

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПО ИХ ОСНОВНЫМ КОМПОНЕНТАМ

Лапыгина А.А., студентка

(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)

С каждым днем необходимость количественного определения нефтяных загрязнений повышается, так как нефть и нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных загрязняющих веществ антропогенного происхождения. Загрязнение окружающей среды и ее объектов происходит в процессе добычи, транспортировки и использования нефти и продуктов ее переработки (растворителей, масел, смазок и т.д.).

Наряду со специфическими загрязнителями шахтных сточных вод (высокая засоленность и каменноугольная пыль) в этих водах также присутствуют нефтепродукты. Нефтепродукты поступают в шахтные воды в результате проведения мероприятий по обеспыливанию: при аэрации рабочих зон и поверхностей, на которых осаждается каменноугольная пыль. В том числе и с поверхностей горношахтного оборудования, покрытых смазочными материалами. Вместе с шахтными водами эти нефтепродукты поступают по системе водоотлива в поток поверхностных сточных шахтных вод. Сюда же поступают сточные воды, формируемые на поверхностном шахтном комплексе. Среди различных источников присутствует и автомобильный транспорт, который используется, например, на шахте им.Засядько для перевозки на работу и с работы рабочих с разных районов города.

Из всего разнообразия нефтепродуктов для контроля выбран один представитель – дизельное топливо. Углеводородный состав дизельных топлив гораздо сложнее автомобильных бензинов и реактивных топлив и в зависимости от сырья и метода его переработки углеводородный состав может изменяться в широких пределах массовых процентов. Преобладающими компонентами здесь являются насыщенные углеводороды (алканы и цикланы – 50-90 мас.%), которые составляют основную долю и именно по их процентному составу определять концентрацию дизтоплива в целом.[1]

Проблема определения концентрации нефтепродуктов с малой концентрацией заключается в том, что при моделировании параметра объекта контроля возникает неоднозначность количественных оценок содержания нефтепродуктов, обусловленных вариациями состава нефтепродуктов и все это без учета влияющих факторов. Для получения точного значения концентрации измеряемого вещества необходимо учитывать эти влияющие факторы и по возможности уменьшить их либо вовсе исключить. К таким влияющим факторам относятся: температура пробы, величина водородного показателя – рН, состав исследуемой пробы.

При определении концентрации нефтепродуктов наиболее распространенными и точными являются оптические методы. Одним из таких методов был выбран экстракционно-фотометрический метод. Он основан на определении концентрации вещества по характерному для него спектру поглощения электромагнитного излучения. После прохождения луча от источника через фильтр в излучении остаются только те длины волн, которые поглощаются измеряемым веществом и не

поглощаются другими компонентами пробы. Такой пучок света проходит через пробу и поглощается исследуемым компонентом пропорционально его концентрации. [2]

Так как ранее измерения концентрации нефтепродуктов проводились на приборе-прототипе оператором вручную, для автоматизации процесса была предложена структурная схема измерительного канала – канала контроля наличия нефтепродуктов в поверхностных сточных водах промышленных предприятий, в основу которого была положена оптическая схема прототипа с некоторыми дополнениями.

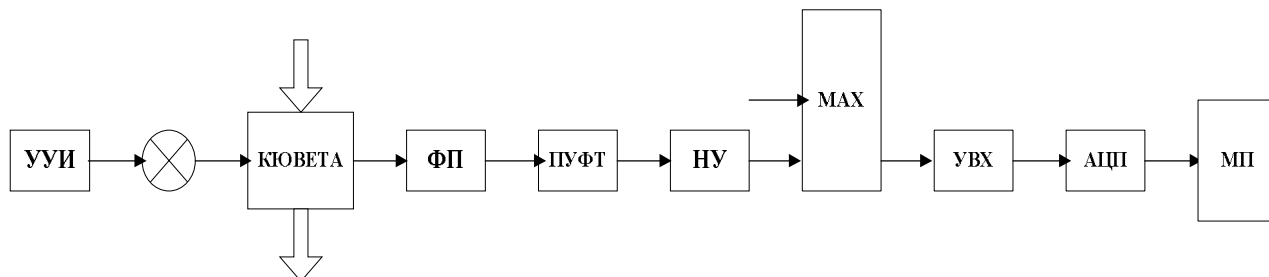


Рисунок 1 – Структурная схема измерительного канала

Предложенная структурная схема реализует выбранный метод и позволяет проводить измерения нефтепродуктов без учета влияющих факторов.

Пробоподготовка – основная проблема в процессе измерения. Для точного определения концентрации для выбранного метода необходимо поддерживать рН пробы на уровне 8.8-9.4, т.к. это наиболее подходящий уровень для распознавания основных компонент нефтепродуктов. Для этого в пробу добавляется реагент – четыреххлористый углерод. [1] Постоянство протекания реакции в пробе можно обеспечить с помощью помещения в пробу катализатора. При добавлении реагента температура пробы может измениться, поэтому необходимо предусмотреть датчики контроля температуры. Сразу достичь необходимого уровня рН невозможно, поэтому до окончательного результата температура может несколько раз поменяться. Это влияет на показания, и таким образом получаем первые два влияющих фактора – температура и рН. А так как и состав нефтепродуктов переменный, то этот фактор сказывается на результатах. Поэтому предполагается в предложенную структурную схему добавить еще два измерительных канала – канал измерения температуры и канал измерения рН пробы.

Спектры нефтепродуктов тесно соприкасаются, длины волн расположены очень близко друг к другу. Для выделения длины волны конкретного элемента необходимо применять в измерительном канале узкополосные фильтры.

С помощью спектрофотометрического анализа можно исследовать многокомпонентные системы. В нашем случае воспользуемся спектрофотометрическим анализом двухкомпонентной системы (имеется в виду, что одним компонентом будут алканы, вторым – цикланы).

Как уже оговаривалось, длины волн компонентов расположены очень близко друг к другу. В том случае, когда кривые светопоглощения обоих веществ перекрываются по всему спектру, концентрации C_1 и C_2 раствора находятся при двух длинах волн по уравнениям:

$$\begin{cases} A_{\lambda_1} = \varepsilon_{1\lambda_1} \cdot C_1 \cdot l + \varepsilon_{2\lambda_1} \cdot C_2 \cdot l \\ A_{\lambda_2} = \varepsilon_{1\lambda_2} \cdot C_1 \cdot l + \varepsilon_{2\lambda_2} \cdot C_2 \cdot l \end{cases}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{i\lambda}$ – молярный коэффициент светопоглощения вещества i при длине волны λ ; l – толщина поглощающего слоя, см; C_i – концентрация поглощающего вещества, моль/л. [3]

Значения молярных коэффициентов светопоглощения берут либо из таблиц, либо, что чаще всего делается, определяют экспериментально. Полученные значения коэффициента светопоглощения подставляют в систему уравнений (2) и решают ее относительно двух неизвестных C_1 и C_2 [3]:

$$\begin{cases} C_1 = \frac{(\varepsilon_{2\lambda_2} \frac{A_{\lambda_1}}{l} - \varepsilon_{2\lambda_1} \frac{A_{\lambda_2}}{l})}{(\varepsilon_{1\lambda_1} \varepsilon_{2\lambda_2} - \varepsilon_{2\lambda_1} \varepsilon_{1\lambda_2})} \\ C_2 = \frac{(\varepsilon_{1\lambda_1} \frac{A_{\lambda_2}}{l} - \varepsilon_{1\lambda_2} \frac{A_{\lambda_1}}{l})}{(\varepsilon_{1\lambda_1} \varepsilon_{2\lambda_2} - \varepsilon_{1\lambda_2} \varepsilon_{2\lambda_1})} \end{cases} \quad (2)$$

При этом чтобы относительная погрешность была наименьшей, значения A_{λ_1} и A_{λ_2} должны лежать в интервале 0,3 – 1, а $\varepsilon_{1\lambda_1} / \varepsilon_{2\lambda_1}$ и $\varepsilon_{2\lambda_2} / \varepsilon_{1\lambda_2}$ должны быть максимальными. [3]

Влияние мешающих веществ можно устранить с помощью такого способа измерения оптической плотности раствора как фотометрирование раствора в узком интервале. Этот способ корректен в случае, когда спектры поглощения окрашенных соединений определяемого и мешающего ионов известны и их максимумы поглощения находятся на различных длинах волн. [3]

Для определения одного из двух веществ, у которых разная область поглощения, можно использовать узкополосные фильтры с областью пропускания определяемого вещества или проводить измерения с помощью спектрофотометров в этой же области. Измеряя оптическую плотность в этом интервале длин волн окрашенной смеси наших двух компонентов, практически измеряем оптическую плотность лишь одного вещества, так как второе вещество не поглощает указанные лучи длин волн. [булатов]

Выводы: выбрана стратегия и намечены пути реализации определения загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами по их основным компонентам. Предложена структурная схема, позволяющая проводить измерения нефтепродуктов с учетом влияющих факторов.

Перечень ссылок

1. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. Издание 2-е, пер. и доп. М., «Химия», 1975. 360 с., 68 табл.; список литературы 1740 ссылок.
2. Золотов Ю.А., Иванов В.М., Амелин В.Г. Химические тест-методы анализа. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 304 с.
3. Булатов М.И., Калинин И.П. практическое руководство по фотометрическим методам анализа. – 5-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
4. Хохловкин Д.М. Водоотлив при проведении вертикальных стволов шахт. – М.: Углетехиздат, 1956. – 132 с.