

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт)

В.И.Езикян

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Учебное пособие

Новочеркасск 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	5
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	5
<i>БЛОК I</i>	8
Тема 1. Методология криминалистики	8
Тема 2. Общие задачи аналитической химии	12
Тема 3. Качественный анализ	15
Тема 4. Количественный анализ	21
Тема 5. Физико-химический анализ	28
<i>БЛОК II</i>	37
Тема 6. Применение методов аналитической химии в криминалистической технике	37
Тема 7. Правовые основы применения специальных знаний в области аналитической химии при раскрытии, расследовании и предупреждении преступлений	42
Тема 8. Применение аналитической химии при проведении следственных действий и расследовании отдельных видов преступлений	47
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	58

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина: «Аналитическая химия и криминалистическая практика» рассматривает связь юридической науки «Криминалистики» и естественной «Аналитической химии».

Криминалистика – это наука о закономерностях механизма преступления, возникновения информации о преступлении и его участниках, собирания, исследования, оценки и использования доказательств и основанных на познании этих закономерностей специальных средствах и методах судебного исследования и предотвращения преступления.

Главной задачей криминалистики является содействие своими средствами и методами делу борьбы с преступностью.

В практике предупреждения и раскрытия преступлений правоохранительные органы используют широкий арсенал научных методов и технических средств; среди них достойное место занимает криминалистическая техника, рекомендации о наиболее рациональных методах и приемах обнаружения и исследования вещественных доказательств, играющих важную роль в объективизации процесса расследования преступлений.

В процессе предварительного следствия и последующего судопроизводства криминалистика для получения розыскной и доказательственной информации с момента своего рождения активно и творчески использует данные естественных и технических наук.

Важное место среди них занимает аналитическая химия – наука о методах анализа вещества. Через изучение химического состава (постоянство или изменение, сходство или различие) получают фактические данные о расследуемом происшествии и его участниках, через познание химического состава объектов материального мира реконструируется событие преступления.

Настоящее издание представляет собой учебно-практическое пособие, в котором представлены методы аналитической химии и их использование в криминалистике. Представлены методологические, тактические и правовые основы применения специальных знаний аналитической химии и их значение в криминалистике.

Изучая данную дисциплину, студент должен:

а) иметь представление:

- о методах аналитической химии;
- о применении аналитической химии в криминалистике;
- о субъектах, применяющих методы аналитической химии при раскрытии, расследовании и предупреждении преступлений

б) знать:

- основы качественного, количественного и физико-химического методов анализа;

- правовые основы применения специальных знаний при раскрытии, расследовании и предупреждении преступлений

в) уметь:

- ориентироваться в особенностях применения различных методов аналитической химии и возможностях получения ориентирующей и доказательственной информации с помощью методов аналитической химии для раскрытия преступлений.

УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

БЛОК	ТЕМЫ, ВХОДЯЩИЕ В БЛОК	СРОК ИЗУЧЕНИЯ
I.	1-5	4 недели
II	6-8	4 недели

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Аналитическая проба – это небольшое количество образца (твердое тело, раствор, ткань организма) специальным регламентированным образом отобранного для анализа из любого объекта.

Аналитический сигнал – зависимость физико-химических свойств вещества от природы вещества и его содержания.

Аналитическая химия – наука о принципах и методах определения состава вещества.

Водородный показатель (РН) – это показатель концентрации ионов водорода.

Гравиметрический фактор – это отношение молярной массы определяемого компонента к молярной массе гравиметрической формы.

Градуировочная характеристика – зависимость аналитического сигнала или его преобразованной величины от содержания определяемого компонента.

Дробный анализ – это метод, основанный на применении реакций, при помощи которых можно обнаружить искомые ионы в отдельных порциях исходного раствора, не прибегая к определенной схеме, т.е. искомый ион можно обнаружить в присутствии других при определенных условиях.

Индикатор – вспомогательное вещество, которое помогает фиксировать точку конца титрования изменением своего цвета и не вступает само в реакцию.

Интенсивность аналитического сигнала – числовое значение свойства, связанное с количеством или содержанием анализируемого компонента.

Качественный анализ – определение химических элементов, ионов, группы атомов, молекул, входящих в состав анализируемого вещества.

Количественный анализ заключается в определении количественного содержания химических элементов или их групп в анализируемом веществе.

Концентрация – это количество вещества в определенном объеме.

Криминалистическая техника – система научных положений и разрабатываемых на их основе технических приемов, средств и методик, предназначенных для собирания, исследования и использования доказательств и реализации иных мер раскрытия, расследования и предупреждения преступлений.

Криминалистическая тактика – система научных положений и разрабатываемых на их основе рекомендаций по наиболее рациональному проведению отдельных следственных и судебных действий, то есть тех

процессуальных действий, которые направлены на соби́рание и исследование доказательств.

Моль – это количество вещества, содержащее столько реальных или условных единиц, сколько атомов содержится в 0,012 кг углерода – 12.

Молярная концентрация – количество вещества (в молях), содержащееся в 1 л раствора.

Открываемый минимум – наименьшее количество вещества, содержащееся в исследуемом растворе и определяемое данным методом при определенных условиях – обычно 10^{-6} г.

Погрешность измерения – отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Предельная концентрация – минимальная концентрация раствора, при которой химической реакцией можно обнаружить искомый элемент.

Предельное разбавление – величина, обратная предельной концентрации.

Сенсоры – чувствительные элементы небольших размеров, генерирующих аналитический сигнал, интенсивность которого зависит от концентрации определяемого в объекте вещества.

Систематический анализ – это полный анализ исследуемого образца при соблюдении определенной последовательности обнаружения искомых ионов, выполняемый при отделении всех ионов от других.

Сорбция – это процесс поглощения твердым телом или жидкостью (сорбентом) газообразного или растворенного вещества (сорбата).

Специалист – лицо, обладающее специальными знаниями, привлекаемое к участию в процессуальных действиях в порядке, установленном УПК РФ (ст. 58) для содействия в обнаружении, закреплении и изъятии предметов и документов, применении технических средств в исследовании материалов уголовного дела, для постановки вопросов эксперту, а также для разъяснения сторонам и суду вопросов, входящих в его профессиональную компетенцию.

Специальные знания – это основанные на теории и закрепленные практикой глубокие и разносторонние знания приемов и средств криминалистической техники, обеспечивающие обнаружение, фиксацию и исследование доказательств.

Тест-методы – упрощенные приемы и приспособления для быстрого обнаружения и полуколичественной оценки содержания химических веществ в различных объектах без отбора пробы.

Титр – это число граммов растворенного вещества в 1 мл раствора.

Фактор эквивалентности – это число, обозначающее, какая доля реальной частицы вещества X эквивалента одному иону водорода в кислотно-основной реакции или одному электрону в окислительно-восстановительной реакции.

Форма осаждения – это соединение, в виде которого определяемый компонент осаждается из раствора.

Хроматография – метод анализа, основанный на многократном повторении актов сорбции и десорбции вещества при перемещении его в потоке подвижной фазы вдоль неподвижного сорбента.

Хемосорбция – поглощение вещества сорбентом с образованием химического соединения.

Химический элемент – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра. В рамках качественного анализа важными являются методы идентификации веществ.

Чувствительность реакции – минимальное количество искомого вещества, которое может быть обнаружено в капле раствора.

Эквивалент – это реальная или условная частица вещества, которая в кислотно-основной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону в реакции окисления-восстановления.

Эксперт – лицо, обладающее специальными знаниями и назначенное в порядке, установленном УПК РФ (п.п. 3, 4 ст. 57) для производства судебной экспертизы и дачи заключения.

Блок I

Тема 1. МЕТОДОЛОГИЯ КРИМИНАЛИСТИКИ

Понятие криминалистики и ее место в системе юридических и других наук. Начиная с XIX века, который характеризуется быстрым научно-техническим бурным промышленным ростом, разделением труда, его профессионализацией, появился феномен профессиональной и в дальнейшем – организованной преступности. Вооружившись новейшими средствами связи, транспорта прочей техники, используя все более изощренные, в том числе наукоемкие методы совершения и сокрытия преступлений, она захлестнула все страны мира. Карательные органы, которые прежде работали на основе житейского опыта, здравого смысла оказались бессильны. Поэтому и возникла новая отрасль знания – криминалистика.

Современная криминалистика как специальная юридическая наука прикладного характера имеет свою достаточно разработанную общую теорию, соответствующие методы исследования и опирающиеся на них систему частных криминалистических теорий и методов. На этой общей и частной теоретической и методической основе разрабатываются технико-криминалистические средства, тактические приемы и методики расследования и предупреждения преступлений.

Криминалистика как правовая наука, обслуживая деятельность правоохранительных органов по борьбе с преступностью, в своих рекомендациях, приемах, методиках должна опираться только на букву закона. Новые методики в криминалистике разрабатываются только после введения в Уголовный кодекс статей, предусматривающих наказание за соответствующие преступления.

Нормы уголовно-процессуального права определяют формы применения технико-криминалистических средств и методов, порядок проведения отдельных следственных действий, входят в число источников расследования отдельных видов преступлений.

Криминалистика имеет непосредственную связь с философией, логикой, этикой. Философия, в частности диалектика, лежит в основе методологии криминалистики. Логика активно используется для организации криминалистического мышления, обязательно включающего анализ и синтез, абстракцию, обобщение, дедукцию и индукцию. Разработка и применение криминалистических средств и методов происходит не только в рамках закона, но и с учетом представлений общества о нравственности, то есть с учетом этики.

Особый блок составляют судебно-экспертные дисциплины: судебная медицина, физика, химия, биология. Причем, рассматривая применение естественнонаучных дисциплин, в частности и аналитическую химию,

надо отметить, что они широко используются как при проведении судебной экспертизы, так и во всей криминалистической практике. Причем, применение естественных наук и их методов в криминалистике осуществляется не на основе замкнутой системы какой-либо науки, а на базе комплексных методик, структура которых полностью определяется криминалистической задачей обнаружения, фиксации, исследования следов, задачей идентификации объектов той или иной природы. Перспективным направлением специализированных криминалистических методик является создание лабораторных комплексов, средств и методик, базирующихся на современной высокочувствительной аналитической технике, ЭВМ. Такого рода комплексы методов исследования воплощают в себе совокупность данных физики, химии, биологии и кибернетики.

Система криминалистики. Криминалистика как учебная дисциплина в настоящее время подразделяется на следующие разделы: теория криминалистики, криминалистическая техника, криминалистическая тактика, организация раскрытия и расследования преступлений и методика расследования отдельных видов преступлений.

В разделе общей теории содержатся положения о предмете науки, ее задачах, структуре, законах развития и месте в системе научных знаний, а также частные криминалистические теории.

Криминалистическая техника – система научных положений и разрабатываемых на их основе технических приемов, средств и методик, предназначенных для собирания, исследования и использования доказательств и реализации иных мер раскрытия, расследования и предупреждения преступлений.

Криминалистическая тактика – система научных положений и разрабатываемых на их основе рекомендаций по наиболее рациональному проведению отдельных следственных и судебных действий, то есть тех процессуальных действий, которые направлены на собирание и исследование доказательств.

Организация раскрытия и расследования преступлений включает в себя вопросы взаимодействия следователя с сотрудниками различных служб органов внутренних дел, использование помощи общественности, розыскную работу следователя, криминалистические версии и планирование расследования преступлений.

Методика расследования отдельных видов преступлений – это система научных положений и разрабатываемых на их основе рекомендаций по расследованию и предотвращению отдельных видов и групп преступлений.

Применение методов аналитической химии наибольшее практическое значение имеет в криминалистической технике, тактике и методике расследования отдельных видов преступлений.

Методы криминалистики. Методы криминалистики составляют систему трех уровней. Базисный уровень составляет всеобщий метод криминалистической науки – материалистическую диалектику. Он служит основанием для развития других методов, применяемых в криминалистике.

Следующий уровень составляют общенаучные методы: наблюдение, измерение, описание, сравнение, эксперимент, моделирование, математико-кибернетические и эвристические.

Наблюдение – это преднамеренное, целенаправленное восприятие с целью изучения объекта, явления. Субъектом наблюдения может быть не только ученый-криминалист, но и следователь, эксперт, прокурор, судья. Часто методом наблюдения изучаются химические или физико-химические свойства объекта (его цвет, состояние, запах, структура).

Измерение – это выражение свойств объектов в количественных характеристиках. Оно происходит за счет сравнения этих свойств с эталонными величинами. Именно метод измерения чаще всего применяется для определения химического состава объектов. Обычно измеряются такие показатели как масса, объем, плотность, концентрация, интенсивность аналитического сигнала.

Описание – это фиксация с помощью знаковых систем информации, полученной в результате наблюдению и измерения. Формой описания может быть протокол следственных действий, заключение эксперта или специалиста, диаграмма фазового состояния объекта, спектрограмма, градуировочный график, кривая титрования, занесение полученных данных в память ЭВМ, фотография кристаллической решетки объекта.

Сравнение заключается в одновременном относительном исследовании и оценки двух и более объектов. Например, в оптических методах сравнивают исследуемый раствор с калибровочными растворами, при анализе на содержание наркотических веществ сравнивают цвет исследуемой пробы с эталоном.

Эксперимент – это опытное воспроизведение явлений, процессов в заданных или изменяемых условиях и в связи с другими явлениями. Иногда для подтверждения, что данный металл является драгоценным, с помощью химического эксперимента изучаются его свойства.

Моделирование позволяет получить специально созданные копии материальных объектов для исследования или создать идеальную модель события преступления или отдельных его элементов. Например, с помощью специальных химических полимеров (компаундов) получают объемный след обуви или орудия преступления. Для получения доказательственной информации об отравлении угарным газом от работающего автомобиля, воспроизводят, с одновременным измерением с помощью газоанализаторов, содержание газа в помещении, модель события.

Математико-кибернетические методы исследования активно внедряются в криминалистику. Возросший объем информации требует надлежащих форм её сбора, хранения и использования ЭВМ. Например, в настоящее время созданы и функционируют многочисленные автоматизированные информационно-поисковые системы и базы данных по таким объектам как: «Металлы» - сведения о металлах и сплавах; «Марка» - характеристики автомобильных эмалей; «Истевоп» - сведения о красителях для текстильных волокон; «Токслаб» - сведения о наркотических, лекарственных соединениях и их метаболитах. Причем компьютерная техника используется для автоматизации, сбора и обработки экспериментальных данных, получаемых в ходе физико-химических исследований методами хроматографии, масс-спектро스코пии, рентгеноструктурного и других видов анализа. Например, банк данных «Помада» в сочетании с пакетом прикладных программ «Рентген-экс», позволяет собирать и обрабатывать дифрактометрические данные для определения свойств помады, которые используются при исследовании следов губ на месте преступления.

Общие методы криминалистики не отличаются от методов используемых в других науках и сферах практической деятельности по существу, но имеют особенности, определяемые характером тех закономерностей, которые составляют предмет криминалистики, цели данной науки, содержание процесса доказывания как разновидности человеческой деятельности, то есть особой формы практики, направленной на борьбу с преступностью.

Третьим уровнем методологии являются *специальные методы* криминалистики. Система специальных методов состоит из двух групп.

Первую группу составляют собственно криминалистические методы, как первоначально разработанные криминалистической наукой и используемые только ею. Среди них выделяют технико-криминалистические методы, применяемые в области технико-криминалистических исследований: трасологических, баллистических и других отраслей техники.

Базой этих методов обычно служат естественные и технические науки, в том числе и аналитическая химия. Если метод опирается лишь на законы этих наук, но разработан криминалистикой – это оригинальный криминалистический метод, не имеющий аналогов в других науках. Например, химический метод фиксации следов рук в дактилоскопии. Если же в его основе лежит специальный метод, разработанный этими науками (соответствующим видом практической деятельности) – это трансформированный технико-криминалистический метод. Однако такая трансформация является не простым приспособлением, а качественным преобразованием метода, осуществленным именно в криминалистике за счет интеграции естественнонаучных, технических и криминалистических

знаний. В итоге возникают новые собственно криминалистические методы, которые при этом сохраняют связь с теми областями знаний, где они возникли. Например, метод исследования микрообъектов (волокон, частиц лакокрасочных покрытий) или определение степени опьянения человека по анализу крови (фотометрический метод).

Вторую группу составляют специальные методы других наук. Они могут быть использованы без модификации или приспособлены для решения специфических криминалистических задач. К наиболее часто используемым специальным методам других наук относятся: физические, химические, физико-химические, биологические, антропологические, психологические, социологические и многие другие.

Методы аналитической химии в криминалистической технике используются для анализа морфологии (внешнего строения), состава (элементного, молекулярного, фазового – качественного и количественного), структуры, физических и химических свойств материалов и веществ.

Возможность использования методов в криминалистике оценивается с точки зрения следующих критериев: научность, безопасность, законность, этичность и эффективность.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы задачи криминалистики?
2. С какими науками связана криминалистика?
3. В чем заключаются особенности применения в криминалистике естественных наук?
4. Назовите систему в криминалистике. В каких разделах криминалистики находят практическое применение методы аналитической химии?
5. Поясните применение общенаучных методов в криминалистике во взаимной связи с аналитической химией.
6. Что такое оригинальный криминалистический метод; трансформированный технико-криминалистический метод?

Тема 2. ОБЩИЕ ЗАДАЧИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Предмет аналитической химии, её задачи. *Аналитическая химия – наука о принципах и методах определения состава вещества.* Наряду с общей, неорганической и физической химией аналитическая химия является частью химической науки. *Предметом аналитической химии*

как науки является теория и практика химического анализа. Аналитическая химия решает общие проблемы теории химического анализа и разрабатывает частные положения анализа, относящиеся к существующим и вновь создаваемым методам. **Основная задача аналитической химии – определение качественного и количественного состава вещества.** Химический анализ – это известные методы распознавания химического состава исследуемого вещества, используемые на практике.

Качественный анализ заключается в определении химического элементного состава вещества, т.е. какие химические элементы (или группы элементов) входят в состав анализируемого вещества. **Химический элемент – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.** В рамках качественного анализа важными являются методы идентификации веществ. В криминалистике идентификация – это установление вещества (объекта) по совокупности общих и частных признаков.

Количественный анализ заключается в определении количественного содержания химических элементов или их групп в анализируемом веществе. Эти задачи решаются различными методами анализа.

Метод анализа – это способ воздействия на вещество с последующей регистрацией физико-химических или физических свойств вещества, что дает возможность проведение качественного, количественного анализа, а также установления структуры вещества или проведения его идентификации. **Это изменение свойства вещества, т.е. отклик, называют аналитическим сигналом.** Величина (интенсивность) аналитического сигнала зависит от природы вещества, содержания его в анализируемой пробе. **Аналитическая проба – это небольшое количество образца (твердое тело, раствор, ткань организма) специальным регламентированным образом отобранного для анализа из любого объекта.**

Методика проведения анализа – это совокупность операций или приемов необходимых для проведения качественного или количественного анализа. Подавляющее большинство методик анализа строго регламентируются ГОСТ, ТУ или международными соглашениями, чтобы результаты анализа можно было воспроизвести в любой лаборатории, стране.

Общая схема аналитического определения. При всем многообразии аналитических методов основные операции являются общими для любого метода, составляя основную схему аналитического определения. Такими общими операциями являются следующие:

1. отбор и усреднение пробы, взятие навески;
2. разложение, вскрытие пробы;
3. разделение (выделение определяемого компонента);

4. качественный анализ;
5. концентрирование;
6. количественный анализ;
7. расчет результата анализа.

Конечно, не в каждой методике реализуются все эти этапы. Иногда на месте преступления находят только микрочастицу. Поэтому отбор и усреднение пробы необходимо производить, если анализируется определенный объем объекта. Иногда нет необходимости растворять пробу или проводить предварительное разделение компонентов, например, при анализе металлов и сплавов в эмиссионной спектроскопии или в некоторых радиометрических методах. Так как результаты анализа характеризуют лишь состав вещества, непосредственно взятого для анализа, то проба должна представлять этот результат на весь интересующий объект, т.е. быть *представительной* (репрезентативной).

Сравнительно несложно отобрать представительную пробу в случае газообразных или однородных жидких веществ, поскольку они гомогенны. Для правильного отбора представительной пробы больших партий твердых веществ необходимо отбирать вещества из разных зон по всему объему материала. Если на анализ поступила проба от нескольких грамм до одного килограмма, она измельчается, просеивается через соответствующее сито без остатка и помещается в банку с притертой крышкой. Перед взятием на анализ некоторое количество пробы обычно дополнительно растирают в агатовой ступе. Среднюю пробу металлических образцов отбирают высверливанием или снятием стружки на станке.

Отбору средней пробы в любых случаях следует уделять очень серьезное внимание, так как результаты анализа теряет свою ценность, если они характеризуют состав случайной пробы, а не средний состав анализируемых материалов. Поэтому часто на месте преступления для отбора образцов на анализ приглашается специалист с соответствующими средствами для изъятия и упаковки образца.

Из подготовленной средней пробы берут точную навеску для анализа на аналитических весах. При растворении пробы стараются перевести в раствор все определяемые компоненты и не допустить их потерь за счет уноса при нагревании или выполнении других операций, связанных с растворением. Для растворения твердого вещества используют различные растворители: воду, минеральные кислоты, нередко используется смесь кислот, например, «царскую водку» (смесь соляной и азотной кислот), или смесь кислот и окислителя, или восстановителя. Часто для полноты растворения применяется нагревание; причем, для предотвращения потерь летучих соединений, нагревание производят с обратным холодильником.

При разделении смеси используют химические методы, физико-химические и физические (экстракция и полный обмен, хроматография, электрохимические процессы).

Методы разделения используются и для концентрирования микросодержаний, чтобы повысить предел обнаружения элементов.

Затем проводят качественный и количественный анализ. Важное значение имеет правильный расчет результатов анализа. Необходимо рассчитать и привести погрешность полученной величины. Погрешностью измерения называют отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Погрешности по способу выражения разделяют на абсолютные и относительные, по характеру проявления систематические и случайные, по способу обработки средние арифметические и средние квадратичные.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова основная задача криминалистической химии?
2. Что такое химический анализ?
3. Что понимается под методом анализа? Методикой проведения анализа?
4. Что такое аналитический сигнал?
5. Какова общая схема аналитического определения?
6. Что такое представительная проба?

Тема 3. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

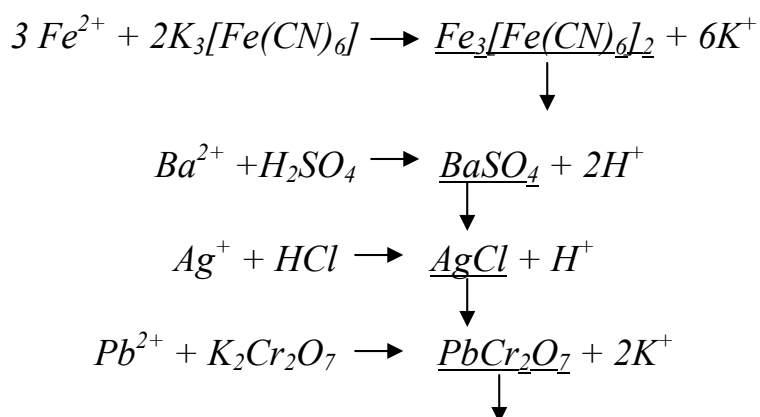
Методы качественного анализа. Качественный анализ позволяет установить, из каких химических элементов состоит анализируемое вещество и как ионы, группы атомов или молекулы входят в его состав. Качественный анализ всегда предшествует количественному анализу.

Качественный анализ большей частью основывается на превращении анализируемого вещества в какое-либо соединение, обладающее характерными аналитическими признаками. *Аналитическими признаками* присутствия в анализируемом соединении искомого элемента могут быть: выпадение осадка (AgCl , Ba_2SO_4), выделение газа (NH_3 , H_2S), определенная растворимость их в воде, кислотах, органических растворителях; отношение к нагреванию; образование кристаллов определенной формы; изменение цвета раствора; окрашивание бесцветного пламени горелки и другие. *Химическое превращение,*

происходящее при этом, называют качественной аналитической реакцией, а вещества, вызывающие это превращение, называют реактивами (реагентами).

Реакции, применяемые в качественном анализе можно подразделить на следующие группы.

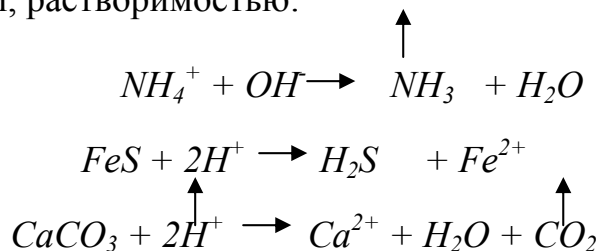
1. Реакции осаждения, сопровождающиеся образованием осадков различного цвета. Образовавшиеся осадки могут отличаться определенной кристаллической структурой, растворимостью в кислотах, щелочах и т.д. Например:



Образуемые осадки имеют разную окраску: $BaSO_4$, $AgCl$ – белую;

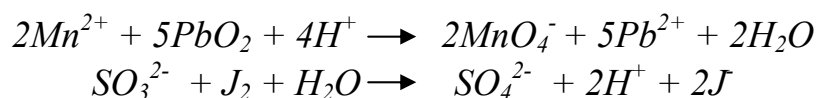
$Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ – синюю; $PbCr_2O_7$ – желтую.

2. Реакции, сопровождающиеся образованием газов, обладают известным запахом, растворимостью:

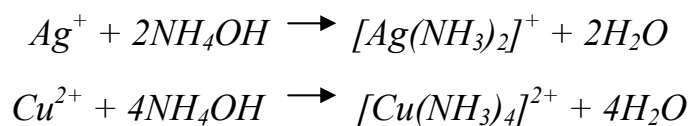


3. Реакции, сопровождающиеся образованием слабых электролитов, в результате которых образуются Cu_3COOH , NH_4OH , $Fe(SCN)_3$ и др.

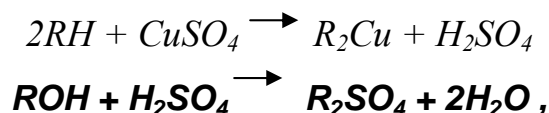
4. Реакции окисления-восстановления:



5. Реакции комплексообразования:



4. Реакции ионного обмена:



где **R** – сложный органический радикал.

Кроме того, реакции различают общие и частные.

Общими называют *реакции*, при которых реактив реагирует с несколькими ионами. Например, общей реакцией для Ca^{2+} , Ba^{2+} и Sr^{2+} является взаимодействие с H_2SO_4 .

Частные реакции свойственны только данному иону.

Реакции проводят мокрым и сухим путем. Химический анализ исследуемых веществ в растворе называют анализом мокрым путем. В некоторых случаях вещества анализируют без перевода в раствор – сухим путем. Например, при внесении на платиновой или нихромовой проволоке в бесцветное пламя горелки пламя окрашивается в присутствии Na в желтый цвет; Ca – кирпично-красный; K – фиолетовый; Ba – зелено-желтый; B, Cu, Bi – зеленый.

Методы анализа классифицируют на основании изучения их свойств на химические и физические.

Химические методы определения состава веществ основаны на наблюдении их химических свойств. Они широко применяются в практике. Однако данные методы имеют ряд недостатков.

1. Часто необходимо выделять вещества в чистом виде, что представляет трудную, иногда невыполнимую задачу.

2. Для определения малых количеств примесей (10^{-4} %), содержащихся в веществе, необходимо брать большие пробы.

Методы, основанные на изучении физических свойств, называют физическими. К ним относят спектральный, люминесцентный, рентгеноструктурный, масспектральный.

Метод, основанный на избирательном поглощении (адсорбции) отдельных компонентов анализируемой смеси различными адсорбентами называют хроматографическим.

В зависимости от количества анализируемого вещества, объема раствора, методы делят на макро-, полумикро- и микрометоды. При выполнении анализа макрометодом, исследуемые растворы содержат 10^{-1} г вещества, реагента добавляют не менее 1мл.

При полумикрометодах для выполнения анализа требуется 10^{-2} г вещества и 0,1 мл реагента. При микрометоде, количество вещества 10^{-3} г и 0,001 мл реагента.

В настоящее время большое распространение получил капельный метод анализа. Он проводится на фильтровальной бумаге и основан на капиллярно-адсорбционных свойствах бумаги. Например, для

обнаружения ионов никеля капельным методом на бумагу наносят каплю испытуемого раствора и каплю спиртового раствора диметилглиоксима. Для нейтрализации бумагу обрабатывают парами аммиака. В присутствии ионов никеля на бумаге образуется красное пятно – диметилглиоксимата никеля. Реакция очень чувствительна.

На свойствах ионов в результате реакции образовывать соединения, обладающие характерной формой кристаллов, основан микрокристаллический анализ. Форму кристаллов и их цвет наблюдают в микроскоп. Например, кристаллы $K_2[PtCl_6]$ представляют собой лимонно-желтые октаэдры и комбинации куба с октаэдром.

Условия выполнения качественных реакций. В качественном анализе важное значение имеет чувствительность реакции.

Чувствительность реакции определяется минимальным количеством искомого вещества, которое может быть обнаружено в капле раствора.

Чувствительность выражается рядом взаимосвязанных величин: открываемый минимум, предельная концентрация, предельное разбавление.

Открываемый минимум – наименьшее количество вещества, содержащееся в исследуемом растворе и определяемое данным реактивом при определенных условиях – обычно 10^{-6} г.

Предельная концентрация показывает, что при какой минимальной концентрации раствора данная реакция может обнаружить вещество.

Предельное разбавление – величина, обратная предельной концентрации.

Следовательно, аналитическая реакция тем чувствительней, чем меньше открываемый минимум и предельная концентрация и чем больше предельное разбавление.

Повысить чувствительность реакции можно применяя чистые реактивы, а также предварительным отделением или маскировкой посторонних ионов. Для этого применяют методы соосаждения, экстракцию, дистилляцию, избирательную адсорбцию. Для устранения влияния посторонних ионов при определении нескольких компонентов применяют прием маскировки мешающих ионов. В качестве маскирующих применяют комплексообразующие вещества, окислители, восстановители, которые образуют с мешающими ионами соединения, которые не мешают открытию искомого. Например, с целью маскировки Fe^{3+} к исследуемому раствору добавляют фториды, которые образуют с ионами железа устойчивое комплексное соединение $[FeF_6]^{3-}$.

При качественном анализе большое значение имеет pH среды (т.е. кислотность или щелочность). pH – это *показатель концентрации ионов водорода*.

$$pH = -\lg C_{H^+}$$

В нейтральной среде $\text{pH} = 7$; в кислом водном растворе pH меньше 7; в щелочном водном растворе pH больше 7.

Поэтому в качественном анализе пользуются точными методами определения pH : применяют индикаторы или специальные приборы.

При проведении реакции необходимо поддерживать pH исследуемого раствора в определенных пределах. Для регулирования pH применяют буферные растворы, которые в процессе реакции поддерживают необходимую среду.

Классификация химических реактивов и требования, предъявляемые к ним. Реактивы в зависимости от состава могут быть неорганические и органические. По степени чистоты реактивы делят на «химически чистые» (х.ч.), «чистые для анализа» (ч.д.а.), «чистые» (ч.) и «технические». Для подавляющего большинства анализов вполне пригодными являются реактивы «ч.д.а.». Для особо точных анализов и специальных целей применяют реактивы марки «х.ч.».

По способу определения ионов реактивы подразделяют на *специфические, избирательные или селективные и групповые.*

Специфические реактивы предназначаются для обнаружения искомых ионов в присутствии других. Например, специфическим реактивом на Fe^{3+} является ферроцианид калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, с которым он образует синий осадок берлинской лазури: $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

Избирательные или селективные реактивы реагируют с ограниченным числом индивидуальных ионов. Например, 8-оксихинолин реагирует при определенных условиях с ионами магния, алюминия и образует малорастворимые соединения. Особое значение в аналитической практике имеют селективные растворители, которые позволяют растворять или извлекать определенные компоненты в сложной смеси веществ.

Групповые реактивы реагируют с целой группой ионов. Например, гидроокись аммония (NH_4OH) взаимодействует одновременно с Na^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} .

Требования, предъявляемые к реактивам: чистота, *чувствительность и специфичность.* Предельное содержание примесей в реактивах регламентируется техническими требованиями, приводимыми в государственных стандартах.

Дробный и систематический анализ. Для обнаружения индивидуальных ионов берут отдельную порцию исследуемого раствора и приливают к нему при определенных условиях реактив, специфически реагирующий с обнаруживаемыми ионами. Применяя специфические реактивы можно определить ограниченное число ионов. Задача значительно затрудняется в присутствии посторонних ионов, которые могут давать аналогичные продукты реакции или другие затруднения в процессе анализа. Особенно усложняется анализ, когда концентрация посторонних ионов превышает концентрацию обнаруживаемых. Поэтому

часто при анализе сложных смесей из отдельных порций исследуемого раствора предварительно выделяют искомые, а затем с помощью характерных реакций доказывают их присутствие.

*Метод анализа, основанный на применении реакций, при помощи которых можно обнаружить искомые ионы в отдельных порциях исходного раствора, не прибегая к определенной схеме, называют **дробным анализом**. То есть, искомый ион можно обнаружить в присутствии других ионов при определенных условиях (температура, давление, РН-среды, маскировка посторонних ионов).*

При дробном методе анализа в первую очередь используют высокочувствительные специфичные реактивы. Такой метод дает возможность быстро определить интересующие анионы.

Систематический анализ заключается в полном анализе исследуемого образца при соблюдении определенной последовательности обнаружения индивидуальных ионов. Для исследования берут большую пробу анализируемого раствора. Разделение ионов на группы выполняют в определенной последовательности. Для этого используют сходства или различия ионов в отношении действия групповых реактивов. Группы ионов подразделяют на подгруппы, а затем в данной подгруппе разделяют индивидуальные ионы и обнаруживают их при помощи характерных реакций.

То есть при систематическом методе анализа индивидуальные ионы определяют, если все другие, реагирующие с данным реактивом будут отделены от них действием групповых реактивов. В качестве групповых реактивов применяют соляную кислоту, сероводород, сульфид аммония, карбонат аммония и другие.

Для разделения ионов на группы применяются различные методы:

- 1) осаждение ионов в виде малорастворимых соединений;
- 2) восстановление ионов металлами в соответствии с их нормальными окислительно-восстановительными потенциалами;
- 3) избирательную адсорбцию ионов.

Для удобства обнаружения ионы делят на аналитические группы. Классификация ионов по аналитическим группам основана на отношении ионов к действию реактивов, на сходстве и различии растворимости образуемых ими соединений и на других признаках.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте понятие качественного анализа.
2. Назовите аналитические признаки, используемые в качественном анализе.

3. Какие реакции используют при проведении качественного анализа?
4. Что такое прием маскировки мешающих ионов?
5. От чего зависит чувствительность аналитической реакции?
6. Какие реактивы называются специфичными, избирательными, групповыми?
7. Дайте характеристику дробному и систематическому методам.

Тема 4. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Классификация методов количественного анализа. В аналитической химии существуют методы разделения и методы определения. Задача методов разделения – отделить мешающие компоненты или наоборот выделить определяемый компонент в виде, пригодном для определения. Однако нередко определение интересующего компонента производится прямо в пробе без предварительного разделения. В некоторых случаях методы разделения и определения настолько взаимосвязаны, что составляют единое целое. Представителем таких методов является газовая хроматография. В процессе хроматографии смесь разделяется на компоненты, и их содержание определяется количественно. Такие методы называются гибридными.

Методы могут классифицироваться на основе различных принципов.

При классификации по массе выделяют: макрометод, полумикрометод, микрометод, ультрамикрометод (10^{-6} г) и субмикрометод (10^{-9} г). Если для анализа используют менее 10^{-3} г вещества, техника его выполнения усложняется. Аналитическая операция производится с помощью специальных манипуляторов и нередко под микроскопом.

При классификации по свойству вещества метод анализа сохраняет название измеряемого свойства. Если измеряется масса осадка, метод называется *гравиметрический*, если объем раствора – *титриметрический*, если определяется интенсивность окраски раствора – *фотометрическим* или *спектрофотометрическим*, а если потенциал – *потенциометрическим* и т.д.

Методы определения делят на химические и физико-химические, иногда выделяют группу физических методов. К химическим, как их еще называют классическим, методам, относят гравиметрический и титриметрический. В физико-химических и физических методах анализа наблюдаются и измеряются такие свойства вещества как интенсивность спектральной линии в эмиссионной спектроскопии, величина диффузионного тока в полярографии и т.д.

Существуют и другие классификации методов. В зависимости от классов веществ: анализ металлов, анализ воды, газовый анализ, анализ силикатов, элементный анализ органических соединений и т.д.

С учетом целевой направленности анализа различают судебный, производственный, арбитражный и другие. Для современных методов аналитической химии характерно широкое использование оптических, электрических и других измерительных приборов, в том числе приборов-автоматов (различных газоанализаторов, титраторов и т.д.) и регулирующей аппаратуры. Существенно возрастает применение компьютеров и статистических методов. Большое значение имеет стандартизация и унификация и закрепление в законодательном порядке применение наиболее точных и надежных методик, включая их в официальные документы.

При количественном измерении определяют *интенсивность аналитического сигнала, то есть числовое значение свойства, связанное с количеством или содержанием анализируемого компонента*. По результатам количественного измерения с помощью уравнения связи рассчитывают содержание определяемого элемента в пробе. Уравнение связи выражает количественную зависимость между интенсивностью аналитического сигнала (измеряемой величиной) и содержанием или количеством анализируемого компонента:

$$P = f(c),$$

где P – интенсивность аналитического сигнала; C – концентрация; f – функциональный компонент. Вид функциональной зависимости определяется особенностями аналитического сигнала. Зависимость может быть линейной, логарифмической или другой.

Количественный анализ проводят в основном в растворах. Основной единицей измерения в химии является моль. Моль – это количество вещества, содержащее столько реальных или условных единиц, сколько атомов содержится в 0,012 кг углерода – 12. Количество вещества равно

$$n(x) = m(x) / M(x),$$

где $m(x)$ – масса вещества X , $M(x)$ – молярная масса вещества X .

Важной характеристикой раствора является его *концентрация – содержание вещества в единице объема раствора*. Концентрацию растворенного вещества в химии выражают в моль/л и называют молярной концентрацией ($C(x) = n(x) / V$), т.е. количеством вещества, содержащемся в 1 л раствора. Концентрация также может быть выражена количеством граммов вещества в 1 л (г/л) (массовая концентрация) или в 100 мл раствора (массовая доля).

Титриметрический анализ. *Титриметрический анализ основан на точном измерении количества реагента, израсходованного на реакцию с*

определяемым веществом. В методах классического титриметрического анализа количество реагента, израсходованного на реакцию с определяемым веществом, находят по объему реагента, вступившего в реакцию. В данном случае реагент - титрованный или стандартный раствор (титрант), концентрация которого известна с большой точностью. Титрование – это постепенное добавление титранта к анализируемому раствору для установления точно эквивалентного количества титранта по отношению к анализируемому веществу. Момент титрования, когда количество добавляемого титранта эквивалентно количеству анализируемого вещества называют точкой эквивалентности. Ее замечают по изменению цвета индикатора. *Индикатор* – вспомогательное вещество, которое помогает фиксировать окончание титрования изменением окраски анализируемого раствора. Индикаторы различают внутренние, которые добавляют в титруемый раствор и внешние, которые используются как качественный реагент на анализируемое вещество в капельном или бумажном варианте.

Реакции, лежащие в основе титриметрического метода, должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Взаимодействие титранта с определяемым веществом должно проходить в точном соответствии со стехиометрическим уравнением реакции.

2. Определяемое вещество должно реагировать только с титрантом, то есть должны отсутствовать побочные реакции.

3. Реакция титрования должна протекать количественно, т.е. до полного завершения.

4. Взаимодействие титранта с определяемым веществом должно проходить с большой скоростью.

5. Должен существовать способ, позволяющий определить конец реакции.

6. Раствор титранта должен быть стандартизован.

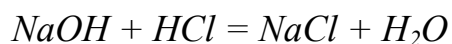
Под стандартизацией раствора титранта понимается установление его точной концентрации.

Различают *приготовленные и установленные* растворы титрантов. Приготовленные растворы получают путем растворения точной навески тщательно очищенного исходного вещества в определенном объеме воды или другого растворителя. Так готовят NaCl, K₂Cr₂O₇ и др. Однако, многие исходные вещества (NaOH, KMnO₄) не пригодны для получения титранта с заданной концентрацией. Поэтому раствор готовят приблизительно, а затем стандартизируют установленными растворами (Na₂C₂O₄ – оксалат натрия; KHC₈H₄O₄ – дифталат калия, Na₂CO₃ – карбонат натрия; Na₂B₄O₇ · 10 H₂O – декагидрат тетрабората натрия). Удобным практическим методом приготовления стандартного титрованного раствора является использование фиксаналов, которые содержат точно фиксированное

количество (обычно 0,1 моль) вещества. Для получения раствора их достаточно растворить в определенном объеме растворителя, используя мерную колбу.

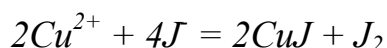
Основные приемы и методы титриметрических определений. Известны основные приемы титриметрического анализа: *прямое* титрование, *обратное* титрование (или по остатку), титрование *по замещению*.

В методах прямого титрования определяемое вещество непосредственно реагирует с титрантом. Например:

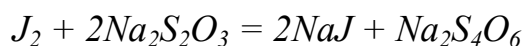


В методах обратного титрования используют два титрованных рабочих раствора – основной и вспомогательный. Сначала к анализируемому раствору добавляется заведомый избыток одного титрованного раствора, а затем, не вступивший в реакцию остаток этого раствора, оттитровывается другим стандартным раствором. Например, к раствору NaCl добавляется избыток раствора AgNO₃ и не вступившее с хлоридом количество вещества AgNO₃ оттитровывается NH₄SCN.

При титровании по замещению к определяемому веществу добавляют специальный реагент, вступающий с ним в реакцию. Один из продуктов взаимодействия оттитровывается рабочим раствором. Например, при иодометрическом определении меди к анализируемому раствору добавляется раствор KI и происходит реакция:



Выделившийся иод оттитровывается тиосульфатом натрия:



При классификации по типу основной реакции выделяют следующие методы титриметрического анализа.

1. Методы кислотно-основного взаимодействия, связанные с процессом передачи протона:



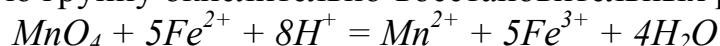
2. Методы комплексообразования, использующие реакции образования координационных соединений:



3. Методы осаждения, основанные на реакциях образования малорастворимых соединений:

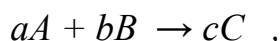


4. Методы окислительно-восстановительные, которые объединяют многочисленную группу окислительно-восстановительных реакций:



Расчет результатов анализа основан на принципе эквивалентности.

Если определяемое вещество А реагирует с раствором титранта В по уравнению:



то отношение масс реагирующих веществ пропорционально отношению их стехиометрических коэффициентов

$$m(A) \setminus m(B) = a \setminus b ,$$

где $m(A)$ и $m(B)$ – массы реагирующих веществ, а и b – их стехиометрические коэффициенты. В единицах количества вещества данное соотношение можно записать как

$$\frac{m(A) \cdot M(B)}{M(A) \cdot m(B)} = \frac{a}{b} \text{ или } \frac{n(A)}{n(B)} = \frac{a}{b} .$$

Преобразуем данное выражение

$$\frac{1}{b} n(A) = \frac{1}{a} n(B).$$

Выражения в правой и левой частях данного уравнения представляют собой *количество вещества эквивалента*, и обозначается как $n(^{1/z}X)$, т.е.

$$n(^{1/b}A) = n(^{1/a}B).$$

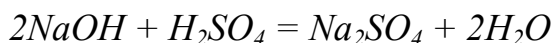
Из данного соотношения следует, что *вещества реагируют между собой в эквивалентных количествах*.

Отношение $^{1/z}$ называют фактором эквивалентности. *Фактор эквивалентности (f экв) – это число, обозначающее, какая доля реальной частицы вещества X эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основной реакции или одному электрону в окислительно-восстановительной реакции. z – эквивалентное число.*

Молярная масса эквивалента равна произведению молярной массы вещества на фактор эквивалентности

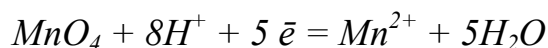
$$M(^{1/z}X) = ^{1/z} M(X).$$

Например:



$$f_{\text{экв.}}(NaOH) = 1; \quad f_{\text{экв.}}(H_2SO_4) = 1/2$$

$$M(^{1/2}H_2SO_4) = 1/2 M(H_2SO_4); \quad M(^{1/1}NaOH) = M(NaOH)$$



$$f_{\text{экв.}}(KMnO_4) = 1/5; \quad M(^{1/5}KMnO_4) = 1/5 M(KMnO_4).$$

Отношение количества вещества эквивалента в растворе к объему раствора называют молярной концентрацией эквивалента ($C(^{1/z}X)$):

$$C(^{1/z}X) = n(^{1/z}X)/V.$$

При прямом титровании по реакции $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ известна молярная концентрация кислоты $C(\text{HCl})$ и объем раствора кислоты $V(\text{HCl})$ в миллилитрах (мл), израсходованный на титрование щелочи. В точке эквивалентности количество кислоты, израсходованной на реакцию, будет точно равно количеству щелочи в анализируемом растворе:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{1000}$$

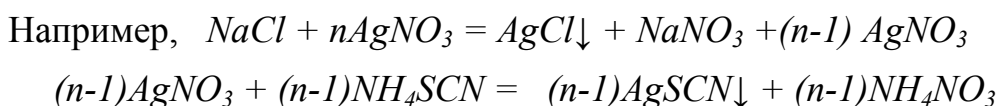
$$n(\text{HCl}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{1000}, \text{ а } n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}$$

Следовательно, искомая масса щелочи равна

$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH})}{1000}$$

Аналогично рассчитывают массу вещества при титровании методом замещения.

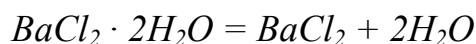
При обратном титровании массу вещества рассчитывают по разности между избытком количеством вещества эквивалента реагента, взаимодействующего с анализируемым веществом, и количеством вещества эквивалента титранта, вступившим в реакцию с оставшимся количеством реагентом после его реакции с определяемым веществом.



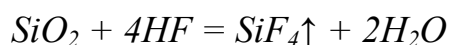
$$m(\text{Cl}^-) = \frac{(C(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) - C(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN})) \cdot M(\text{Cl}^-)}{1000}$$

Титриметрический метод позволяет очень быстро провести анализ, поэтому он является наиболее распространенным в количественном анализе. При его проведении часто приходится отмерять точные объемы различных жидкостей. Для этого применяют специальную посуду: бюретки, пипетки и мерные колбы.

Гравиметрический анализ. При гравиметрическом анализе определяемое вещество отгоняется в виде какого-либо летучего соединения (метод отгонки) или осаждается из раствора в виде малорастворимого соединения (метод осаждения). Методом отгонки определяют, например, содержание кристаллизационной воды:



Также данным методом определяют количество SiO_2 при взаимодействии с фтористоводородной кислотой, в результате которой образуется летучий SiF_4



Количество искомого вещества определяют по убыли массы вещества, взятого на анализ.

Наибольшее практическое значение имеет метод осаждения. Последовательность выполнения его заключается в выполнении следующих операций: 1) осаждение; 2) фильтрование; 3) высушивание или прокаливание; 4) взвешивание; 5) расчет результата.

Соединение, в виде которого определяемый компонент осаждается из раствора, называется формой осаждения.

Например, при осаждении сульфата – форма осаждения BaSO_4 ; при осаждении железа – гидроксид $\text{Fe}(\text{OH})_3$. К форме осаждения предъявляются следующие требования: 1) осадок должен быть малорастворим; 2) полученный осадок должен быть чистым и легко фильтроваться. Решающее влияние на полноту осаждения и свойства осадков оказывают следующие условия: 1) концентрация осадителя; 2) температура; 3) концентрация посторонних солей. Для образования чистых крупнокристаллических осадков в начале осаждения, когда идет формирование кристаллов, используют горячие растворы, а для полноты осаждения в конце процесса добавляют избыток осадителя.

Для фильтрования используются беззольные фильтры. Для фильтрования мелкодисперсных осадков (BaSO_4) применяют наиболее плотные фильтры (синяя лента), для крупнокристаллических и аморфных применяют менее плотные (с белой или черной лентой).

Крупнокристаллические осадки промывают на фильтре, а мелкие промывают перед перенесением на фильтр. Промытый осадок высушивают или прокаливают. Полученное после высушивания соединение называют гравиметрической формой.

К гравиметрической форме предъявляют следующие требования: точное соответствие ее состава определенной химической формуле; химическая устойчивость в широком интервале температур.

Количество определяемого элемента (X) определяют по формуле

$$x = m \cdot F,$$

где m – масса гравиметрической формы;

F – фактор пересчета или гравиметрический фактор.

Гравиметрический фактор равен отношению молярной массы определяемого компонента к молярной массе гравиметрической формы. Например, если гравиметрическая форма BaSO_4 , а в результате анализа надо определить массу серы, получаем:

$$X(S) = \frac{M(S)}{m(\text{BaSO}_4)} \cdot M(\text{BaSO}_4)$$

Наиболее существенным достоинством гравиметрического метода является высокая точность анализа, а также отсутствие стандартизации или градуировок по стандартным образцам.

Недостатком метода является длительность его определения, по сравнению с титриметрическим. Чаще всего гравиметрический метод применяют для определения основных компонентов пробы, для анализа эталонов, применяемых в других методах, в арбитражном анализе. Практическое применение метода остается очень широким.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте классификацию методов количественного анализа.
2. Что такое концентрация вещества? Способы ее выражения.
3. Каковы требования, предъявляемые к титриметрическим реакциям?
4. Назовите методы титриметрического анализа.
5. Какова последовательность выполнения метода осаждения?
6. Недостатки и достоинства гравиметрического метода.

Тема 5. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Особенности применения физико-химических методов. Физико-химические методы позволяют обнаружить малое содержание примесей в объекте от 10^{-5} % до 10^{-10} %, что невозможно сделать классическими гравиметрическим и титриметрическим методами.

Кроме того, важной особенностью физико-химических методов является высокий темп получения результатов – их *экспрессность*. Особенно это важно при осмотре места происшествия, быстрое получение оперативной информации позволяет выбрать соответствующую методику расследования.

Также физико-химические методы позволяют проводить дистанционный анализ, то есть на расстоянии. Эта особенность имеет значение при исследовании латентных следов или когда анализируются препараты высокой радиоактивности или токсичности.

Многие приборы, используемые в физико-химических методах, позволяют автоматизировать сам процесс анализа или его стадии, что значительно облегчает выполнение анализа и повышает его точность.

Большое значение для расследования преступлений имеет выполнение исследования *недеструктивным* анализом, то есть без разрушения объекта, что сохраняет вещественные доказательства. Это, например, *рентгенофлуоресцентный, радиактивационный* и другие методы.

Преимуществом данных видов анализа является возможность определить элемент в конкретной точке, а не его общее содержание, провести так называемый *локальный* анализ. Для проведения локального анализа применяется рентгено-спектральный метод или техника лазерной микроскопии.

Значительно расширяет возможности аналитических приборов использование встроенных в них компьютеров. С их помощью можно повысить точность расчета результатов анализа, а также провести статистическую обработку результатов и решать другие аналитические задачи.

Существенными недостатками большинства физико-химических методов является то, что для их практического применения требуются эталоны, стандартные растворы и градуировочные графики. Кроме того, погрешность их составляет 2-5 %, что превышает погрешность классических методов. Однако, учитывая, что они позволяют определять микропримеси, пределы обнаружения которых недоступны классическим химическим анализам, они находят очень широкое применение в криминалистике и других областях науки и практики.

Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа. Различают метод прямых измерений и метод титрования (косвенные измерения).

Прямые методы. В этих методах используется зависимость аналитического сигнала от природы анализируемого вещества и его концентрации. От природы вещества зависят такие свойства, как длина волны спектральной линии в эмиссионной спектроскопии, потенциал полуволны в полярографии. Количественной характеристикой служит в первом случае интенсивность сигнала, а во втором – сила диффузионного тока. В некоторых методах связь аналитического сигнала с природой вещества установлена строго теоретически, существуют определенные константы.

Зависимость аналитического сигнала или его преобразованной величины от содержания определяемого компонента называют *градуировочной характеристикой*. Она выражается в виде графика, таблицы или формулы. Значение первой производной градуировочной функции при данном содержании называют *коэффициентом*

чувствительности. Область значений определяемых содержаний определяет их диапазон. Наименьшее содержание, при котором по данной методике можно обнаружить присутствие определяемого компонента, называют пределом обнаружения.

Связь интенсивности аналитического сигнала (J) с концентрацией вещества имеет различный характер. Часто она выражается простым линейным соотношением:

$$J = A \cdot C,$$

где A – константа, C – концентрация.

К методам прямого количественного определения с помощью физико-химических измерений относятся: метод градуировочного графика, метод молярного свойства и метод добавок. Все они основаны на использовании стандартных образцов или стандартных растворов.

Например, в методе градуировочного графика измеряется интенсивность сигнала (J) нескольких стандартных растворов и строится градуировочный график в координатах: интенсивность сигнала – концентрация раствора. Затем в этих же условиях измеряется интенсивность анализируемой пробы и по графику определяется концентрация анализируемого раствора. Состав стандартных образцов должен быть близок к составу анализируемого.

В *методах косвенных измерений* в ходе титрования измеряется интенсивность аналитического сигнала и строится кривая титрования в координатах интенсивность – объем добавленного титранта в миллилитрах. Точка эквивалентности находится на кривой титрования.

Основные физико-химические методы анализа. Общее число методов анализа довольно велико – оно составляет несколько десятков. Наибольшее практическое значение имеют: спектроскопические; электрохимические и хроматографические методы, а также радиометрические, масс-спектральный и другие.

Спектроскопические методы. К спектроскопическим методам относятся: эмиссионный спектральный анализ; абсорбционная спектроскопия, атомно-абсорбционная спектроскопия, люминесцентный, рентгеноспектральный и ряд других методов. Они основаны на использовании различных явлений и эффектов, возникающих при взаимодействии вещества и электромагнитного излучения.

Методы *абсорбционной спектроскопии* основаны на основном законе светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера, который связывает уменьшение интенсивности света, прошедшего через слой светопоглощающего вещества с концентрацией вещества и толщиной слоя. Основными узлами приборов абсорбционной спектроскопии являются: источники света, монохроматизатор, позволяющий получить свет с заданной длиной волны; кюветы с исследуемым веществом и приемник света (рецептор). Свет от источника освещения проходит через

монокроматизатор и падает на кювету с исследуемым веществом. Интенсивность света, прошедшего через кювету, уменьшается при поглощении его молекулой анализируемого вещества и измеряется приемником света. С помощью этого метода можно проводить качественный и количественный анализ и определить более 50 элементов. Методы имеют высокую чувствительность, избирательны и точны и позволяют проводить анализ больших и малых содержаний вещества. Особой ценностью их является возможность определять примеси.

В криминалистической практике большое значение имеет *люминесцентный анализ*, который основан на холодном свечении вещества, возникающего в результате электронного перехода при возвращении частиц из возбужденного состояния в нормальное. В возбужденное состояние частицы люминесцирующего вещества могут переходить под действием света (*флуоресценция*), рентгеновского излучения (*рентгенолюминесценция*) или в результате химических реакций (*хемиллюминесценция*). Данный метод может быть использован практически для определения почти любого элемента, многих органических и биологических активных веществ.

Существенные достоинства и преимущества перед другими методами анализа имеют рентгеновские методы анализа. Они позволяют определять анализируемый элемент без разрушения изделия (рентгеновский фазовый анализ), а также при сложном химическом составе анализируемого объекта (рентгеноспектральный анализ).

В физико-химических методах анализа практическое значение имеют электрохимические методы: *кондуктометрия*, *потенциометрия*, *вольтамперометрия*, *кулонометрия*, которые позволяют определить состав объекта при измерении проводимости, потенциалов и других физико-химических свойств растворов. Так, кондуктометрический метод характеризуется высокой скоростью, простотой и доступностью измерительных приборов, а также возможностью проведения автоматического и дистанционного анализа. При определенных условиях погрешность измерения снижается до 0,2%.

При потенциометрических методах анализа можно проводить исследование в неводных растворителях, что позволяет найти содержание компонентов, которые в водном растворе отдельно не титруются, а также провести анализ нерастворимых или разлагающихся в воде веществ. Этот метод позволяет проводить исследование мутных растворов, взвесей, эмульсий, окрашенных растворов.

Кулонометрический метод позволяет определять очень небольшое содержание вещества с высокой точностью (0,1 – 0,05%). Он не требует предварительной градуировки измерительных приборов по концентрации или построения градуировочных графиков, а также может быть легко автоматизирован.

Перспективными методами для определения элементов при их содержании 10^{-8} – 10^{-6} микрограмм являются кинетические методы. Аналитическим сигналом в данных методах является скорость химической реакции.

Особое значение в криминалистике имеют хроматографические методы. *Хроматография* – это процесс, основанный на многократном повторении актов сорбции и десорбции вещества при перемещении его в потоке подвижной фазы вдоль неподвижного сорбента. Сорбция – это процесс поглощения твердым телом или жидкостью (сорбентом) газообразного или растворенного вещества (сорбата), обратный процесс называется десорбцией. Сорбцию подразделяют на адсорбцию – поглощение вещества (адсорбата) поверхностью твердого или жидкого адсорбента и абсорбцию – поглощение вещества (абсорбата) поверхностью абсорбента. Поглощение вещества сорбентом с образованием химического соединения называют хемосорбцией.

Различные методы хроматографии можно классифицировать по агрегатному состоянию фаз, способу их относительного перемещения, аппаратному оформлению процесса.

При классификации по агрегатному состоянию фаз различают: *газовую адсорбционную хроматографию* (неподвижная фаза – твердая, подвижная, газообразная); *жидкостная адсорбционная, ионообменная, ионная, тонкослойная, осадочная* (неподвижная фаза – твердая, подвижная – жидкая); *газожидкостная распределительная хроматография, капиллярная* (неподвижная фаза – жидкая, подвижная – газообразная) и *жидкостная распределительная, гелехроматография* (подвижная и неподвижная фаза – жидкие).

По способу относительного перемещения фаз различают фронтальную, проявительную (элюэнтную) и вытеснительную хроматографию.

В настоящее время отечественная промышленность и зарубежные фирмы выпускают хроматографы различных типов. Независимо от сложности устройства основными узлами хроматографической установки являются дозатор (система ввода анализируемой пробы), хроматографическая колонка (где происходит разделение компонентов) и детектор, определяющий изменения в составе анализируемой фазы.

Хроматография является эффективным методом разделения и анализа сложных по составу газообразных и жидких смесей и широко применяется в различных отраслях, в том числе и в криминалистической практике.

Средства и методы оперативного аналитического контроля. Для простого и быстрого анализа или для решения диагностических задач применяют тест-методы и сенсоры. Это группа аналитических устройств для прямого, селективного, максимально автоматизированного в случае

сенсоров анализа. Эти методы не заменяют обычные методы, а позволяют получать оперативные данные.

Использование тест-методов и сенсоров позволяет проводить предварительный анализ не только химику-аналитику, но и другим специалистам (в частности, криминалистам).

В тест-методах используются упрощенные приемы и приспособления для быстрого обнаружения и полуколичественной оценки содержания химических веществ в различных объектах без отбора пробы, например, при проведении следственных действий. Тест-методы могут быть химические, биохимические и биологические. Конструктивно они выполняются в виде индикаторных лент, полосок, трубок или специальных наборов, растворов реагентов с вспомогательными приспособлениями для проведения реакций. Химические и биохимические обычно снабжаются стандартными цветовыми шкалами, по которым оценивают приближенное содержание определяемого компонента в объекте.

Химически тест-методы используют реакции с окрашенными реагентами, которые при контакте с определяемым компонентом меняют цвет. Окрашенный реагент наносят на твердую матрицу (бумага, полимерные материалы, неорганические сорбенты). Закрепляют реагенты на матрице адсорбционно (пропиткой) или ковалентно (многостадийный синтез с материалом матрицы). Примером адсорбционных тест-методов являются индикаторные бумажки для определения рН – растворов или наркотических веществ. Они предназначены для однократного использования.

Ковалентное закрепление реагентов приводит к тому, что тесты могут долго храниться и многократно применяться после их промывания.

Устройства в тест-методах могут обладать многофункциональным действием. Они применяются для качественного и количественного экспресс-анализа.

Сенсорами называют чувствительные элементы небольших размеров, генерирующих аналитический сигнал, интенсивность которого зависит от концентрации определяемого в объекте вещества. Сенсоры позволяют в отличие от тест-методов не визуально, а инструментально проводить количественное измерение.

Это основной элемент нового поколения аналитических приборов, включающих устройство для ввода пробы, чувствительный элемент, обработку аналитического сигнала и выдачу результата о концентрации определяемого компонента. Они обладают малой массой (не более 200 г) и габаритами, примерно 100x50x20 мм, автономным автоматизированным режимом питания и малым расходом энергии.

Отличительным признаком сенсоров – наличие рецептора-слоя молекул или частиц вещества, участвующих в химических процессах,

протекающих при контакте с определяемым компонентом. Энергия химических процессов преобразовывается трансдюсером в электрический и световой сигнал. Далее этот сигнал обрабатывается в электронном блоке и подается на дисплей.

Сенсоры предназначены для прямого определения концентрации. Они также могут входить в состав более сложных аналитических приборов. Так применяются сенсорные анализаторы, представляющих собой батарею отдельных сенсоров, каждый из которых позволяет получить информацию о конкретном компоненте. Такая батарея позволяет анализировать сложные многокомпонентные смеси. Большое значение в криминалистике имеет применение сенсоров для своевременного обнаружения взрывчатых, горючих, вредных веществ.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности применения физико-химических методов?
2. Перечислите основные приемы физико-химических методов.
3. Какие методы относят к оптическим?
4. В чем достоинство рентгеноспектрального метода?
5. Что такое хроматография?
6. В чем преимущество тест-методов?
7. Какие данные можно получить при использовании сенсоров?

ТЕСТЫ К БЛОКУ I

1. Аналитическая химия – это наука

- а) об органическом синтезе веществ
- б) о физико-химических свойствах веществ
- в) о принципах и методах определения состава вещества
- г) о химических элементах и образуемых ими простых и сложных веществах

2. Качественный анализ заключается

- а) в определении соответствия исследуемых объектов техническим регламентам
- б) в определении химического элементного состава вещества
- в) в определении количества примесей, входящих в исследуемое вещество

3. Аналитическими признаками присутствия в анализируемом соединении искомого элемента являются

- а) выпадение осадка
- б) относимость и репрезентативность
- в) окрашивание бесцветного пламени горелки

4. Чувствительность химической реакции выражается следующими величинами

- а) молярная концентрация
- б) титр раствора
- в) предельная концентрация
- г) открываемый минимум

5. Селективные реактивы реагируют

- а) с ограниченным числом индивидуальных ионов
- б) только с искомыми ионами
- в) с целой группой ионов

6. Систематический анализ заключается

- а) в определении искомых ионов при применении окислительно-восстановительных реакций
- б) в измерении массы осадка
- в) в определении интенсивности окраски раствора
- г) в полном анализе исследуемого образца и определении индивидуальных ионов в отсутствии других

7. Титр вещества – это

- а) число граммов вещества в 1 мл раствора
- б) число молекул вещества в 1 л раствора
- в) число граммов вещества в 100 мл раствора

8. Гравиметрический анализ заключается

- а) в определении индивидуальных ионов
- б) в количественном определении элемента или соединения путем взвешивания
- в) в измерении объема титранта

9. К физико-химическим методам анализа относят

- а) дробный
- б) капельный
- в) метод цветных реакций
- г) люминесцентный
- д) кондуктометрию

10. К неdestructивным методам анализа относят

- а) гравиметрический
- б) люминесцентный
- в) молекулярную спектроскопию
- г) дробный

Блок II

Тема 6. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ В КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

Система криминалистической техники. Раздел криминалистической техники представляет специфический для криминалистики естественно-технический аспект знания. В настоящее время криминалистическая техника представляет собой общие положения и пять разделов, называемых отраслями: 1) криминалистическая фотография, киносъемка и видеозапись; 2) криминалистическое исследование следов; 3) криминалистическое исследование оружия и следов его применения; 4) криминалистическое исследование документов; 5) криминалистическая габитоскопия.

В основе системы криминалистической техники лежит предметный принцип. Вместе с тем все более широкую разработку получают систематизация и специализация криминалистической техники по методам.

Имея в виду назначения метода выделяют приемы и методы обнаружения, фиксации и изъятия вещественных доказательств.

Важнейшие методы технико-криминалистического исследования. *Исследование в невидимых лучах.* Широкое применение в криминалистической практике получили *инфракрасные* лучи. Они проникают сквозь туман, воздушную дымку, тонкие слои анилиновых красителей, бумаги, дерева, эбонита. В то же время такие вещества как графит, сажа, копоть, соли металлов сильно поглощают лучи. Они позволяют выявить тексты, покрытые анилиновыми красителями, кровью или иными веществами, прозрачными для инфракрасных лучей, а также прочесть заклеенные бумагой тексты, стершиеся или выцветшие записи, выявить следы пороховой копоти на темных тканях, обнаружить приписки и иные видоизменения в документах. Источником инфракрасных лучей является электронно-оптические преобразователи. Построенное объектом преобразователя невидимое изображение проецируется на катод фотоэлемента. Между катодом и экраном, который служит анодом, создается высокое напряжение. Вырываемые с поверхности катода электроны фокусируются с помощью специальной электронной линзы, заставляя экран светиться, создавая таким образом видимое изображение.

Ультрафиолетовыми лучами в криминалистической практике пользуются для получения изображения и возбуждения люминесценции. Источником излучения являются специальные лампы, горелки которых представляет баллон из увиолевого стекла или кварца, заполненный парами ртути. К концам баллона подведены электроды. Источником излучения является дуговой электрический разряд в парах ртути. К

специальным источникам относятся ультрафиолетовые осветители, позволяющие обнаружить слабовидимые или невидимые следы крови, спермы, пота и других выделений человека, некоторых химических веществ (нефтепродуктов, клея и др.). Ультрафиолетовые лучи получили большое распространение для люминесцентного анализа. Многие вещества, плохо видимые при обычном освещении (выцветшие или вытравленные тексты, невидимые следы рук) в результате освещения ультрафиолетовым светом становятся хорошо заметны. Люминесценция позволяет дифференцировать многие сходные по цвету, но различные по химическому составу вещества (растительный, животный, силикатный клей).

Обнаружение люминесцирующих пятен на одежде, документах, орудиях преступления свидетельствует о наличии посторонних веществ или следов их воздействия на предмет. Чтобы определить природу этого вещества и механизм его действия необходимо дополнительное химическое или физико-химическое исследование. Так с помощью качественного анализа может быть обнаружено травящее вещество: путем спектрографии в окружности пулевого отверстия – металл, входящий в копоть следов выстрела.

Внутреннюю структуру объекта и их содержание можно определить с помощью *рентгеновских и гамма-лучей*. Источником рентгеновских излучения являются специальные рентгеновские трубки; гамма-лучей – радиоактивное вещество.

Выявление следов крови и спермы возможно с применением некоторых реактивов, например, в реакции с гемофаном или реактивом Воскобойникова, которые наносятся на пятна, похожие на кровь. Синее окрашивание является положительной реакцией. Следы крови в труднодоступных местах, больших помещениях, подвалах, чердаках, выявляют опрыскиванием подозрительных поверхностей люминолом, вызывающим при попадании на кровь кратковременное свечение. Наличие следов спермы устанавливается с помощью специальной подложки, пропитанной реагентом «фосфотест». При положительной реакции подложка окрашивается в фиолетовый цвет.

Место перебивки номеров на автотранспортных средствах выявляется с помощью химического травления поверхности. С помощью специальных наркотестов можно провести качественный анализ на наличие наркотических веществ.

Измерительно-аналитические методы криминалистических исследований. В современных криминалистических лабораториях широко используются инструментальные методы исследования атомного, молекулярного, фракционного и компонентного состава исследуемых объектов, а также их кристаллической и ионной структуры.

Наиболее часто инструментально-аналитические методы позволяют получить информацию о роде и виде исследуемого вещества или изделия, например: яд, наркотик, горюче-смазочное, взрывчатое, пищевое и тому подобное вещество, что имеет существенное значение для общей ориентировке в обстоятельствах дела и разработке различных версий. Обнаружение случайных примесей, включений, наложений, отклонений от стандартной рецептуры – или технологии изготовления, позволяет судить об источнике происхождения. Тем самым может быть получена информация о связи с преступлением конкретных предметов и лиц.

Большое значение имеет установление факта контактного взаимодействия объектов при исследовании состава микрочастиц наложения.

Однозначная связь отдельных свойств объектов с природой, имевших место воздействий на объект, позволяет установить существенные обстоятельства дела, например: действие высокой температуры на сравниваемые части клинка, найденные на месте преступления и у подозреваемого, в результате чего изменилась кристаллическая структура металла; оплавление нити электролампы после ее повреждения, то есть тот факт, что авария произошла при включенной фаре; длительный период эксплуатации моторного масла, найденного на месте происшествия и так далее.

Поскольку криминалистическое исследование связано в основном с анализом малых и микроскопических количеств вещества, играющего роль вещественного доказательства, в первую очередь должны быть использованы методы микроскопии, отражательной микроскопии и люминесцентного анализа.

Методы оптической микроскопии являются наиболее распространенными и используются в различных модификациях: в отраженном, проходящем и поляризованном свете, с использованием темного, светлого полей, фазового контраста, люминесценции в ультрафиолетовых лучах.

Большой объем ценной информации можно получить при использовании электронной просвечивающей и растровой микроскопии. Просвечивающая электронная микроскопия позволяет исследовать объекты в виде тонких срезов (например, волокон или лакокрасочных покрытий для исследования особенностей морфологии их поверхности); суспензий, например, горюче-смазочных материалов.

Растровая микроскопия основана на облучении изучаемого объекта хорошо сфокусированным электронным пучком, обеспечивающим большую интенсивность ответного сигнала. Данным методом можно достичь увеличения до 200 000 крат, что используется в экспертной практике для микротрасологических исследований, изучения морфологических признаков самых разнообразных микрочастиц:

металлов, лакокрасочных покрытий, волос, волокон, почвы, минералов. Многие растровые микроскопы снабжены микрозондами, которые позволяют проводить рентгеноспектральный анализ элементного состава микрочастиц.

К числу неразрушающих методов относятся молекулярный спектральный и люминесцентный анализы. Молекулярные спектры испускания или поглощения наблюдаются при помощи спектрографов и спектрофотометров. Таким путем исследуются горюче-смазочные материалы, документы, фармацевтические препараты, спиртные напитки.

Большими возможностями обладает инфракрасная спектроскопия. По ИК-спектрам поглощения различных химических соединений. Метод используется для исследования нефтепродуктов, лакокрасочных покрытий, полимеров, пластмасс, ядохимикатов, взрывчатых веществ, органических веществ случайного происхождения.

Спектральный люминесцентный анализ относится к числу наиболее чувствительных и универсальных методов. Использование газового лазера на азоте еще более расширяет возможности использования данного метода при исследовании микроколичеств объекта. Спектры люминесценции содержат информацию не только о составе, но и о структурных изменениях, происходящих в объекте в процессе технологической обработки и эксплуатации. Так, при исследовании лакокрасочных покрытий под люминесцентным микроскопом со спектрофотометром хорошо определяются количества слоёв, характер распределения примесей, их количество, признаки старения покрытия.

Важное место в системе (аналитических) методов занимают методы *рентгеноструктурного анализа*, позволяющие различать по фазовому составу вещества имеющие один химический состав. При этом выявляются даже незначительные изменения в кристаллической структуре, очень чувствительной к внешним воздействиям, например пигмента автоэмали под воздействием температуры.

Чрезвычайно перспективными для целей криминалистики являются методы *Фурье-спектроскопии* и *радиоспектрии*, характеризующиеся высокой чувствительностью, универсальностью и неразрушающим действием. Метод *электронного парамагнитного резонанса* позволяет дифференцировать однотипные изделия, например шины автолюбителей, изготовленные на различных заводах или одном в зависимости от использования сырьевой базы, внешних условий, длительности эксплуатации.

Исключительно высокой чувствительностью обладает метод *нейтронно-активационного анализа*, основанный на регистрации излучений изотопов, образованных в микроэлементном составе, исследуемых вещественных доказательств (волос, крови, пыли).

В числе аналитических методов разрушающего действия наибольшими возможностями обладает метод элементного *эмиссионного спектрального анализа*, используемый для анализа сплавов, стекла и позволяющий определить качественный и количественный их состав. Так он позволяет определить ничтожные следы металла, стершегося с поверхности пули при её прохождении через преграду, следы пороховой копоти. С помощью спектрального анализа может быть определена марка сплава, а по наличию специфических примесей - его производственное происхождение. Он позволяет определить однородность сравниваемых объектов (например дроби, изъятой из трупа, и дроби, обнаруженной в патроне, принадлежащем подозреваемому).

К числу аналитических методов, обеспечивающих экспрессность, высокую точность и чувствительность фракционного анализа, относится хроматография. Она позволяет разделять и исследовать близкие по составу, строению и свойствам смеси веществ, анализ которых другими методами затруднён. Так методом газовой хроматографии успешно анализируются горючие жидкости (бензин, керосин, автол), а также пищевые вещества (алкоголь в крови), состав дыма сигарет, различные запахи. Данный метод позволяет определить качественный и количественный состав веществ, их однородность или разнородность, общность или различие источников происхождения.

Чтобы дифференцировать кажущиеся одноцветными объекты применяют спектрофотометрию. С помощью спектрофотометров получают данные о количестве отраженного от объекта и поглощенного им света, что позволяет точно определить однородность или различие объектов.

Металлографический и рентгеноструктурный анализы используются для изучения кристаллической структуры объектов. С помощью металлографического анализа изучаются изменения структуры металлов и сплавов с изменением их химического состава и условий обработки. Рентгеноструктурный анализ позволяет определить размеры и ориентацию кристаллов изучить превращения, происходящие в материалах под воздействием давления, температуры, что позволяет по разрушениям определить причины пожара, взрыва или автодорожного происшествия.

Особое значение для юриста имеет общая методика использования инструментально-аналитических методов. Следовательно необходимо четко ставить задачу на основе определения предмета доказывания и подлежащих исследованию свойств вещественных доказательств. Поэтому часто следователь пользуется помощью специалистов и экспертов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое значение имеет исследование в невидимых лучах?
2. Назовите неразрушающие методы, применяемые в криминалистической технике.
3. Какой метод применяется при исследовании лакокрасочных покрытий для определения количества слоев, характера распределения примесей?

Тема 7. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПРИ РАСКРЫТИИ, РАССЛЕДОВАНИИ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Понятие и сущность специальных знаний, формы их использования. В процессе раскрытия и расследования преступлений, судебного разбирательства постоянно возникает необходимость решения вопросов, требующих применения профессиональных знаний в различных областях науки, в том числе и аналитической химии. В подобных случаях следователи, судьи, оперативные работники обращаются к лицам, располагающим такими знаниями, именующимися специалистами. *Специальные знания – это основанные на теории и закреплённые практикой глубокие и разносторонние знания приемов и средств криминалистической техники, обеспечивающие обнаружение, фиксацию и исследование доказательств.* К специальным знаниям относят познание в области медицины, физики, пожарном деле, автоделе, химии, а также любые другие познания (педагогические, лингвистические, математические и др.), использование которых необходимо для полного, всестороннего и объективного расследования преступлений. Существенным качеством, характерным для специальных знаний, пришедшим в практику из науки, является их научная основа, поскольку она обеспечивает достоверность получаемых с их помощью результатов.

В соответствии со статьей 13 ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в РФ» специальные знания должны быть получены в ходе профессионального образования (как правило высшего) и закреплены в процессе подготовки по конкретной экспертной специальности.

В настоящее время сформировались следующие направления участия лиц, обладающих специальными знаниями в раскрытии, расследовании и предупреждении преступлений:

- участие в осмотрах и освидетельствованиях;

- выполнение экспертного исследования и подготовка заключения по его результатам (судебная экспертиза);

- дача показаний в ходе допроса при проведении расследования и судебного разбирательства по делу при исследовании фактов, обстоятельств, требующих специальных знаний. Специальные знания могут использоваться в процессуальной и непроцессуальной формах.

В процессуальной форме специальные знания используются путем:

- участия специалиста в производстве следственных действий;
- производства экспертизы.

В непроцессуальной форме специальные знания применяются путем:

- консультационной и справочной деятельности сведущих лиц;
- участия специалистов в оперативно-розыскных мероприятиях.

Правовая регламентация использования знаний сведущих лиц. УПК РФ, рассматривая участников уголовного процесса, включил в их число эксперта и специалиста. Обе эти процессуальные фигуры объединяет одно, свойственное только им качество – обладание специальными знаниями в различных областях. К специальным знаниям относятся, в частности, и знания в области химии.

Эксперт – лицо, обладающее специальными знаниями и назначенное в порядке, установленном УПК РФ (п.п. 3, 4 ст. 57) для производства судебной экспертизы и дачи заключения.

Эксперт вправе:

1) знакомиться с материалами дела, относящимся к предмету судебной экспертизы;

2) ходатайствовать о предоставлении ему дополнительных материалов, необходимых для дачи заключения, либо привлечения к производству судебной экспертизы других экспертов;

3) участвовать с разрешения дознавателя, следователя, прокурора и суда в процессуальных действиях и задавать вопросы, относящиеся к предмету судебной экспертизы;

4) давать заключение в пределах своей компетенции, в том числе по вопросам, которых нет в постановлении о назначении экспертизы, но имеющим отношение к предмету экспертного исследования.

5) приносить жалобы на действие (бездействие) и решение дознавателя, следователя, прокурора и суда, ограничивающие его права;

6) отказаться от дачи заключения по вопросам, выходящим за пределы специальных знаний, а также в случае, если предоставленные ему материалы недостаточны для дачи заключения.

Эксперт не вправе:

1) без ведома следователя и суда вести переговоры с участниками уголовного судопроизводства по вопросам, связанным с производством судебной экспертизы;

2) самостоятельно собирать материалы для экспертного исследования;

3) проводить без разрешения дознавателя, следователя, суда исследования, могущие повлечь полное или частичное уничтожение объектов либо изменение их внешнего вида или основных свойств;

4) давать заведомо ложные заключения;

5) разглашать данные предварительного расследования, ставшие известными ему в связи с участием в уголовном деле.

Специалист – лицо, обладающее специальными знаниями, привлекаемое к участию в процессуальных действиях в порядке, установленном УПК РФ (ст. 58) для содействия в обнаружении, закреплении и изъятии предметов и документов, применении технических средств в исследовании материалов уголовного дела, для постановки вопросов эксперту, а также для разъяснения сторонам и суду вопросов, входящих в его профессиональную компетенцию.

Содействие может производиться на различных стадиях следственных действий. При подготовке к следственному действию специалист оказывает помощь в планировании наиболее целесообразного использования технических средств и специальных методов. В ходе проведения следственных действий он может применять эти средства и методы совместно со следователем или самостоятельно с согласия или по инициативе следователя под его наблюдением. Специалист может оказывать помощь следователю и после завершения следственного действия: в оценке его результатов, в построении версий и использовании. УПК РФ не ограничивает следователя в его праве привлечь к участию в следственных действиях специалиста (п. 1 ст. 168). Закон лишь обязывает следователя убедиться в компетенции специалиста: выяснить его отношение к подозреваемому, обвиняемому и потерпевшему; разъяснить ему права и обязанности, предусмотренные ст. 58 УПК РФ; предупредить об ответственности, предусмотренной ст. 307 УК РФ. Эта статья УК РФ предусматривает уголовную ответственность за заведомо ложное заключение эксперта. Законодатель распространяет ее действие и на специалиста как участника уголовного судопроизводства.

Вопросы производства судебной экспертизы как процессуальной формы использования специальных знаний регламентируются в ФЗ №37-ФЗ от 31.05.2001 г. «О государственной судебно-экспертной деятельности в РФ» и главе 27 УПК РФ. УПК РФ определяет порядок назначения судебной экспертизы (ст. 195), указывает ситуации ее обязательного назначения (ст. 196); закрепляет права участников уголовного судопроизводства, имеющиеся в связи с ее назначением и производством (ст.ст.197, 198).

Регламентируется допрос эксперта (ст. 205), который вправе произвести следователь по собственной инициативе или ходатайству

подозреваемого, обвиняемого, его защитника, потерпевшего и даже свидетеля, если экспертиза проводилась в отношении него.

Непроцессуальная форма применения специальных знаний может осуществляться в следующих видах:

- участие в оперативно-розыскных мероприятиях в качестве специалистов, обладающих научно-техническими средствами и иными специальными познаниями (ст. 6 ФЗ РФ «Об оперативно-розыскной деятельности в РФ»);

- проведению в лабораторных условиях исследования, представляющих криминалистический интерес, по поручению оперативного работника, а также по оперативным материалам, представленным в экспертно-криминалистические подразделения (п.п. 1.3.1, 3.2 Приказ МВД №261 от 1.06.1995 «Наставления по работе экспертно-криминалистических подразделений органов внутренних дел»);

- осуществление проверки вещественных доказательств по криминалистическим учетам;

- составление розыскных таблиц по результатам исследования вещественных доказательств;

- обучение приемам и методам работы со следами и обращению с новой криминалистической техникой, осуществляемое на занятиях со следователями в ходе их служебной подготовки.

Цели использования специальных знаний в криминалистике. Общей целью использования специальных знаний является получение доказательств по уголовным делам.

Реализация поставленной цели достигается специалистом-химиком путем оказания содействия следователю в применении специальных средств и методов при собирании, изучении (исследовании), проверке, оценке и использовании судебных доказательств.

Чаще всего специальные познания используются при собирании доказательств сведущими лицами, что представляет собой поиск, обнаружение, закрепление, изъятие, удостоверение и упаковку доказательств.

Значительную роль в работе сведущих лиц при производстве следственных действий занимает исследование обнаруженного доказательства в целях выяснения причин и обстоятельств его возникновения, понимания механизма и способа совершения преступления. Специалист оказывает следователю содействие в проверке полученных доказательств, которое осуществляется как путем работы с доказательствами как объектами исследования, так и путем участия специалиста в следственных действиях, в ходе которых производится такая проверка, например, в ходе следственного эксперимента. Существенную помощь следователю специалист может оказать своими

знаниями при оценке доказательств и определении направлений их использования.

При оценке доказательств помощь специалиста бывает необходима при определении *относимости* доказательств к расследуемому событию; их *допустимости и пригодности* к процессу доказывания; *достоверности* доказательств с позиции требований подлинности их происхождения; *достаточности* доказательств для подтверждения или исключения следственных версий.

В определении направлений доказательств помощь специалистов может быть существенна при планировании и подготовке следственных действий, в ходе которых вещественные доказательства будут играть ключевую роль, (например, допрос с предъявлением вещественных доказательств), так и при получении из имеющихся доказательств дополнительной информации путем их экспертного исследования. В последнем случае специалист рекомендует следователю род и вид экспертизы, оказывает помощь в постановке вопросов эксперту. В последующем он может помочь следователю в оценке заключения эксперта, особенно по тем экспертизам, где применялись сложные химические методы исследования.

Использование специальных знаний открывает неограниченные возможности достоверного использования достижений науки химии при расследовании преступлений в порядке, установленном законом.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под специальными знаниями?
2. Каковы основные направления участия сведущих лиц в раскрытии, расследовании и предупреждении преступлений?
3. Как используются специальные знания в процессуальной форме и непроцессуальной?
4. Какие права имеет эксперт и какие ограничения?
5. Каковы основные цели привлечения специалиста к участию в процессуальных действиях?
6. Какие нормативные правовые акты регламентируют производство судебной экспертизы?

Тема 8. ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЛЕДСТВЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ И РАССЛЕДОВАНИИ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ И ГРУПП ПРЕСТУПЛЕНИЙ

Предварительные исследования в процессе проведения следственных действий. Следы, обнаруженные в ходе осмотра места происшествия, а также другие объекты, изымаемые в процессе данного и других следственных действий, несут значительный объем информации о событии преступления, механизме и лице его совершившем. Однако большей частью эта информация имеет *латентный* (скрытый) характер и требует исследования этих следов и объектов для ее выявления и исследования. *Предварительное исследование* может быть определено как исследование, осуществляемое специалистом в условиях следственного действия, носящее экспрессный характер и направленное на получение информации о субъектах, обстоятельствах расследуемого преступления, средствах и методах, используемых для его совершения.

Ориентирующая информация может содержать данные о личности предполагаемого преступника, личности потерпевшего (в ситуации обнаружения неопознанного трупа); обстоятельствах происшествия или другого события, его механизме; особенностях орудия взлома, природе и сущности объектов, обнаруженных в ходе следственных действий и имеющих значения для расследования. Наибольшее значение предварительные исследования имеют для осмотра места происшествия с учетом его неотложного характера и дефицита информации о расследуемом событии.

Наиболее значимыми являются методы исследования, которые не связаны с повреждением объекта, поскольку полученная ориентирующая информация будет далее проверяться и станет очевидной после проведения экспертизы. Чаще всего из таких неразрушающих методов применяется исследование объектов в косо падающих, ультрафиолетовых, инфракрасных, рентгеновских лучах, а также микроскопическое исследование.

Если же без ущерба для объектов можно использовать определенную их часть, то применяется химический качественный анализ. К таким объектам относятся, так называемые следы вещества (остатки вещества), представляющие собой различные количества сыпучих, вязких, жидких, газообразных веществ, не имеющих устойчивой, пространственно-фиксированной физической формы и стабильных границ (грунт, сыпучие строительные материалы, горюче-смазочные материалы, наркотические вещества, объекты биологического происхождения – кровь, слюна и др.).

При их исследовании применяются такие химические методы, как метод цветных капельных реакций, определение pH-среды исследуемого

объекта и продуктов его превращения с помощью индикаторов, метод хемилюминесценции, метод, связанный с появлением осадка или газообразования в результате воздействия на вещество объекта специфичными или селективными реактивами (например, выделение пузырьков газообразного кислорода при взаимодействии перекиси водорода с кровью), кислородный метод (изучение способности вещества гореть на воздухе). Также для определения класса вещества и его состава изучается их растворимость в различных растворителях (воде, кислотах, щелочах, бензоле, четыреххлористом водороде, дихлорэтане). Часто проводят люминесцентный анализ, в том числе при воздействии на вещество объекта специальными реактивами.

Все эти методы используются с помощью различных научно-технических средств, которые имеются в унифицированных чемоданах либо комплектуются в наборы целевого назначения. Так, на практике используются наборы для экспресс-анализа наркотических веществ, приборы для выявления подделок денежных знаков серии «Ультрамаг», комплект для осмотра места пожара, комплект взрыво-технических чемоданов, приборы для обнаружения факта изменения маркировки кузова автотранспортных средств и другие. Для предварительных исследований вещественных доказательств используются различные портативные приборы излучения люминесцентного анализа, электронно-оптические преобразователи, детекторы драгоценных металлов и камней. Как методы, так и средства должны отвечать требованиям: *научности, безопасности, этичности и достоверности* полученных результатов.

Результаты предварительных исследований могут использоваться для: а) решения вопроса о возбуждении уголовного дела; б) построении и проверке следственных версий; в) разработке оперативно-розыскных мероприятий; г) решения вопроса о приобщении объекта к делу в качестве вещественного доказательства; д) построении тактики отдельных следственных действий; е) назначения экспертизы и оценки заключения эксперта.

Применение аналитической химии при проведении следственных действий. *Осмотр места происшествия – неотложное следственное действие, производимое для обнаружения, фиксации и изъятия следов, других вещественных доказательств в целях раскрытия преступления и установления личности преступника.* Качественное, квалифицированное использование специальных знаний и возможностей технико-криминалистических методов и средств достигается при привлечении для участия в осмотре сотрудников экспертно-криминалистических подразделений различных специальностей: химиков, биологов, взрывотехников. Основной задачей специалистов в процессе осмотра места происшествия является обнаружение, закрепление, изъятие доказательств. Кроме того, специалист

оказывает помощь следователю в определении способа совершения преступления и действий преступника; выделяет из всех следов и предметов те, которые относятся к расследуемому событию. Наряду с хорошо различными следами, макрообъектами, специалист, используя научно-технические средства, может осуществить поиск микроследов, микрообъектов. Особое значение имеет помощь следователю в изъятии и упаковке объектов. Иногда применяются средства консервации следов, а также рекомендуется особый режим их последующего хранения, чтобы исключить возможность их повреждения и утраты доказательственной информации. Часто специалистом-химиком одновременно с изъятием объектов и следов осуществляется отбор проб для сравнения, которые будут представлены на экспертизу. Также специалист может оказать помощь следователю в составлении протокола осмотра. Он консультирует следователя относительно специальных терминов при описании следов и способах их выявления, фиксации, изъятия и использовании.

***Участие специалиста в проведении обыска и выемки.** Обыск – следственное действие, содержанием которого является проводимое в принудительном порядке обследование помещений, сооружений, участков местности, одежды и тела отдельных лиц при наличии достаточных данных, что в каком-либо месте или у какого-либо лица могут находиться орудия преступления, предметы, документы и ценности, которые могут иметь значение для уголовного дела (ст.182 УПК РФ).*

Характер проводимого обыска, место его проведения, особенности искомых объектов определяет вид технических средств, которые необходимо подготовить для использования их в ходе обыска. В этой работе следователю помогает специалист, который определяет перечень необходимых научно-технических поисковых средств и обеспечивает их работу. В их число входят технические средства для поиска металлических предметов (портативный металлоискатель, магнитный металлоискатель – подъемный, электронный и подводный металлоискатель, прибор «Кедр» для дифференцированного поиска цветных и черных металлов и неметаллических предметов, прибор «Кайма» - для поиска тайников, прибор «Лаванда» - для поиска человека. Кроме подготовки технических средств специалист сообщает следователю ориентировочные данные об особенностях искомых объектов, которые могут быть обнаружены в результате обыска.

Кроме поисковых средств, специалист должен приготовить приборы для поиска объектов и следов на них в невидимых лучах спектра, в том числе портативный ультрафиолетовый. Осветитель (для поиска люминесцирующих следов), переносную рентгеновскую установку, приборы для работы с микрообъектами, упаковочные материалы для изъятия искомых объектов.

Специалисту целесообразно собрать информацию о разыскиваемых объектах. Ее он может получить самостоятельно в результате предварительного исследования уже имеющихся вещественных доказательств. Так, если в распоряжении следователя имеется поддельный документ, фальшивая денежная купюра, специалисту необходимо выявить способы подделки, использованные при этом материалы, чтобы в ходе обыска сосредоточить внимание на их поиске (образцы бумаги, красители, которые могли использоваться при изготовлении фальшивых документов).

При необходимости изъятия определенных предметов и документов, имеющих значение для уголовного дела, и, если точно известно, где и у кого они находятся, производится их выемка (п.1 ст.183 УПК РФ). Специалист может оказать помощь следователю при подготовке к выемке, сообщая ему признаки, которые должны быть характерны для изымаемых предметов, особенно при необходимости их поиска среди однородных объектов. В отличие от других следственных действий круг специальных знаний обусловлен видом преступлений, по которым производится выемка, особенно преступлений, связанных с тем или иным производством, технологией. В связи с этим в качестве специалистов приглашают инженеров, технологов.

Участие специалиста в следственном эксперименте, проверке показаний на месте и предъявлении для опознания. Следственный эксперимент (ст.181 УПК РФ) представляет следственное действие, которое состоит в проведении специальных опытов, испытаний с целью получения новых и проверки имеющихся доказательств. Единственное требование при этом специально подчеркнуто в законе, не создавать опасности для здоровья участников эксперимента. Специалист помогает полноценно и эффективно осуществить организацию и проведение следственного эксперимента. Его помощь следователю заключается:

- в выборе наиболее подходящего вида эксперимента для решения конкретной задачи;
- в планировании с учетом оптимальной тактики его проведения и используемых научно-технических средств;
- в подборе объектов и предметов, которые будут использоваться;
- в создании специальных условий для проведения эксперимента;
- в производстве самих опытных действий, чтобы обеспечить их техническую и методическую правильность;
- в оценке результатов.

Проверка показаний на месте (ст.194 УПК РФ) проводится с целью установления новых обстоятельств, имеющих значение для уголовного дела, путем проверки и уточнения ранее полученных в ходе допросов показаний на месте, связанным с исследуемым событием.

Специалист участвует в этом следственном действии с этапа его подготовки. Он полезен следователю для определения задач, которые

подлежат разрешению проверкой показаний на месте, планировании следственного действия, уяснению детального порядка его производства. С учетом обстоятельств расследуемого преступления и задач, специалист подбирает и готовит научно-технические средства. Помимо универсального комплекса технических средств в их число целесообразно включить комплексы для работы с микрообъектами, поисковую технику, осветительную аппаратуру, упаковочные средства. Специалист также может осуществить предварительные исследования объектов после их обнаружения в ходе следственного действия, а также рекомендовать следователю направления использования изъятых вещественных доказательств.

Предъявление для опознания – процессуальное действие (ст. 193 УПК РФ), состоящее в предъявлении свидетелю, потерпевшему, подозреваемому, обвиняемому сходных объектов для решения вопроса о наличии или отсутствии тождества или родовой (групповой) принадлежности с объектом, бывшим ранее предметом наблюдения опознающего. Успех проведения данного следственного действия зависит не только от достоверности восприятия объекта опознания, но и от того, как опознание подготавливается и проводится с учетом специфики предъявляемых объектов, которыми могут быть: человек, труп, животное, вещь, строение. Специалисты участвуют в данном следственном действии на всех этапах его проведения. Химик может помочь в подготовке данного действия при допросе опознающего лица при выяснении признаков и особенностей объекта, по которым они могут его опознать.

Применение знаний химии при производстве экспертизы.
Экспертиза – самостоятельное следственное действие, проводимое в соответствии со ст. 195 УПК РФ по постановлению следователя, суда, дознавателя, прокурора. В зависимости от класса и рода экспертизы знания химии применяются для решения идентификационных и диагностических задач. Так при исследовании продуктов выстрела с помощью физико-химических методов определяют:

- производился ли выстрел после последней чистки оружия;
- какого рода снарядом нанесено поражение;
- каким способом изготовлен снаряд (заводским, кустарным, самодельным);
- имеют ли материалы, которыми снаряжены патроны, единый источник происхождения;
- является ли предмет, обнаруженный на месте преступления, пыжом, не одинаков ли он по элементному составу, способу изготовления с пыжами и их полуфабрикатами, обнаруженными у подозреваемого.

При исследовании стекла, керамики и изделия из них решаются следующие вопросы:

- имеют ли осколки стекла, обнаруженные на месте происшествия, и осколки стекла, изъятые с транспортного средства (одежды подозреваемого), единый источник происхождения;

- имеются ли на поверхности стекла (керамики, глазури) наслоения (наложения) инородных веществ? Если да, то какие именно.

Вопросы, решаемые при исследовании лакокрасочных материалов и покрытий:

- является ли данный объект лаком (краской, эмалью);

- имеются ли на одежде трупа лакокрасочные покрытия;

- какой краской (лаком, эмалью) был покрыт предмет до перекрашивания;

- использовалась ли краска (эмаль, лак), изъятая у подозреваемого для окрашивания того или иного объекта;

При исследовании металлов и сплавов решаются следующие вопросы:

- из какого металла (сплава) изготовлен предмет, представленный на экспертизу;

- имеются ли на данном предмете следы металла (сплава);

- имеют ли частицы металла на ряде объектов общую родовую (групповую) принадлежность;

- принадлежат ли металлические частицы конкретному изделию;

- составляли ли снаряды единую массу;

- имеются ли на деталях замка следы инородного металла, образованные посторонним предметом (отмычкой, поддельным ключом);

- имелись ли ранее на объекте рельефные изображения (марка, номер и другие)? Если да, то какие именно;

- подвергался ли изменению номер, имеющийся на предмете;

- является ли монета, представленная на исследование, поддельной? Если да, то из какого металла (сплава) она изготовлена;

- имеются ли на предоставленном предмете следы металлизации? Если да, то какова их природа происхождения.

При исследовании полимерных материалов решаются следующие вопросы:

- является ли данное вещество полимерным;

- к какому типу, марке относится полимер;

- производилась ли на документе переклейка фотографии (на изделия – этикетки и др.);

Вопросы, решаемые при исследовании специальных химических веществ:

- однородны ли по химическому составу красящее вещество, обнаруженное на волосах, кожном покрове, одежде подозреваемого, орудии преступления, иных принадлежащих подозреваемому предмету, с

веществом, изъятым на месте происшествия и представленным в качестве образца для сравнительного исследования.

Применение знаний в области аналитической химии при расследовании различных видов и групп преступлений.

Криминалистическая методика расследования отдельных видов и групп преступлений тесно связана с остальными разделами криминалистики. Техничко-криминалистические средства и методы и использование специальных знаний рассчитаны на использование их при раскрытии и расследовании любых преступлений. Между тем характер следов, оставленных на месте преступления и особенности их изъятия имеют различия в каждом конкретном виде преступлений. Так, при расследовании убийств знания в области химии применяются при исследовании следов от орудия преступления и самого орудия. Важную доказательственную информацию можно получить при исследовании микрообъектов (стекла, металлических частиц, остатков ткани и др.). При убийствах путем отравления проводятся качественные и количественные определения ядовитых веществ. При расследовании изнасилований в отдельных случаях, если потерпевшая была приведена в полубессознательное состояние с помощью алкогольных напитков неизвестного происхождения (например вина, в которое преступники подмешали снотворное) или наркотиков, назначаются соответственно судебно-химическая или экспертиза наркотических веществ.

При расследовании присвоений и растрат чужого имущества знания в области аналитической химии применяются при исследовании обстоятельств производственного процесса для решения вопросов о соответствии использованных материалов при изготовлении промышленных изделий и товаров народного потребления тем, которые предусмотрены действующими техническими регламентами; об имевших место нарушениях технологии производства и их последствиях. Предметом криминалистических экспертиз при расследовании присвоений являются поддельные документы.

При исследовании также применяются знания химии для выявления фактов и способов изготовления фальшивых ценных бумаг, лицензий, сертификатов качества, платежных поручений, кредитных карт, мемориальных ордеров и других финансово-бухгалтерских документов, паспортов и удостоверений личности. Предметом исследования могут быть кроме самих документов, красители и химикаты, используемые для их изготовления.

При расследовании краж судебно-химические экспертизы назначаются с целью установления однородности состава различных веществ (частиц взломанной преграды, волокон ткани, краски), обнаруженные на подозреваемом или его одежде, с веществами, изъятыми с места преступления. Исследуются морфологические признаки и

химический состав красящего вещества, обнаруженного на месте происшествия (если объект, из которого совершена кража, был заблокирован химической ловушкой).

При расследовании мошенничества часто проводятся физико-химические экспертизы, которые назначаются для исследования фальшивых «драгоценностей», фальсифицированных товаров, лекарственных препаратов. Такие экспертизы решают вопрос о характере, химическом составе и свойствах материалов, из которых изготовлены те или иные вещества. Судебно-химической экспертизе может быть подвергнута также бумага, на которой исполнен тот или иной текст, красители, использовавшиеся при написании этого текста.

При расследовании фальшивомонетничества возникает необходимость в назначении физико-химической экспертизы для решения следующих вопросов:

- однородны ли материалы (красители, бумага, клей), использованные при подделке и изъятые у подозреваемого или его близких;
- не происходят ли материалы (красители, бумага, клей), использованные при изготовлении денежных знаков, от одного источника (одной партии, упаковки);
- не изготовлены ли денежные знаки и ценные бумаги из представленных материалов.

Знания из области аналитической химии широко применяются при расследовании преступлений, связанных с незаконным оборотом наркотиков. Объектами исследования являются наркотические средства кустарного и промышленного производства, сырье для их изготовления, их следы на приборах дозировки (весах, ложках, посуде) и потреблений (трубках, шприцах), предметах упаковки и хранения, на одежде. На исследование направляются изъятые наркотические средства; частицы наркотических растений; предметы, имеющие следы наркотических веществ, приспособления для потребления наркотиков; одежда, сигареты, изъятые у подозреваемого; смывы рук с подозреваемого.

На разрешение перед экспертом-химиком обычно ставятся такие вопросы:

- является ли представленное на исследование вещество наркотическим средством или сильно действующим фармацевтическим препаратом, если да, то каким именно;
- каково содержание наркотически активных компонентов в веществе, представленном на исследование;
- имеются ли на предметах-носителях (стенках шприца, ампулах) следы наркотических или сильно действующих средств, если да, то каких;
- содержит ли представленные на исследование табачные изделия, в том числе выкуренные наркотические средства, если да, то какие именно.

При расследовании дорожно-транспортных происшествий химические методы применяются при исследовании горюче-смазочных веществ, лако-красочных покрытий, жидких и сыпучих грузов.

При расследовании поджогов преступных нарушений правил пожарной безопасности, а также преступлений, совершаемых путем взрыва физико-химические исследования проводят для определения:

- что собой представляют сгоревшие предмет или вещество, обнаруженное на месте происшествия или изъятое у подозреваемого, каковы их физико-химические свойства;

- содержат ли продукты горения примеси легко воспламеняющихся жидкостей, каких именно;

- какое вещество находится в емкости, обнаруженной на месте происшествия, однородно ли оно с веществом, изъятым у обвиняемого (подозреваемого) и другие.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие методы исследований применяются при предварительных исследованиях в процессе проведения следственных действий?
2. Какова роль специалиста-химика при осмотре места происшествия?
3. В чем заключается участие специалиста в проведении обыска?
4. Какую помощь оказывает специалист следователю при проведении следственного эксперимента?
5. Какие вопросы решаются экспертизой при проведении исследований металлов и их сплавов?
6. При расследовании каких видов и групп преступлений применяются знания в области аналитической химии?

ТЕСТЫ К БЛОКУ II

1. В систему криминалистики входят разделы

- а) организация расследования преступлений, криминалистическая техника, криминалистическая тактика, криминалистическая экспертиза
- б) общая теория криминалистики, криминалистическая техника, криминалистическая тактика, организация раскрытия и расследования преступлений, методика расследования отдельных видов преступлений
- в) введение в криминалистику, криминалистическая техника, техника, криминалистическая тактика, криминалистическая экспертиза и криминалистическая методика
- г) криминалистическая техника, криминалистическая тактика, криминалистическая экспертиза и криминалистическая методика

2. При проведении экспертного исследования металлов и сплавов с помощью аналитических методов анализа можно решить следующие вопросы

- а) является ли монета, представленная на анализ, поддельной
- б) составляли ли снаряды единую массу
- в) какова стоимость данного металлического изделия
- г) изготовлена ли представленная на анализ металлическая деталь в России

3. При расследовании преступлений, связанных с незаконным оборотом наркотиков специалист-химик может определить

- а) возраст человека
- б) содержание наркотических средств в найденных окурках
- в) следы металлизации на изделии
- г) местность произрастания наркотического средства растительного происхождения

4. Под специальными знаниями понимаются

- а) совокупность знаний, получаемых в результате специальной и служебной подготовки
- б) совокупность методических знаний
- в) совокупность современных теоретических знаний и практических навыков, полученных в результате специальных подготовки или профессионального опыта
- г) совокупность теоретических и практических навыков
- д) совокупность теоретических знаний естественных наук

- 5. В процессуальной форме специальные знания применяются путем**
- консультационной и справочной деятельности сведущих лиц
 - производства экспертизы
 - участия специалиста в следственных действиях
- 6. Вопросы производства судебной экспертизы регламентируются**
- УПК РФ
 - ФЗ «Об экологической экспертизе»
 - ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в РФ»
- 7. При производстве судебной экспертизы решаются следующие задачи**
- тактические
 - организационные
 - диагностические
 - идентификационные
- 8. При расследовании фальшивомонетничества физико-химическая экспертиза назначается для решения следующих задач**
- не изготовлены ли денежные знаки, изъятые у подозреваемого на бумаге, найденной на месте происшествия
 - не выполнены ли подписи на 2-х различных ценных бумагах одним и тем же лицом
- 9. При расследовании поджогов химические методы применяются для определения**
- профессиональных навыков лица, совершившего поджог
 - ущерба, нанесенного пожаром
 - однородно ли вещество, изъятое у подозреваемого и обнаруженное на месте происшествия

ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ

К блоку I

- в
- б
- а, в
- в, г
- а
- г
- а
- б
- г, д
- б, в

К блоку II

- б
- а, б
- б
- в
- б, в
- а
- в, г
- а
- в

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Предмет и задачи аналитической химии.
2. Общая схема аналитического определения.
3. Качественный анализ. Его методы.
4. Условия выполнения качественных реакций.
5. Классификация химических реактивов и требования, предъявляемые к ним.
6. Дробный метод качественного анализа.
7. Систематический метод качественного анализа.
8. Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа.
9. Титриметрический анализ. Требования к реакциям, применяемым при титриметрическом анализе.
10. Приемы титриметрического анализа.
11. Классификация методов титриметрического анализа по типу основной реакции.
12. Определение количества неизвестного вещества при проведении титриметрического титрования.
13. Методы, применяемые при гравиметрическом анализе.
14. Физико-химический метод анализ. Особенности применения физико-химических методов.
15. Основные приемы, применяемые в физико-химических методах анализа.
16. Средства и методы оперативного аналитического контроля.
17. Понятие криминалистики и ее связь с другими науками.
18. Применение общенаучных методов в криминалистике.
19. Особенности применения специальных методов в криминалистике.
20. Методы технико-криминалистического исследования.
21. Измерительно-аналитические методы криминалистических исследований.
22. Понятие и сущность специальных знаний, формы их использования.
23. Правовая регламентация использования знаний сведущих лиц.
24. Цели применения специальных знаний в криминалистике.
25. Применение методов аналитической химии в криминалистических исследованиях.
26. Применение аналитической химии при осмотре места происшествия.
27. Участие специалиста в проведении обыска и выемки.
28. Участие специалиста в следственном эксперименте, проверке показаний на месте и предъявлении для опознания.
29. Применение знаний аналитической химии при производстве экспертизы
30. Применение аналитической химии при расследовании отдельных видов и групп преступлений.

Учебное издание

Езикян Валентина Ивановна

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ
ПРАКТИКА**

Отв. за выпуск _____

Подписано в печать _____. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Печать оперативная. Печ. л. _____. Уч.-изд. л. _____. Тираж 100 экз.

Заказ _____

Южно-Российский государственный технический университет

Редакционно-издательский отдел ЮРГТУ

Центр оперативной полиграфии

Адрес университета и центра оперативной полиграфии:

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132