4	382,7	396,3
1,00	316,0	328,3	346,8	352,7	365,2
1,50	288,9	300,2	317,2	322,6	334,2
1,68	279,2	290,1	306,5	311,8	323,0
2,00	261,8	272,1	287,6	292,6	303,1
2,50	234,7	244,1	258,0	262,5	272,0
3,00	207,6	216,0	228,5	232,5	241,0
3,50	180,5	187,9	198,9	202,4	209,9
4,00	153,4	159,8	169,3	172,3	178,8