

Reagents Proportional Dosing in Boiler-Houses and Water Supply Systems

Mitskevich A.A.

Vyatka State University, Kirov, the Russian Federation

The reagent method for new salt deposits (scale) formation prevention and step-by-step elimination of the old deposits on the internal pipes walls and heat exchangers surfaces of hot water supply systems heating units is proposed. The increased salt deposits degree occurs by they operation without periodic flushing process. The device for reagent dispensing and stable pipeline pressure monitoring is developed. This device provides limitation of maximal time period between regular reagent doses injection.

Key words: salts deposition, counter scale reagents, reagent dosing.

Received September 9, 2011

УДК 543.422;543.38

Определение следов нефти в природной воде и прибрежном песке

Кричмар С.И., Безпальченко В.М., Семенченко О.А.

Херсонский национальный технический университет

Предложен метод определения малых концентраций нефти в природной воде и прибрежном песке. Для этого проводят экстракцию нефти бензолом и фотометрирование экстракта при длине волны 315 нм. Аналитический предел определения для воды 0,002–0,003 мг/л, а для песка 0,003–0,005 мг/кг.

Ключевые слова: экстракция нефти, фотометрический анализ, примеси нефти.

Запропоновано метод визначення низьких концентрацій нафти у природній воді та у береговому піску. Для цього проводять екстракцію нафти бензолом та фотометрування екстракту при довжині хвилі 315 нм. Аналітична межа визначення для води — 0,002–0,003 мг/л, а для піску — 0,003–0,005 мг/кг.

Ключові слова: екстракція нафти, фотометричний аналіз, домішки нафти.

В последнее время в связи со значительным увеличением использования нефти в промышленности и на транспорте увеличилось загрязнение нефтью природных водоемов и прибрежной зоны, что наносит вред экологии водных бассейнов.

В работе [1] описаны прибор и методика осуществления анализа нефти в загрязненных водах. По этой методике экстракцию нефти проводят четыреххлористым углеродом из порции воды. Анализ проводят методом инфракрасной спектрофотометрии на концентратометре КН-2. Предел определения нефти — 0,05 мг/л воды.

В работе [2] описана методика определения нефти, основанная на экстракции нефти из воды хлороформом. Благодаря тому, что интен-

сивность окрашивания раствора нефти в хлороформе пропорциональна ее концентрации, раствор фотометрируют в видимой области спектра. Предел определения нефти — 25 мг/л воды.

Цель настоящей работы — создать доступный для традиционных лабораторий метод определения малых концентраций нефти в загрязненных природных объектах.

Растворы нефти в некоторых растворителях значительно лучше поглощают электромагнитные колебания в коротковолновой области (315 нм), доступной для современных фотоколориметров, например, для колориметра фотоэлектрического концентрационного КФК-2МП.

На рис.1 приведены спектральные характеристики нефти средней плотности (0,844 г/мл)

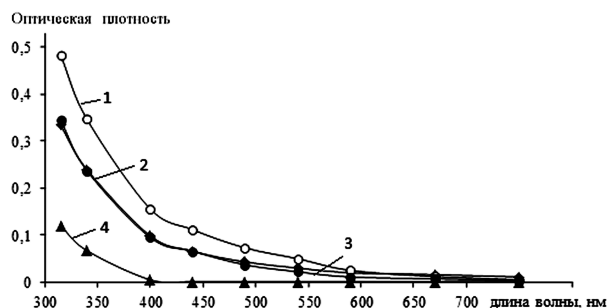


Рис.1. Спектральные характеристики растворов нефти с концентрацией 0,02 % в разных растворителях: 1 – четыреххлористый углерод; 2 – бензол; 3 – хлороформ; 4 – бутанол.

одной и той же концентрации в разных растворителях (толщина кюветы 5 мм). В воде нефть нерастворима, а в бензоле растворима неограниченно, поэтому бензол является подходящим экстрагентом. При экстракции, если третье вещество образует истинный раствор с экстрагентом и имеет ограниченную растворимость в исходной жидкости, появляется возможность повысить его концентрацию в экстракте за счет увеличения соотношения количества первого вещества к экстрагенту. Это позволяет повысить чувствительность анализа.

Определение нефти в морской воде.

Модель чистой морской воды готовили, растворяя перекристаллизованную морскую соль (3,5 %) в дистиллированной воде. Речной песок кипятили в содовом растворе, промывали водой до нейтральной среды и высушивали. Нефть помещали в чашки Петри и выдерживали в эксикаторе с хлоридом кальция не менее суток. В исследуемый объект (воду или песок) вносили определенное количество нефти и равномерно распределяли.

Затем морскую воду, загрязненную нефтью, помещали в мерную колбу со стеклянной пробкой. В нее вносили порцию бензола 1–2 % объема воды, закрывали пробкой и перемешивали, переворачивая колбу не менее 10 раз. После отстаивания отбирали медицинским шпри-

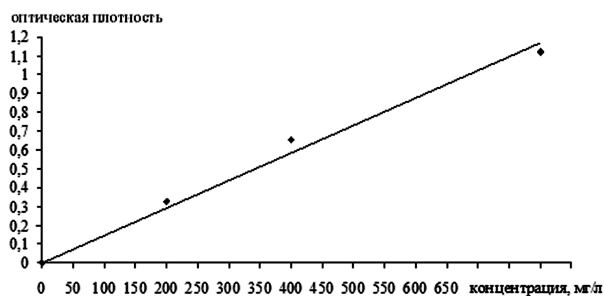


Рис.2. Зависимость оптической плотности раствора от концентрации нефти в бензоле относительно бензола (толщина кюветы 5 мм).

цем с длинной иглой экстракт, оставляя его в колбе над меткой 1–2 мм. Заливали новую порцию бензола и повторяли операцию экстрагирования не менее 5 раз. В последней операции экстрагирования для полноты извлечения экстракта колбу наклоняли. По сравнению с традиционным отделением экстракта в делительной воронке в предлагаемом способе за счет использования горловины мерной колбы и забора экстракта шприцем соотношение экстрагент : вода можно довести до (0,5–1) : 100. Все порции экстракта помещали в цилиндр и доводили бензолом до определенного объема. Измерения полученного раствора проводили на фотоколориметре КФК-2МП при длине волны 315 нм по отношению к бензолу. Для исключения изменения концентрации нефти в кювете за счет летучести бензола кювету закрывали стеклянными крышечками. Если зависимость оптической плотности от концентрации нефти линейна и требования к точности анализа невелики, например, при чрезвычайно малых концентрациях, анализ проводят по стандарту, в противном случае – по калибровочному графику.

На рис.2 представлена зависимость оптической плотности от концентрации нефти. Как видно, в приведенном диапазоне концентраций зависимость оптической плотности линейна, что позволяет для случаев, когда не требуется высокой точности измерений, использовать метод стандарта.

Ниже приведены результаты статистической обработки анализа (по стандарту) образца модели морской воды, содержащей нефть:

Порция воды, мл	–	100,0
Объем порции экстрагента, мл	–	1,5
Суммарный объем экстракта, мл	–	10,0
Кювета с толщиной рабочего слоя, мм	–	20
Взято нефти x, мг	–	0,020
Найдено нефти x _i , мг	–	0,021–0,022
Среднее арифметическое x _{ср} , мг	–	0,0214
Правильность Δ, %	–	7
Стандартное отклонение σ, мг	–	0,000548
Относительное стандартное отклонение S, %	–	2,559451
Доверительный интервал (ДИ) при P = 0,95	–	0,00048

Учитывая, что чувствительность фотоколориметра КФК-2МП по оптической плотности 0,001, аналитический предел определения нефти в воде составляет 0,002–0,003 мг/л.

Определение нефти в песке. Загрязненный песок выдерживали в чашке Петри в эксикаторе с хлоридом кальция до постоянной массы (примерно 2 ч). Проводили экстракцию нефти бензолом. В зависимости от степени за-

грязнения песка помещали навеску 5–25 г в пластмассовый медицинский шприц. Затем затягивали в шприц такой объем бензола, чтобы его уровень превышал уровень песка не менее чем в 1,5 раза. Шприц несколько раз переворачивали и вытесняли избыток бензола. Эту операцию повторяли каждый раз со свежей порцией бензола не менее 5 раз. Порции экстракта соединяли в мерной колбе и доводили объем чистым бензолом до метки. Как и в предыдущем случае, фотометрирование проводили при длине волны 315 нм относительно бензола. Размер кюветы выбирали в зависимости от степени загрязнения песка.

Ниже приведены результаты статистической обработки анализа (по стандарту) образца модели загрязненного песка:

Навеска песка, г	–	5,0
Объем шприца, мл	–	10
Объем порции экстракта, мл	–	1,5
Суммарный объем экстракта, мл	–	10,0
Кювета с толщиной рабочего слоя, мм	–	20
Взято нефти x , мг	–	0,040
Найдено нефти x_i , мг	–	0,035; 0,039; 0,041; 0,043

Среднее арифметическое $x_{ср}$, мг	–	0,0398
Правильность Δ , %	–	0,5
Стандартное отклонение σ , мг	–	0,003033
Относительное стандартное отклонение S , %	–	7,62098
ДИ при $P = 0,95$	–	0,00269

Аналитический предел определения нефти в песке составляет 0,003–0,005 мг/кг.

Приведенная методика определения малых концентраций нефти в природной воде и на прибрежном песке может быть использована при контроле экологического состояния водоемов и прибрежных зон.

Список литературы

- ГОСТ Р 51797-2001, ФР.1.31.2008.04409. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в сточных водах ИК-фотометрическим методом с использованием концентратомера КН-2. — Введ. 21.08.11.
- ГОСТ 39-133-81. Вода для заводнения нефтяных пластов. Определение содержания нефти в промышленной сточной воде. — Введ.01.06.82.

Поступила в редакцию 02.08.11

Oil Traces Definition in Natural Water and Coastal Sand

Krichmar S.I., Bezpachenko V.M., Semenchko O.A.

Kherson National Technical University

The method of oil small concentrations in natural water and on coastal sand is proposed. For this purpose the extraction of oil by benzene and the extract photometric measurements with 315 nm wave for this purpose are conducted. The analytical determination limit of water amounts to 0,002–0,003 mg/l and for sand is 0,003–0,005 mg/kg.

Key words: oil extraction, photometric measurement, oil impurities.

Received August 2, 2011

Приборы и оборудование

УДК 536.24:536.423:532.5:621.565.9

Расчет основных характеристик высокотемпературного трубчатого рекуператора при интенсификации теплообмена внутри труб

Сорока Б.С., Воробьев Н.В., Карабчиевская Р.С.

Институт газа НАН Украины, Киев

Разработаны инженерная методика расчета высокотемпературного трубчатого рекуператора и компьютерная программа, позволяющая оптимизировать конструктивные и режимные характеристики теплообменника, в том числе при установке вторичных излучателей внутри труб. Проведен численный анализ конструкции при изменении компоновки рекуператора. Анализ энергетических и массогабаритных характеристик теплообменника показал преимущества конструкции со вставками внутри труб по сравнению с гладкотрубными рекуператорами. Установлено существенное увеличение температуры подогрева воздуха (около 100 °С) и соответственно понижение температуры стенок труб, что подтверждено ранее проведенными экспериментальными исследованиями и результатами CFD моделирования.

Ключевые слова: трубчатый рекуператор, удельная металлоемкость, утилизация теплоты, балансовые уравнения, вторичный излучатель, высокотемпературный теплообмен.

Розроблено інженерну методіку розрахунку високотемпературного трубчастого рекуператора та комп'ютерну програму, що дозволяє оптимізувати конструктивні та режимні характеристики теплообмінника, у тому числі при встановленні вторинних випромінювачів у середині труб. Проведено чисельний аналіз конструкції при зміні компонування рекуператора. Аналіз енергетичних та масогабаритних характеристик теплообмінника показав переваги конструкції із вставками у середині труб у порівнянні з гладкотрубними рекуператорами. Встановлено суттєве збільшення температури підігріву повітря (близько 100 °С) та відповідне зниження температури стінок труб, що підтверджено раніше проведеними експериментальними дослідженнями та результатами CFD моделювання.

Ключові слова: трубчастий рекуператор, питома металоємність, утилізація теплоти, балансові рівняння, вторинний випромінювач, високотемпературний теплообмін.

В металлургии и энергетике, в процессах химической технологии и в промышленности строительных материалов в качестве утилизаторов теплоты широко применяются трубчатые теплообменники, температурный диапазон которых изменяется от параметров кипения воды до 300–600 °С [1] и даже существенно выше [2].

В настоящее время широкое распространение для расчета теплообменных аппаратов нашли методы математического и CFD моделирования [3]. Безусловным достоинством последних является возможность получения локальных характеристик аэродинамики и теплообмена различных поверхностей и объемов. Однако задача