

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общей химии и хроматографии

Самарскому государственному университету 30 лет

НОМЕНКЛАТУРА В ХРОМАТОГРАФИИ

*Основные понятия. Терминология.
Термодинамические характеристики сорбционного процесса*

Издательство «Самарский университет»,
1999

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Самарского государственного университета*

Предлагаемая терминология в области хроматографии подготовлена с использованием двух нормативных документов – Хроматография. Основные понятия. Терминология / Под ред. В.А. Даванкова. Серия "Сборники научно-нормативной терминологии". Вып. 114. М.: Комитет научной терминологии РАН, 1997 и рекомендации ИЮПАК "Nomenclature for Chromatography" // Pure & Appl. Chem. 1993. V.65. №4. P.819-872.

Физико-химические (термодинамические) величины, характеризующие сорбционное равновесие, представлены в соответствии с обозначениями, принятыми в отечественной литературе (Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высшая школа, 1991. 320 с.; Физическая химия: В двух книгах / Под ред. К.С.Краснова. Т.1. М.: Высшая школа, 1995. 512 с.; Киселёв А.В.. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии. М.: Высшая школа, 1986. 360 с.).

Учебно-методические указания по номенклатуре в хроматографии рекомендуются к применению в учебном процессе, при оформлении курсовых и дипломных работ, а также в научных публикациях.

Составители: д-р хим. наук, проф. Л.А. Онучак.,
д-р хим. наук, проф. А.В. Буланова,
доц. К.В. Егорова, доц. Ю.И. Арутюнов

Отв. редактор д-р хим. наук, проф. Л.А. Онучак

Пособие подготовлено в рамках Федеральной целевой программы
"Интеграция" (проект № КО 357)

© Онучак Л.А., Буланова А.В.,
Егорова К.В., Арутюнов Ю.И.,
составление, 1999

ХРОМАТОГРАФИЯ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ. ТЕРМИНОЛОГИЯ

I. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

1. ХРОМАТОГРАФИЯ CHROMATOGRAPHY

- 1) наука о межмолекулярных взаимодействиях и переносе молекул или частиц в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз;
- 2) процесс дифференцированного многократного перераспределения веществ или частиц между несмешивающимися и движущимися относительно друг друга фазами, приводящий к обособлению концентрационных зон индивидуальных компонентов исходных смесей этих веществ или частиц;
- 3) метод разделения смесей веществ или частиц, основанный на различии в скоростях их перемещения в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз.

2. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА CHROMATOGRAPHIC SYSTEM

совокупность несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз с развитой межфазной границей (поверхностью).

3. ПОДВИЖНАЯ ФАЗА MOBILE PHASE

поток жидкости, флюида или газа, перемещающий компоненты разделяемой смеси вдоль неподвижной фазы.

4. НЕПОДВИЖНАЯ ФАЗА STATIONARY PHASE

твердый сорбент или несмешивающаяся с подвижной фазой жидкость, на которых осуществляется дифференцированное удерживание и разделение компонентов смеси.

5. СОРБЕНТ SORBENT

твердое вещество, жидкость или их смеси, способные поглощать или удерживать газы, пары или растворенные вещества и используемые в хроматографии в качестве неподвижной фазы.

6. **АДСОРБЕНТ**
ADSORBENT твердый сорбент, концентрирующий на своей поверхности газы, пары или растворенные вещества.
7. **АБСОРБЕНТ**
ABSORBENT твердый или жидкий сорбент растворяющий в своем объеме газы, пары или компоненты жидких смесей.
8. **СОРБАТ**
SORBATE вещество, удерживаемое сорбентом (в хроматографии - компонент разделяемой смеси).
9. **ЭЛЮЭНТ**
ELUENT жидкость, флюид или газ, используемые в качестве подвижной фазы.
10. **ЭЛЮАТ**
EFFLUENT выходящий из колонки поток подвижной фазы с компонентами разделяемой смеси веществ.
11. **КОЛОНКА**
COLUMN трубка, в объеме которой осуществляется хроматографическое разделение смеси веществ.
12. **НАПОЛНЕННАЯ КОЛОНКА**
PACKED COLUMN колонка, наполненная сорбентом.
13. **ПОЛАЯ КОЛОНКА**
OPEN COLUMN капиллярная колонка, в которой сорбент нанесен на внутреннюю поверхность.
14. **ХРОМАТОГРАММА**
CHROMATOGRAM записанная во времени функция концентрации определяемых веществ в подвижной фазе на выходе из колонки.
Примечание: хроматограммой также называют наглядное изображение результатов разделения компонентов исходной смеси в планарной хроматографической системе (в тонком слое сорбента, на бумаге и т.д.).

II. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ХРОМАТОГРАФИИ

+ ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ ФАЗ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ (1)

- | | |
|---|---|
| 15. ГАЗОВАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
GAS CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной фазой является газ или пар. |
| 16. ГАЗО-АДСОРБЦИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ (ГАЗО-ТВЕРДОФАЗНАЯ)
GAS-SOLID CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной фазой служит газ или пар, а неподвижной - твердый адсорбент. |
| 17. ГАЗО-ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной фазой служит газ или пар, а неподвижной - жидкость, нанесенная на твердый носитель или на стенки колонки. |
| 18. ГАЗО-МЕЗОФАЗНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
GAS-MESOPHASE CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной фазой служит газ или пар, а неподвижной - вещество в жидкокристаллическом состоянии (мезофаза). |
| 19. ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
LIQUID CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной фазой является жидкость. |
| 20. ЖИДКОСТНО-АДСОРБЦИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ (ЖИДКОСТНО-ТВЕРДОФАЗНАЯ)
LIQUID-SOLID CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной фазой служит жидкость, а неподвижной - твердый адсорбент. |
| 21. ЖИДКОСТНО-ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
LIQUID-LIQUID CHROMATOGRAPHY | хроматографический метод, в котором подвижной и неподвижной фазами служат несмешивающиеся друг с другом жидкости, причем неподвижная фаза нанесена на твердый носитель или на стенки колонки. |

**22. ПРОТИВОТОЧНАЯ
ЖИДКОСТНАЯ ХРОМА-
ТОГРАФИЯ**
COUNTER-CURRENT LIQUID
CHROMATOGRAPHY

жидкостно-жидкостная хроматография, основанная на распределении веществ между двумя движущимися относительно друг друга несмешивающимися жидкостями.

Примечание: разновидностью противоточной хроматографии является пенная хроматография, в которой в противоположных направлениях перемещаются раствор поверхностно-активного вещества и пена, образуемая им и потоком газа.

**23. МИЦЕЛЛЯРНАЯ ХРО-
МАТОГРАФИЯ**
MICELLAR CHROMATOGRA-
PHY

жидкостная хроматография, в которой в качестве подвижной фазы служит раствор поверхностно-активного вещества с концентрацией выше критической концентрации мицеллообразования. ККМ

**24. СВЕРХКРИТИЧЕСКАЯ
ФЛЮИДНАЯ ХРОМАТО-
ГРАФИЯ**
SUPERCRITICAL FLUID
CHROMATOGRAPHY

хроматографический метод, в котором подвижной фазой является вещество, находящееся в сверхкритическом (или субкритическом) состоянии (флюид).

**25. ПОЛИФАЗНАЯ ХРО-
МАТОГРАФИЯ**
POLYPHASE CHROMATOG-
RAPHY

хроматографический метод, в котором в качестве подвижной и/или неподвижной фазы используются гетерогенные системы.

Примечание: разновидностями полифазной хроматографии являются полифазная жидкостная хроматография, в которой в качестве подвижной фазы служит эмульсия или суспензия, и полифазная газовая хроматография, в которой в качестве неподвижной фазы используется суспензия.

† ПО СПОСОБУ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СОРБАТА (2)

- ✓ 26. **ВЫТЕСНИТЕЛЬНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
DISPLACEMENT CHROMATOGRAPHY
- хроматографический метод, в котором смесь веществ периодически вводится в поток подвижной фазы и вытесняется затем из колонки с помощью вещества (вытеснителя), десорбирующего все слабее удерживаемые компоненты смеси, причем в итоге смесь разделяется на примыкающие друг к другу зоны индивидуальных компонентов, выходящих в порядке увеличения их сорбируемости.
- ✓ 27. **ФРОНТАЛЬНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
FRONTAL CHROMATOGRAPHY
- хроматографический метод, в котором смесь веществ непрерывно вводится с подвижной фазой и разделяется в колонке на примыкающие друг к другу зоны с последовательно увеличивающимся числом компонентов, выходящих в порядке увеличения их сорбируемости.
- ✓ 28. **ЭЛЮЕНТНАЯ (ЭЛЮТИВНАЯ, ПРОЯВИТЕЛЬНАЯ) ХРОМАТОГРАФИЯ**
ELUTION CHROMATOGRAPHY
- хроматографический метод, в котором смесь веществ периодически вводится в поток подвижной фазы и разделяется в колонке на зоны компонентов, выходящих отдельно друг от друга в порядке увеличения их сорбируемости.
29. **ИЗОКРАТИЧЕСКАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
ISOCRATIC CHROMATOGRAPHY
- элюентная хроматография, при которой состав подвижной фазы сохраняется постоянным на протяжении всего процесса разделения компонентов.
30. **ГРАДИЕНТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
GRADIENT CHROMATOGRAPHY
- элюентная хроматография, при которой состав смешанной подвижной фазы в процессе разделения компонентов изменяют по заданному закону.

**31. ХРОМАТОГРАФИЯ
С ПРОГРАММИРОВА-
НИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ**
PROGRAMMED-
TEMPERATURE CHROMA-
TOGRAPHY

элюэнтная хроматография, при кото-
рой температуру колонки в процессе
разделения компонентов изменяют по
заданному закону.

**32. ХРОМАТОГРАФИЯ
С ПРОГРАММИРОВА-
НИЕМ ДАВЛЕНИЯ**
PROGRAMMED-PRESSURE
CHROMATOGRAPHY

элюэнтная хроматография, при кото-
рой давление подвижной фазы в про-
цессе разделения компонентов изменя-
ют по заданному закону.

**33. ХРОМАТОГРАФИЯ
С ПРОГРАММИРОВА-
НИЕМ РАСХОДА**
PROGRAMMED-FLOW
CHROMATOGRAPHY

элюэнтная хроматография, при кото-
рой расход подвижной фазы в процессе
разделения компонентов изменяют по
заданному закону.

**34. ХРОМАДИСТИЛЛЯ-
ЦИЯ**
CHROMADISTILLATION

хроматографический метод, в котором
смесь паров веществ перемещается с
потоком газа-носителя вдоль колонки
в условиях отрицательного продольно-
го градиента температуры, причем в
итоге смесь разделяется на примыкаю-
щие друг к другу зоны индивидуаль-
ных компонентов, выходящих в поряд-
ке повышения их температуры кипения.

† ПО КОНФИГУРАЦИИ РАЗДЕЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ (3)

**35. ПЛАНАРНАЯ ХРО-
МАТОГРАФИЯ**
PLANAR CHROMATOGRA-
PHY

способ хроматографии, в котором
процессы разделения смеси веществ
осуществляются в плоском слое сор-
бента.

**36. БУМАЖНАЯ ХРОМА-
ТОГРАФИЯ**
PAPER CHROMATOGRA-
PHY

планарная хроматография, в которой в
качестве сорбента используют специ-
альную бумагу.

✓ 37. ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
THIN LAYER CHROMATOGRAPHY

способ хроматографии, в котором процессы разделения смеси веществ осуществляются в тонких слоях сорбента (нанесенного на инертную твердую подложку) или в пленках пористого полимерного материала.

✓ 38. КОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
COLUMN CHROMATOGRAPHY

способ хроматографии, в котором процессы разделения смеси веществ осуществляются в колонке.

Примечание: микроколоночная хроматография - жидкостная хроматография, в которой используются колонки с внутренним диаметром менее 2 мм.

Капиллярная хроматография - колоночная хроматография, в которой используются капилляры с внутренним диаметром менее 0,5 мм для жидкостной хроматографии, менее 1 мм - для газовой хроматографии.

39. ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
CIRCULATION CHROMATOGRAPHY

способ хроматографии, при котором разделяемая смесь веществ циркулирует с потоком подвижной фазы через одну и ту же хроматографическую колонку или систему колонок.

40. МНОГОКОЛОНОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
MULTI-COLUMN CHROMATOGRAPHY

способ хроматографии, при котором разделяемая смесь веществ пропускается через две (или более) последовательно (или параллельно) соединенные колонки с неподвижными фазами различной химической природы.

41. МУЛЬТИХРОМАТОГРАФИЯ
MULTICHROMATOGRAPHY

неоднократно повторяемая хроматография в системе из двух колонок с неподвижными фазами одинаковой или различной химической природы, при которой селективность системы варьируют путем изменения по заданному закону физических условий разделения (давление подвижной фазы, температура) в одной или двух колонках.

**42. МНОГОМЕРНАЯ
ХРОМАТОГРАФИЯ**
MULTIDIMENSIONAL
CHROMATOGRAPHY

способ хроматографии, при котором смесь веществ разделяется вначале в одних условиях, а затем отдельные фракции элюата подвергаются дальнейшему разделению в других условиях или в иных хроматографических системах.

**43. ПЕРКОЛЯЦИОННАЯ
(ПЕРФУЗИОННАЯ)
ХРОМАТОГРАФИЯ**
PERCOLATION
(PERFUSION) CHROMA-
TOGRAPHY

хроматография, при которой поток подвижной фазы осуществляется через поры твердого сорбента, а не между частицами сорбента.

*ПО ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОЛЯРНОСТИ ПОДВИЖНОЙ
И НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗ (4)*

**44. НОРМАЛЬНО-ФАЗО-
ВАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
NORMAL-PHASE CHRO-
MATOGRAPHY

жидкостная хроматография, при которой неподвижная фаза более полярна, чем подвижная.

**45. ОБРАЩЕННО-ФАЗО-
ВАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
REVERSED-PHASE CHRO-
MATOGRAPHY

жидкостная хроматография, при которой неподвижная фаза менее полярна, чем подвижная.

† ПО МЕХАНИЗМУ РАЗДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА (5)

**46. АДСОРБЦИОННАЯ
ХРОМАТОГРАФИЯ**
ADSORPTION CHROMA-
TOGRAPHY

хроматография, в которой неподвижной фазой служит твердый адсорбент и разделение смеси веществ происходит в результате различия в константах адсорбции веществ.

**47. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ-
НАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
PARTITION CHROMATO-
GRAPHY

хроматография, в которой неподвижной фазой служит жидкий или твердый сорбент и разделение смеси веществ происходит в результате различия в константах распределения веществ между подвижной и неподвижной фазами.

**48. ЭКСКЛЮЗИОННАЯ
(СИТОВАЯ) ХРОМАТО-
ГРАФИЯ**
SIZE-EXCLUSION CHRO-
MATOGRAPHY

жидкостная хроматография, в которой неподвижной фазой служит пористое тело или гель и разделение смеси веществ происходит в результате различия в размерах молекул веществ и/или их форме и способности проникать в поры неподвижной фазы.

Примечание: метод, в котором неподвижной фазой служит гель, называется гель-проникающей хроматографией.

**49. АФФИННАЯ (БИО-
СПЕЦИФИЧЕСКАЯ)
ХРОМАТОГРАФИЯ**
AFFINITY (BIOSPECIFIC)
CHROMATOGRAPHY

жидкостная хроматография, в которой разделение смеси биологически активных веществ происходит за счет различия в их биоспецифическом взаимодействии с комплементарными сорбционными центрами неподвижной фазы.

**50. ЛИГАНДОБМЕН-
НАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
LIGAND EXCHANGE
CHROMATOGRAPHY

хроматография, в которой неподвижная и/или подвижная фазы содержат комплексобразующий ион металла и разделение смеси веществ происходит за счет различия в константах образования комплекса и/или коэффициентах распределения комплексов между подвижной и неподвижной фазами.

**51. ИОНООБМЕННАЯ
ХРОМАТОГРАФИЯ**
ION-EXCHANGE CHROMA-
TOGRAPHY

жидкостная хроматография, в которой неподвижной фазой служит катионит или анионит и разделение смеси ионизированных веществ происходит в результате различия в их константах ионного обмена.

**52. ИОННАЯ ХРОМАТО-
ГРАФИЯ**
ION CHROMATOGRAPHY

ионообменная хроматография, в которой на первой стадии проводят разделение смеси компонентов в разбавленном растворе кислоты (основания), а затем удаляют избыток кислоты (основания) в элюате с целью повышения чувствительности определения разделенных ионов кондуктометрическим детектором.

53. ИОН-ПАРНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
ION-PAIR CHROMATOGRAPHY

жидкостная хроматография, в которой подвижная фаза содержит сорбируемое ионогенное вещество (ион-парный реагент) и разделение смеси веществ происходит за счет различия в способности веществ к образованию ионных пар и/или в коэффициентах распределения ионных пар между подвижной и неподвижной фазами.

54. ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
HYDRODYNAMIC CHROMATOGRAPHY

жидкостная хроматография, в которой роль неподвижной фазы играют стенки колонки (канала) и разделение смеси макромолекул или частиц происходит вследствие различия скоростей протекания подвижной фазы вдоль оси канала и у его стенок, а также за счет распределения разделяемых частиц по сечению канала в соответствии с их размерами.

55. ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ В ПОПЕРЕЧНОМ ПОЛЕ СИЛ
FIELD-FLOW FRACTIONATION

жидкостная хроматография, в которой роль неподвижной фазы играют стенки колонки и разделение смеси макромолекул или частиц происходит вследствие различия скоростей протекания подвижной фазы вдоль оси канала и у его стенок, а также за счет распределения разделяемых частиц по сечению канала в соответствии с их размерами и поведением в приложенном в поперечном направлении поле (гравитационном, магнитном и др.).

56. ГИДРОФОБНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
HYDROPHOBIC-INTERACTION CHROMATOGRAPHY

жидкостная хроматография на неполярных сорбентах, в которой в качестве подвижной фазы используются водные или водно-органические буферные растворы и разделение смеси веществ происходит в результате различия в их взаимодействии с гидрофобными группами сорбента в условиях убывающего градиента солей в элюенте.

**57. ГИДРОФИЛЬНАЯ
ХРОМАТОГРАФИЯ**
HYDROPHILIC-
INTERACTION CHROMA-
TOGRAPHY

жидкостная хроматография на полярных сорбентах, в которой в качестве подвижной фазы используются водно-органические растворы и разделение смеси происходит в результате различия в их взаимодействии с полярными группами сорбента в условиях убывающего градиента органического модификатора в элюенте.

**58. ЭНАНТИОСЕЛЕК-
ТИВНАЯ (ХИРАЛЬНАЯ)
ХРОМАТОГРАФИЯ**
ENANTIOSELECTIVE
(CHIRAL) CHROMATOGRAPHY

хроматография, в которой разделение энантиомеров происходит за счет энантиоселективности их взаимодействия с хиральными компонентами (хиральными селекторами) неподвижной и/или подвижной фазы.

**59. КРИТИЧЕСКАЯ ХРО-
МАТОГРАФИЯ (ХРОМА-
ТОГРАФИЯ В КРИТИ-
ЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ)**
CRITICAL CHROMATOGRAPHY

жидкостная хроматография олигомеров или полимеров в таких условиях (состав смешанного элюента, температура, природа и пористая структура сорбента), когда адсорбционные взаимодействия с сорбентом компенсированы эксклюзионными эффектами, так что удерживание макромолекул определяется не их размером, а наличием специфических (концевых) функциональных групп или топологией молекулы (циклы, разветвления).

ПО ЦЕЛИ (6)

**60. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХРО-
МАТОГРАФИЯ**
ANALYTICAL CHROMATOGRAPHY

хроматография, используемая для качественного анализа смеси и/или количественного определения отдельных компонентов смеси.

**61. ПРЕПАРАТИВНАЯ ХРО-
МАТОГРАФИЯ**
PREPARATIVE CHROMATOGRAPHY

хроматография, используемая для выделения чистых компонентов или фракций из смеси.

**62. ОБРАЩЕННАЯ ГАЗОВАЯ
ХРОМАТОГРАФИЯ**
INVERSED GAS CHROMATOGRAPHY

газовая хроматография, используемая для исследования структуры и свойств неподвижной фазы.

✓ 63. ОБРАЩЕННАЯ СИТОВАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
INVERSED SIZE EXCLUSION CHROMATOGRAPHY

эксклюзионная хроматография, используемая для исследования пористой структуры сорбента.

† ПО ХИМИЧЕСКОМУ ПРЕВРАЩЕНИЮ СОРБАТА (7)

/ 64. РЕАКЦИОННАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
REACTIVE CHROMATOGRAPHY

хроматографический метод, при котором разделяемые соединения подвергаются в хроматографической системе химическим превращениям, включая перевод в производные до или после хроматографической колонки.

/ 65. ПИРОЛИТИЧЕСКАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
PIROLISYS-GAS CHROMATOGRAPHY

реакционная газовая хроматография, при которой исследуемый образец подвергается пиролизу перед хроматографической колонкой.

✓ 66. ОСАДОЧНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
PRECIPITATION CHROMATOGRAPHY

реакционная планарная хроматография, при которой разделяемые соединения образуют с компонентами элюента труднорастворимые осадки, располагающиеся на поверхности сорбента в порядке увеличения их произведений растворимости.

† ПО СПОСОБУ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ (8)

✓ 67. РАДИОХРОМАТОГРАФИЯ
RADIO CHROMATOGRAPHY

хроматографический метод, сочетающий разделение компонентов смеси с детектированием веществ по их радиоактивности.

/ 68. ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ
CHROMATOGRAPHY-MASS SPECTROMETRY

хроматографический метод, сочетающий разделение компонентов смеси с масс-спектрометрическим детектированием разделенных веществ.

69. ХРОМАТОГРАФИЯ С НЕПРЯМЫМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ
CHROMATOGRAPHY WITH INDIRECT DETECTION

хроматографический метод с использованием элюента, дающего постоянный отклик детектора, который ослабевает при прохождении через детектор разделенных веществ, не дающих такого отклика.

**ЭЛЕКТРОФОРЕЗ
И ЭЛЕКТРОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ (9)**

- √70. ЭЛЕКТРОХРОМАТОГРАФИЯ**
ELECTROCHROMATOGRAPHY
- жидкостная хроматография, в которой в качестве побудителя движения подвижной фазы используется электрическое поле (вызывающее электроосмотическое перемещение жидкой фазы вдоль поверхности твердой фазы).
- 71. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ**
ELECTROCHEMICAL CHROMATOGRAPHY
- жидкостная хроматография, в которой взаимодействие компонентов разделяемой смеси с электроприводящим сорбентом регулируется приложенным к нему потенциалом.
- 72. ЭЛЕКТРОФОРЕЗ**
ELECTROPHORESIS
- метод разделения смеси диссоциирующих веществ, основанный на различии в электрофоретической подвижности их ионов в растворе электролита, помещенного в электрическое поле.
- 73. ИЗОТАХОФОРЕЗ**
ISOTACHOPHORESIS
- электрофорез, в котором перед разделяемой смесью помещают лидирующий электролит, а после нее - концевой электролит, причем под воздействием электрического поля смесь разделяется на примыкающие друг к другу зоны индивидуальных компонентов, выходящих в порядке понижения их электрофоретической подвижности.
- 74. ГЕЛЬ-ЭЛЕКТРОФОРЕЗ**
GEL-ELECTROPHORESIS
- электрофорез, в котором смесь заряженных макромолекул разделяется в результате различия в их заряде, размере и скорости миграции через гель (или раствор нейтрального полимера), помещенный в электрическое поле.

**75. КАПИЛЛЯРНЫЙ
ЭЛЕКТРОФОРЕЗ
CAPILLARY ELECTRO-
PHORESIS**

метод разделения смеси заряженных или нейтральных молекул, основанный на различии в их электрофоретической подвижности и/или распределении между раствором и движущимися в электрическом поле заряженными частицами (мицеллами, коллоидными частицами, металлокомплексами, молекулами полиэлектролита).

**76. ИЗОЭЛЕКТРОФО-
КУСИРОВАНИЕ
ISOELECTRIC FOCUS-
ING**

метод разделения в электрическом поле смеси амфотерных соединений, основанный на их распределении вдоль колонки с градиентом pH в соответствии с их изоэлектрическими точками.

III. ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛОНКИ И СОРБЕНТА

**77. ДИАМЕТР КО-
ЛОНКИ, d_c
COLUMN DIAMETER**

внутренний диаметр цилиндрической трубки (колонки).

**78. ДЛИНА КОЛОН-
КИ, L
COLUMN LENGHT**

часть длины трубки, которая содержит сорбент.

**79. ПЛОЩАДЬ СЕЧЕ-
НИЯ КОЛОНКИ, A_c
CROSS-SECTIONAL
AREA OF THE COLUMN**

$$A_c = \pi \left(\frac{d_c}{2} \right)^2 = \frac{\pi d_c^2}{4}$$

площадь внутреннего сечения цилиндрической трубки (колонки).

**80. ОБЪЁМ КОЛОН-
КИ, V_c
COLUMN VOLUME**

часть объёма трубки (колонки), которая содержит сорбент.

**81. СВОБОДНЫЙ
ОБЪЕМ КОЛОНКИ,
ОБЪЕМ ПОДВИЖ-
НОЙ ФАЗЫ, V_0
INTERPARTICLE VOL-
UME**

часть объема колонки, не занятая сорбентом и доступная для подвижной фазы.

Примечание: V_0 характеризует объем подвижной фазы в колонке, который складывается из объема межгранульного пространства и объема пор сорбента, доступных для предельно малых молекул подвижной фазы.

В жидкостной хроматографии

$$V_0 = V_M.$$

В газовой хроматографии

$$V_0 = V_G, \approx V_M^0$$

причем

$$V_M^0 \approx V_G = V_M \cdot j_3^2 \text{ (см. раздел V).}$$

**82. ПОРИСТОСТЬ
КОЛОНКИ, ε
COLUMN POROSITY**

безразмерная величина, равная отношению свободного объема наполненной колонки к объему колонки

$$\varepsilon = \frac{V_0}{V_C}$$

**83. СВОБОДНОЕ СЕ-
ЧЕНИЕ КОЛОНКИ,
 A_M
FREE CROSS-
SECTIONAL AREA OF
THE COLUMN**

часть площади сечения колонки, доступная для перемещения подвижной фазы

$$A_M = \varepsilon A_C.$$

Примечание: для полый (незаполненной) капиллярной колонки величина свободного сечения рассчитывается из её геометрических размеров (с учетом толщины плёнки неподвижной фазы d_f):

$$A_M = \pi \left(\frac{d_C - d_f}{2} \right)^2.$$

Для наполненной колонки

$$A_M = A_G = \frac{V_G}{L} = \frac{F_C \cdot t_M \cdot j_3^2}{L}$$

(см. разделы IV и V).

84. ОБЪЁМ НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ, V_s
STATIONARY PHASE
VOLUME

суммарный объем находящегося в колонке твердого или жидкого сорбента, доступный для молекул сорбата предельно малых размеров.

Примечание: в газо-жидкостной хроматографии $V_s = V_L$, где V_L - объем неподвижной жидкой фазы.

85. ДОЛЯ ОБЪЕМА КОЛОНКИ, ЗАНИМАЕМАЯ ЖИДКОЙ ФАЗОЙ, ϵ_1
THE RATIO OF THE
VOLUME OF THE LIQUID STATIONARY
PHASE TO THAT OF THE
COLUMN VOLUME

в газо-жидкостной хроматографии

$$\epsilon_1 = \frac{V_L}{V_C}$$

86. ТОЛЩИНА ПЛЁНКИ НЕПОДВИЖНОЙ ЖИДКОЙ ФАЗЫ, d_f
LIQUID-PHASE FILM
THICKNESS

толщина плёнки неподвижной жидкой фазы на внутренней поверхности полый капиллярной колонки или на гранулах и поверхности пор твёрдого носителя.

87. ДИАМЕТР ЗЕРНА СОРБЕНТА, d_p
PARTICLE DIAMETER

средний диаметр частиц сорбента.

88. МАССА НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ, W_s
MASS (WEIGHT) OF THE
STATIONARY PHASE

масса неподвижной фазы в колонке.

Примечание: в газо-адсорбционной хроматографии $W_s = W_a$, где W_a - масса адсорбента в колонке; в газо-жидкостной хроматографии имеется в виду только неподвижная жидкая фаза и $W_s = W_L$, где W_L - масса неподвижной жидкой фазы.

89. МАССА ТВЁРДОГО НОСИТЕЛЯ, W_{ss}
MASS OF THE SOLID
SUPPORT

масса твёрдого носителя в колонке, на который наносится неподвижная жидкая фаза.

90. ПРОЦЕНТ ПРОПИТКИ ТВЁРДОГО НОСИТЕЛЯ, П
MASS STATIONARY PHASE TO THE SOLID SUPPORT

выраженное в процентах отношение массы неподвижной жидкой фазы к массе твердого носителя в колонке

$$П = \frac{W_L}{W_{SS}} \cdot 100\%$$

91. ФАЗОВОЕ ОТНОШЕНИЕ, β
PHASE RATIO

отношение объёма подвижной фазы к объёму неподвижной фазы в колонке

$$\beta = \frac{V_0}{V_S}$$

IV. ПАРАМЕТРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

92. КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ В НЕПОДВИЖНОЙ ФАЗЕ (D_s ИЛИ D_L)
DIFFUSION COEFFICIENT IN THE STATIONARY PHASE

характеризует скорость диффузии сорбата в неподвижной фазе.
В распределительной газо-жидкостной хроматографии D_L.

93. КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ В ПОДВИЖНОЙ ФАЗЕ (D_m ИЛИ D_G)
DIFFUSION COEFFICIENT IN THE MOBILE PHASE

характеризует скорость диффузии сорбата в подвижной фазе.
В газовой хроматографии D_G, в жидкостной хроматографии D_m

94. ЭФФЕКТИВНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ, D_{eff}
DIFFUSION COEFFICIENT

характеризует размытие зоны вещества в хроматографической колонке и связан с высотой, эквивалентной теоретической тарелке, соотношением

$$H = \frac{2D_{eff}}{u}$$

где *u* линейная скорость, подвижной фазы в колонке (п.102)

95. ВЯЗКОСТЬ ПОД-
ВИЖНОЙ ФАЗЫ, η
VISCOSITY OF THE
MOBILE PHASE

динамическая вязкость жидкой подвижной фазы или газовой подвижной фазы.

96. ДАВЛЕНИЕ НА
ВХОДЕ В КОЛОНКУ,
 P_i
INLET PRESSURE

величина давления подвижной фазы на входе в колонку.

97. ДАВЛЕНИЕ НА
ВЫХОДЕ ИЗ КОЛОН-
КИ, P_0
OUTLET PRESSURE

величина давления подвижной фазы на выходе из колонки, которое, в частности, может быть равно атмосферному давлению P_a .

98. ПЕРЕПАД ДАВЛЕ-
НИЯ В КОЛОНКЕ, ΔP
PRESSURE DROP

падение давления подвижной фазы в колонке

$$\Delta P = P_i - P_0$$

99. КОЭФФИЦИЕНТ
ДЖЕЙМСА И МАР-
ТИНА, j_3^2
JAMES AND MARTIN
COEFFICIENT
(COMPRESSIBILITY
CORRECTION FACTOR)

в газовой хроматографии отношение давления P_0 газа на выходе из колонки к усреднённой (по длине колонки) величине давления \bar{P} в колонке:

$$j_3^2 = P_0 / \bar{P}$$

Примечание: коэффициент j_3^2 показывает эффективную степень компрессии газа-носителя в колонке по сравнению с тем объёмом, который он занимает на выходе из колонки (при давлении P_0), и поэтому называется также "фактором коррекции на сжимаемость подвижной газовой фазы". Коэффициент j_3^2 вычисляют по формуле:

$$j_3^2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{(P_i / P_0)^2 - 1}{(P_i / P_0)^3 - 1}$$

100. ОБЪЁМНАЯ СКОРОСТЬ ЭЛЮЕНТА НА ВЫХОДЕ ИЗ КОЛОНКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ T_c КОЛОНКИ И ДАВЛЕНИИ P_0 , F_c
MOBILE PHASE FLOW RATE AT COLUMN TEMPERATURE

Примечание: в газовой хроматографии если давление на выходе из колонки P_0 равно атмосферному P_a , то величину F_c можно обозначать как F_{P_a, T_c} .

В случае измерения объёмов (скорости) газа-носителя с помощью пенного измерителя при атмосферном давлении P_a газ-носитель разбавляется парами воды и принимает комнатную температуру T_a . Поэтому в расчётах объёмов (скоростей) газа-носителя необходимо учитывать изменение температуры газа, а также внести поправочный коэффициент

$$\xi = (P_a - P_w) / P_a,$$

где P_w - давление паров воды при комнатной температуре T_a ,

$$F_c = F_{P_a, T_c} \cdot \frac{T_c}{T_a} \cdot \left(\frac{P_a - P_w}{P_a} \right),$$

где F_{P_a, T_c} - объёмная скорость газа-носителя, измеренная с помощью пенного измерителя (расходомера) при атмосферном давлении P_a и комнатной температуре T_a .

101. ОБЪЁМНАЯ СКОРОСТЬ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ В КОЛОНКЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ T_c И В СЕЧЕНИИ, В КОТОРОМ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ РАВНО УСРЕДНЕННОМУ ПО ДЛИНЕ КОЛОНКИ ДАВЛЕНИЮ \bar{P} ,

$F_{\bar{P}, T_c}$

объёмная скорость газа-носителя, приведенная к температуре колонки и усредненному по длине колонки давлению

$$F_{\bar{P}, T_c} = F_c \cdot j_3^2$$

102. ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ ПОДВИЖНОЙ ФАЗЫ, u
LINEAR MOBILE PHASE VELOCITY

линейная скорость перемещения подвижной фазы внутри колонки.

Примечание: в жидкостной хроматографии u рассчитывается как отношение объемной скорости к свободному сечению колонки:

$$u = \frac{F_C}{A_M} = \frac{F_C}{\varepsilon A_C},$$

либо по формуле:

$$u = \frac{L}{t_M},$$

где t_M —мёртвое время (см. раздел V).

103. ЛИНЕЙНАЯ СКОРОСТЬ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ НА ВЫХОДЕ ИЗ КОЛОНКИ, u_0
LINEAR CARRIER GAS VELOCITY AT COLUMN OUTLET

линейная скорость газа-носителя при температуре колонки и давлении на выходе из колонки P_0 .

В газовой хроматографии

$$u_0 = \frac{F_C}{A_G} = \frac{F_C}{\varepsilon A_C}.$$

104. СРЕДНЯЯ (ПО ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ ВещЕСТВА В КОЛОНКЕ) СКОРОСТЬ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ, \bar{u}
AVERAGE LINEAR CARRIER GAS VELOCITY

линейная скорость газа-носителя в колонке, усредненная по времени пребывания сорбата в колонке:

$$\bar{u} = u_0 \cdot j_3^2,$$

на практике эта скорость определяется по формуле:

$$\bar{u} = L/t_M.$$

Примечание: среднее (по длине колонки) давление газа-носителя \bar{P} и средняя (по времени пребывания вещества в колонке) скорость газа-носителя \bar{u} устанавливаются в одном и том же сечении колонки.

V. ХРОМАТОГРАММА И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

105. **НУЛЕВАЯ (БАЗОВАЯ) ЛИНИЯ ХРОМАТОГРАММЫ**
BASELINE участок хроматограммы, соответствующий нулевой концентрации анализируемых веществ в элюате.
106. **ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ ПИК**
CHROMATOGRAPHY PEAK участок хроматограммы, соответствующий выходу определяемого вещества из хроматографической колонки.
107. **ОСНОВАНИЕ ПИКА**
PEAK BASE отрезок нулевой линии, отсекаемый касательными к ветвям пика.
108. **ВЫСОТА ПИКА, h**
PEAK HEIGHT расстояние от максимума пика до его основания.
109. **ШИРИНА ПИКА У ОСНОВАНИЯ, w_b**
PEAK WIDTH AT BASE отрезок основания пика в единицах длины, отсекаемый двумя касательными, проведёнными в точках перегибов восходящей и нисходящей ветвей хроматографического пика (τ_b – то же, выраженное в единицах времени, ω_b – то же, выраженное в единицах объёма).
110. **ШИРИНА ПИКА НА ПОЛУВЫСОТЕ, w_h**
PEAK WIDTH AT HALF-HEIGHT отсекаемый пиком отрезок линии, проведённой параллельно основанию пика на середине его высоты (τ_h – то же, выраженное в единицах времени, ω_h – то же, выраженное в единицах объёма).
111. **ПЛОЩАДЬ ПИКА, Q**
PEAK AREA площадь хроматограммы, заключённая между пиком и его основанием.

112. МЁРТВОЕ ВРЕМЯ, t_M HOLD-UP TIME

время пребывания несорбирующегося вещества в хроматографической колонке.

Примечание: на практике время измеряют от момента ввода пробы несорбирующегося вещества в хроматограф до момента регистрации максимума сигнала детектора. Оно включает не только мертвое время, но и время прохождения веществом внеколоночных объемов (узла ввода пробы, детектора и соединяющих их с колонкой коммуникаций). Измеренное таким образом время называют "полное или брутто мертвое время".

113. МЁРТВЫЙ ОБЪЁМ, V_M HOLD-UP VOLUME

объём подвижной фазы внутри хроматографической колонки.

Примечание: 1) на практике измеряют объём между точкой ввода несорбирующейся пробы и точкой её обнаружения. Измеренный таким способом объём называют "полный или брутто мертвый объём". Кроме мёртвого объёма, он включает в себя объёмы устройства ввода пробы и детектора, а также объёмы коммуникаций между ними и колонкой; 2) в газовой хроматографии мёртвый объём рассчитывают по формуле:

$$V_M = t_M \cdot F_C,$$

где $F_C = F_{P_a, T_C}$, когда давление на выходе из колонки равно атмосферному P_a . Эта величина превышает величину свободного объёма колонки. Она становится равной ей после умножения на фактор j_3^2 , т.е. расчета "исправленного мертвого объёма" $V_M^0 = t_M \cdot F_C \cdot j_3^2$.

114. ВРЕМЯ УДЕРЖИВАНИЯ ВЕЩЕСТВА, t_R
TOTAL RETENTION TIME

время пребывания исследуемого вещества в хроматографической колонке.

Примечание: на практике время удерживания определяют от момента ввода пробы вещества в хроматограф до момента регистрации максимума сигнала детектора.

115. ОБЪЁМ УДЕРЖИВАНИЯ ВЕЩЕСТВА (УДЕРЖИВАЕМЫЙ ОБЪЁМ ВЕЩЕСТВА), V_R
TOTAL RETENTION VOLUME

объём подвижной фазы, затрачиваемый на элюирование пробы вещества.

Примечание: в газовой хроматографии объём удерживания вещества рассчитывают для температуры колонки и давления на выходе из колонки по формуле:

$$V_R = t_R \cdot F_C.$$

116. ИСПРАВЛЕННЫЙ (СКОРРЕКТИРОВАННЫЙ) УДЕРЖИВАЕМЫЙ ОБЪЁМ, V_R^0
CORRECTED RETENTION VOLUME

удерживаемый объём с поправкой на сжимаемость газовой фазы

$$V_R^0 = V_R \cdot j_3^2.$$

117. ПРИВЕДЁННОЕ ВРЕМЯ УДЕРЖИВАНИЯ, t_R'
ADJUSTED RETENTION TIME

время удерживания вещества за вычетом мёртвого времени: $t_R' = t_R - t_M$.

118. ПРИВЕДЁННЫЙ ОБЪЁМ УДЕРЖИВАНИЯ, V_R'
ADJUSTED RETENTION VOLUME

объём удерживания вещества за вычетом мёртвого объёма: $V_R' = V_R - V_M$.

Примечание: в газовой хроматографии приведенному объёму соответствует температура колонки и давление на выходе из колонки.

119. ЧИСТЫЙ ОБЪЁМ УДЕРЖИВАНИЯ (ЭФФЕКТИВНЫЙ УДЕРЖИВАЕМЫЙ ОБЪЁМ), V_N
NET RETENTION VOLUME

приведённый объём удерживания вещества при усреднённом по длине колонки давлении \bar{P} газа и температуре T_c колонки:

$$V_N = V_R' \cdot j_3^2.$$

**120. УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЁМ
УДЕРЖИВАНИЯ (УДЕЛЬ-
НЫЙ УДЕРЖИВАЕМЫЙ
ОБЪЁМ), V_g^T, V_S^T, V_V^T
SPECIFIC RETENTION
VOLUME**

чистый объём удерживания, отнесён-
ный к единице массы W_S или объёму
 V_S неподвижной фазы, или площади
поверхности адсорбента A_S (при ус-
реднённом по длине колонки давле-
нии \bar{P} и температуре колонки T_c):

$$V_g^T = \frac{V'_R \cdot j_2^3}{W_S} = \frac{V_N}{W_S},$$

$$V_V^T = \frac{V'_R \cdot j_3^2}{V_S} = \frac{V_N}{V_S},$$

$$V_S^T = \frac{V'_R \cdot j_3^2}{A_S} = \frac{V_N}{A_S}.$$

**121. ФАКТОР УДЕРЖИВА-
НИЯ, k
RETENTION FACTOR**

безразмерная величина, равная отно-
шению времени пребывания молекул
вещества в неподвижной фазе ко вре-
мени пребывания молекул вещества в
подвижной фазе:

$$k = \frac{t'_R}{t'_M}.$$

Примечание: в газо-жидкостной хро-
матографии фактор удерживания оп-
ределяется константой распределения
 K_c вещества между неподвижной и
подвижной фазами (см. раздел VI):

$$k = K_c \frac{V_S}{V_M}.$$

**122. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ
УДЕРЖИВАНИЕ, γ
RELATIVE RETENTION**

безразмерная величина, равная отно-
шению приведённого объёма
(времени) удерживания определяемо-
го вещества к приведённому объёму
(времени) удерживания вещества, взя-
того для сравнения и хроматографи-
руемого в идентичных условиях:

$$\gamma = \frac{t'_{R,sp}}{t'_{R,sp}} = \frac{V'_{R,sp}}{V'_{R,sp}}.$$

123. ИНДЕКС УДЕРЖИВАНИЯ КОВАЧА, I
KOVATS' RETENTION INDEX

безразмерный параметр, характеризующий относительное удерживание вещества в масштабе шкалы удерживания n -алканов, хроматографируемых в идентичных изотермических условиях:

$$I = 100 \cdot \frac{\lg V'_{R,x} - \lg V'_{R,z}}{\lg V'_{R,z+1} - \lg V'_{R,z}} + 100z =$$

$$= 100 \frac{\lg t'_{R,x} - \lg t'_{R,z}}{\lg t'_{R,z+1} - \lg t'_{R,z}} + 100z,$$

где z и $z+1$ – число атомов углерода в n -алканах, между которыми элюируется вещество;

$V'_{R,x}, V'_{R,z}, V'_{R,z+1}, t'_{R,x}, t'_{R,z}, t'_{R,z+1}$ – приведённые объёмы и приведённые времена удерживания определяемого вещества и двух n -алканов, между которыми оно элюируется.

Примечание: индекс I равен интерполированному числу (умноженному на 100) атомов углерода гипотетического n -алкана, который элюировался бы с тем же объёмом удерживания V'_R , с которым элюируется определяемое вещество.

124. ЛИНЕЙНЫЙ ИНДЕКС УДЕРЖИВАНИЯ, J
LINEAR RETENTION INDEX

безразмерный параметр, характеризующий относительное удерживание вещества в масштабе шкалы удерживания n -алканов, хроматографируемых в идентичных изотермических условиях:

$$J = \frac{\Delta l_{x,z}}{\Delta l_{z+1,z}} + z = \frac{t_{R_x} - t_{R_z}}{t_{R_{z+1}} - t_{R_z}} + z,$$

где $\Delta l_{x,z}, \Delta l_{z+1,z}$ – измеренные на хроматограмме расстояния между ординатами исследуемого сорбата "х" и n -алканов с числом атомов углерода z и $z+1$; $t_{R_x}, t_{R_z}, t_{R_{z+1}}$ – соответствующие времена удерживания.

125. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОЛОНКИ
COLUMN EFFICIENCY

характеристика качества колонки, определяемая числом теоретических тарелок и высотой теоретической тарелки.

126. ЧИСЛО ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ТАРЕЛОК, N
PLATE NUMBER

величина, характеризующая качество колонки и рассчитываемая по параметрам удерживания выбранного вещества по формулам:

$$N = 16 \left(\frac{l_R}{w_b} \right)^2 = 5,545 \left(\frac{l_R}{w_h} \right)^2$$

$$N = 16 \left(\frac{t_R}{\tau_b} \right)^2 = 5,545 \left(\frac{t_R}{\tau_h} \right)^2$$

$$N = 16 \left(\frac{V_R}{\omega_b} \right)^2 = 5,545 \left(\frac{V_R}{\omega_h} \right)^2$$

127. ВЫСОТА, ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ТАРЕЛКЕ, H
PLATE HEIGHT EQUIVALENT TO ONE THEORETICAL PLATE

величина, характеризующая качество колонки и рассчитываемая как отношение длины колонки к числу теоретических тарелок:

$$H = \frac{L}{N}$$

128. ЭФФЕКТИВНОЕ ЧИСЛО ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ТАРЕЛОК, N_{eff}
EFFECTIVE PLATE NUMBER

величина, характеризующая качество колонки и рассчитываемая по параметрам удерживания выбранного вещества по формулам:

$$N_{\text{eff}} = 16 \left(\frac{V'_R}{\omega_b} \right)^2 = 5,545 \left(\frac{V'_R}{\omega_h} \right)^2 = 5,545 \left(\frac{t'_R}{\tau_h} \right)^2$$

Примечание: эффективное число теоретических тарелок и число теоретических тарелок связаны соотношением:

$$N = N_{\text{eff}} \left[\frac{k+1}{k} \right]^2,$$

где k – фактор удерживания.

129. ПРИВЕДЁННАЯ ВЫСОТА ТАРЕЛКИ, h
REDUCED PLATE HEIGHT

отношение высоты, эквивалентной теоретической тарелке, к диаметру зерна сорбента d_p

$$h = \frac{H}{d_p}$$

VI. ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВ

130. ФАКТОР РАЗДЕЛЕНИЯ, $\alpha_{A/B}$
SEPARATION FACTOR

безразмерная величина, характеризующая разделительную способность колонки по отношению к веществам А и Б и численно равная отношению факторов удерживания или приведённых времён удерживания этих веществ

$$\alpha_{A/B} = \frac{k_A}{k_B} = \frac{t'_{R,A}}{t'_{R,B}}$$

Примечание: в газо-жидкостной хроматографии при отсутствии адсорбционных

эффектов $\alpha_{A/B} = \frac{P_B^0 \cdot \gamma_B}{P_A^0 \cdot \gamma_A}$

131. КОЭФФИЦИЕНТ СЕЛЕКТИВНОСТИ НЕПОДВИЖНОЙ ЖИДКОЙ ФАЗЫ, k_S

$$k_S = \frac{2(K_{C,A} - K_{C,B})}{K_{C,A} + K_{C,B}} = \frac{2(t'_{R,A} - t'_{R,B})}{t'_{R,A} + t'_{R,B}}$$

критерий, характеризующий селективность неподвижной жидкой фазы при разделении компонентов А и Б,

где $K_{C,A}$ и $K_{C,B}$ – константы распределения.

132. КОЭФФИЦИЕНТ СЕЛЕКТИВНОСТИ КОЛОНКИ, $K_{S,C}$

критерий, характеризующий селективность колонки при разделении компонентов А и Б

$$K_{S,C} = \frac{2(K_{0,A} - K_{0,B})}{K_{0,A} + K_{0,B}} = \frac{2(t_{R,A} - t_{R,B})}{t_{R,A} + t_{R,B}}$$

где $K_{0,A}$ и $K_{0,B}$ – общие коэффициенты распределения для веществ А и Б (раздел VII).

133. РАЗРЕШЕНИЕ ПИКОВ (СТЕПЕНЬ РАЗДЕЛЕНИЯ), R_s PEAK RESOLUTION

расстояние между максимумами выбранных соседних пиков, делённое на полу- сумму их ширин у основания (выраженных в одних и тех же единицах измерения):

$$R_s = \frac{t_{R,2} - t_{R,1}}{(\tau_{b,2} + \tau_{b,1})/2}$$

или

$$R_s = \frac{t_{R,2} - t_{R,1}}{(\tau_{h,2} + \tau_{h,1})}$$

134. КРИТЕРИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ДЛЯ НЕПОЛНОСТЬЮ РАЗДЕЛЕННЫХ ПИКОВ, Ψ

отношение разности высоты меньшего пика h и высоты минимума между пиками h_{\min} к высоте h :

$$\Psi = \frac{h - h_{\min}}{h}$$

135. КРИТЕРИЙ РАВНОМЕРНОСТИ, Δ (ИЗМЕНЯЕТСЯ ОТ 0 ДО 1)

безразмерный критерий, характеризующий равномерность разделения многокомпонентных смесей и изменяющийся от 0 до 1 (оптимум):

$$\Delta = \frac{n_k \cdot \tau_b \cdot R_s}{t}$$

где n_k – число пиков на хроматограмме, τ_b – ширина наиболее узкого пика у основания, R_s – разрешение пиков для наилучшим образом разделяемой пары, t – продолжительность анализа (время выхода последнего компонента).

136. КОЭФФИЦИЕНТ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ, λ

обобщённый критерий, характеризующий как качество, так и скорость разделения многокомпонентных смесей:

$$\lambda = \frac{n_k \cdot R_s^2}{t}$$

VII. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ МЕЖФАЗНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

**137. КОНСТАНТА
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ,
K_C
DISTRIBUTION
CONSTANT**

отношение концентрации (г/см³ или моль/см³) сорбата в неподвижной фазе к его концентрации в подвижной фазе:

$$K_C = \frac{W_S / V_S}{W_M / V_M} = \frac{n_S / V_S}{n_M / V_M},$$

где W_S, W_M, n_S, n_M – масса (г) и количество моль сорбата в неподвижной и подвижной фазах; V_S и V_M – соответствующие объемы фаз.

Примечание: в жидкостной распределительной хроматографии K_C связана с объемом удерживания вещества V_R соотношением

$$K_C = (V_R - V_M) / V_L,$$

где V_L – объем неподвижной жидкой фазы в колонке; в газо-жидкостной распределительной хроматографии

$$K_C = \left(\frac{C_L}{C_G} \right)_{C_G \rightarrow 0},$$

$$K_C = \frac{(V_R - V_M) j_3^2}{V_L} = V_V^T = V_g^T \cdot \rho_L,$$

где ρ_L – плотность жидкой неподвижной фазы при температуре колонки T_c.

**138. КОНСТАНТА
АДСОРБЦИИ НА
МЕЖФАЗНОЙ
ГРАНИЦЕ ГАЗ –
НЕПОДВИЖНАЯ
ЖИДКАЯ ФАЗА,
K_{GL}**

отношение гиббсовской адсорбции вещества на границе газ–неподвижная жидкая фаза Γ_{GL} (моль/см²) к его концентрации в газовой фазе C_G (моль/см³):

$$K_{GL} = \left(\frac{\Gamma_{GL}}{C_G} \right)_{C_G \rightarrow 0}.$$

139. КОНСТАНТА АДСОРБЦИИ НА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ НЕПОДВИЖНАЯ ЖИДКАЯ ФАЗА-ТВЕРДЫЙ НОСИТЕЛЬ, K_{LS}

отношение гиббсовской адсорбции вещества на границе неподвижная жидкая фаза-твердый носитель Γ_{LS} (моль/см²) к его концентрации в неподвижной жидкой фазе C_L (моль/см³):

$$K_{LS} = \left(\frac{\Gamma_{LS}}{C_L} \right)_{C_L \rightarrow 0}.$$

Примечание: в газо-жидкостной хроматографии если в удерживание вносит определенный вклад адсорбция, то константы K_{GL} и K_{LS} можно определить из уравнения

$$V_N = K_C V_L + K_{GL} A_{GL} + K_C K_{LS} A_{LS},$$

где A_{GL} , A_{LS} - поверхности раздела фаз газ-жидкость и жидкость-твердый носитель в колонке; K_{GL} и K_{LS} имеют размерность см.

140. ОБЩИЙ КОЭФФИЦИЕНТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, K_0

в газо-жидкостной хроматографии отношение количества сорбата в единице объема колонки, заполненной сорбентом, к количеству сорбата в единице объема газовой фазы.

$$K_0 = K_C \cdot \varepsilon_1 + \varepsilon = \frac{V_R^0}{V_c} = \frac{V_R \cdot j}{L \cdot A_c}.$$

141. КОНСТАНТА ГЕНРИ, K_H

отношение парциального давления p_i вещества i в идеальной газовой фазе к его мольной доле x_i в жидкой фазе:

$$K_H = \left(\frac{p_i}{x_i} \right)_{x_i \rightarrow 0}.$$

Примечание: если p_i выражено в единицах давления, то размерность K_H совпадает с размерностью давления; K_H может быть безразмерной в том случае, если парциальное давление берется как относительное $\tilde{p}_i = p_i / P_{st}$; в газо-жидкостной хроматографии величина K_H обратно пропорциональна удерживаемому объёму:

$$K_H = \frac{RT_C}{V_g^T \cdot M_L},$$

где M_L - молярная масса неподвижной фазы.

142. КОНСТАНТА ГЕНРИ АДСОРБЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ ПРИ МАЛЫХ ЗАПОЛНЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ, $K_{1,c}$

$$K_{1,c} = \lim_{C_G \rightarrow 0} \left(\frac{\Gamma_{GS}}{C_G} \right),$$

где Γ_{GS} – гиббсовская адсорбция вещества на поверхности адсорбента, моль/см²; C_G – концентрация в идеальной газовой фазе, моль/см³.

В газо-адсорбционной хроматографии постулируется, что

$$K_{1,c} = \lim_{(C_G \rightarrow 0)} V_S^T.$$

143. ДАВЛЕНИЕ НАСЫЩЕННОГО ПАРА ВЕЩЕСТВА (СОРБАТА) ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ КОЛОНКИ T_c , P_i^0

давление пара вещества (сорбата), находящегося в термодинамическом равновесии с чистым жидким веществом при соответствующей температуре.

Примечание: зависит от природы вещества и температуры (справочная величина); может быть вычислено на основании уравнения Антуана или другими расчётными методами.

144. ВТОРЫЕ ВИРИАЛЬНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РЕАЛЬНОГО ГАЗА, B_{ii} , B_{im} , B_{mm} В РАЗЛОЖЕНИИ В РЯД ПО СТЕПЕНЯМ $1/V$

B_{ii} и B_{mm} – вторые вириальные коэффициенты сорбата и газа-носителя в вириальном уравнении состояния газовой фазы; B_{im} – второй смешанный вириальный коэффициент пары "сорбат-газ-носитель".

Примечание: в многопараметрическом уравнении состояния реального газа в разложении по степеням $1/V$

$$\frac{PV}{RT} = 1 + B/V + C/V^2 + \dots,$$

а в разложении по степеням давления

$$\frac{PV}{RT} = 1 + B'P + C'P^2 + \dots,$$

причем $B = RTB'$

145. КОЭФФИЦИЕНТ АКТИВНОСТИ СОРБАТА В НЕПОДВИЖНОЙ ЖИДКОЙ ФАЗЕ,
 $\gamma_i^\infty(T_c, P)$

отношение активности к концентрации данного компонента в бесконечно разбавленном растворе.

Примечание: 1) если концентрация сорбата (1) в жидкой фазе (2) выражена в молярных долях и применяется симметричная система отсчета ($\gamma_i \rightarrow 1$ при $x_i \rightarrow 1$, $i = 1, 2$), то рациональный коэффициент активности γ_i^∞ характеризует отклонение от закона Рауля в предельно разбавленном жидком растворе:

$$\gamma_i^\infty(T_c, P) = \lim_{x_i \rightarrow 0} \left(\frac{p_i}{x_i p_i^0} \right),$$

2) коэффициент активности связан с удельным объемом удерживания сорбата, определенном при среднем давлении в колонке \bar{P} , и константой Генри соотношениями:

$$\gamma_i^\infty(T_c, P) = \frac{RT_c}{V_{g, i(\bar{P})}^T M_L p_i^0} = \frac{K_{H, i}}{P_i^0},$$

3) скорректированный к нулевому давлению в хроматографической системе предельный (гипотетический) коэффициент активности $\gamma_i^\infty(T_c, 0)$ рассчитывается по формуле:

$$\ln \gamma_i^\infty(T_c, 0) = \ln \frac{RT_c}{V_{g, i(\bar{P})}^T M_L p_i^0} - \frac{(B_{ii} - \bar{V}_i^0) p_i^0}{RT_c} + \frac{(2B_{iM} - \bar{V}_i^\infty) \bar{P}}{RT},$$

где \bar{V}_i^0 , \bar{V}_i^∞ - молярные объемы чистого жидкого сорбата и сорбата в бесконечно разбавленном растворе, соответственно; \bar{P} - среднее (по времени пребывания сорбата в колонке) давление ($\bar{P} = P_0 / j_i^3$).

146. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СТАНДАРТНЫЕ МОЛЯРНЫЕ ЭНЕРГИЯ ГИББСА, ЭНТАЛЬПИЯ И ЭНТРОПИЯ СОРБЦИИ ВЕЩЕСТВА НЕПОДВИЖНОЙ ЖИДКОЙ ФАЗОЙ,

$$\Delta_p \bar{G}_i^0, \Delta_p \bar{H}_i^0, \Delta_p \bar{S}_i^0$$

147. СТАНДАРТНЫЕ МОЛЯРНЫЕ ЭНЕРГИЯ ГИББСА, ЭНТАЛЬПИЯ И ЭНТРОПИЯ КОНДЕНСАЦИИ ЧИСТОГО СОРБАТА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ КОЛОНКИ T_c , $\Delta_c \bar{G}_i^0$, $\Delta_c \bar{H}_i^0$, $\Delta_c \bar{S}_i^0$

148. ПАРЦИАЛЬНЫЕ ИЗБЫТОЧНЫЕ МОЛЯРНЫЕ ЭНЕРГИЯ ГИББСА, ЭНТАЛЬПИЯ И ЭНТРОПИЯ СОРБАТА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ КОЛОНКИ В БЕСКОНЕЧНО РАЗБАВЛЕННОМ РАСТВОРЕ, $\bar{G}_i^{E,\infty}$, $\bar{H}_i^{E,\infty}$, $\bar{S}_i^{E,\infty}$

изменения энергии Гиббса, энтальпии и энтропии при переходе 1 моль сорбата из стандартного состояния в подвижной фазе в стандартное сорбированное состояние.

Примечание: в газо-жидкостной хроматографии при переходе 1 моль сорбата из идеальной газовой фазы со стандартным давлением его паров p_{st} в состояние бесконечно разбавленного раствора (при температуре колонки T_c) изменение энергии Гиббса равно:

$$\Delta_p \bar{G}_i^0 = -RT_c \ln(p_{st} / K_H).$$

характеризуют изменение этих функций при переходе 1 моля сорбата из газового состояния со стандартным давлением $p_{st} = 1$ атм в состояние чистой жидкости.

Примечание: изменение энергии Гиббса при конденсации может быть вычислено по формуле:

$$\Delta_c \bar{G}_i^0 = RT \ln p_i^0 / p_{st},$$

если $p_{st} = p_i^0$, то $\Delta_c \bar{G}_i^0 = 0$.

представляют собой избыток соответствующей термодинамической функции сорбата в реальном растворе по сравнению с соответствующей функцией в идеальном растворе такого же состава и при тех же значениях температуры и давления.

Примечания: 1) избыточные термодинамические функции характеризуют отклонение от закона Рауля и связаны с рациональным коэффициентом активности сорбата соотношениями:

$$\bar{G}_i^{E,\infty} = RT_c \ln \gamma_i^\infty,$$

$$\ln \gamma_i^\infty = \frac{\bar{H}_i^{E,\infty}}{RT_c} - \frac{\bar{S}_i^{E,\infty}}{R};$$

2) для реальной сорбционной системы избыточные величины связаны с $\gamma_i^\infty(T_c, P)$.

Редактор Н.А.Волынкина
Компьютерная верстка, макет Н.П.Барина

ЛР № 020316 от 04.12.96 г. Подписано в печать 10.11. 99.
Формат 60 x 84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ.л. 2,0;
уч.-изд. л.2,25. Тираж 100 экз. Заказ N 273
Издательство "Самарский университет", 443011, г. Самара,
ул. Акад. Павлова, 1.
УОП СамГУ, ПЛД № 67-43 от 19.02.98.