


## Конкурсное задание № 2

 world skills Russia	<b>WorldSkillsRussia</b>	
	<b>Отдел</b>	Технический департамент
	<b>Документ</b>	Инфраструктурный лист
	<b>Компетенция</b>	Лабораторный химический анализ

### **Компетенция**

**«Лабораторный химический анализ»**

**«Создание дорожной карты проведения  
технического анализа угля»**

**«Определение общей жесткости природной  
воды»**

Представлено:

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Задание 1** Создание дорожной карты проведения технического анализа угля

**Задание 2** Определение общей жесткости природной воды

Требуют от участников следующих знаний и умений:

- Правила и нормы охраны труда и противопожарной защиты; основные принципы планирования эксперимента; правила оформления технической документации на проведение анализа; устройство приборов аналитического контроля и методику работы на них; химические и инструментальные методы анализа веществ; химические свойства исследуемых или синтезируемых веществ.
- Работать с химическими веществами с соблюдением охраны труда и экологической безопасности.
- Проводить отбор проб и образцов для проведения анализа.
- Выбирать наиболее оптимальный метод анализа химического объекта.
- Проводить экспериментальные работы по аттестации методик анализа стандартных образцов.
- Проводить анализ природных, промышленных материалов химическими методами.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Задания

Реактивы и оборудование

Методики участникам для проведения экспериментального задания

## Задание 1

В соответствии с имеющимся в распоряжении лаборатории оборудованием спланировать проведение эксперимента по определению стандартными методами показателей технического анализа бурого угля:

- определение аналитической влаги;
- определение зольности.

## Задание 2

Провести комплексонометрическое определение общей жесткости природной воды.

### Реактивы и оборудование

- Вода дистиллированная
- Природная вода
- Фильтровальная бумага
- Мерный цилиндр
- Колбы для титрования (250 см<sup>3</sup>)
- Пипетки капельные
- Аммиачный буферный раствор
- Бюретка
- Пипетка Мора или мерная 50 см<sup>3</sup>, 5 см<sup>3</sup>
- Установка для титрования
- Индикатор эриохромовый черный Т
- Индикаторная бумага Универсальная
- стакан 250 см<sup>3</sup>

## **Задание 1**

### **СОЗДАНИЕ ДОРОЖНОЙ КАРТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА УГЛЯ**

#### **Пояснения к работе**

Технический анализ углей включает в себя определение содержания влаги, летучих веществ, золы и общей серы и дает первое представление о составе и технических качествах твердого топлива. Этот анализ применяется во всех лабораториях для предварительного исследования угля на предмет его практического использования. Из данных технического анализа можно получить некоторое представление о ряде свойств твердого топлива, от которых зависит его использование для нужд энергетики или в химической промышленности.

#### **Методика выполнения задания.**

##### **1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ВЛАГИ УГЛЯ**

Руководствуясь нормативными документами (см. приложение 1) выбрать стандартную методику определения аналитической влаги угля в соответствии с имеющимся в распоряжении лаборатории оборудованием (см. приложение 2) и видом подлежащего анализу угля.

Составить алгоритм выполнения, т.е. последовательность и продолжительность операций определения аналитической влаги угля в соответствии с предложенной методикой.

Отметить экспериментально определяемые и рассчитываемые параметры на разных этапах выполнения анализа.

Оформить проект протокола испытаний, содержащий следующие сведения:

- нормативный документ, регламентирующий проведение анализа;
- экспериментально определяемые параметры;
- расчётные формулы;
- результаты расчётов;
- дату проведения испытания;
- ФИО исполнителя.

##### **2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ**

Руководствуясь нормативными документами (см. приложение 1) выбрать стандартную методику определения зольности угля в соответствии с имеющимся в распоряжении лаборатории оборудованием (см. приложение 2) и видом подлежащего анализу угля.

Составить алгоритм выполнения, т.е. последовательность и продолжительность операций определения зольности угля в соответствии с предложенной методикой.

Отметить экспериментально определяемые и рассчитываемые параметры на разных этапах выполнения анализа.

Оформить проект протокола испытаний, содержащий следующие сведения:

- нормативный документ, регламентирующий проведение анализа;
- экспериментально определяемые параметры;
- расчётные формулы;
- результаты расчётов;
- дату проведения испытания;
- ФИО исполнителя.

### 3. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА-ГРАФИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА БУРОГО УГЛЯ

Составить оптимальный план-график выполнения технического анализа бурого угля с учётом последовательности и продолжительности операций проведения определения аналитической влаги и зольности.

### 4. ПРОЕКТ «ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БУРОГО УГЛЯ» ДОЛЖЕН СОДЕРЖАТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ:

4.1. Заполнение соответствующих форм:

- Название выбранной методики определения аналитической влаги;
- план-график выполнения определения аналитической влаги угля;
- протокол испытаний.

4.2. Заполнение соответствующих форм:

- Название выбранной методики определения зольности;
- план график выполнения определения зольности угля;
- протокол испытаний на вышеуказанные показатели.

4.3. Представление результата групповой работы в формате А1:  
Алгоритм выполнения технического анализа угля.

### **Приборное оснащение лаборатории**

- Сушильный шкаф
- Муфельная печь с естественной вентиляцией (вытяжная труба с наружным диаметром 15 мм и толщиной 1 мм)
- Термометр с пределом измерения 0-150°C
- Весы аналитические
- Эксикаторы
- Лодочки фарфоровые
- Алюминиевые бюксы
- Щипцы тигельные
- Подставка для лодочек



## Задание 2

### Пояснения к методу комплексонометрического титрования

В основе методов комплексонометрического титрования лежит реакция иона металла с полидентатными лигандами, например, с аминокполикарбоновыми кислотами (комплексонами). Титрование ионов чаще всего проводят в присутствии аммиачного буфера (pH = 8-10), в то же время многие *p*- и *d*-элементы можно титровать и в кислой среде. Во избежание образования осадков гидроксидов и с целью маскировки отдельных катионов наряду с буферными смесями добавляют такие вещества, как тартраты, цитраты, фторид натрия, цианид калия и т.д. Благодаря этому удается успешно проводить комплексонометрическое определение большинства катионов прямым, обратным, заместительным (вытеснительным) приемами титрования. При определении анионов обратным титрованием, например, сульфид-, сульфат-, фосфат-ионов, их осаждают избытком стандартного раствора какого-либо металла, осадок отделяют и в фильтрате титруют раствором ЭДТА избыток ионов металла.

В комплексонометрии используют *металлохромные индикаторы*. При правильно выбранном значении pH буферного раствора, в присутствии которого проводят титрование, комплекс  $MInd$  должен иметь окраску, резко отличающуюся от окраски свободного индикатора, а его прочность должна быть значительно меньше прочности комплекса  $MY^{(n-4)}$ .

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

#### Пояснения к работе.

Наличие в природной воде солей, среди которых преобладают соли кальция и магния, определяет ее жесткость. *Общая жесткость* включает *карбонатную* (концентрация гидрокарбонатов кальция и магния (и карбонатов при pH > 8,3)), и *некарбонатную* (концентрация в воде кальциевых и магниевых солей сильных кислот). Карбонатная жесткость составляет до 70-80 % от общей жесткости. При кипячении воды гидрокарбонаты переходят в карбонаты, выпадающие в осадок.



Поэтому карбонатную жесткость отождествляют с временной или устранимой. После кипячения воды остается постоянная жесткость.

Жесткость воды измеряется в миллимолях эквивалентов Са и Mg в 1 литре (ммоль/л): мягкая вода  $<4$ , средней жесткости – 4-8, жесткая – 8-12, очень жесткая – выше 12.

Жесткость относится к обобщенным показателям качества природной и питьевой воды. Согласно санитарным нормам, она не должна превышать 7,0 ммоль/л.

Для определения *временной жесткости* часто используют результаты кислотно-основного титрования при определении карбонатной щелочности с индикатором метиловым оранжевым до рН  $\sim 4$ . *Общую жесткость* определяют комплексометрическим титрованием с индикатором типа эриохромовый черный Т при рН 9,3-9,5 в присутствии аммиачного буферного раствора.

### **Задачи работы:**

Ознакомление с видами жесткости воды и методами ее определения; установление общей жесткости природной воды по результатам комплексометрического титрования.

### **Сущность определения.**

При определении общей жесткости (суммарного содержания  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ) методом комплексометрического титрования с индикатором эриохромовый черный Т при рН 9-10 с обоими катионами протекают реакции, аналогичные представленным выше.

### **Необходимое оборудование и реактивы:**

1. стандартизованный раствор раствор соли ЭДТА 0,025 М;
2. аммиачный буферный раствор с рН 9,8
3. металлохромный индикатор эриохромовый черный Т (смесь с NaCl 1:100).
4. три конические колбы для титрования (250 см<sup>3</sup>)
5. пипетка 100 см<sup>3</sup>, 5 см<sup>3</sup>
6. бюретка 25 см<sup>3</sup>
7. стакан для слива

### **Методика выполнения работы.**

Отбирают 100,00 см<sup>3</sup> (*V*) пробы воды в колбу для титрования. Затем добавляют 5 см<sup>3</sup> аммиачной буферной смеси, 0,05-0,1 г сухого (смесь с NaCl) индикатора эриохромового черного Т до хорошо заметной, но не очень



темной винно-красной окраски (количество смеси на кончике стеклянной ложечки соответствует требуемой массе), и титруют стандартизованным рабочим раствором Трилона Б до перехода винно-красной окраски раствора в синюю. В конце титрования рабочий раствор добавляют по одной капле и особенно тщательно перемешивают. Титрование повторяют 3 раза и из сходящихся результатов вычисляют средний объем соли ЭДТА ( $\bar{V}$ ). Общую жесткость воды вычисляют по формуле с точностью до сотых:

$$Ж = \frac{2 \cdot c(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) \cdot \bar{V}(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) \cdot 1000}{V}, \text{ ммоль/л.}$$

Результаты определения общей жесткости природной воды

$V_n, \text{ см}^3$	$c(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2),$ моль/дм <sup>3</sup>	$V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2), \text{ см}^3$	$\bar{V}$ ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}_2$ ), см <sup>3</sup>	Ж, ммоль/дм <sup>3</sup>
объем аликвоты	точное значение	1. 2. 3.	расчет	расчет