

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССАХ ПОТОЧНОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Ф.Г. Сорокин (Компания Modcon Systems)

Рассмотрен принцип измерения цвета, используемый в поточных колориметрах компании Modcon Systems. Сформулированы их особенности, преимущества и области применения.

Ключевые слова: фотометрия, поточные колориметры, интенсивность цвета, ректификационная колонна.

Введение

Фотометрия — общая для всех разделов прикладной оптики научная дисциплина, на основании которой производятся количественные измерения энергетических характеристик поля излучения.

Фотометрия как наука зародилась в 1760-х годах с работ немецкого ученого И. Г. Ламберта, сформулировавшего закон диффузного отражения света (закон Ламберта), и французского ученого П. Бугера, сформулировавших закон поглощения света (закон Бугера — Ламберта — Бера). В настоящее время это закон идеального рассеяния или поглощения света, удобный для теоретических исследований, применяемый также и для при-

ближенных фотометрических и светотехнических расчетов.

В 1936 г. советский ученый А. А. Гершун сформулировал теорию светового поля. Широкое применение представлений о световом поле привело к решению многих задач, остававшихся нерешенными в рамках фотометрии XIX века. На практике положения теории светового поля реализуются инженерной дисциплиной — светотехникой.

Использование термина «свет» применительно к описанию поля излучения в любой области спектрального диапазона оптического излучения, а не только в видимой его области, в настоящее время является общепризнанным («скорость света», «луч света»).

Практический метод измерения цвета

Метод измерения И. Ламберта применяется для определения цвета светлых и темных нефтепродуктов по шкале Сейболта в диапазоне от 30 до -16 ед. в ГОСТ 2667-82 «Нефтепродукты светлые. Метод определения цвета», в ГОСТ 20284-74 «Нефтепродукты. Метод определения цвета на колориметре ЦНТ», в международных стандартах ASTM D1500 и ISO 2049.

В верхней части ректификационной колонны добываются самые светлые и высококачественные углеводороды (ГОСТ 2667-82), такие как лигроин, неокрашенный автомобильный или авиационный бензин, керосин и топливо для реактивных двигателей, а также нефтяные парафины и фармацевтические вазелиновые масла.

В нижней части ректификационной колонны (ASTM D1500, ГОСТ 20284-74) производятся самые темные высококачественные углеводороды, такие как смазочные масла, печное топливо, дизельное нефтяное топливо и нефтяные парафины.

Чем меньше примесей содержится в углеводородах, тем внешне они более прозрачны. Их цвет определяется по цветовой шкале Сейболта: от самых светлых – 30 до самых темных – -16. Для определения цвета нефтепродуктов темнее номера -16 по шкале Сейболта используется цветовая шкала ASTM D 1500. Принято считать, что продукту приемлемого качества соответствует цвет в диапазоне 27...30 по Сейболту.

Повышение интенсивности цвета обычно свидетельствует о появлении нежелательных примесей в продукте в результате нарушений в ТП. Нарушения, как правило, возникают, когда более тяжелые углеводородные фракции, такие как сырая нефть, поднимаются вверх вместе с более легкими фракциями. Такой эффект приводит к загрязнению бензинолигроинового потока. Обнаружение загрязнений линейным способом позволяет операторам ТП перенаправить технологический поток на дальнейшую очистку и повторную перегонку.



Рис. 1. Колориметр модели MOD-A26 и контроллер MOD-C-4000

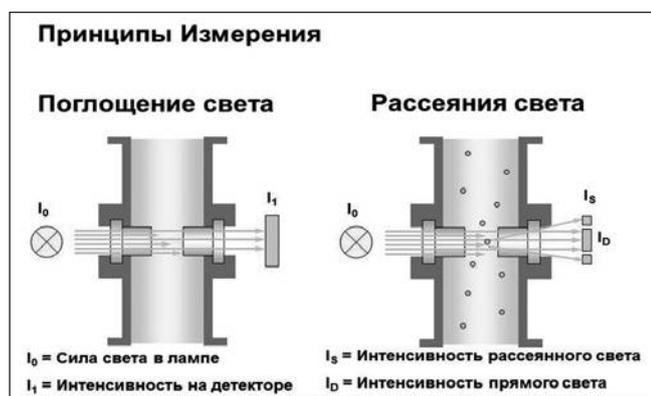


Рис. 2

Установка нескольких датчиков цвета на различных стадиях нефтепереработки способствует локализации источников загрязнения. Если загрязнение не обнаружить вовремя, загрязненная углеводородная фракция пойдет дальше, повреждая заводское оборудование и снижая качество продукции.

Поточный колориметр серии MOD-C-4000

Поточный колориметр MOD-C-4000 (рис. 1) служит для определения цветности нефтепродуктов при анализе их качества, степени очистки и стабильности, таких как смазочные масла, керосин, дизельное топливо, масла и т.д. Метод определения цвета соответствует международным стандартам SYMBOLT и ASTM D1500, ISO 2049.

На рис. 2 представлена схема прохождения света через колориметр. Если через датчик протекает чистый продукт, то на детекторе фиксируется интенсивность прямого света. Если же в продукте присутствуют твердые вещества, другая жидкость в жидкой среде, пузырьки газа в жидкости, твердые частицы или аэрозоли в газах, то детектор фиксирует кроме интенсивности прямого света еще и интенсивность рассеянного света.

Колориметр серии MOD-C-4000 используют в поточных режимах, а также в лабораториях нефтебаз, нефтехимических комбинатов, терминалов и других промышленных предприятий, связанных с производством, хранением и применением темных нефтепродуктов. Определение цвета на анализаторе выполняют путем визуального сравнения цвета помещенных в цилиндрические кюветы топливные продукты и масла с цветом стандартных светофильтров.

Колориметр поверяется по стандарту каждый год при использовании стандартных сертифицированных фильтров дневного света (рис. 3) и шкалы цветов, состоящие из 16 стеклянных светофильтров с заданными значениями координат цветности.

Сравнение осуществляется по цвету пробы и фильтра через измерительную ячейку датчика. Прибор не использует реагенты и не требует калибровки в течение всего срока эксплуатации.

Установка поточного анализатора Modcon Systems, состоящего из фотометрического искробезопасного датчика/колориметра модели MOD-A26 и контроллера MOD-C-4000, позволяет немедленно обнаружить изменение цвета, вызванное нарушениями или серьезным снижением эффективности работы ТП. Даже в условиях высоких температур и давления для контроля цвета не понадобится подготовки проб.

Преимущества поточного анализатора серии MOD-C-4000

Использование поточного анализатора цвета по стандарту измерения Сейболта и ASTM гарантирует получение качественного продукта на выходе из ректификационной колонны путем постоянного контроля качества ТП. Данный проактивный метод анализа исключает сбои в процессе перегонки сырой нефти в



Рис. 3. Использование эталонного цветового фильтра для калибровки датчика

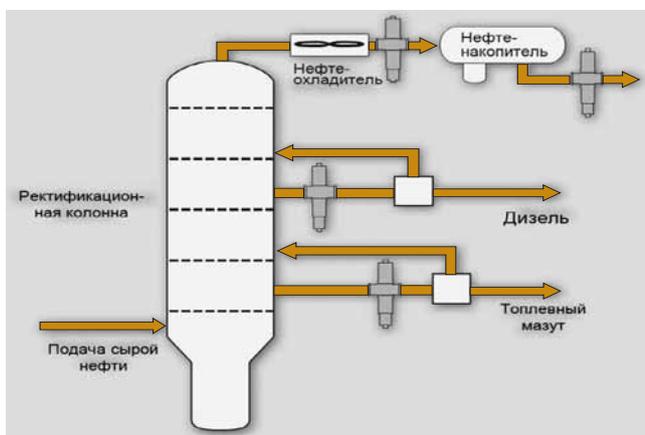


Рис. 4. Схема установки датчиков контроля качества нефтепродуктов на выходе ректификационной колонны

режиме реального времени. Тем самым завод может быть уверен в качестве выпускаемой продукции и полностью контролировать подачу нефти для процесса переработки (поступают от верхней части колонны и имеют высокое качество) (рис. 4).

Поступающий из верхней части колонны продукт обычно характеризуется прозрачностью в диапазоне от 30 ед. по Сейболту. Наличие цвета указывает на нежелательное загрязнение. Анализатор MOD-C-4000 немедленно обнаруживает внезапные сбои в ТП, отражающиеся в изменении прозрачности и цвета продукта, или медленные изменения в продукте, вызванные нежелательными изменениями в ходе ТП. Вовремя обнаруженная неисправность позволит преостановить подачу загрязненной нефти в нижнюю часть ректификационной колонны, тем самым предотвратит дальнейшие производственные неполадки и уменьшит время простоя.

Использование линейного контроля цвета в нефтепереработке и нефтехимической промышленности приносит значительную пользу. Определение изменений цвета непосредственно в технологическом потоке предупреждает технический персонал нефтеперерабатывающего завода о текущих нарушениях ТП, которые могут повлиять на качество конечного продукта.

До недавнего времени мониторинг изменения цвета осуществлялся методом «отбора проб черпаков»

и/или основывался на человеческом восприятии при сравнении образцов с цветовыми эталонами Saybolt и ASTM. Сегодня эти измерения производятся при помощи точных и надежных датчиков цвета.

Колориметры MOD-A26 — двухканальные датчики абсорбции автоматически компенсируют фоновую мутность и другие составляющие среды, используя вторую длину волны. Первая длина волны, как правило,

определяет цвет и фоновую мутность, тогда как вторая длина волны определяет только фоновую мутность или другие составляющие среды. Исключив сигнал поглощения вспомогательного канала (вторая длина волны) от основного канала (первая длина волны), можно получить компенсированный сигнал, который затем соотносится с любой колориметрической шкалой, независимо от фоновых помех. MOD-A26 с компенсацией мутности минимизирует отклонения качественных характеристик топлива от требуемых и выявляет нарушения ТП в режиме реального времени, что позволяет защитить техническое оборудование и максимизировать эффективность продукции с минимальными затратами. Диапазон измерений цвета по шкале Сейболта от 30 до -16, по шкале ASTM D1500 — 0...8. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений цвета — 1%.

Программное обеспечение MOD-C-4000 включает функции вычисления, линеаризации и смену изделия/продукта, диапазона измерений, нулевой точки и режима Hold. В контроллерах с mA- входами дополнительно в распоряжении имеются функции дистанционного управления для внешней системы. Конвертеры, имеющие разъем PROFIBUS PA, могут быть объединены в сеть и интегрированы в систему управления с помощью только одного кабеля. Несколько выходов передают результаты измерений в реальном времени, что обеспечивает точный контроль качества процесса.

С помощью интегрированного в конвертер регистратора данных можно фиксировать важные параметры процесса, используемые для обеспечения качества и контроля оборудования. Эти данные можно передать на ПК через интерфейс RS-232.

В заключение отметим, что стоимость фотометра обычно в 5...6 раз ниже стоимости спектрометра, позволяющего измерение ближнего инфракрасного спектра. Фотометрия успешно применяется для определения цвета и/или прозрачности нефтепродукта, тем самым обеспечивая контроль качества ТП. Также фотометрия успешно применяется для определения содержания углеводов в воде, контроля разделения фаз, измерения концентрации металлов, брома, хлора, йода, окислов азота, озона, воды и многих других химических элементов.

Сорокин Феликс Генрихович — руководитель отдела продаж и маркетинга Modcon Systems.

Контактный телефон (495) 989-18-40.

E-mail: felixs@modcon.ru