

наступления равновесия. Через каждые 30 минут были отобраны пробы из раствора для определения содержания ионов меди.

Степень извлечения ионов меди находили по формуле:

$$E = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}}}{C_{\text{исх}}} * 100\%, \quad (2)$$

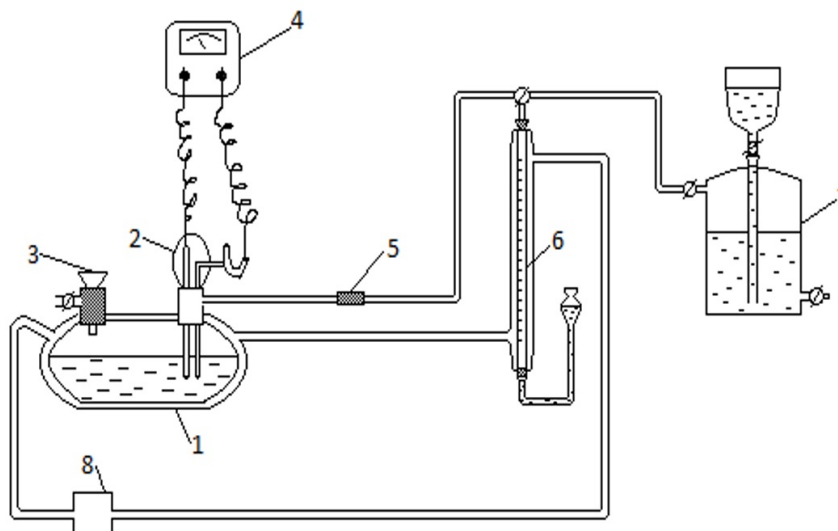
где  $E$  – степень извлечения, %;

$C_{\text{исх}}$  и  $C_{\text{равн}}$  – исходная и равновесная концентрация сорбата соответственно, мг/л.

*Исследование реакций окисления жёлтого фосфора и гипофосфита натрия в присутствии катализатора.*

Реакции были изучены на установке (рисунок 1) с интенсивно встряхиваемым непроточным стеклянным безградиентным термостатированным реактором типа «каталитическая утка», снабженным потенциометрическим устройством и соединенным с газометрической бюреткой, заполненной кислородом.

Опыты были проведены следующим образом. В реактор объемом 10 мл засыпали навеску катализатора и продували кислородом. Нагревали реактор и бюретку до температуры опыта, измеряли начальный редокс-потенциал раствора. Затем включали электромотор. В течение опыта непрерывно измеряли значение потенциала в реакционном растворе, определяемое соотношением пары  $Cu^{2+}/Cu^{+}(\varphi, B)$  и замеряемое погруженным в раствор платиновым электродом относительно каломельного полуэлемента с помощью потенциометра рН-340, и затем пересчитывали по водородной шкале. Температуру поддерживали с точностью  $\pm 0,5^{\circ}C$  с помощью термостата U-8. После опыта раствор из реактора сливали и анализировали спектрофотометрическим методом на содержание фосфорной кислоты.



1 – реактор типа «утка», 2 – платиновый электрод в паре с насыщенным каломельным полуэлементом, 3 – устройство для отбора проб реакционного раствора, 4 – потенциометр рН-340, 5 – хлоркальциевая трубка, 6 – термостатированная бюретка, 7 – газометр, 8 – термостат U-8

Рисунок 1 – Непроточный стеклянный безградиентный термостатированный реактор типа «утка»

*Определение фосфат-ионов спектрофотометрическим методом.*

Метод основан на образовании желто-окрашенного фосфорно-ванадиево-молибденового комплекса и фотометрическом измерении оптической плотности этого комплекса при длине волны  $\lambda = 430-450$  нм относительно раствора сравнения [19].

Первоначально был построен калибровочный график. В 7-мерные колбы на 50 мл последовательно были внесены аликвоты стандартного раствора фосфора ( $KH_2PO_4$  с концентрацией 1 мг/мл) 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 мл. В каждую пробу были прилиты по 5 мл растворов ванадата аммония (0,25 %), молибдата аммония (5 %) и азотной кислоты (разб. 1:1). Объем жидкости в колбах доводили до метки дистиллированной водой. Далее