

О.В. Клим

Промышленные анализаторные комплексы

Учебное пособие



**Санкт-Петербург
2015**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

О.В. Клим

Промышленные анализаторные комплексы

Учебное пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург
2015**

Клим О.В. Промышленные анализаторные комплексы. Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2015. – 65 с.

Настоящее учебное пособие по курсу «Интегрированные анализаторные комплексы» предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 223200 «Техническая физика», 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». В пособии основное внимание уделено вопросам создания промышленных технологических анализаторных систем контроля качества углеводородного сырья и нефтепродуктов и экологического мониторинга как основе создания информационных технологий ТЭК. Методическое пособие состоит из 3 разделов, охватывающих вопросы, связанные с проектированием, кратким обзором используемых приборов и методов контроля качества основных видов сырья и выпускаемой продукции, а также правилам промышленной безопасности на предприятиях ТЭК.

Рекомендовано к печати Ученым советом инженерно-физического факультета, протокол № 3 от 10.03.2015.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2015

© Клим О.В., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| АННОТАЦИЯ..... | 4 |
| ВВЕДЕНИЕ..... | 5 |
| РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ | 7 |
| 1.1 Современна практика применения ПАК:..... | 8 |
| 1.2. Состав и основные требования и критерии выбора ПАК..... | 8 |
| РАЗДЕЛ 2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОТОЧНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ | 26 |
| 2.1 Сравнительный анализ контроля технологического процесса по показаниям лабораторных и поточных анализаторов..... | 26 |
| 2.2 Современная практика и проблемы применения промышленных спектрофотометрических анализаторов физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов..... | 27 |
| 2.3 Основные концепции применения ПАК на нефтеперерабаты-вающем предприятии | 37 |
| РАЗДЕЛ 3. КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ | 41 |
| 3.1 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для контроля качества товарной нефти..... | 41 |
| 3.2 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для контроля качества моторных топлив..... | 44 |
| 3.3 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для анализа топливных и дымовых газов..... | 50 |
| 3.4 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для контроля качества оборотной воды и промышленных стоков..... | 53 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 54 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 56 |
| О кафедре ИТТЭК Университета ИТМО..... | 58 |

АННОТАЦИЯ

Настоящее пособие по курсу «Введение в специальность» предназначено для студентов 5-го курса НИУ ИТМО, обучающихся по направлению подготовки магистров «Техническая физика» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Курс рассчитан на 1 учебный семестр, состоящий из двух модулей.

В пособии основное внимание уделено промышленным технологическим анализаторам и физико-химическим методам контроля качества, как основе для создания информационных технологий ТЭК.

Главная задача пособия – дать студентам основные сведения по вопросам выбора, проектирования и применения промышленного аналитического оборудования на предприятиях ТЭК, и подготовить к самостоятельной работе с нормативно технической документацией, технической литературой и обширной справочной и технической информацией.

Методическое пособие состоит из 3-х разделов. Первый раздел содержит общие сведения по проектированию промышленных анализаторных комплексов для предприятий ТЭК. Второй раздел посвящен обзору метрологических аспектов применения промышленных анализаторов. В разделе 3 рассмотрены промышленные анализаторные комплексы для контроля основных видов сырья и продукции, а также для экологического мониторинга на предприятиях ТЭК.

Поддача материала рассчитана на выработку понимания метрологических аспектов применения промышленных анализаторов систем и комплексов для различных технологических применений, практики и специфики использования оборудования на предприятиях ТЭК, выработку творческого подхода при решении различных аналитических и технических задач с одной стороны и формирование ответственности в рамках строгих формальных метрологических законов и норм и правил промышленной безопасности с другой стороны.

ВВЕДЕНИЕ

С увеличением производства и потребления продукции ТЭК, развитием нефте- и газотранспортных систем, задачи контроля качества продукции, а также снижение затрат на производство продукции за счет ресурсосбережения и повышения энергоэффективности и предприятий приобрели насущную актуальность. Современная практика эксплуатации предприятий ТЭК подтверждает целесообразность применения технологических анализаторных комплексов не только для решения таких задач, но также для контроля за безопасностью работы предприятий и экологического мониторинга.

Решение этих задач требует привлечения современных методов проектирования и использования широкого спектра новейшего промышленного аналитического оборудования, а также создания информационно-аналитических систем и комплексов различного профиля, адаптированных под специфические условия работы на предприятиях ТЭК.

Интегрированные в технологию промышленные анализаторные комплексы (ПАК) могут успешно применяться практически на всех предприятиях химического и нефтехимического профиля, транспортно-трубопроводных системах, а также в металлургической и пищевой промышленности.

Для создания и применение ПАК используется законодательная метрология, нормативно-техническая документация, технические регламенты и стандарты на применение промышленного оборудования, на требованиях которых осуществляется:

- Создание эффективных информационных систем контроля качества продукции и коммерческого учета на предприятиях ТЭК на основе приборов, устройств и оборудования различного назначения;
- Создание эффективных информационных систем мониторинга безопасности эксплуатации объектов ТЭК.

Основной целью образовательных программ по направлению подготовки 223200 «Техническая физика» и 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» является подготовка высококвалифицированных

специалистов, соответствующих современным требованиям к выпускникам вуза, с учетом потребностей рынка труда Санкт-Петербурга и регионов России.

В рамках курса «Интегрированные анализаторные комплексы» будущие специалисты получают подготовку и осваивают:

- Метрологическое обеспечение и методы определения параметров качества нефти, природного газа, сжиженных углеводородных газов (СУГ) и нефтепродуктов (моторные топлива, масла, смазки);
- основные принципы организации и выполнения проектирования ПАК для предприятий ТЭК;
- нормативные национальные, межгосударственные, международные и отраслевые документы;
- основные положения логистики (транспортировки) нефти, нефтепродуктов и газа;
- основные технологические процессы подготовки и переработки углеводородного сырья;
- основы технической диагностики производственных установок предприятий нефтехимического, и нефтегазового профиля, транспортных трубопроводов и электростанций;
- общие положения безопасности труда. Системный подход к безопасности труда;
- охрана окружающей природной среды на объектах ТЭК;
- психологические основы поведения персонала в аварийных ситуациях.

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Под промышленным анализаторным комплексом (ПАК) будем понимать совокупность оборудования, позволяющим выполнять определенные физико-химические измерения, необходимые для нужд по оперативного управления технологическим процессом, непосредственно на производственной технологической установке в реальном режиме времени. Специфика создания ПАК заключается в том, что входящее в состав ПАК оборудование интегрируется как в технологическое оборудование (трубопровод, резервуар, дымоход), так и в автоматическую систему управления техпроцессом (АСУ-ТП) или/или противоаварийной защиты (ПАЗ). Поэтому проектирование ПАК требует от специалистов профессионального понимания как технологических и метрологических аспектов, так и вопросов автоматизации, передачи и обработки данных. Проектирование ПАК проводится согласно действующей нормативно-технической документации (НТД). С 2012 года в странах Таможенного Союза основополагающими НТД являются следующие Технические регламенты:

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011)
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011)
3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011)
4. Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (ТР ТС 013/2011)
5. Технический регламент Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011)
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» (ТР ТС 032/2013)

Основные этапы проектирования ПАК:

- составление технических требований или технического задания проектной организацией или ЕРС подрядчиком
- составление опросных листов на анализаторы
- рассмотрение и анализ технико-коммерческих предложений поставщиков
- разработка рабочей документации

Основные этапы внедрения ПАК:

- поставка оборудования
- проведение монтажных работ

- проведение шеф-монтажных работ (ШМР) и пуско-наладочных работ (ПНР)
- опытная эксплуатация
- промышленная эксплуатация

1.1 Современна практика применения ПАК:

Актуальность:

- Непрерывный контроль качества товарной продукции
- Непрерывный контроль технологических процессов
- Непрерывный контроль безопасности процессов и экологический мониторинг
- Создание информационной технологии управления качеством

Паспортизация товарной продукции:

- в РФ и странах Таможенного союза не применяются

Контроль качества продукции

- специализированные анализаторы на отдельных предприятиях

Технологический контроль жидких и газовых сред

- широко применяются приборы полевого КИПа и газоанализаторы

Экологический мониторинг прмстоков и дымовых выбросов

- переоснащение в соответствии с современными нормативами

1.2. Состав и основные требования и критерии выбора ПАК

1.2.1 Поточные анализаторы

а) Критерии выбора поточных анализаторов

Экспрессность

- Время анализа/частота получения данных
- Многопоточность

Апробированность аналитического метода (способа измерений)

- Соответствие стандартным (арбитражным) МВИ

Стоимость

- Стоимость оборудования
- Затраты на выполнение проектных работ,
- Затраты на проведение ШМР и ПНР
- Затраты на ввод в промышленную эксплуатацию

Эксплуатационные свойства

- надежность оборудования
- удобство в обслуживании
- стоимость обслуживания

Наличие сертификатов соответствия требованиям Технических регламентов и метрологических сертификатов

б) Основные требования предъявляемые к поточным анализаторам

- возможность выбора наиболее приемлемого принципа и метода измерений.
- быстрый автоматический цикл анализа;
- автоматический пробоотбор и пробоподготовка;
- время отклика (время доставки пробы и время цикла), сравнимое с динамикой производственного процесса;
- высокая надежность, простое и быстрое обслуживание;
- неограниченная возможность установки в опасных, запыленных и потенциально коррозионных зонах;
- доступность дополнительного обеспечения в местах установки;
- доступность тестирования и калибровки;
- совместимость с автоматизированными системами компьютерного управления.

в) Основные типы поточных анализаторов

Полевые контрольно-измерительные приборы

- промышленные датчики физических величин (температура, давление, расход)
- датчики контроля загазованности рабочей зоны

Промышленные анализаторы с возможностью установки непосредственно на технологическом трубопроводе (резервуаре) или байпасной линии

а) анализаторы физико-химических свойств нефти нефтепродуктов «in situ»

- промышленные вибрационные вискозиметры, плотномеры (все типы сырья и н/п)
- промышленные рефрактометры преломления (масла)

б) анализаторы примесей в нефти и нефтепродуктах «in situ»

- промышленные фотометры (ИК-, УФ-, рамановские)
- промышленные анализаторы воды в нефти

в) газоанализаторы и сенсоры «in situ»

- лазерные газоанализаторы
- газоанализаторы кислорода в дымовых газах на основе оксида циркония
- гигрометры с сенсорами на основе окиси алюминия или оптическим абсорбционными сенсорами
- датчики для измерения рН, проводимости, ОВП и др.

Промышленные анализаторы с системой отбора проб и/или подачи /возврата пробы по «быстрой петле»

а) анализаторы физико-химических свойств нефти нефтепродуктов

- промышленные анализаторы фракционного состава (нефть до 300 град С, моторные топлива)
- промышленные газовые хроматографы (ШФЛУ-СУГ, газовый конденсат, жидкости до С10)
- промышленные спектрофотометры для определения октанового (цетанового) числа моторных топлив
- промышленные анализаторы давления насыщенных паров (все типы сырья и н/п)
- промышленные анализаторы температуры вспышки (дизтопливо, мазут)
- промышленные анализаторы низкотемпературных свойств (нефть, моторные топлива, мазуты)
- промышленные колориметры (цветомеры)

б) анализаторы примесей в нефти и нефтепродуктах

- промышленные анализаторы хлористых солей в нефти,
- промышленные анализаторы содержание серы в нефти и моторных топливах.

в) газоанализаторы и системы мониторинга

- газоанализаторы (хроматографы) для определения углеводородного состав
- газоанализаторы(хроматографы) для определения примесных газов (влаги, кислород, водород, компонентный состав дымового газа, и др.)
- анализаторы для определения общего содержание углеводородов в воде, химическое (ХПК) и биологическое (БПК) потребление кислорода в воде



Рисунок 1.1 - Внешний вид промышленных поточных анализаторов, установленных в анализаторном помещении.

[] состояние системы [] другое _____

Управление анализатором [] дистанционно [] локально

Имеющееся обеспечение [] воздух КИП с давлением ___[атм.] [] вода ___[°С] с давлением ___[атм.]

[] пар ___[°С] с давлением ___[атм.] [] азот с давлением ___[атм.]

[] кислород с давлением ___[атм.]

ПРИМЕЧАНИЯ:

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

| ПАРАМЕТРЫ ПОТОКА ПРОБЫ | | | | | |
|---|-------------------------------|------------------------------------|---|--------------------|-------------------|
| Процесс /№ позиции: | | | | | |
| Наименование потока: | | | | | |
| Температура пробы, °С | мин: | норм: | макс: | | |
| Давление в точке отбора, атм. | мин: | норм: | макс: | | |
| Давление в точке возврата, атм. | мин: | норм: | макс: | | |
| Агрегатное состояние | газ: <input type="checkbox"/> | жидкость: <input type="checkbox"/> | сжиженный газ: <input type="checkbox"/> | | |
| Наличие примесей: | | | | | |
| Твердые частицы | <input type="checkbox"/> да | <input type="checkbox"/> | размер частиц: | мкм | |
| Растворенные газы | <input type="checkbox"/> да | <input type="checkbox"/> | точка росы : | °С | |
| Максимальное расстояние: | до анализатора: | | до точки возврата: | | |
| Компонент (укажите все компоненты смеси) | Содержание компонента | | | Диапазон измерения | Единицы измерения |
| | мин. | норм. | макс. | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

| | | | |
|---|---|--|---|
| Нужна ли система отбора проб <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет | | Пробоподготовки <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет | |
| Место установки анализатора: | | <input type="checkbox"/> на открытой площадке | <input type="checkbox"/> в помещении |
| Категория зоны в точке установки анализатора: | | <input type="checkbox"/> В1 | <input checked="" type="checkbox"/> аВ <input type="checkbox"/> |
| Диапазон окружающей температуры в точке установки анализатора °С: | | мин. _____ макс. _____ | |
| Электропитание: | | <input type="checkbox"/> 220 В/50 Гц | <input type="checkbox"/> 24 В пост тока |
| Выходные сигналы | Аналоговый 4-20 мА: <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> | | |
| | Дискретный: <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> нет | | |
| | Modbus RS485: <input type="checkbox"/> да <input type="checkbox"/> | | |
| Примечания | | | |

1.2.2 Системы отбора, пробоподготовки, подачи и возврата пробы

а) Проботборные устройства

применяются для организации отбора пробы из технологического(магистрального) трубопровода или резервуара в тех случаях, когда конструкция анализатора не позволяет выполнить анализ (измерения) “in situ”, т.е. непосредственно в трубопроводе (резервуаре). Проботборные устройства и системы также используются для организации отбора проб для проведения лабораторных анализов и испытаний. Такие устройства должны соответствовать ГОСТам на отбор проб определенного типа (нефть и нефтепродукты, сжиженные углеводородные газы, природный газ)

б) Системы подачи и возврата пробы

обеспечивают подачу анализируемой пробы в жидкой или газовой фазе к анализатору, а также возврат пробы обратно в технологический трубопровод.

Для возврата пробы используются так называемые «быстрые петли», представляющий собой отрезки трубопроводов небольшого диаметра (от 6 до 20 мм), а также откачные емкости объемом от 30 до 200 л, оборудованные датчиком уровня, включающим откачной насос. Поток пробы по «быстрой петле» обеспечивается либо перепадом давления между точкам отбора и возврата, либо с помощью дожимного насоса.



Рисунок 1.2 - Внешний вид систем подачи и возврата пробы: а) емкость возврата объемом 60 л и постом управления насосом возврата; б) насос возврата
в) насосы подачи пробы; г) емкость возврата объемом 200 л.

в) Принципы построения и основные компоненты систем пробоподготовки.

Системы подготовки пробы (ППС) предназначены для приведения параметров технологической пробы подаваемой на анализатор с физико-химическими параметрами согласно техпроцесса к условиям, необходимым для работы анализатора. В СПП приводятся к необходимым значениям следующие параметры пробы: давление, температура, расход, а также удаляются примесные компоненты, мешающие работе анализатора, такие как влага, механические примеси, агрессивные компоненты (сероводород, кислоты).

Удалению как правило подлежат растворенные газы (для жидких проб) и пары конденсируемых жидкостей (для газовых проб). Типовой набор применяемых в СПП компонентов и устройств следующий:

- запорная отсечная арматура
- регуляторы давления на входе/выходе СПП
- измерители расхода пробы (по байпасной и измерительной линии)
- механические фильтры (для грубой и тонкой очистки пробы от мехпримесей)



Рисунок 1.3 - Внешний вид системы пробоподготовки

СПП должна обеспечивать также удобство проведения процедур калибровки (метрологической поверки) и обслуживания анализатора, для чего СПП оборудуется калибровочным портом для подключения калибровочной емкости (сосуда) и соответствующей запорной отсечной арматурой). Также опционально СПП оснащаются устройствами ручного или автоматического отбора проб, предназначенных для проведения сличений показаний поточного анализатора с показаниями лабораторных приборов.

Автоматизированные СПП с функцией автоматической калибровки и/или отбора проб, являются сложными техническим системами и как правило разрабатываются под определенные типы приборов и применений.

г) Фланцевые соединения

применяются для соединения отрезков трубопроводов и для установки на трубопровод приборов *in situ*.

Фланец (от нем. *Flansch*) — плоская деталь квадратной или круглой формы с равномерно расположенными отверстиями для болтов и шпилек, служащая для прочного и герметичного соединения труб, трубопроводной арматуры, присоединением труб друг к другу, к машинам, аппаратам и ёмкостям, для соединения валов и других вращающихся деталей (*фланцевое соединение*). Фланцы используют попарно (комплектно). Исполнение фланцев по ГОСТ 12820—80 и ГОСТ 12821—80 регламентирует ГОСТ 12815—80, и оно зависит от рабочего давления, на которое рассчитывается фланец или фланцевое соединение.

Исполнение 1 — с соединительным выступом.

Исполнение 2 — с выступом. Исполнение 3 — с впадиной.

Исполнение 4 — с шипом. Исполнение 5 — с пазом.

Исполнение 6 — под линзовую прокладку.

Исполнение 7 — под прокладку овального сечения.

Исполнение 8 — с шипом под фторопластовую прокладку.

Исполнение 9 — с пазом под фторопластовую прокладку.

Фланцы различаются по типам: плоские, воротниковые фланцы, на свободном кольце, фланцы сосудов и аппаратов.

Российские стандарты регламентируют давление среды трубопроводов и соединительных частей, а также на присоединительных фланцев арматуры, соединительных частей машин, патрубков аппаратов и резервуаров на условное давление P_u от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см²)

Фланцы изготавливаются по нормативным документам:

- плоские фланцы — ГОСТ 12820—80; *Фланцы стальные плоские приварные на P_u от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 25 кгс/см кв.). Конструкция и размеры*

- воротниковые фланцы — ГОСТ 12821—80, *Фланцы стальные приварные встык на P_u от 0,1 до 20 МПа (от 1 до 200 кгс/см кв.). Конструкция и размеры*

- свободные фланцы на приварном кольце — ГОСТ 12822—80. *Фланцы стальные свободные на приварном кольце на P_u от 0,1 до 2,5 МПа (от 1 до 2,5 кгс/см кв.). Конструкция и размеры*

Также фланцы могут изготавливаться по стандарту DIN EN 1092-1 (Deutsches Institut für Normung e.V., немецкий институт стандартизации);

американским стандартам ANSI/ASME B 16.5, ANSI/ASME B 16.47.

Фланцы сосудов и аппаратов изготавливаются по ГОСТ 28759.1—90 «Типы и параметры», ГОСТ 28759.2—90 «Фланцы сосудов и аппаратов плоские — конструкция и размеры», ГОСТ 28759.3—90 «Стальные приварные встык»,

ГОСТ 28759.4—90 «Фланцы сосудов и аппаратов под прокладку восьмиугольного сечения».

С 01.04.2012 г. введен в действие ГОСТ Р 54432—2011 «Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление от $PN 1$ до $PN 200$. Конструкция, размеры и общие требования» взамен сборника ГОСТ 12815—80 — ГОСТ 12822—80 «Фланцы арматуры, соединительных частей трубопроводов».

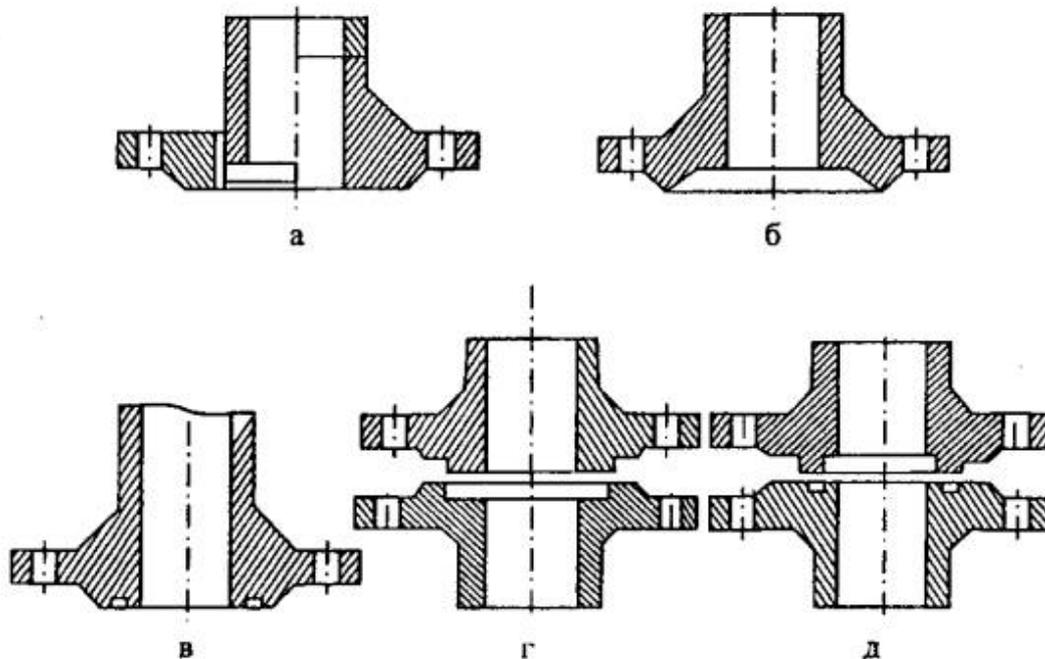


Рисунок 1.4 - Уплотнительные поверхности фланцев арматуры и соединительных частей трубопроводов: а - гладкая; б - под линзовую прокладку; в - под кольцевую прокладку овального сечения; г - выступ - впадина; д - шип – паз.

Выбор типа уплотнительной поверхности фланцев осуществляется согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов (ПБ 03-585-03)»

| Среда | Давление Р МПа (кгс/см ²) | Рекомендуемый тип уплотнительной поверхности |
|---|--|---|
| Все вещества группы В | ≤ 2,5 (25) | Гладкая |
| Все вещества групп А, Б, кроме А (а) и ВОТ (высокотемпературный органический теплоноситель) | ≤ 2,5 (25) | Гладкая |
| Все группы веществ, кроме ВОТ | > 2,5 (25) < 6,3 (63) | Выступ - впадина |
| Вещества группы А (а) | ≤ 0,25 (2,5) | Гладкая |
| Вещества группы А (а) | > 0,25 (2,5) | Выступ - впадина |
| ВОТ | Независимо | Шип - паз |
| Фреон, аммиак | Независимо | Выступ - впадина |
| Все группы веществ при вакууме | От 0,095 до 0,05 абс. (0,95 - 0,5) | Гладкая |
| Все группы веществ при вакууме | От 0,05 до 0,001 абс. (0,5 - 0,01) | Шип - паз |
| Все группы веществ | ≥ 6,3 (63) | Под линзовую прокладку или прокладку овального сечения |

1.2.3. Защитное оборудование для наружной установки приборов и систем.

а) Приборные боксы, шкафы и шельтеры

Применяются для обеспечения функционирования и обслуживания анализаторов и система ПАК при наружной установке оборудования непосредственно на технологических площадках, установках, морских платформах и т.д.



Рисунок 1.5 - Внешний вид приборного шельтера



Рисунок 1.6 - Внешний вид приборного шкафа с подводщими трубопроводами «быстрой петли»

Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) по ГОСТ 14254-96

Код IP (International Protection) состоит минимум из двух цифр и обозначает степень защиты, обеспечиваемую оболочкой от доступа к опасным частям, попадания твердых предметов, воды. (см. Таблицу 1.1 и 1.2)

Таблица 1.1 - Значения первой цифры кода IP

| Первая цифра кода IP | Значение для защиты оборудования | Значение для защиты людей |
|----------------------|---|------------------------------|
| | От проникновения внешних твердых предметов: | От доступа к опасным частям: |
| 0 | нет защиты | нет защиты |
| 1 | диаметром ≥ 50 мм | тыльной стороной руки |
| 2 | диаметром $\geq 12,5$ мм | пальцем |
| 3 | диаметром $\geq 2,5$ мм | инструментом |
| 4 | диаметром $\geq 1,0$ мм | проволокой |
| 5 | пылезащищенное | проволокой |
| 6 | пыленепроницаемое | проволокой |

Таблица 1.2 - Значения второй цифры кода IP

| Вторая цифра кода IP | Значение для защиты оборудования | Значение для защиты людей |
|----------------------|--|---------------------------|
| | От вредного воздействия в результате проникновения воды: | |
| 0 | нет защиты | |
| 1 | вертикальное каплепадение | ----- |
| 2 | каплепадение (номинальный угол 15°) | |
| 3 | дождевание | |
| 4 | сплошное обрызгивание | |
| 5 | действие струй | |
| 6 | сильное действие струй | |
| 7 | временное непродолжительное погружение | |
| 8 | длительное погружение | |

Основные теплотехнические параметры и расчеты.

Для оценочного расчета тепловой мощности, необходимая для поддержания постоянной температуры в помещении прямоугольной формы при обогреве $Q_{\text{обогрева}}$ или охлаждении $Q_{\text{охлажд}}$ можно использовать по следующие формулы:

$$Q_{\text{обогрева}} = 2 * K_T * (L * W + L * D + W * D) * (T_{\text{пом.}} - T_{\text{окр}}) \quad [\text{Вт}],$$

где K_T – коэффициент теплопередачи материала помещения $[\text{Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})]$

L, W, D – длина, высота и глубина помещения соответственно $[\text{м}]$

$T_{\text{пом.}}$, $T_{\text{окр}}$ – температура в помещении и температура наружного воздуха соответственно $[\text{°C}]$, $T_{\text{пом.}} > T_{\text{окр}}$

$$Q_{\text{охлажд}} = 2 * K_T * (L * W + L * D + W * D) * (T_{\text{окр.}} - T_{\text{пом}}) + Q_{\text{оборуд.}} \quad [\text{Вт}], \text{ где}$$

$Q_{\text{оборуд.}}$ – тепловая мощность выделяемая оборудованием установленным в помещении. ($T_{\text{пом.}} < T_{\text{окр}}$):

$$K_T = \lambda_T / S,$$

где λ_T – коэффициент теплопроводности материала стенки помещения $[\text{Вт}/(\text{м} * \text{К})]$

S – толщина стенки помещения, $[\text{м}]$

Таблица 1.3 - Коэффициенты теплопроводности некоторых строительных материалов

| Материал | λ_T , Вт/(м*К) |
|-------------------------|------------------------|
| Железо | 92 |
| Сталь | 47 |
| Гранит | 2,4 |
| Стекло | 1-1,15 |
| Кирпич строительный | 0,2—0,7 |
| Пенобетон | 0,05—0,3 |
| Древесина | 0,15 |
| Стекловата | 0,032-0,041 |
| Каменная вата | 0,034-0,039 |
| Воздух (300 К, 100 кПа) | 0,022 |

б) Оборудование и системы жизнеобеспечения

включает оборудование для кондиционирования и климат-контроля, датчики для контроля загазованности помещения, системы и оборудование аварийной и пожарной безопасности.



Рисунок 1.7 - Внешний вид приборного шкафа с установленными системами климат контроля и свето-звуковой сигнализации.

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ НА ПРИБОРНЫЙ ШКАФ (ШЕЛЬТЕР)

РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

в опасной зоне категории _____ темп. класс T3 T4

в безопасной зоне

при температуре окр. воздуха от _____ [°C] до _____ [°C]

Ограничения по габаритам нет макс(ВхШхГ) _____ х _____ х _____ [мм]

Способ крепления напольный настенный на трубе 2"

на фланцах диаметром _____ [мм]

Тип исполнения пола _____

Пылевлагозащита по IP 54 IP 65 IP 68

Смотровые окна не требуются требуются в количестве _____ шт.

с размером (ВхШ) _____ х _____ [мм] на высоте _____ [мм]

Такелажные рым-болты не требуются требуются

Тип обогрева электрический паровый водяной (хладагентом)

температура теплоносителя _____ [°C] расход теплоносителя _____ [л/мин]

Способ обогрева защита от замерзания (+5...+10°C) термостатирование

при температуре _____ [°C] охлаждение до температуры _____ [°C]

ТИП И ОПИСАНИЕ УСТАНОВЛИВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

полевой трансмиттер анализатор система проботбора (пробоподготовки)

датчик (зонд) другое оборудование (опишите) _____

Общее количество приборов(систем) _____

Наименование и параметры оборудования (заполняется для каждого прибора) (приложить техпаспорт на русском или английском языке)

1. _____ габариты (ВхШхГ) _____ х _____ х _____ [мм] вес _____ [кг]

эл. питание ~ 220В/50 Гц 24 В пост. тока ~380 В/50 Гц

потребляемая мощность _____ [Вт]

способ монтажа на рельсах на стойке 19" на раме

монтажный(трубный) адаптер

исполнение для безопасной зоны взрывозащита типа _____

кол-во _____ доп. параметры

2. _____

3. _____

Для трансмиттеров приложить описание крепежного манифолда (чертеж или техпаспорт на русском или английском языке)

Для анализаторов и систем приложить описание системы пробоподготовки

(чертеж или техпаспорт на русском или английском языке) или параметров анализируемого потока(ов)

Вводы для импульсных линий (указать диаметры, количество и расположение подводимых импульсных линий)

Электрические подключения (указать тип, количество и расположение подводимых эл. кабелей)

Кабельные вводы требуются (указать тип) не требуются

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

клемная коробка автомат питания эл. светильник эл. розетка

вентилятор

система кондиционирования сирена другое _____

ПРИМЕЧАНИЯ:

Типовой комплект документации ПАК

- сертификат об утверждении типа средства измерения, описание типа средства измерения, методика поверки
- сертификаты соответствия Техническим регламентам Таможенного Союза на анализаторы и оборудование
- технический паспорт
- схемы трубных и электрических подключений
- габаритно установочные чертежи
- руководство по эксплуатации

Контрольные вопросы к Разделу 1.

1. *Приведите классификацию опасных зон на предприятиях ТЭК и перечислите способы обеспечения взрывозащиты приборов и оборудования.*
2. *Приведите классификацию и обозначение видов взрывозащищенного оборудования.*
3. *Перечислите типы и стандарты исполнения фланцевых соединений*
4. *Перечислите основные компоненты систем пробоподготовки.*
5. *Перечислите виды исполнения защитного оборудования для наружной установки приборов и систем.*

РАЗДЕЛ 2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОТОЧНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ

2.1 Сравнительный анализ контроля технологического процесса по показаниям лабораторных и поточных анализаторов

а) Эффективность поточных анализаторов.

- Экономическая эффективность применения поточных анализаторов в системах прямого технологического контроля определяется обеспечением успешного решения следующих задач:
- получение продукции стандартного высокого качества, полностью соответствующей заданным требованиям;
- уменьшение потерь от непредвиденных ситуаций, изменений процесса и повторных запусков;
- уменьшение прямых потерь продукта или количества некондиционного или малоценного продукта и соответствующих потерь за счет непрерывного контроля качества сырья;
- оптимизация всех возможностей производственного процесса и параметров технологических потоков в процессе переработки;
- оптимальное соответствие продукта меняющимся условиям рынка;
- способность выбора оптимальной конфигурации процесса;
- увеличение безопасности работы как следствия расширения информации о характеристиках процесса;
- оптимизация процессов энергопотребления.

б) Недостатки лабораторных методов анализа

- отсутствие непрерывности и не стандартизованный, не контролируемый пробоотбор;
- временная задержка в результате транспортировки пробы до лабораторного анализатора, за счет загруженности лаборатории, задержки в получении информации, передаваемой зачастую только устным путем;
- расслоение неоднородной пробы во время транспортировки;
- деградация пробы вследствие различных световых или погодных воздействий
- потери (испарения) легких фракций;
- непредставительная подготовка пробы (влияние индивидуального подхода и различий в методах);
- невозможность применения лабораторных анализов для управления процессом без повторного подтверждения тенденции изменения контролируемых характеристик;
- выполнение анализов с использованием ручных методов или полуавтоматических приборов приводит к дополнительным проблемам: недостаточной повторяемости для одного оператора и

одного прибора и еще более плохой повторяемости для большего числа операторов и большего числа приборов

в) Резюме

- На основании современного опыта использования технологических анализаторов, можно сказать, что практически все виды измерений при контроле технологических процессов могут и должны выполняться с использованием непрерывно действующих технологических анализаторов.
- Задачей лабораторного контроля в данном случае будет проведение необходимых калибровок потокового оборудования и периодическое подтверждение результатов измерений.
- Ключевыми понятиями здесь являются *корреляция и воспроизводимость* с точки зрения международно признанных лабораторных методов измерений.
- Отмеченные параметры *корреляции* между технологическими и лабораторными анализами несомненно важны для технологического контроля. Для анализаторов, используемых для контрольных систем и оптимизации процесса зачастую требуется не высокая абсолютная точность, а высокая воспроизводимость результатов измерений.
- Потоковые анализаторы технологического контроля всегда дают преимущества в объективности измерений за счет сокращения субъективных ошибок и неточностей при лабораторных измерениях. Они позволяют компенсировать систематические ошибки и уменьшить случайные ошибки в измерениях, носящих статистический характер

2.2 Современная практика и проблемы применения промышленных спектрофотометрических анализаторов физико-химических свойств нефти и нефтепродуктов

Всего 20 лет назад произошла революция в области аналитической химии самых разнообразных материалов. Ее первой составляющей стала теория, развитая примерно 10 годами ранее - математическая теория многопараметровых нелинейных корреляций, практическое приложение которой стало возможным с появлением мощных промышленных компьютеров. Ее второй составляющей стала техника ИК-спектроскопии в ближней и средней области ИК-диапазона.

ИК-анализаторы в ближней ИК-области (БИК-анализаторы или NIR-analyzers), созданные на этом принципе стали применяться для контроля качества самых разнообразных материалов и совершенно далеких от ИК-спектроскопии показателей. Например, в области нефтепереработки и нефтехимии, с помощью NIR-анализаторов стали контролировать октановое число бензинов или цетановое число дизельного топлива, а,

кроме того, множество других показателей, вплоть до фракционного состава.

Какую же связь можно найти между степенью сжатия бензина на одноцилиндровом двигателе и ИК-спектром бензина? Возможно очень опосредованная и далекая связь может быть через компонентный состав. Поскольку хроматограмма четко передает компонентный состав; каждый компонент имеет свой пик, есть возможность расчета физико-химических параметров в рамках хемометрического подхода. Однако, попытки сделать октанометр из хроматографа оказались неудачны. В то же время массив поглощения бензина в ИК-спектре, на котором нет пиков отдельных соединений (все CH , CH_2 или CH_3 группы имеют один и тот же пик поглощения), стал более информативен, чем четкая хроматограмма.

Причина в том, что согласно теории многопараметровых нелинейных корреляций, возможно сформировать “образ” октанового числа, подобно тому, как наш мозг формирует образ запаха из сигналов рецепторов от отдельных веществ или различает образ отдельного человека из множества фотографий других людей. Сложная математическая модель позволяет распознавать образы топлива с разными октановыми числами, разным фракционным составом и т.д., не говоря уже о более простых задачах, как определение содержания оксигенатов, ароматики, бензола и др. Это и составило суть аналитической революции: **очень быстро и на типовой технике стало возможно определять массу показателей.**

Примерный перечень показателей приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Перечень показателей качества для определения экспресс-методами

| Продукт | Параметр |
|-------------|---|
| Сырая нефть | Содержание серы; Содержание воды; Содержание асфальтенов; Содержание парафинов; Фракционный состав; Плотность; Вязкость; Давление насыщенных паров; Температура застывания; |
| Бензин | Моторное октановое число MON; Исследовательское Октановое число RON; Фракционный состав; Содержание ароматики; Содержание олефинов; Содержание бензола; Содержание оксигенатов; Содержание этанола; Содержание воды; Содержание МТВЕ; Давление насыщенных паров, Содержание серы; |

| | |
|----------------------------|--|
| Дизельное топливо, керосин | Цетановое число; Цетановый индекс; Плотность; Вязкость; Температура вспышки; Температура помутнения; Температура кристаллизации; Предельная температура фильтруемости; Цветность, Содержание серы; |
|----------------------------|--|

Актуальность хемометрических методов

С одной стороны - значительно увеличение мирового производства и потребления углеводородных топлив в конце 20 - начале 21 века, повышение требований к качеству моторных топлив и ужесточение требований по экологической нагрузке предприятий ТЭК и нефтехимического комплекса на окружающую среду. С другой - создание новых компьютеризированных поколений аналитических приборов и систем автоматического управления, автоматизированных анализаторных систем на их основе.

Таким образом, к настоящему времени появились специфические информационные технологии ТЭК, призванные обеспечивать выпуск, транспортировку и потребление высококачественных нефтепродуктов при обеспечении энергосбережения, технологической, взрывопожаро- и экологической безопасности.

В настоящее время, принятые правительством РФ технические регламенты по производству моторных топлив, стимулируют нефтяные компании выпускать высокооктановые и низкосернистые моторные топлива, для чего практически во всех крупных вертикально интегрированных нефтяных компаниях проводятся реконструкции производства и внедряются АСУТП с использованием поточных анализаторов качества.

Оценка эффективности использования возможностей аналитической техники в проектах, реализованных в последние 3-5 лет, показывает, что четкого представления о том, как выбрать наиболее подходящее оборудование и достичь максимальной эффективности его использования в случае конкретных технологических применений нет ни у предприятий, применяющих сложное аналитическое оборудование, ни и у проектных организаций. Такая ситуация связана с отсутствием опыта практического применения промышленных поточных анализаторов на большинстве предприятий ТЭКа и пробелами в нормативно-технической базе. В настоящее время в РФ не существует рекомендательной нормативной документации по применению поточных приборов и анализаторов (например аналогичной API 551 и API 555). Более того, до сих пор детально не изучены специфические вопросы, связанные с метрологическими аспектами применения программного обеспечения сектрофотометрических анализаторов, активно внедряемых на НПЗ в

качестве средств оперативного технологического контроля при реализации проектов станций смещения бензинов, а также для установок первичной перегонки нефти, изомеризации и др. Поэтому детальное понимание измерительных возможностей спектрофотометрических анализаторов в настоящее время приобрело особую актуальность.

В настоящее время компании и институты, осуществляющие лицензирование и контроль технологических процессов и установок, рекомендуют использовать для проведения анализа основных физико-химических параметров нефтепродуктов (например: вязкость, плотность, фракционный состав, температура вспышки, низкотемпературные свойства и др.) только специализированные анализаторы, так как:

1. Измерение этих параметров НЕ стандартными и НЕ внесенными в ТУ на нефтепродукты методами (например с помощью спектрофотометрических ИК-анализаторов) не может обеспечить требуемой для технологического контроля точности измерений и в практике нефтепереработки практически не применяется

2. При определении фракционного состава особенно большие погрешности возникают при определении точек начала и конца кипения, причем даже при использовании лабораторных аппаратов, работающими по ГОСТ 2177-99.

3. Применение НИР-анализаторов (в основном портативных) для определения некоторых параметров фракционного состава (например температур 50% и 90% отгона) оправдано лишь для экспресс-анализа моторных топлив, что подтверждается практикой их применения в мобильных лабораториях качества.

4. Несмотря на такие преимущества НИР измерений как непрерывность и многопоточность, рекомендуется проводить детальный анализ их метрологических характеристик с целью определения целесообразности их применения для технологического контроля.

5. Применение ИК-анализаторов как средства технологического контроля рекомендуется при определении исследовательского и моторного октановых чисел, однако и в этом случае, требуется проводить детальный учет возможностей конкретных моделей анализаторов.

В таблице 2.2 приведены сравнительные данные по метрологическим характеристикам лабораторных методов, имеющихся средств их поверки (стандартных образцов) и метрологических характеристик, которые потребители хотели бы получать от НИР –анализатора. Эти данные рассмотрены только для нескольких актуальных показателей, но по остальным показателям ситуация такая же.

Таблица 2.2 - Сравнительные данные точности лабораторных методов.

| Показатель | Точность стандартной МИ | Желательная точность определения | Метрологические характеристики ГСО |
|-------------------------------------|--|---|--|
| Октановое число | MON ГОСТ 511 $r=0.5$ $R=1.6$ RON ГОСТ 8226 $r=0,5$ $R=1,0$ MON ГОСТ Р 52946 80-90 ед.ОЧ $r=0.2$ $R=0.8$ 102-103 ед.ОЧ $r=0.6$ $R=2.0$ RON ГОСТ Р 52947 90-100 ед.ОЧ $r=0,2$ $R=0,7$ | 0.1 ед. ОЧ | ГСО 8519, 8520-2004 $\pm 0,2$ |
| Цетановое число | ГОСТ 3122 $r=1,5$ $R=2,0$ ГОСТ Р 52709 $r = \text{от } 0,8 \text{ до } 1,0$ $R= \text{от } 2,8 \text{ до } 4,8$ | 0,1 ед. ЦЧ | ГСО 8932-2008 $\pm 0,3$ |
| Фракционный состав н.к. к.к. | ГОСТ 2177 От 1.5 до 2.5 °С От 1 до 2 °С | 0,2-0,5 °С | ГСО св. НП $\pm 1,3-1,5$ °С 95% $\pm 1,0-1,5$ °С |
| Температура застывания | ГОСТ 20287 $r=3$ °С $R=6$ °С | 0,1 °С | ГСО 4946, 8357 От $\pm 0,7$ до 1,5 °С |

Наиболее зарекомендовавшими себя в мировой практике и рекомендованными к применению фирмой UOP для процессов риформинга, смешения и др. являются ИК-анализаторы, работающие в средней ИК-области (диапазон длин волн от 1700 до 4000 нм) SmartSystem HSS, и ближней ИК-области (диапазон длин волн от 800 до 1700 нм), например анализаторы PIONIR 1024 фирмы АИТ, М412 фирмы

Guided Wave, MATRIX-F фирмы BRUKER и др. использующие 2-й колебательный обертона и обеспечивающий точность октанового числа не хуже $\pm 0.2 \dots 0.5$ ед, в зависимости от условий калибровки.

ИК-анализаторы, работающие в узкой граничной видимой области длин волн от 800 до 1000 нм, например анализатор BEACON Modcon, гораздо менее информативны с точки зрения получения спектральных данных, т.к. используют почти в 10 раз более слабый сигнал 3-й обертона колебаний молекул, что с учетом узкого спектрального диапазона приводит к их наложению и потере информации, ограничению возможностей для калибровки анализатора.

Сравнительный анализ аналитических возможностей для спектрофотометрических анализаторов различного типа приведен в таблице 2.3, а на рис.2.2 приведены ИК-спектры некоторых углеводов в различных участках спектра.

Таблица 2.3 - Сравнительный анализ аналитических возможностей для спектрофотометрических анализаторов различного типа

| ТИП | Спектральный диапазон | Обертон колебательного поглощения | Возможности передачи оптического сигнала по оптоволокну | Степень корреляции с физ.-хим. параметрам и н/п |
|-------------|---|--|--|--|
| FTIR | От 1700 до 4000 нм нет «наложения» полос поглощения | Основной | до 50 м | Высокая |
| NIR | От 900 до 2200 нм Незначительное наложение» полос поглощения | 2-й обертона в 2,7 раза слабее | до 200 м | Высокая, средняя |
| VIS | От 800 до 1100 нм значительное «наложение» полос поглощения | 3-й обертона в 7,3 раза слабее | до 2 км | низкая |

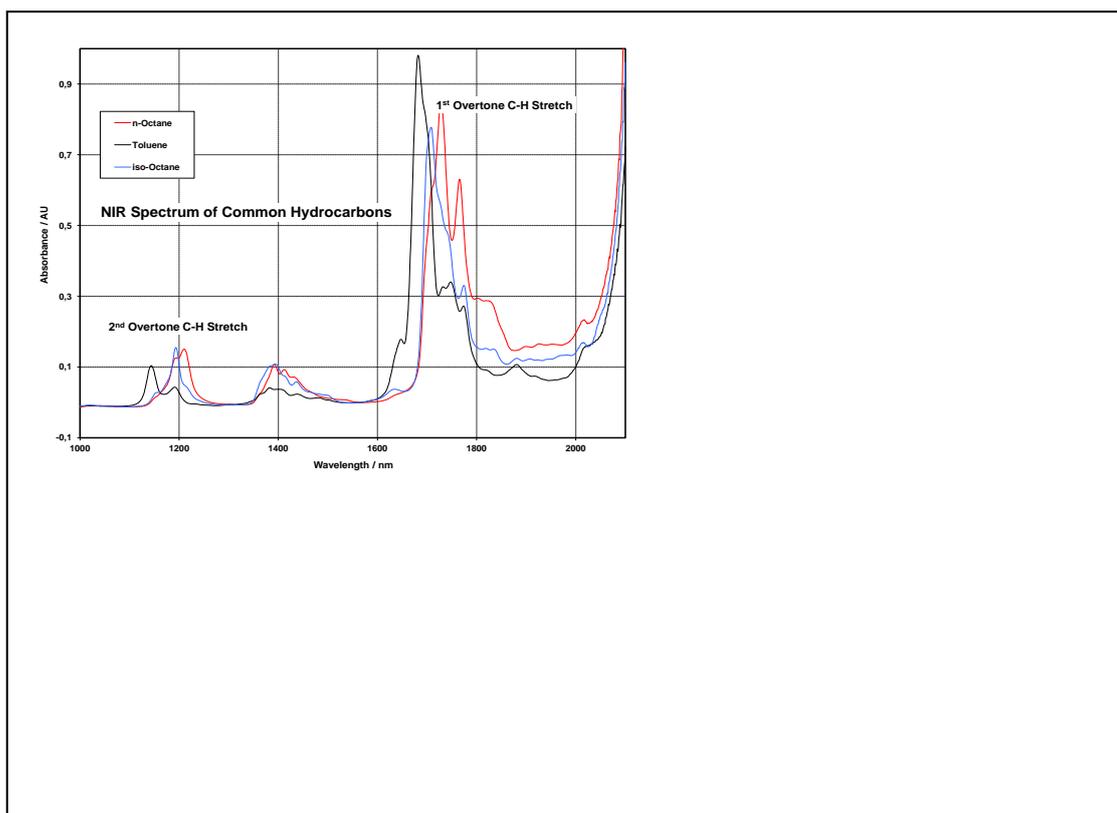


Рисунок 2.2 - ИК-спектры углеводородов в участках спектра от 1000 до 2000 нм.

Проблемы метрологии анализаторов

Бурное развитие и очень успешное применение на практике этой отрасли аналитики породило ряд мифов. Например, «точность определения ОЧ на НИР-анализаторах выше, чем на традиционной моторной установке». Это нонсенс: **косвенный метод не может быть точнее референтного**. Дело в другом: точность определения ОЧ и точность отслеживания тенденции изменения ОЧ. В первом случае новый метод явно уступает традиционному, во втором – сильно его обгоняет.

Кроме того, развитие технологий измерения сопровождалось параллельным развитием хакерских технологий, что характерно для любой успешной технологии. Это и породило главную проблему метрологии: как контролировать метрологические характеристики таких анализаторов? Традиционный подход оказался недостаточным. Существующая практика сертификации спектрофотометрических анализаторов как портативных, так и промышленных, не отражает в полной мере реальных возможностей этих анализаторов. В Таблицах 2.4 и 2.5 приведены метрологические характеристики лабораторных НИР анализаторов и промышленных НИР анализаторов согласно описанию типа средства измерения.

Таблица 2.4 - Метрологические характеристики лабораторных НИР- анализаторов

| Название | Принцип действия | Определяемые параметры (по описанию типа) | Погрешность определения | Средства поверки |
|--|---|--|--|--|
| Анализатор топлив автоматический EraSpec | ИК-спектрометр с преобразованием Фурье, диапазон волновых чисел от 400 до 7800 см ⁻¹ | Объемная доля: -бензола -эфиров -ароматических углеводородов | Относительная погрешность измерения $\pm 10\%$ | Бензол, МТБЕ, о-ксилол в гептане |
| Анализатор топлив IROX | ИК-спектрометр с преобразованием Фурье, диапазон волновых чисел от 650 до 3700 см ⁻¹ | Массовая доля: -бензола -эфиров -ароматических углеводородов | Относительная погрешность измерения в диапазоне от 0,3 до 3,0 % $\pm 20\%$ в диапазоне св.3,0 % $\pm 10\%$ | Бензол, МТБЕ, о-ксилол в Уайт-спирите или др. растворители |
| Анализатор бензина PetroSpec | ИК-спектрометр в средней инфракрасной области (FTIR) | Объемная доля: -бензола -МТБЕ -ароматических углеводородов -олефинов -этанола | Относительная погрешность измерения от $\pm 5\%$ до $\pm 15\%$ в зависимости от компонента | ГСО состава и детонационной стойкости бензина |
| Анализатор бензина Model 412 | ИК-спектрометр в ближней инфракрасной области (NIR) | Объемная доля: -ароматических углеводородов -MON -RON | Абсолютная погрешность по октановому числу ± 2 ед. По аромат. $\pm 5\%$ относит. | ГСО состава и детонационной стойкости бензина |
| Анализатор числа ZX- | ИК-спектрометр в средней инфракрасной области (FTIR) 2,7 до 15,4 мкм | -MON -RON | Абсолютная погрешность по октановому числу ± 2 ед. | ГСО детонационной стойкости бензина |

Таблица 2.5 -Метрологические характеристики промышленных НИР-анализаторов

| | Анализатор бензина GW 412 | Анализатор нефтепродуктов BEACON 2000 II |
|---|--|---|
| Номер по Госреестру СИ РФ | №29445-05 | №33438-06 |
| Определяемые параметры согласно «Описания типа средства измерения» (с указанием диапазона) | - моторное октановое число От 74 до 96 - исследовательское октановое число От 86 до 110 - объемная доля ароматических углеводородов От 0,1 до 60% | диапазон длин волн 800-1100 нм другие определяемые параметры в таблице «Основных технических характеристик» НЕ указаны!!! В то время как в разделе «Назначение и область применения» упоминается октановое число, фракционный состав и Т.Д.!!! |
| Погрешность определения | Отклонение от аттестованного значения ГСО: моторное октановое число не более ± 2 - исследовательское октановое число не более ± 2 | Разрешающая способность, нм не более 0,8 Воспроизводимость длины волны нм, не более 0,02 Допускаемое расхождение показаний октанового числа по изооктану 0,3 Т.е погрешность связанная с параметрами нефтепродуктов определена ТОЛЬКО для чистого изооктана |
| Средство поверки | Стандартные образцы состава и детонационной стойкости бензина (С4) ГСО 8143-2002 | Изооктан эталонный по ГОСТ 12423-83 |

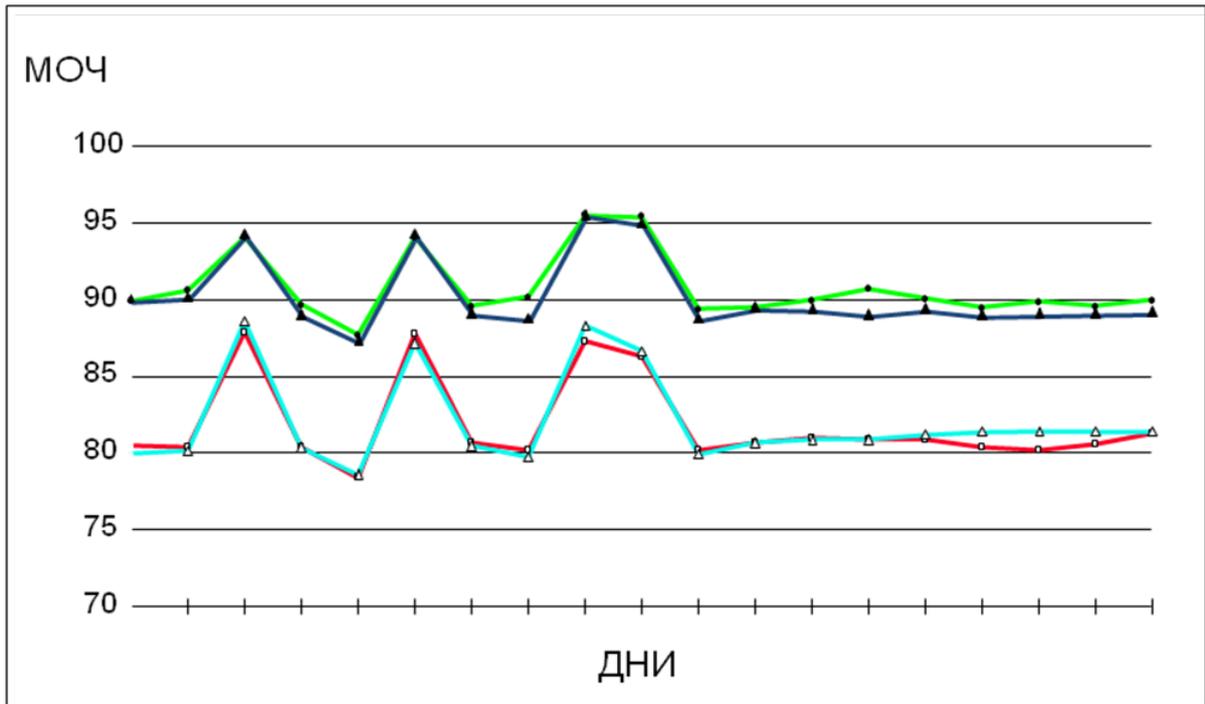


Рисунок 2.3 - Экспресс определение МОЧ: коэффициент корреляции 0,92-0,98

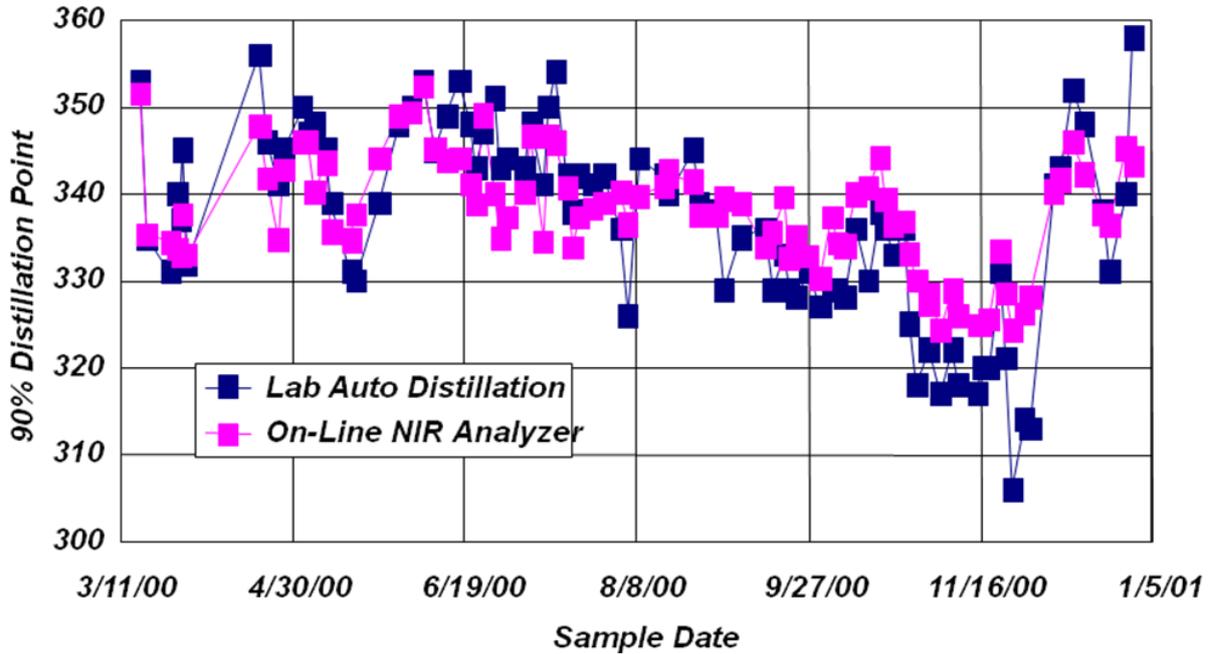


Рисунок 2.4 - Экспресс определение фракционного состава (температура отгона 90%): превышение норматива погрешности стандартного метода в 1,5 раза

2.3 Основные концепции применения ПАК на нефтеперерабатывающем предприятии

Значительно увеличение мирового производства и потребления углеводородных топлив в конце 20 - начале 21 века, повышение требований к качеству моторных топлив и ужесточение требований по экологической нагрузке предприятий ТЭК и нефтехимического комплекса на окружающую среду, с одной стороны, и создание новых компьютеризированных поколений аналитических приборов и систем автоматического управления, а также автоматизированных анализаторных систем на их основе, позволяет утверждать, что к настоящему времени появились специфические информационные технологии ТЭК, призванные обеспечивать выпуск, транспортировку и потребление высококачественных нефтепродуктов при обеспечении энергосбережения, технологической, взрывопожаро- и экологической безопасности.

В настоящее время, принятые правительством РФ технические регламенты по производству моторных топлив стимулируют нефтяные компании выпускать высокооктановые низкосернистые моторные топлива, для чего практически во всех крупные вертикально интегрированных нефтяных компаниях проводятся реконструкции производства и внедряются АСУТП с использованием поточных анализаторов качества.

Однако, оценка эффективности использования возможностей аналитической техники в проектах реализованных в последние 10 лет показывает, что как у предприятий, применяющих сложное аналитическое оборудование, так и у проектных организаций, нет четкого представления о том, как выбрать наиболее подходящее оборудование и достичь максимальной эффективности его использования в случае конкретных технологических применений. Такая ситуация связана как с отсутствием опыта практического применения промышленных поточных анализаторов на большинстве предприятий ТЭКа, так и пробелами в нормативно-технической базе, поскольку в настоящее время в РФ не существует рекомендательной нормативной документации по применению поточных приборов и анализаторов (например аналогичной API 551 и API 555).

Исходя из мировой практики поточного анализа на нефтеперерабатывающих предприятиях [1] для выбора поточных анализаторов имеются следующие критерии:

1. Целесообразность и эффективность применения поточного способа измерения. определенного физико-химического параметра для нужд технологического контроля.
2. Соответствие времени измерения (или цикла анализа) требованиям по оперативности для нужд технологического контроля.

3. Соответствие арбитражному методу измерений согласно Техрегламента или ТУ на нефтепродукты.
4. Надежность и удобство эксплуатации на потоке на основании имеющегося опыта поставок и внедрений.
5. Возможность организации многопоточных измерений.
6. Ценовая эффективность.

Исходя из вышеперечисленных критериев наиболее оптимальным является концепция основанная на применении как специализированных поточных анализаторов, выполняющих анализ в соответствии с требованиями арбитражных лабораторных методов, так и экспресс-анализаторов, например ИК- или Рамановских спектрофотометров.

Данная концепция позволяет решить две основные задачи поточного анализа:

- обеспечить оперативность получения информации для нужд технологического контроля
 - обеспечить высокую достоверность полученной метрологической информации
- и тем самым обеспечить выпуск продукции высокого качества при минимальных технологических издержках.

1. Для установок первичных процессов переработки нефти наиболее важными являются следующие параметры:

- содержание солей и влаги в нефти (ЭЛОУ)
- фракционный состав нефти и прямогонных нефтепродуктов (АВТ), особенно точки начала и конца кипения фракций
- содержание общей серы
- плотность (нефть, легкие фракции) и вязкость (нефть, тяжелые фракции)

Эти параметры целесообразно и наиболее эффективно определять специализированными поточными анализаторами. Однако для экспресс-определения дополнительных физико-химических параметров и организации многопоточных измерений, в качестве дополнительного инструмент, может быть применен FTIR-спектрофотометр среднего ИК-диапазона, который позволяет работать с темными (тяжелыми) нефтепродуктами и нефтью.

Производство бензина

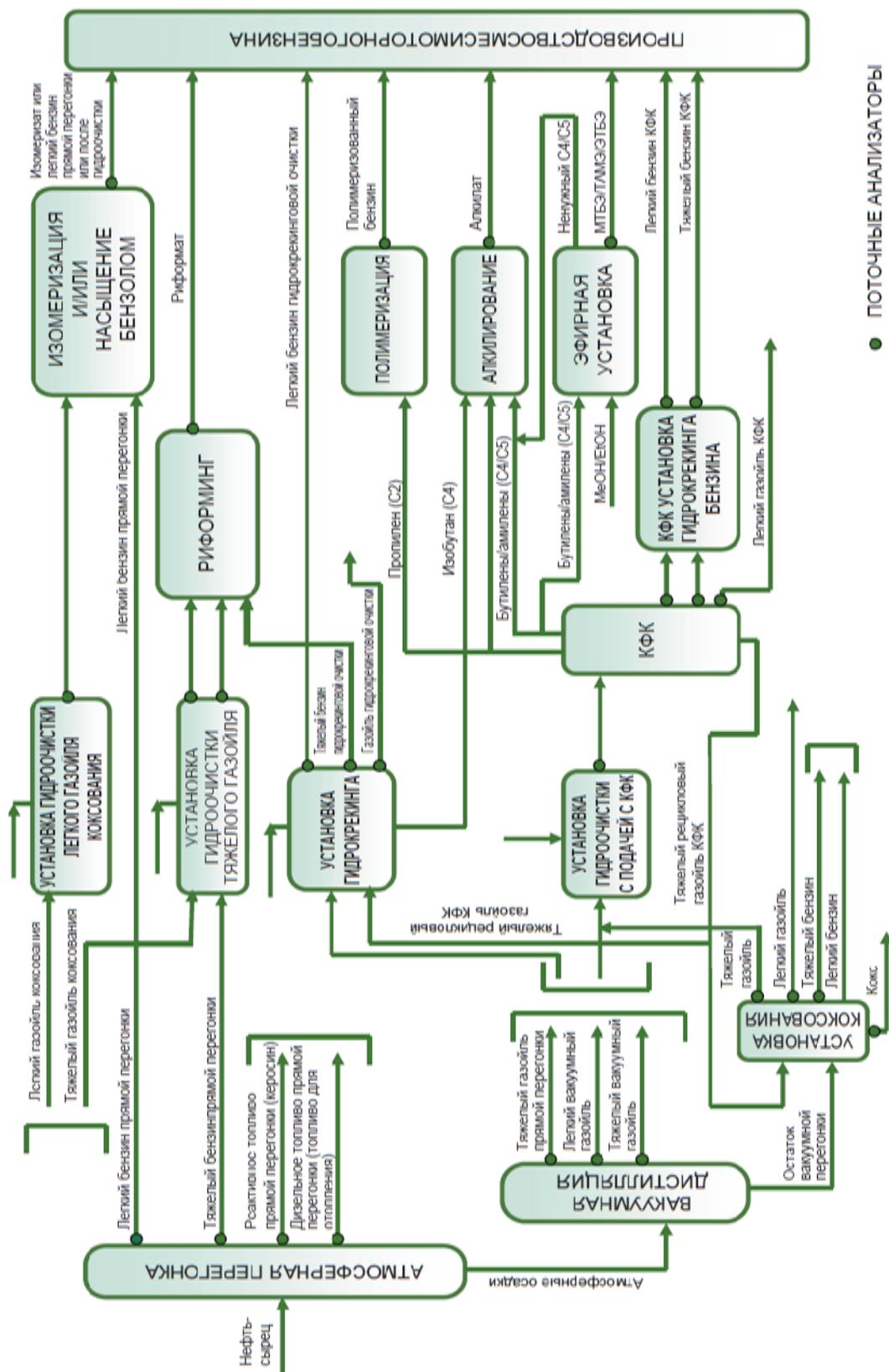


Рисунок 2.5 - Технологическая схема производства бензина.

2. Для установок вторичных процессов переработки прямогонных нефтепродуктов наиболее важными являются следующие параметры:

- групповой и фракционный состав, детонационные показатели (риформинг, каткрекинг)
- содержание общей серы (гидроочистка)

Как и для первичных процессов эти параметры целесообразно и наиболее эффективно определять специализированными поточными анализаторами. Для экспресс-определения дополнительных физико-химических параметров и организации многопоточных измерений, в качестве дополнительного инструмент, может быть применен БИК-спектрофотометр ближнего ИК диапазона.

3. Для установок приготовления товарных продуктов наиболее важными являются следующие параметры:

- групповой и фракционный состав, детонационные показатели, ДНП, содержание общей серы (станции смещения бензина)
- фракционный состав, детонационные показатели, низкотемпературные показатели, температура вспышки, содержание общей серы (установки смешения дизтоплива)
- вязкость (смешение мазутов, гудрон)

Параметры потоков готовой продукции целесообразно и наиболее эффективно определять специализированными поточными анализаторами. Для экспресс-определения дополнительных физико-химических параметров и организации многопоточных измерений параметров входных потоков, в качестве дополнительного инструмент, может быть применен БИК-спектрофотометр ближнего ИК диапазона.

Реализация поточного анализа физико-химических параметров нефтепродуктов в реальных условиях эксплуатации технологических установок, требует, как правило, создания **интегрируемых анализаторных комплексов, обеспечивающих следующие дополнительные функции:**

- обеспечение непрерывной подачи пробы к анализаторам, и ее возврат в технологический трубопровод;
- кондиционирование пробы, обеспечение возможности пробоотбора для целей верификации показаний поточных анализаторов и арбитражных сличений [2];
- обеспечение удобства монтажа, калибровки, настройки и обслуживания

анализаторов;

- обеспечение работоспособности оборудования в конкретных климатических условиях установки;

- обеспечение безопасности и комфортности работы обслуживающего персонала в производственных условиях;

Состав оборудования интегрируемых анализаторных комплексов определяется на стадии проектирования на основе технических требований или опросных листов с учетом конкретных параметров технологического процесса и условий установки.

1. Process Analyzers. API Recommended practice 555. Second edition, Nov. 2001
2. ASTM D 3764 – Standard Practice for Validation of Process Stream Analyzers

Контрольные вопросы к Разделу 2

1. Проведите оценку эффективности лабораторного и поточного способа контроля качества продукции на предприятиях ТЭК.
2. Проведите сравнительный анализ эффективности применения БИК-анализаторов в различных областях ИК-спектра
3. Проведите сравнительный анализ эффективности применения БИК-анализаторов и анализаторов по стандартным МВИ
4. Оцените перспективы создания полностью автоматических производств.

РАЗДЕЛ 3. КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

3.1 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для контроля качества товарной нефти.

Основные параметры качества товарной нефти и методы их определения согласно ГОСТ Р 51858 приведены в Таблице 3.1. Также для сравнения приведены другие методы испытания.

Таблица 3.1 - Возможности измерения на потоке основных параметров качества товарной нефти.

| Определяемый параметр качества | Допустимое значение (диапазон измерений) | Методы анализа согласно ГОСТ Р 51858 | Возможность измерения на потоке (время цикла измерений) |
|---|---|--|--|
| Массовая доля серы, % | Не нормируется (0-6) | Рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный по ASTM D 4294 | ВОЗМОЖНО 30-60 сек |
| Плотность, кг/м ³ при температуре 15°С при температуре 20°С | 830,0-895,0 834,5-899,3 | Метод определения плотности электронным плотномером по ГОСТ 51069 | Возможно (непрерывно) |
| Выход фракций, % при температуре 200°С при температуре 300°С при температуре 350°С | 21-30 42-52 53-62 | Атмосферная разгонка по ГОСТ 2177 | Возможно 30-40 мин |
| Массовая доля парафина. % Не более | 6 | Экстракционный по ГОСТ 11851 | Не возможно |

| | | | |
|---|------------------------------|--|---|
| Массовая доля воды, % не более | 1,0 | Метод дистилляции по ГОСТ 2477 | Не возможно Возможно измерение микроволновым методом |
| Концентрация хлористых солей, мг/дм ³ не более | 900 | Титрационный по ГОСТ 21534 | невозможно |
| | | Электрометрический по ASTM 3230 | возможно |
| | | Рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный | возможно 30-60 сек |
| Массовая доля механических примесей, % не более | 0,05 | Фильтрация по ГОСТ 6370 | невозможно |
| Давление насыщенных паров, кПа не более | 66,7 | Манометрический по Рейду по ГОСТ 1756 (или Метод тройного расширения в камере) | возможно 5-10 мин |
| Содержание хлорорганических соединений, ppm | Не нормируется (0-10 ppm) | Титрационный с предварительным отгоном и сжиганием пробы по ASTM D 4929 | невозможно |
| Массовая доля сероводорода, ppm не более | 100 | Хроматографический по ГОСТ Р 50802 | Ограничено возможно 15-20 мин |
| Массовая доля сероводорода, ppm не более | 100 | Хроматографический по ГОСТ Р 50802 | Ограничено возможно 15-20 мин |

*) жирным шрифтом выделены арбитражные методы измерения.

3.2 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для контроля качества моторных топлив.

Основные параметры качества моторных топлив согласно ПЕРЕЧНЯ национальных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения технического регламента "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту" и осуществления оценки соответствия приведены в Таблицах 3.2-3.3.

Таблица 3.2 . Возможности измерения на потоке основных параметров качества автомобильных бензинов

| Определяемый параметр качества | Допустимое значение (диапазон измерений) | Методы анализа | Возможность измерения на потоке (время цикла измерений) |
|--|---|--|---|
| Октановое число по исследовательскому методу по моторному методу | 91-100 81-90 | Исследовательский метод по ГОСТ 8226 Моторный метод по ГОСТ 511 Спектрофотометрия в среднем или ближнем ИК-диапазоне с последующим расчетом на основе регрессионного анализа и калибровочных моделей | Возможности ограничены 30-60 мин возможно 5-10 сек |

| | | | |
|---------------------------------------|----------------|--|---|
| Массовая доля серы, ppm | более 150 | Рентгенофлуоресцентный энерго-дисперсионный по ГОСТ Р 51947 | ВОЗМОЖНО 10-30 сек |
| | менее 150 | Рентгенофлуоресцентный волно-дисперсионный по ГОСТ 52660 (ЕН ИСО 20884) Метод ультрафиолетовой флуоресценции по ГОСТ Р ЕН ИСО 20846 | ВОЗМОЖНО 30-100 сек ВОЗМОЖНО 3-5 мин |
| Объемная доля бензола, % не более | 1,0 | Метод газовой хроматографии по ГОСТ Р 52714-2007 и ГОСТ Р ЕН 12177-2008 Метод инфракрасной спектроскопии по ГОСТ Р 51930-2002 | ВОЗМОЖНО 20-30 мин ВОЗМОЖНО 5-10 сек |
| Концентрация железа | Не нормируется | Фотоколориметрический метод по ГОСТ Р 52530-2006 | 30-40 мин |
| Концентрация марганца | Не нормируется | Метод атомно-абсорбционной спектрометрии по ГОСТ Р 51925-2002 | Не возможно |
| Концентрация свинца, мг/л Не более | 5 | Метод атомно-абсорбционной спектрометрии по ГОСТ Р 51942-2002 | НЕВОЗМОЖНО |

| | | | |
|---|----------|--|---|
| | | Метод атомно-абсорбционной спектрометрии по ГОСТ Р ЕН 237-2008 | |
| Массовая доля кислорода, % не более | 2,7 | Метод газовой хроматографии по ГОСТ Р ЕН 13132-2008 Метод газовой хроматографии по ГОСТ Р ЕН 1601-2007 | 20-30 мин |
| Объемная доля углеводородов: Ароматических, % не более олефиновых, % не более | 35 21 | Метод газовой хроматографии по ГОСТ Р 52714-2007 Методом флуоресцентной индикаторной адсорбции по ГОСТ Р 52063-2003 | НЕВОЗМОЖНО |
| Давление паров, кПа | (0-180) | Манометрический метод Рейда по ГОСТ 1756-2000 Автоматизированный метод по ГОСТ Р ЕН 13016-1-2008 | ВОЗМОЖНО 3-5 мин |
| Объемная доля оксигенатов (МТБЭ, ЭТБЭ, ТАМЭ, ДИПЭ, метанол, этанол и трет-бутанол), % | (0-10) | Метод газовой хроматографии по ГОСТ Р ЕН 13132-2008 Метод газовой хроматографии по ГОСТ Р ЕН 1601-2007 Метод инфракрасной | Ограничено возможно 20-30 мин возможно 5-10 сек |

| | | | |
|---|--|--|---------------------|
| | | спектроскопии по ГОСТ Р 52256-2004 | |
| Плотность, кг/м ³ | (720-775) | Метод определения плотности электронным плотномером по ГОСТ 51069 | Возможно непрерывно |
| Фракционный состав % выкипания при 70 °С % выкипания при 100 °С % выкипания при 150 °С % остатка, не более Конец кипения, °С не выше | 20-50 46-71 не менее 75 2 210 | Атмосферная разгонка по ГОСТ Р ЕН ИСО 3405-2007 и ГОСТ 2177 | возможно 30-40 мин |
| Окислительная способность, мин не менее | 360 | Термоокисление по ГОСТ 4039, ЕН ИСО 7536 | невозможно |
| Испытание на медной пластинке (3 часа при 50°С) | Класс 1 | Термоокисление по ЕН ИСО 2160 | невозможно |
| Содержание смол, мг/100мл не более | 5 | Метод выпаривания по ГОСТ 1567, ЕН ИСО 6246 | невозможно |

***) жирным шрифтом выделены арбитражные методы измерения.**

Таблица 3.3 - Возможности измерения на потоке основных параметров качества дизельных топлив

| Определяемый параметр качества | Допустимое значение (диапазон измерений) | Методы анализа | Возможность измерения на потоке (время цикла измерений) |
|---|--|---|---|
| Цетановое число, не менее | 51 | <p>Моторные методы по ГОСТ 52709 и ГОСТ 3122</p> <p>Спектрофотометрия в среднем или ближнем ИК-диапазоне с последующим расчетом на основе регрессионного анализа и калибровочных моделей</p> | <p>Ограничено возможно 30-60 мин</p> <p>возможно 5-10 сек</p> |
| Массовая доля серы, ppm | более 150 | Рентгенофлуоресцентный энерго-дисперсионный по ГОСТ Р 51947 | возможно 10-30 сек |
| | менее 150 | <p>Рентгенофлуоресцентный волно-дисперсионный по ГОСТ 52660 (ЕН ИСО 20884)</p> <p>Метод ультрафиолетовой флуоресценции по ГОСТ Р ЕН ИСО 20846</p> | <p>возможно 10-30 сек</p> <p>возможно 3-5 мин</p> |
| Температура вспышки в закрытом тигле, °С не менее | 55 | Методы определения температуры вспышки в закрытом тигле "Пенски-Мартенса" по ГОСТ Р ЕН ИСО 2719-2008 и ГОСТ 6356-75 | возможно 10-20 мин |
| Вязкость при 40°С, мм ² /с | (1,5-4,5) | Метод определения вязкости с помощью капиллярных вискозиметров по ГОСТ 33-2000 | возможно 10-20 мин |

| | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|
| Плотность, кг/м ³ при 15 °С | (800-845) | Метод определения плотности электронным плотномером по ГОСТ 51069 | Возможно непрерывно |
| Фракционный состав % выкипания при 250 °С % выкипания при 350 °С выход 95% при °С не выше | не более 65 не менее 85 360 | Атмосферная разгонка по ГОСТ Р ЕН ИСО 3405-2007 и ГОСТ 2177 | возможно 15-30 мин |
| Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, % не более | 11 | Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с детектированием по коэффициенту рефракции ГОСТ Р ЕН 12916-2008 | Невозможно (возможно определение корреляционными методами) |
| Предельная температура фильтруемости, °С | (-67...+5) | Метод определения предельной температуры фильтруемости на холодном фильтре по ГОСТ 22254-92 | возможно 20-30 мин |
| Температура помутнения, °С | (-60...+15) | Метод определения температуры помутнения по ГОСТ 5066 | возможно 20-30 мин |
| Смазывающая способность, диаметр износа, мкм при 60 °С | не более 460 | Метод испытаний на аппарате HFRR. Часть 1 по ГОСТ Р ИСО 12156-1-2006 | НЕВОЗМОЖНО |
| Окислительная способность, г/м не более | 25 | Термоокисление по ГОСТ 23175, ЕН ИСО 12205 | НЕВОЗМОЖНО |

| | | | |
|--|---------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Испытание на медной пластинке (3 часа при 50°С) | Класс 1 | Термоокисление по ЕН ИСО 2160 | НЕВОЗМОЖНО |
| Общее загрязнение мех. примесями, мг/кг не более | 24 | Фильтрация по ЕН 12662 | НЕВОЗМОЖНО |
| Содержание воды, мг/кг не более | 200 | Титрование по Карлу Фишеру | Ограничено возможно 5-10 мин |
| Зольность, % не более | 0,01 | Метод сжигания в тигле | НЕВОЗМОЖНО |
| Микрококсовый остаток, % не более | 0,3 | Метод пиролиза в инертной атмосфере | НЕВОЗМОЖНО |

***) жирным шрифтом выделены арбитражные методы измерения.**

Параметры качества других видов моторных топлив (мазуты, авиационный бензин и керосин) в основном определяются рассмотренными выше методами, хотя имеется ряд специфических параметров качества (температура вспышки в открытом тигле, высота некопящего пламени, температура кристаллизации, термоокислительная стабильность по методу JFTOT, удельная проводимость) для определения которых применяются специальные приборы (оборудование) и методы.

Для определения параметров качества таких нефтепродуктов как масла, смазки и битумы также применяются специальные методы и соответствующие им приборы (испытательное оборудование) в соответствии с техническими условиями на определенный вид продукции.

3.3 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для анализа топливных и дымовых газов.

Определение параметров качества природного и попутного нефтяного газов в первую очередь обусловлено с их применением в качестве дешевого газообразного топлива. Основные параметры качества приведены в Таблице 3.4

Таблица 3.4 - Возможности измерения на потоке основных параметров качества природного газа

| Определяемый параметр качества | Допустимое значение (диапазон измерений) | Методы анализа | Возможность измерения на потоке (время цикла измерений) |
|---|---|---|--|
| Компонентный состав, % : | | | |
| Метан | (50-100) | Газовая хроматография по ГОСТ 31371 | ВОЗМОЖНО 10-20 мин |
| Этан | (0-15) | | |
| Пропан | (0-3) | | |
| Бутаны | (0-1) | | |
| Пентаны | (0-0,5) | | |
| Высшие углеводороды | (0-0,3) | | |
| Азот | (0-20) | | |
| Двуокись углерода | (0-10) | | |
| Кислород | (0-2) | | |
| Аргон | (0-1) | | |
| Гелий | (0-1) | | |
| Сероводород и серосодержащие компоненты | (0-20) не более 50 ppm в товарном газе | Газовая хроматография по ГОСТ 53367 Фотоколориметрический | ВОЗМОЖНО 10-20мин ВОЗМОЖНО (1-3 мин) |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | метод на основе ацетата свинца, метод пиро УФ-флуоресценции, УФ-спектрометрия | |
| Точка росы | (-100... +20°C) | Газоаналитические на основе специальных датчиков | возможно 1-2 мин |
| Теплотворная способность, кДж/Нм ³ метан | (800-900) (0-6000) для различных компонент ов | Газохроматографический (расчетный) метод по ГОСТ 31369 Термокаталитический метод | возможно 10-20 мин возможно 1-2 мин |
| Плотность, кг/Нм ³ | (0,2-2,0) | Газохроматографический (расчетный) метод по ГОСТ 31369 Электронные плотномеры на основе камертонного датчика | возможно 10-20 мин возможно непрерывно |
| Число Воббе | (1,0-1,1) | Газохроматографический (расчетный) метод по ГОСТ 31369 Термокаталитический метод | возможно 10-20 мин возможно 1-2 мин |

Таблица 3.6 - Основные контролируемые параметры компонентного состава дымового газа

| Определяемый параметр качества | Допустимое значение (диапазон измерений) | Методы анализа | Возможность измерения на потоке (время цикла измерений) |
|--|---|---|--|
| Содержание кислорода, % об | (0-5) (0-10) (0-21) | Электрохимический (датчик на основе оксида циркония) Лазерно-адсорбционный Парамагнитный датчик | возможно непрерывно |
| Содержание CO, ppm, об | (0-100) (0-1000) | Термокаталитический Лазерно-адсорбционный ИК-недисперсионный | возможно непрерывно |
| Содержание NO, SO ₂ ppm, об | (0-100) (0-1000) | ИК-недисперсионный | возможно непрерывно |

3.4 Анализаторы и интегрированные анализаторные комплексы для контроля качества оборотной воды и промышленных стоков.

Таблица 3.7 - Возможности измерения на потоке основных параметров качества воды

| Определяемый параметр качества | Допустимое значение (диапазон измерений) | Методы анализа | Возможность измерения на потоке (время цикла измерений) |
|---------------------------------------|---|-----------------------|--|
| Показатель pH | 5,2 ..5,7 (0-14) | электрохимический | возможно непрерывно |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Проводимость, микроСм | (0...2000) | электрохимический | возможно непрерывно |
| Содержание нефтепродуктов мг/л | Нормиру- ется по отдельным веществам (0-1) (0-100) (0-1000) | УФ-флуоресцентный Высокотемпературный пиролиз до CO ₂ | возможно непрерывно возможно 3-5 мин |
| Содержание азота, мг/л | (0-1) (0-100) (0-1000) | Высокотемпературный пиролиз до NO | возможно 3-5 мин |
| Химическое (ХПК) и био- логическое (БПК) Потре- бление кисло- рода, мг/л | (0-10) (0-100) (0-1000) (0-10000) | Термокаталитический метод | возможно 3-5 мин |

Контрольные вопросы к Разделу 3

- 1. Приведите примеры и сравните характеристики различных промышленных анализаторов для анализа дымовых газов.*
- 2. Приведите примеры и сравните характеристики различных промышленных анализаторов для контроля качества моторных топлив.*
- 3. Приведите примеры и сравните характеристики различных промышленных анализаторов для контроля качества товарной нефти.*
- 4. Приведите примеры и сравните характеристики различных промышленных анализаторов для анализа топливных и дымовых газов.*
- 5. Приведите примеры и сравните характеристики различных промышленных анализаторов для контроля качества оборотной воды*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на перспективных планах развития нефтегазовых компаний ТЭК в целом можно прогнозировать, что в следующие 10-30 лет в России будет полностью осуществлен переход на технологии глубокой переработки нефти, будут внедрены эффективные технологии получения и переработки попутного природного газа. Переход на такие технологии будет обеспечен на основе полной автоматизации технологических процессов, в том числе. полной автоматизации всех технологических измерений, контроля качества продукции и экологического мониторинга с помощью активного внедрения промышленных анализаторных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Автоматизация процессов нефтепереработки / Под. общ. ред. Харазова В.Г. - СПб.: Профессия, 2012. - 304с.
- 2 Капустин В.М., Рудин М.Г., Кудинов М.А. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. – М.: Химия, 2012 – 440 с.
- 3 Капустин В.М. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти. Под ред. О.Ф. Глаголевой – М.: КолосС, 2012 – 456 с.
- 4 Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть вторая. Физико-химические процессы. – М.: Химия, 2015 – 400 с.
- 5 Капустин В.М., Тонконогов Б.П. Фукс И.Г. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть третья. Производство нефтяных смазочных материалов. – М.: Химия, 2014 – 328 с
- 6 Отто. М. Современный методы аналитической химии. М.:Техносфера.2006. 416с.
- 7 Кузнецов В.А., Якунин Г.В. Общая метрология. М.:ИПК Изд-во стандартов.2001.272с.
- 8 Леффер Уильям Л. Переработка нефти. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес».1999.224с.
- 9 Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). Книга 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. М.: Высшая школа. 2001 г.
- 10 Горючие, смазочные материалы. Энциклопедический толковый словарь-справочник / Под ред. В.М. Школьников. - М.: ООО "Издательский центр "Техноинформ" Международной Академии Информатизации", 2007 - 736 с.
- 11 Современная трибология: Итоги и перспективы / Отв. ред. К.В. Фролов - М.: Издательство ЛКИ, 2008.- 480 с.
- 12 Мышкин Н.К., Петроковец М.И. Трение. смазка. износ. Физические основы и технические приложения трибологии. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.- 368 с.
- 13 Джеймс Г. Спейт. Анализ нефти. Справочник: пер. с англ. под ред. Л.Г. Нехамкиной, Е.А. Новикова – СПб.: ЦОП «Профессия», 2010.- 480 с.
- 14 Капустин В.М. Технология производства автомобильных бензинов. – М.: Химия, 2015 – 256 с.
- 15 Другов Ю.С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство: 2-е изд. перераб. и доп./Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 – 270 с.

- 16 Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем: Учебник/ под ред. д-ра хим. наук, проф. М.Ю. Долматова, д-ра техн. наук, проф. Э.Г. Теляшева. – М.: Химия, 2002. -608 с.
- 17 Слаев В.А., Чуновкина А.Г. Аттестация программного обеспечения, используемого в метрологии: Справочная книга /Под ред. В.А. Слаева.- СПб.: «Профессионал», 2009. – 320 с.

Рекомендации по использованию Интернет-ресурсов и других электронных информационных источников:

- 1 ресурсы, посвященные кафедре и университету:
- 2 <http://aco.ifmo.ru/>, <http://ifmo.ru/>, <http://cis.ifmo.ru/>, <http://cde.ifmo.ru>
- 3 ресурсы, посвященные аналитическим методам: <http://anchemistry.ru/>
<http://xumuk.ru/> <http://anchemistry.ru/> <http://www.alhimik.ru>
<http://www.rusanalytchem.org>
- 4 <http://www.chemport.ru> <http://www.chembz.ru> <http://www.chemindustry.ru>
- 5 ресурсы, посвященные по техническому регулированию и метрологии
- 6 <http://www.gost.ru/wps/portal>; <http://www.vniim.ru>; <http://www.grun.ru>
<http://www.docload.ru>
- 7 ресурсы, посвященные нефте-газовому комплексу <http://links.riccom.ru>
- 8 <http://www.gubkin.ru> <http://www.kinef.ru> <http://www.vniinp.ru>
- 9 ресурсы, посвященные поставщикам промышленного аналитического оборудования <http://www.artvik.ru> <http://www.paclp.com>
- 10 <http://www.wika.ru> <http://www.yokogawa.ru> <http://www.kipinfo.ru>
- 11 <http://www.abb.ru> <http://www2.emersomprocess.com>
<http://www.soctrade.ru>

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Кафедра химии входила в состав первых 14 кафедр ЛИТМО, сформированных в 1930 году. В 1930–1960 годах кафедра работала в рамках факультета Точной механики; в период деятельности Инженерно-физического факультета (ИФФ) с 1946 года по 1954 год кафедра входила в состав ИФФ. С 1933 года – кафедрой возглавлял известный специалист в области оптического стекла профессор В.Г. Воано, позже – известный русский ученый-химик профессор С.А. Щукарев. С 1954 по 1972 год кафедрой возглавлял доцент Г.С. Кошурников.

С момента второго рождения инженерно-физического факультета в 1976 г. кафедра химии вошла в его состав. В это время на кафедре стали развиваться, в основном, три научно-технологических направления: создание новых композиционных оптических материалов; разработка химических сенсоров; технология оптического волокна.

В последующие годы сотрудники кафедры, прежде всего, профессора Новиков А.Ф. и Успенская М.В., существенно переработали методику преподавания курса химии, адаптировав ее к активно внедрявшейся тогда в Университете системе дистанционного обучения. В результате, преподавание курса химии в Университете ИТМО вышло на новый более высокий уровень.

В дальнейшем на кафедре под руководством профессора М.В. Успенской активно развивалось научно-техническое направление в области химии и физики сорбирующих полимерных материалов и нанокompозитов. В частности, на основе акриловых супервлагоабсорбентов разработан ряд новых материалов многофункционального назначения: сенсоры, жидкие линзы, раневые повязки, искусственные почвы для сельского хозяйства, огнестойкие конструкционные элементы и др.

В связи с этим в 2011 году данная кафедра (исторически – кафедра химии) позиционировала себя как отдельное структурное подразделение Национального исследовательского университета ИТМО в качестве

кафедры “Информационных технологий топливно-энергетического комплекса”.

С переходом отечественных предприятий на международные стандарты продукции, повышением требований к охране окружающей среды и внедрением сложных аналитических автоматизированных систем контроля качества и мониторинга, с 2008 года в рамках направления «Техническая физика» кафедра проводит подготовку магистров и бакалавров по профилю «Физико-технические аспекты аналитического приборостроения».

Подготовка включает в себя следующие разделы:

- Компьютерные комплексы для автоматизированного контроля физических, химических, механических, термических, реологических и некоторых других свойств нефтяного сырья и продуктов нефтепереработки;
- Встроенные микропроцессорные комплексы для управления технологическими процессами и измерением широкого круга параметров энергетических установок и систем энергоснабжения;
- Физико-математическое моделирование технологических процессов нефтепереработки и топливно-энергетического комплекса;
- Информационно-аналитические системы и комплексы различного профиля, адаптированные под специфические условия работы на предприятиях ТЭК.

Уникальная программа обучения сочетает фундаментальную подготовку в области информационных систем, физической оптики, молекулярной спектроскопии, аналитической и физической химии, компьютерной метрологии, общехимической технологии и автоматики.

В рамках специальных дисциплин изучаются приборы и методы контроля качества продукции и принципы построения автоматизированных анализаторных систем для предприятий ТЭК, нефтяной и химической промышленности.

Такие системы как основа информационных технологий контроля качества и мониторинга безопасности могут успешно применяться практически на всех предприятиях и лабораториях химического и нефтехимического профиля, а также в металлургической, пищевой и фармацевтической промышленности.

Выпускники кафедры имеют широкие перспективы трудоустройства в современных крупных компаниях ТЭК, таких как Роснефть, ПТК, Газпром, Киришинефтеоргсинтез, Лукойл, ТНК-ВР, а также на предприятиях и лабораториях пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Практика эксплуатации предприятий ТЭК подтверждает необходимость создания и применения эффективных систем контроля за

безопасностью и систем экологического мониторинга.

В связи с этим с 2011 года были разработаны и открыты бакалаврская и магистерская программы по направлению подготовки 241000 " Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии ". Основной целью образовательной магистерской программы "Информационные ресурсосберегающие технологии и экологические аспекты на предприятиях ТЭК" является подготовка высококвалифицированных специалистов, соответствующих современным требованиям к выпускникам вуза, с учетом потребностей рынка труда Санкт-Петербурга и регионов России. Будущие магистры будут способны использовать информационные технологии и математическое моделирование для описания различных физических и физико-химических процессов, для контроля качества продукции нефтепереработки, работать на современном оборудовании в научных, научно-производственных и производственных лабораториях по исследованию выпускаемой продукции и т.д.

Основными направлениями научной деятельности в рамках магистерской программы являются:

- Создание приборов и датчиков физических величин и физико-химических параметров углеводородного сырья и продуктов (в том числе на основе нанотехнологий);
- Разработка приборов для измерения параметров качества нефтепродуктов и пищевых продуктов на основе компьютерных технологий;
- Создание эффективных информационных систем контроля качества продукции и коммерческого учета на предприятиях ТЭК на основе приборов и устройств различного назначения;
- Создание эффективных информационных систем мониторинга безопасности эксплуатации объектов ТЭК.

Подготовка магистров ведется с участием ряда промышленных предприятий, научно-производственных объединений, научно-исследовательских институтов и вузов Санкт-Петербурга, что дает возможность получить отличные знания и неоценимый опыт в различных сферах деятельности: производственной, научно-исследовательской, административной и т.д.

Биотехнология и биоинженерия являются приоритетными направлениями современной науки и промышленного производства. Продукты биотехнологии и биоинженерии востребованы в медицине, фармации, биологии, и других высокотехнологичных отраслях народного хозяйства. Разработка новых источников энергии, создание биосовместимых материалов и синтез биологически активных веществ – главные составляющие этих двух наук и отраслей производства. В

частности, интенсивно развиваются производство и применение ферментов в переработке различных видов сырья и в получении биопрепаратов. Ферментные технологии имеют преимущества с экономической, технологической и экологической точек зрения, поэтому годовой оборот ферментных препаратов составляет десятки миллионов долларов США и он непрерывно растёт. По объёму производства ферментные препараты занимают третье место после аминокислот и антибиотиков. Ферментативные процессы, применяемые в технологиях, аналогичны природным, но они более безопасны и для здоровья человека и для окружающей среды.

Развитие этих отраслей сдерживается недостатком специалистов высшего уровня, подготовленных в области информационного обеспечения и средств измерения живых систем и биологических структур.

Для решения проблемы подготовки магистров на стыке информационных технологий, биологии и инженерии объединены усилия двух кафедр: Кафедра химии и молекулярной биологии ИХиБТ и кафедра ИТТЭК, имеющих опыт подготовки специалистов бакалавров и магистров в информационных технологиях и биотехнологии.

В учебный план предлагаемой программы включены, наряду с общеобразовательными, дисциплины по информационной, биологической, химической, технологической подготовке и ряду других отраслей знаний, необходимых в подготовке специалистов заявленного уровня.

В настоящее время на каф. ИТТЭК под руководством проф. Успенской М.В., ведутся работы по направлениям, связанных с созданием материалов для фармакологии и регенеративной медицины, предметов санитарно-гигиенического назначения, а также биосовместимых и биodeградируемых материалов.

Также на кафедре под руководством проф. Неелова И.М. активно развивается моделирование полимеров и биополимеров, начиная от структуры веществ и физико-химических процессов, протекающих в живых организмах до физико-механических и эксплуатационных характеристик материалов и биосистем.

Профессорско-преподавательский состав на кафедре насчитывает 18 человек, из них 6 профессоров и докторов наук.

В настоящее время на базе кафедр НИУ ИТМО создан Международный научно-исследовательский институт биоинженерии, возглавляемый проф. М.В. Успенской, что значительно расширяет экспериментальную базу и научный потенциал кафедр и способствует повышению уровня подготовки кадров высшей категории.

В настоящее время на кафедре трудятся 18 преподавателей, шестеро из них являются докторами наук, профессорами, признанными на международном уровне, членами ученых советов в России и за рубежом.

Клим Олег Васильевич

Промышленные анализаторные комплексы

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49