

граммирования температур. Вторая колонка содержит в качестве адсорбента трепел Зикеевского карьера (ТЗК), модифицированный вазелиновым маслом. На этой неподвижной фазе анализируют углеводороды  $C_3-C_5$ , в том числе цис- и транс-изомеры, алкадиены, алкины. ТЗК — единственный адсорбент, на котором, не применяя низких температур, можно отделять изобутены от бутенов.

**Жидкостная адсорбционная хроматография.** Жидкостная адсорбционная хроматография применяется для группового разделения углеводородов на алканоциклоалкановую и ареновую фракции, а также для разделения аренов по степени цикличности. Хроматографические колонки заполняют силикагелем или двойным адсорбентом — оксидом алюминия и силикагелем. В качестве десорбентов при анализе керосиновых и масляных фракций для вымывания насыщенных углеводородов используют  $n$ -алканы  $C_5-C_7$ , для десорбции ароматических и гетеро-атомных компонентов — бензол, спиртобензольные смеси, ацетон, хлороформ. Применение ступенчатого или непрерывного увеличения полярности подвижной фазы позволяет значительно уменьшить время удерживания веществ. Этот метод называется градиентным элюированием.

Пробу хроматографируют, разделяют на хроматографические фракции, определяют выход каждой фракции после отгона растворителей, показатель преломления  $n_D^{20}$ , дисперсию и строят хроматограмму  $n_D^{20}$  по оси ординат — выход фракции по оси абсцисс. Хроматограмма помогает сгруппировать соседние фракции. Фракцию до резкого подъёма кривой  $n_D^{20}$  относят к алкану — циклоалкановой фракции. Методом ЖЖХ возможно концентрирование алканов из смесей с моно- и бициклическими циклоалканами бензиновых фракций при использовании в качестве неподвижной фазы анилина или метилового эфира, этиленгликоля на силикагеле, а в качестве подвижной фазы — перфторалкифатических соединений, обладающих повышенной растворяющей способностью по отношению к алканам.

В последнее время наблюдается возрождение ЖЖХ благодаря созданию совершенных жидкофазных хроматографов с чувствительными детекторами и автоматической записью хроматограмм. Для повышения скорости анализа и эффективности разделения ЖЖХ проводят под давлением до 30 МПа. Наиболее целесообразно использование ЖЖХ для исследования высокомолекулярных соединений нефти.

Бумажная хроматография, открытая в 1941 г. А. Мартином и Р. Синджем, является одним из вариантов ЖЖХ. Роль хроматографической колонки выполняет полоска пористой бумаги, неподвижной фазой служит вода, удерживаемая волокнами целлюлозы, а подвижной — органические растворители. Бумажная хроматография применяется при анализе смолистых веществ и асфальтенов. Полоску бумаги погружают в спиртобензольный раствор образца и оставляют на 12-14 ч, в течение которых на бумаге образуется хроматограмма, а растворитель улетучивается. При облучении бумаги ультрафиолетовым светом зона смол даёт ярко-жёлтую люминесценцию, а асфальтены — тёмно-коричневую.

Вместо бумажной хроматографии можно использовать тонкослойную хроматографию. Адсорбент, например силикагель, распределяют равномерным слоем толщиной до 1 мм на стеклянной пластине, для закрепления слоя добавляют инертное вяжущее вещество. Анализируемый образец наносят на один край пластины и погружают ее в растворитель, который постепенно мигрирует в слое адсорбента. При этом происходит образование зон компонентов образца, причем, как и в хроматографической колонке, быстрее всего перемещаются наименее полярные компоненты.

**Препаративная хроматография.** Препаративная хроматография благодаря высокой разделяющей способности колонок и использованию селективных неподвижных фаз позволяет разделять практически любые смеси, в том числе азеотропы и изомеры. Для выделения веществ с целью последующей идентификации другими методами можно