

## 10-6.

В природных и сточных водах обычно присутствуют микроорганизмы, потребляющие органические вещества в качестве пищи, а кислород — для их окисления. Количество кислорода, которое потребляют микроорганизмы за определенный период времени называется биохимическим потреблением кислорода (БПК). Определение потребленного кислорода проводят следующим образом: к пробе воды, насыщенной кислородом, прибавляют раствор хлорида марганца (II) и щелочной раствор иодида калия, а колбу герметично закрывают. Выпадает белый осадок, который быстро темнеет. Колбу с пробой помещают в темное место для отстаивания. Далее в колбу приливают соляную кислоту и перемешивают, при этом бурый осадок растворяется, а раствор приобретает желтый цвет. Полученный раствор титруют раствором тиосульфата натрия пока его цвет не станет светло-желтым. Затем добавляют крахмал и титруют до исчезновения синей окраски. По полученным данным определяют количество кислорода в пробе. БПК (в мг/л  $O_2$ ) рассчитывают как разность результатов двух таких определений: в исходной пробе и в пробе после инкубации (без насыщения ее кислородом).

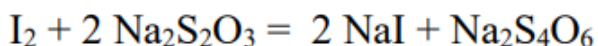
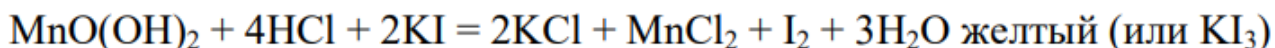
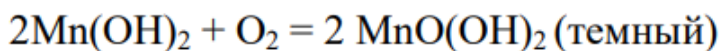
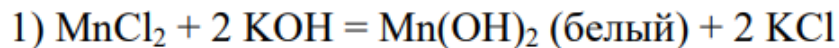
1) Напишите уравнения реакций, на которых основан анализ. Объясните наблюдаемые изменения окраски.

2) Если при втором определении (после инкубации) кислород в пробе не обнаруживается, это означает, что он находился в недостатке по отношению к веществам, которые его потребляют. В этой ситуации результат анализа окажется недостоверным. Предложите способ, позволяющий получить достоверное значение БПК в такой ситуации.

3) Для анализа взяли пробу воды объемом 180 мл. В ходе анализа прибавили по 5 мл растворов хлорида марганца и иодида калия и 10 мл соляной кислоты. Для титрования было отобрано 100 мл полученного раствора.

На титрование исходной пробы было израсходовано 4,8 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,02 моль/л, а на титрование пробы после инкубации пошло 2,1 мл этого же раствора.

Определите массу кислорода в пробе до и после инкубации и величину БПК для данной воды (в мг/л  $O_2$ ).

**Решение:**

Светло-желтый цвет раствора означает, что иода осталось мало. После этого добавляют крахмал, с которым иод образует синий комплекс.

2) Следует разбавить пробу дистиллированной водой: концентрация кислорода не изменится, так как она равновесная, а концентрация микроорганизмов уменьшится в соответствии с кратностью разбавления (кратность разбавления надо учесть при расчете).

3) Концентрация раствора 0,02 моль/л соответствует 20 ммоль в 1000 мл.

В 4,8 мл содержится 0,096 ммоль. Столько  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  пошло на титрование иода. По уравнению реакции иода было 0,048 ммоль, а кислорода — 0,024 ммоль, т.е. 0,768 мг.

Это количество соответствует 100 мл титруемого раствора. Исходная проба в 180 мл была в процессе анализа доведена до 200 мл. Значит 100 мл титруемого раствора соответствует 90 мл исходной воды.

90 мл    0,768 мг кислорода

1000 мл        х мг кислорода,  $x = 8,53 \text{ мг/л}$

После инкубации на титрование пробы пошло 2,1 мл того же раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Это соответствует 0,042 моль.

Как и в прошлом расчете, количество вещества кислорода в 4 раза меньше, чем количество вещества тиосульфата натрия, то есть 0,0105 ммоль, что соответствует 0,336 мг кислорода в титруемой пробе.

Пересчет на 1 литр, аналогичный предыдущему, дает 3,73 мг/л — концентрация кислорода после инкубации.

БПК = 4,8 мг/л

**Критерии:**

1) Реакции – по 1,5 балла (итого 6 баллов); объяснение окраски – по 0,5 балла (итого 2 балла);

2) Разбавление пробы – 2 балла;

3) Количество иода до и после инкубации – по 1 баллу (итого 2 балла);

Количество или масса кислорода до и после инкубации – по 1 баллу (итого 2 балла);

Определение массы кислорода в пробе до и после инкубации – по 2 балла (итого 4 балла);

Определение БПК – 2 балла.

Итого: 20 баллов.