**Министерство образования и науки Украины**

# Реферат

**по теме**

**«Физико-химические основы хроматографического процесса»**

## Донецк 2008 г.

Содержание

1.Введение

2.Основные понятия и определения

3.Методы хроматографии

4.Сущность методов хроматографии

5.Классификация методов хроматографии

6.Аппаратура для газовой хроматографии

7.Теории хроматографии

8.Вывод

9.Список изпользуемой литературы

**Введение**

Газовая хроматография — один из наиболее перспективных физико-химических методов исследования, бурно развивающийся в настоящее время. Создание и успешная разработка различных вариантов газовой хроматографии привели к перевороту в области аналитического контроля и автоматизации производственных процессов нефтяной, химической и других отраслей промышленности, а также в практике научной работы. Газовая хроматография позволяет исследователю быстро и эффективно решать такие задачи, которые ранее казались неразрешимыми или требовали огромных затрат труда и времени.

Следует отметить, что широко развивающаяся высокоэффективная жидкостная хроматография своими успехами во многом обязана тем теоретическим, методическим и аппаратурным достижениям, которые к тому времени были накоплены в газовой хроматографии. В настоящее время вряд ли существует научно-исследовательская или производственная лаборатория, занимающаяся анализом летучих органических веществ, в которой отсутствовала бы хроматографическая аппаратура. Общее число газовых хроматографов, эксплуатируемых в мире, измеряется сотнями тысяч.

С их помощью можно анализировать как газообразные смеси, так и высококипящие соединения, например углеводороды с числом углеродных атомов в молекуле до 100, продукты различных химических и нефтехимических синтезов, компоненты пищевых продуктов, пероксиды, сточные воды, фармацевтические продукты, пестициды и др. Разработана и успешно эксплуатируется хроматографическая аппаратура для космических исследований: с помощью спускаемых аппаратов получены данные о составе атмосферы Венеры и Марса.

Из физико-химических применений газовой хроматографии отметим изучение термодинамики сорбции, определение молекулярных масс, давления пара веществ, коэффициентов диффузии, поверхности адсорбентов и катализаторов.

**Основные понятия и определения**

Возможность разделения смесей на слое порошка известна давно, однако часть открытия хроматографии как метода разделения веществ принадлежит Цвету, который впервые применил в 1903г. проявительный вариант жидкостно-адсорбционной хроматографии для анализа хлорофилла. Цвет показал, что по мере движения хлорофилла в потоке растворителя по трубке, заполненной порошком мела, первоначальное зеленое кольцо расщепляется на несколько разноцветных колец, каждое из которых соответствует составной части хлорофилла. Причина такого явления связана с различной адсорбцией составных частей хлорофилла мелом. Цвет назвал свой метод хроматографией, т. е. цветописью, хотя сам же указал, что этим способом можно разделять и бесцветные вещества. До 1914г. Цвет опубликовал несколько статей по хроматографии, но после его работ метод не получил широкого развития. Сейчас об этом времени говорят как о «скрытом периоде развития хроматографии, поскольку было опубликовано лишь несколько работ, в частности швейцарского ученого Дере и американца

Лишь в 1931г. Куном, Винтер-штейном и Ледерером были воспроизведены первоначальные опыты Цвета (на примерах разделения каротина моркови, лепестков одуванчика и желтка куриного яйца). Столь длительное забвение ставших теперь классическими исследований в немалой степени было связано с отрицательными отзывами авторитетов того времени, которые не смогли понять всей глубины открытия молодого ученого.

В 1940—1942гг. Тизелиусом и Клессоном были предложены фронтальный и вытеснительный методы хроматографии. Первая фронтально-вытеснительная хроматограмма паров толуола и этанола на колонке с углем получена Дубининым с сотр. Из ранних исследований по адсорбционному разделению в газовой фазе следует отметить работы Кремер, Шуфтана, Петерса, Гессе, Тернера и Дамкёлера, выполненные в 1933—1943 гг.

В 1941 г. Мартин и Синг предложили метод распределительной хроматографии в жидкостно-жидкостном варианте и указали на возможность осуществления газожидкостной хроматографии, что, однако, практически не было использовано до 1952г., когда Джеймс и Мартин создали теорию процесса и разработали конкретную методику анализа жирных кислот. Мартин с сотрудниками разработали также метод бумажной распределительной хроматографии. В 1952г. за исследования в области распределительной хроматографии Мартин и Синг были удостоены Нобелевской премии по химии. Всего за разработку различных вариантов хроматографии, а также за исследования в области химии, физиологии и медицины, в которых хроматография играла значительную роль, было присуждено 14 Нобелевских премий, о возможности разделения смесей на бумаге имеются и более ранние сообщения. Разделение веществ на тонком слое адсорбента впервые было осуществлено Измайловым и Шрайбер.

Гель-хроматография предложена в 1959г. Поратом и Флодином, аффинная хроматография — в 1967г. Поратом, Аксеном и Эрнбеком. Различные варианты однофазной хроматографии были разработаны Гиддингсом. Из исследований в области электрохроматографии следует отметить опубликованную в 1937г. работу Тизелиуса (электро-форетическое разделение белков) и метод изотахофореза, предложенный Константиновым и Ошурковой. Первая работа по газовой хроматографии в была выполнена в 1949г. Туркельтаубом под руководством Жуховицкого и Гольберта. Через два года Жуховицкий, Золотарева, Соколов и Туркельтауб предложили метод хроматермографии, а впоследствии — различные модификации этого метода с использованием движущегося температурного поля. Вяхирев одновременно с Янаком в 1953г. предложили простой метод детектирования выходящих из хроматографической колонки веществ при помощи бюретки со щелочью, поглощающей газ-носитель (СО2). Этот прием на соответствующем этапе нашел широкое применение в лабораторной практике.

Следующий качественный скачок в развитии газовой хроматографии связан с работами Голея, предложившего в 1957 г. использовать в качестве колонок длинные капилляры, что значительно повысило эффективность разделения. Это дало возможность проводить детальный анализ смесей, включающих десятки и сотни индивидуальных компонентов. Приблизительно в то же время были изобретены высокочувствительные пламенно-ионизационный и ионизационный детекторы.

В 1962г. Жуховицкий и Туркельтауб разработали методы вакантохроматографии и ступенчатой хроматографии. Первый метод основан на применении вместо газа-носителя исследуемой пробы, а вместо пробы — инертного газа; второй связан с применением в проявительной хроматографии больших проб. Дальнейшие исследования привели к созданию оригинального комплекса хроматографических методов — хроматографии без газа-носителя.

В последующие годы начали проводить широкие исследования в области создания новых адсорбентов, что дало возможность использовать газовую хроматографию для анализа высококипящих соединений. В 60-е годы развивается реакционная газовая хроматография— гибридный метод, включающий химические превращения веществ и их хроматографическое разделение. Развитие получили и другие гибридные методы, в частности хромато-масс-спектрометрия. В 1962г. появилась первая работа в области газовой хроматографии при давлении выше 10 МПа (что отвечало сверхкритическому состоянию использованных подвижных фаз), а с 1966г. начались детальные исследования по газовой хроматографии с неидеальными элюентами.

В 1975 г. Жуховицким с сотр. был предложен метод хрома-дистилляции.

С 60-х годов значительное развитие получило применение газовой хроматографии в физико-химических исследованиях, в частности в изучении процессов сорбции и катализа. Эти работы в сочетании с глубокими исследованиями в области теории хроматографического процесса в значительной степени способствовали превращению хроматографии из метода анализа в самостоятельную научную дисциплину, раздел современной физической химии.

Наконец, сильно возрос интерес к исследованию природных хроматографических процессов генезиса и миграции нефти (первые работы в этой области проводились еще в конце прошлого века Деем), различных биологических и экологических хроматографических явлений.

**Методы хроматографии**

В основу той или иной классификации хроматографических методов могут быть положены различные характерные признаки процесса. Рассмотрим эти способы классификации и определим место различных вариантов газовой хроматографии в общем ряду хроматографических процессов. При этом следует учитывать, что в каждом случае существуют промежуточные методы и варианты, не укладывающиеся в рамки строгой классификации.

Более того, именно такие промежуточные варианты часто оказываются весьма перспективными и даже единственно возможными для решения самых сложных задач анализа и определения физико-химических свойств веществ.

В зависимости от способа перемещения сорбатов вдоль слоя сорбента различают проявительный (элюционный), фронтальный, вытеснительный методы и электрохроматографию.

Проявительный (элюционный) метод заключается в том, что сорбаты переносятся через сорбционный слой потоком вещества (элюента), сорбирующегося хуже любого из сорбатов. Вообще говоря, это условие не является обязательным. Если через сорбционный слой пропускается поток сорбирующейся подвижной фазы и в какой-то момент вводится проба разделяемой смеси, то каждый компонент этой смеси будет перемещаться по слою со скоростью, зависящей от коэффициента распределения его между подвижной фазой и неподвижной фазой, включающей сорбент и сорбированное количество элюента.

Основные преимущества проявительного метода заключаются в следующем: 1) при выборе соответствующих условий компоненты могут быть практически полностью изолированы друг от друга и будут находиться лишь в смеси с элюентом; 2) сорбент непрерывно регенерируется элюентом, поэтому после выхода наиболее сильно сорбирующегося компонента пробы может быть немедленно начато разделение следующей смеси; 3) если концентрация исследуемого компонента соответствует линейному участку изотермы сорбции, то время элюирования компонента при заданных условиях является постоянной величиной, которая может быть использована для целей идентификации.

К недостаткам метода относится необходимость использования значительных количеств элюента.

Проявительный анализ можно проводить как при постоянной температуре (изотермическая хроматография), так и при изменении температуры сорбента в процессе анализа по заданной программе (хроматография с программированием температуры). В последнем случае изменяется сорбционная емкость сорбента. Если в ходе разделения температура увеличивается, то высококипящие компоненты элюируются при более высоких температурах, чем низкокипящие, и, следовательно, будут удалены быстрее, чем при изотермическом режиме (так как коэффициент Генри, как правило, уменьшается при нагревании). Фронтальный метод заключается в непрерывном пропусканий исследуемой смеси через слой сорбента. При этом на сорбенте образуются зоны, содержащие последовательно увеличивающееся число компонентов, а из колонки вначале выходит порция наименее сорбирующегося вещества, а в конце анализа — порция, состав которой соответствует составу исходной смеси.

Достоинствами метода являются простота проведения опыта и отсутствие необходимости в элюенте. К недостаткам фронтального метода относятся: необходимость регенерации сорбента после каждого разделения; возможность получения в чистом виде лишь части первого компонента. Вытеснительный метод заключается в переносе разделяемой смеси потоком вещества (вытеснителя), сорбирующегося лучше любого из компонентов смеси. В ходе вытеснительного анализа образуются отдельные примыкающие друг к другу зоны компонентов, которые располагаются в порядке увеличения их сорбируемости.

Недостатком вытеснительного метода является необходимость регенерации сорбента, а также то, что зоны отдельных компонентов вплотную примыкают друг к другу.

Метод термической десорбции является частным случаем вытеснительного метода, когда компоненты смеси движутся подвлиянием перемещения температурного поля. Разделение происходит вследствие многократного повторения процессов вытеснения одних компонентов другими при движении смеси вдоль сорбционного слоя. При вытеснительном анализе все компоненты движутся по слою сорбента с одинаковой скоростью.

Электрохроматография — хроматографический процесс, при котором движение заряженных частиц осуществляется под действием приложенного напряжения. Скорость движения частиц определяется их массой и зарядом.

Существуют промежуточные методы, к которым относят градиентную хроматографию, хроматермографию и хроматографию без газа-носителя.

При градиентной хроматографии компоненты перемещаются при одновременном воздействии потока элюента и движущейся концентрационной волны вытеснителя (происходит непрерывное изменение состава подвижной фазы).

В процессе хроматермографии компонентов смеси перемещаются при одновременном воздействии потока элюента и изменяющегося во времени и пространстве температурного поля. Так, для стационарной хроматермографии (основной вариант) движение температурной волны и элюента направлено в одну сторону, а градиент температуры — в противоположную. Все компоненты перемещаются со скоростью движения температурной волны. Температуру, при которой перемещаются компоненты вдоль сорбционного слоя, называют характеристической температурой компонента.

Колоночная хроматография отличается тем, что процесс проводят в насадочной или капиллярной хроматографической колонке. В последнем случае метод называют капиллярной хроматографией. Насадочную колонку заполняют сорбентом (насадкой); внутреннюю стенку капиллярной колонки покрывают слоем жидкости или пылью адсорбента (либо пылью адсорбента или носителя, пропитанной жидкостью).

Плоскостная хроматография осуществляется на плоскости. Она включает хроматографию на бумаге и тонкослойную хроматографию; в последнем случае на стеклянную пластинку или пластинку из какого-либо другого материала наносят тонкий слой адсорбента, который затем пропитывается жидкостью. Если метод используют для препаративного разделения значительных количеств веществ, то слой сорбента, естественно, не должен быть тонким: здесь речь идет о препаративно-слойной хроматографии.

**Сущность методов хроматографии**

В различных вариантах хроматографии без газа-носителя также предусмотрено непрерывное движение анализируемой смеси вдоль сорбционного слоя. В случае вакантохроматографии в колонку периодически вводят небольшие порции практически несорбирующегося газа, что вызывает движение по колонке «вакансий» — зон, в которых отсутствуют по одному из компонентов анализируемой смеси. При этом скорость «вакансии» соответствует скорости отсутствующего в этой зоне вещества.

При хромадистилляции роль неподвижной фазы играют компоненты разделяемой смеси, которую (в виде жидкости) наносят на твердый носитель. В потоке газа-носителя создаются условия для многократного испарения и конденсации, что обеспечивает разделение компонентов.

В зависимости от природы исследуемых объектов можно рассматривать молекулярную хроматографию, ионообменную (ионную) хроматографию и хроматографию надмолекулярных структур.

В зависимости от природы процесса, обусловливающего рас- пределение сорбатов между подвижной и неподвижной фазами, различают адсорбционную, распределительную, ионообменную,, осадочную, аффинную и эксклюзионную хроматографию.

В адсорбционной хроматографии элементарным актом является адсорбция и разделение основано на различии в адсорби-руемости компонентов смеси на данном адсорбенте.

В распределительной хроматографии элементарным актом: является растворение; разделение основано на различии в растворимости сорбатов в подвижной и неподвижной фазах или на различии в стабильности образующихся комплексов.

В ионообменной хроматографии разделение основано на различии констант ионообменного равновесия.

В осадочной хроматографии разделение основано на различной растворимости осадков в подвижной фазе.

Аффинная хроматография основана на биоспецифическом взаимодействии компонентов с аффинным лигандом.

В эксклюзионной хроматографии разделение основано на различии в проницаемости молекул разделяемых веществ в неподвижную (в случае гель-хроматографии неподвижной фазой служит гель) и обусловлено размерами этих молекул. Компоненты элюируются в порядке уменьшения их молекулярной массы.

В зависимости от агрегатного состояния подвижной и неподвижной фаз "различают варианты газовой и жидкостной хроматографии.

Газовой хроматографией называют хроматографический процесс, в котором подвижной фазой является газ (или пар). Варианты газовой хроматографии — газо-адсорбционная и газожидкостная хроматография, а также промежуточные методы.

В газо-адсорбционной (точнее — газо-твердофазной) хроматографии неподвижной фазой служит твердый адсорбент, а подвижной— газ.

В газожидкостной хроматографии неподвижной фазой служит жидкость, нанесенная на инертный носитель, а подвижной — газ.

К промежуточным методам относится хроматография на модифицированном сорбенте (газо-жидко-твердофазная), основанная на том, что неподвижной фазой служит твердый адсорбент, модифицированный небольшим количеством жидкости. В этом случае играют роль как адсорбция на поверхности" газ — твердое тело (и в определенной степени — на поверхности жидкость — твердое тело), так и растворимость в жидкости. Существуют и другие промежуточные варианты.

Жидкостной хроматографией называют хроматографический процесс, в котором подвижной фазой является жидкость. В жидкостно-жидкостной хроматографии и подвижной, и неподвижной фазами служат жидкости. В жидкостно-адсорбционной хроматографии неподвижной фазой служит твердый адсорбент, а подвижной — жидкость. В жидкостной хроматографии также имеются промежуточные варианты. Следует указать на некоторую условность термина «неподвижная фаза», поскольку адсорбент или абсорбирующая жидкость не всегда остаются неподвижными. Они могут перемещаться в том же направлении, что и подвижная фаза (но с другой скоростью), или в противоположном. Более того, можно говорить о распределении вещества между двумя областями одной фазы, движущимися с различными скоростями (гидродинамическая хроматография, являющаяся методом разделения коллоид^ ных частиц).

Промежуточным между газовой и жидкостной хроматографией является вариант, когда подвижной фазой служит сжатый газ. Если подвижной фазой служит сверхкритический флюид, то этот вариант называется флюидной хроматографией.

**Классификация методов хроматографии**

В зависимости, от цели проведения хроматографического процесса различают аналитическую, неаналитическую, препаративную и промышленную хроматографию.

Аналитическая хроматография предназначена для определения качественного и количественного состава исследуемых смесей. Существуют два основных метода хроматографического определения состава смесей: 1) метод выходной кривой, основанный на непрерывном определении свойства выходящего из колонки потока как функции времени или объема пропущенного вещества; 2) метод слоя, заключающийся в определении изменения свойства смеси по длине сорбционного слоя.

Неаналитическая хроматография — метод исследования физико-химических характеристик веществ при использовании хроматографической аппаратуры и на основании параметров хро-матографических зон.

Имеются методики, осуществляемые с использованием хроматографической аппаратуры, но лишенные существенных элементов, присущих хроматографии (например, определение коэффициентов диффузии газов в полой хроматографической колонке, когда отсутствует процесс сорбции).

Препаративную хроматографию применяют для выделения небольших количеств чистых компонентов (или смесей) в лабораторных условиях.

Промышленную хроматографию используют для получения чистых веществ в значительных количествах.

**Аппаратура для газовой хроматографии**

Прибор для проведения газохроматографического процесса называют газовым хроматографом. Для ввода в хроматографическую колонку газовой, жидкой или твердой пробы служит дозатор. Пробу можно вводить либо непосредственно в поток газа-носителя (например, шприцем), либо в ограниченный объем, из которого она транспортируется газовым потоком в колонку. Разделение компонентов происходит в хроматографи» ческой колонке. Обычно насадочные колонки имеют длину 1—4 м и внутренний диаметр 2—4 мм. Капиллярная колонка представляет собой трубку длиной обычно 25—100 м с внутренним диаметром 0,2—0,5 мм, изготовленную из нержавеющей стали, стекла, меди, полимерных материалов и др.

Поскольку основным способом определения состава анализируемой смеси в газовой хроматографии является метод выходной кривой, после колонки устанавливают детектор, фиксирующий изменение состава выходящей из колонки смеси (элюата). Дифференциальный детектор фиксирует концентрацию компонентов в газе-носителе, интегральный детектор непрерывно фиксирует общее количество элюируемых сорбатов (с начала опыта). Соответственно кривые, записываемые на ленте регистратора 4, называют дифференциальными \ или интегральными хроматограммами.

Существуют различные виды детектирования: 1) измерение разности между значениями теплопроводности элюата и чистого элюента (катарометром, или детектором по теплопроводности); 2) измерение разности между значениями плотности элюата и чистого элюента (плотномером, или детектором по плотности); 3) измерение тока ионизации элюата (ионизационным детектором, используемым в различных модификациях); 4) измерение температуры пламени, в котором сгорает элюат (пламенным, или микропламенным детектором); 5) измерение теплоты сгорания элюата (термохимическим детектором, или детектором по теплоте сгорания); 6) измерение тока ионизации пламени, в котором сгорает элюент (пламенно-ионизационным детектором, используемым в нескольких модификациях); 7) измерение объема вещества, поступающего в бюретку (азотометр) со щелочью (типичный пример интегрального детектора); газом-носителем служит диоксид углерода, понижение уровня щелочи в бюретке соответствует общему объему элюируемых веществ, поскольку элюент поглощается щелочью. В последние годы разработаны новые варианты детектирующих устройств, из которых наибольший интерес представляют так называемые селективные детекторы, обладающие повышенной чувствительностью к анализируемым веществам определенного строения. К числу селективных детекторов, обладающих повышенной чувствительностью к анализируемым веществам определенного строения, относятся: электронозахватный — детектор ионизационного типа, чувствительный к соединениям, содержащим галогены, серу, свинец и др. Термоионный — пламенно-ионизационный детектор с горелкой, имеющей наконечник из соли щелочного или щелочноземельного металла, детектор чувствителен к соединениям, содержащим фосфор, серу и др.; пламенно-фотометрический, сигнал которого связан с интенсивностью и длиной волны излучения вещества в пламени, детектор чувствителен к ароматическим углеводородам, соединениям, содержащим галогены, серу, хелаты металлов.

Современный газовый хроматограф оснащается счетно-решающим устройством (иногда такое устройство обслуживает одновременно несколько хроматографов), которое, получив сигнал от детектора, осуществляет качественную и количественную расшифровку результатов анализа и выдает данные по содержанию индивидуальных компонентов.

**Теории хроматографии**

В задачу теории хроматографии входит установление законов движения и размытия хроматографических зон. Основными факторами, положенными в основу классификации теорий хроматографии, являются характер изотермы сорбции и скорость установления равновесия. В зависимости от характера изотермы сорбции различают теории линейной и нелинейной хроматографии. В теории линейной хроматографии рассматриваются процессы, которые описываются линейной изотермой сорбции. Практическое осуществление такого процесса позволяет получать симметричные (относительно точки с максимальной концентрацией) полосы компонентов. В теории нелинейной хроматографии описываются процессы, которые характеризуются выпуклой или вогнутой изотермой и приводят к образованию асимметричных зон. В зависимости от того, учитывается или нет скорость установления равновесия, различают теории идеальной и неидеальной хроматографии. Теория идеальной (равновесной) хромато- J графии основана на допущении мгновенного установления равновесия между фазами, т. е. на предположении, что скорости внешней и внутренней диффузии весьма значительны. Ценность такого допущения заключается в том, что оказывается возможным определить законы движения центра хроматографической полосы. В теории неидеальной хроматографии рассматривается реальный процесс и учитывается скорость установления равновесия.

Линейная хроматография. Остановимся подробнее на теории линейной хроматографии, поскольку обычно хроматографический процесс стремятся проводить в условиях, соответствующих линейной области изотермы сорбции. Следует различать три основных способа описания хроматографического процесса. В первом способе слой сорбента рассматривают как макроскопически однородную среду, причем в основе расчета лежит изучение процессов, происходящих с большим числом молекул. Это так называемый метод материального баланса, или метод макроскопических постоянных. Если основное внимание уделяют процессам, происходящим с одной отдельно взятой молекулой, и изучают скорость ее перемещения из одной фазы в другую и вдоль слоя, то мы имеем дело со стохастической теорией. Метод материального баланса и стохастическая теория весьма близки, поэтому их часто объединяют под названием теории скоростей. Наконец, слой сорбента можно рассматривать как последовательность элементарных ступеней, на каждой из которых устанавливается равновесие между фазами. В этом случае имеют дело с теорией тарелок.

Теория тарелок формальна и основана на сравнении хроматографического процесса со ступенчатым разделением, каким является, например, дистилляция. Значение высоты, эквивалентичной теоретической тарелке, и число тарелок не могут служить характеристикой четкости хроматографического разделения веществ, как это предлагалось многими исследователями. Указанные величины являются лишь мерой расширения полосы и не учитывают того, что основа хроматографического разделения — разность скоростей движения различных компонентов пробы вдоль колонки, обусловленная выбором сорбента. Естественно, что две колонки с одинаковым числом теоретических тарелок могут обеспечить различное качество разделения компонентов в зависимости от того, насколько удачно выбран сорбент.

**Вывод**

Метод газовой хроматографии дает возможность определять микропримеси в различных продуктах, нижний предел определения достигает 10%. Это делает метод незаменимым при анализе мономеров, используемых в производстве полимерных материалов, а также при исследованиях биосферы.

Метод газовой хроматографии можно использовать и для анализа нелетучих веществ путем определения продуктов их пиролиза или использования исследуемых веществ в качестве неподвижных фаз. Анализ нелетучих соединений может быть осуществлен также методом газовой хроматографии при повышенном давлении. Существует хроматографический метод анализа таких легких веществ, как изомеры и изотопы водорода. Широко применяют хроматографические методы для определения элементного состава, а также методы определения констант химических реакций.

Применение газовой хроматографии в препаративных целях открывает новые пути получения достаточно чистых реактивов (с содержанием примесей до 1—10%) причем в последние годы наблюдается тенденция к существенному повышению производительности и превращению хроматографии из препаративного метода в полупромышленный и промышленный. Хроматографическую аппаратуру широко применяют на технологических установках нефтяной и химической промышленности, причем не только для контроля производства, но и для автоматического регулирования.

Одним из главных преимуществ газовой хроматографии по сравнению с другими физико-химическими методами является экспрессность. Так, если продолжительность разделения многокомпонентной смеси ректификацией измеряется часами, то газовая хроматография позволяет получить более надежные и более детальные результаты в течение нескольких минут и даже секунд. Расшифровка результатов хроматографического анализа достаточно проста, а современный газовый хроматограф представляет собой автоматический прибор, обычно снабженный счетно-решающим устройством для обработки информации.

Таким образом, газовая хроматография является универсальным методом, позволяющим использовать однотипную аппаратуру для анализа различных веществ и физико-химических исследований. В то же время для успешного решения разнообразных научных и практических проблем, связанных с применением газовой хроматографии, совершенно недостаточно использовать разработанные ранее методики. Творческое применение различных вариантов газовой хроматографии, правильный выбор схемы анализа, сорбента, температуры, детектора требуют от исследователя глубокого понимания физико-химических основ метода, знания основных способов проведения процесса и навыков, позволяющих в каждом отдельном случае находить наиболее рациональный путь решения поставленной задачи.

**Список используемой литературы**

1.«Хроматография» Винарский В. А., 2004г.

2.«Автоматический хроматографический анализ» Гуревич А. Л., Русинов Л. А., Сягаев Н. А., 2001г.

3.«Высокоэффективные хроматографические процессы» Руденко Б.А. Руденко Г.И., 2003г.

# 4.«Методы разделения и концентрирования в аналитической химии»

Москвин Л.Н., Родинков О.В., 2010г.