

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. ЭНАНТИОСЕЛЕКТИВНАЯ (ХИРАЛЬНАЯ) ХРОМАТОГРАФИЯ
ENANTIOSELECTIVE
(CHIRAL) CHROMATOGRAPHY

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

59. КРИТИЧЕСКАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ (ХРОМАТОГРАФИЯ В КРИТИЧЕСКИХ 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 ХРОМАТОГРАФИЯ
ANALYTICAL CHROMATOGRAPHY

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

61. ПРЕПАРАТИВНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ
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 LENGTH**

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 полых (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 полрой 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 ПРО-
ПИТКИ ТВЁРДОГО
НОСИТЕЛЯ, П**
MASS STATIONARY
PHASE TO THE SOLID
SUPPORT

выраженное в процентах отношение массы
неподвижной жидкой фазы к массе твер-
дого носителя в колонке

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

**91. ФАЗОВОЕ
ОТНОШЕНИЕ, β**
PHASE RATIO

отношение объёма подвижной фазы к объ-
ёму неподвижной фазы в колонке

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

IV. ПАРАМЕТРЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

**92. КОЭФФИЦИЕНТ
ДИФфуЗИИ В НЕ-
ПОДВИЖНОЙ ФАЗЕ**
(D_s ИЛИ D_L)
DIFFUSION COEFFI-
CIENT IN THE STA-
TIONARY PHASE

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

**93. КОЭФФИЦИЕНТ
ДИФфуЗИИ В ПОД-
ВИЖНОЙ ФАЗЕ (D_M
ИЛИ D_G)**
DIFFUSION COEFFI-
CIENT IN THE MOBILE
PHASE

характеризует скорость диффузии сорбата
в подвижной фазе.
В газовой хроматографии D_G, в жидкост-
ной хроматографии D_M

**94. ЭФФЕКТИВНЫЙ
КОЭФФИЦИЕНТ
ДИФфуЗИИ, D_{eff}**
DIFFUSION COEFFI-
CIENT

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 КОЛОНКИ 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 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, V_{ii} , V_{im} , V_{mm} В РАЗЛОЖЕНИИ В РЯД ПО СТЕПЕНЯМ $1/V$

V_{ii} и V_{mm} – вторые вириальные коэффициенты сорбата и газа-носителя в вириальном уравнении состояния газовой фазы; V_{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.