



**Особенности образования углеводородов в осадочных бассейнах. Катагенез пород осадочных бассейнов.**



**КАТАГЕНЕЗ - это химические и физико-химические процессы в осадочных горных породах, протекающие в условиях относительно низких температур и давлений и предшествует метаморфизму. Характеризуется интенсивным их уплотнением и частичным преобразованием терригенных компонентов.**



Седиментогенез (начальная стадия) характеризуется накоплением исходного нефтегазоматеринского органического вещества в субаквальных осадках за счёт синтеза продуктов деструкции биоценозов (липидов, углеводов, белков, целлюлозы, лигнина); формированием нефтегазоматеринского потенциала органического вещества, обусловленного его молекулярной структурой, и потенциала пород, зависящего от типа накопленного органического вещества (сапропелевый или гумусовый) и его концентрации в породе.



Стадия диагенеза характеризуется затуханием аэробного преобразования органического вещества, установлением физико-химического равновесия в среде осадка-породы. Начинается анаэробный период превращения органического вещества, формируется "юная" микронефть. Концентрация её повышается как за счёт углеводородов, синтезированных анаэробными микроорганизмами, так и за счёт химических превращений органического вещества в низкотемпературных условиях (декарбоксилирование жирных кислот, дезаминирование белков и др.). Содержание микронефти в породе может достигать 0,01-0,05% и тем выше, чем выше исходный потенциал органического вещества. Основным продуктом этой стадии являются газообразные углеводороды (верхняя зона газообразования), формирующие при наличии ловушек газовые залежи.



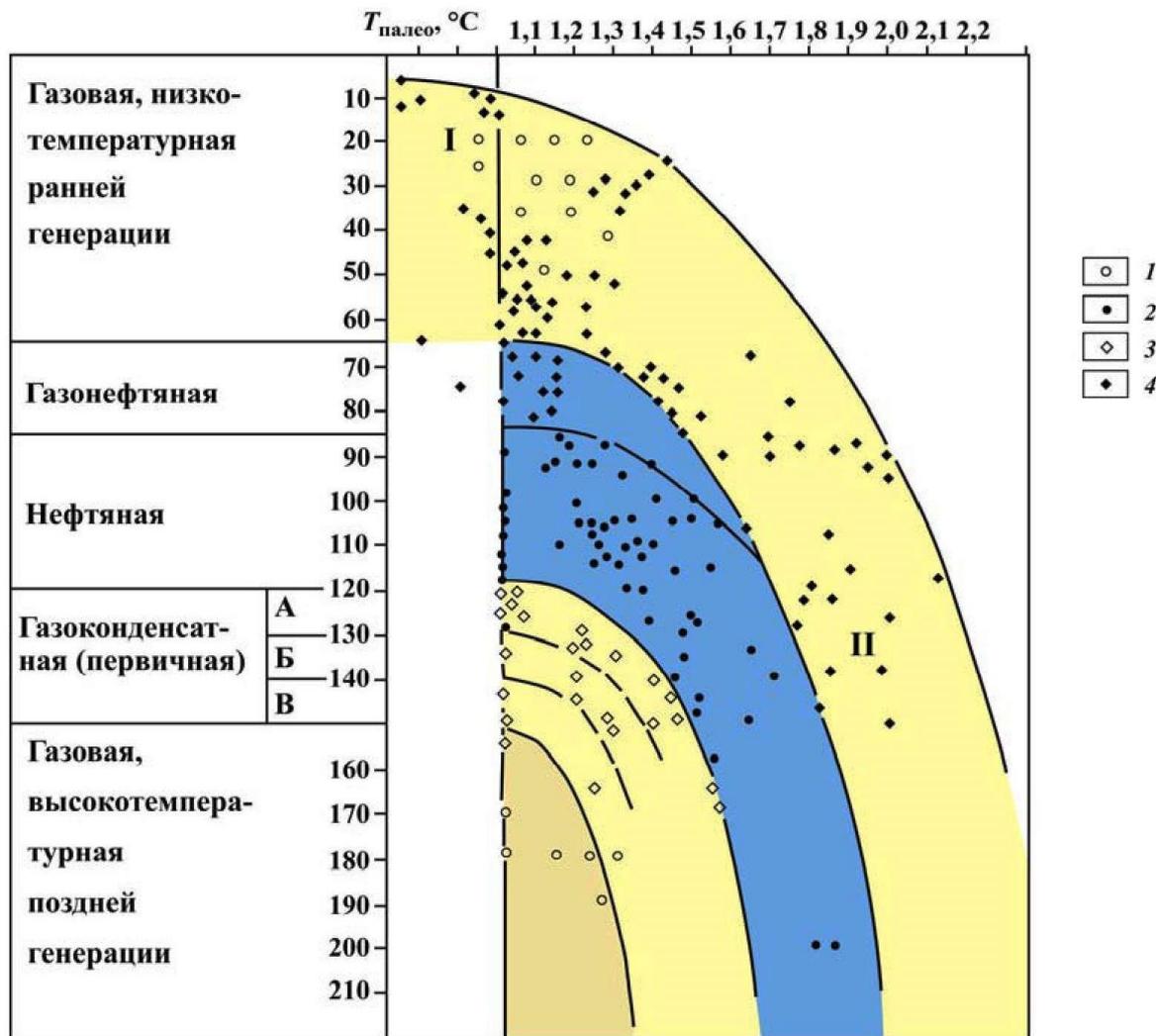
Стадия катагенеза расчленяется на ряд подстадий: раннюю — *протокатагенез* (буроугольный этап углефикаций), среднюю — *мезокатагенез* (каменноугольный этап), позднюю — *апокатагенез* (антрацитовый этап). Протокатагенез характеризуется погружением пород в области температур 50- 80°С и давлений 30,4-35,5 МПа. Процесс дальнейшего физико-химического преобразования органики, но в более жёстких термобарических условиях, сопровождается преимущественно образованием газообразных углеводородов за счёт отщепления периферических групп от исходной макромолекулы органического вещества.



Мезокатагенез (МК) — основная подстадия в истории образования нефти. Она расчленяется на ряд градаций от МК1 до МК5. Породы при погружении продолжают уплотняться, температура к концу МК достигает 200-250°C, давление — 179,2-202,6 МПа. Происходит внутримолекулярная перестройка основной матрицы керогена, в результате которой выделяется широкая гамма углеводородов. На градациях МК1-МК3 при температурах 60-180°C образуется основная масса углеводородов нефтяного ряда — главная фаза (зона) нефтеобразования; на последующих градациях (МК4-МК5) генерируется в основном газ — зона преимущественно метанообразования, 2-я главная зона газообразования. На подстадии апокатагенеза (температура свыше 250°C) происходит графитизация углефицированного вещества; в начале подстадии продолжается генерация метана, к концу — происходит выделение в основном кислых газов.



**Фазовая зональность** углеводородов формируется под действием многих факторов: *геоструктурных, термобарических, катагенетических, геохимических, литолого-фациальных, гидрогеологических*, степень влияния которых зависит от специфических условий геологического развития конкретного региона. Закономерности фазового состояния углеводородной системы в недрах, фазовые равновесия и фазовые переходы определяются взаимосвязанными сочетаниями температур и давления как функции режима и направленности тектонических движений.



**Рис. 1. Диаграмма генетической фазовой зональности углеводородов:**

1 – газовые местоскопления; 2 – нефтяные; 3 – газоконденсатные (первичные); 4 – газоконденсатные (вторичные, нанесены по данным современных температур). Зоны образования вторичных конденсатов: I – в результате прямого испарения нефти; II – в результате растворения нефти в сжатом газе. Первичные конденсаты: А – слабопревращенные, Б – превращенные, В – сильно превращенные



**МОДЕЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ФАЗОВОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ УВ  
ДИФФЕРЕНЦИРУЕТСЯ НА РЯД ЗОН  
НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ:**

**газовая  
(низкотемпературная)**

**газонефтяная**

**нефтяная**

**газоконденсатная  
(первичная)**

**газовая  
(высокотемпературная)**



В условиях нормальных гидростатических давлений процесс генерации нефти начинается при температурах  $65^{\circ}\text{C}$  и затухает на рубеже  $120-125^{\circ}\text{C}$ . Однако образование и существование нефтяных углеводородов возможно и при высоких температурах (до  $200^{\circ}\text{C}$  и более) если эти температуры в недрах взаимосвязаны с аномально повышенными или высокими пластовыми давлениями ( $K_a = 1.1-1.9$ ).



В пределах палеотемператур **65-85 °С** при  **$Ka=1.0$**  выделяется газонефтяная зона, которая исчезает на границе  **$Ka=1.6$ ,  $T=110$  °С**.

С ростом аномальности пластовых давлений свыше **1.3** увеличивается роль межмолекулярного взаимодействия в сжатом газе, свойства которого начинают приближаться к свойствам жидкости, что ведет к резкому возрастанию растворимости нефтяных углеводородов в сжатом газе и образованию качественно **нового состояния** - **газоконденсатного**.

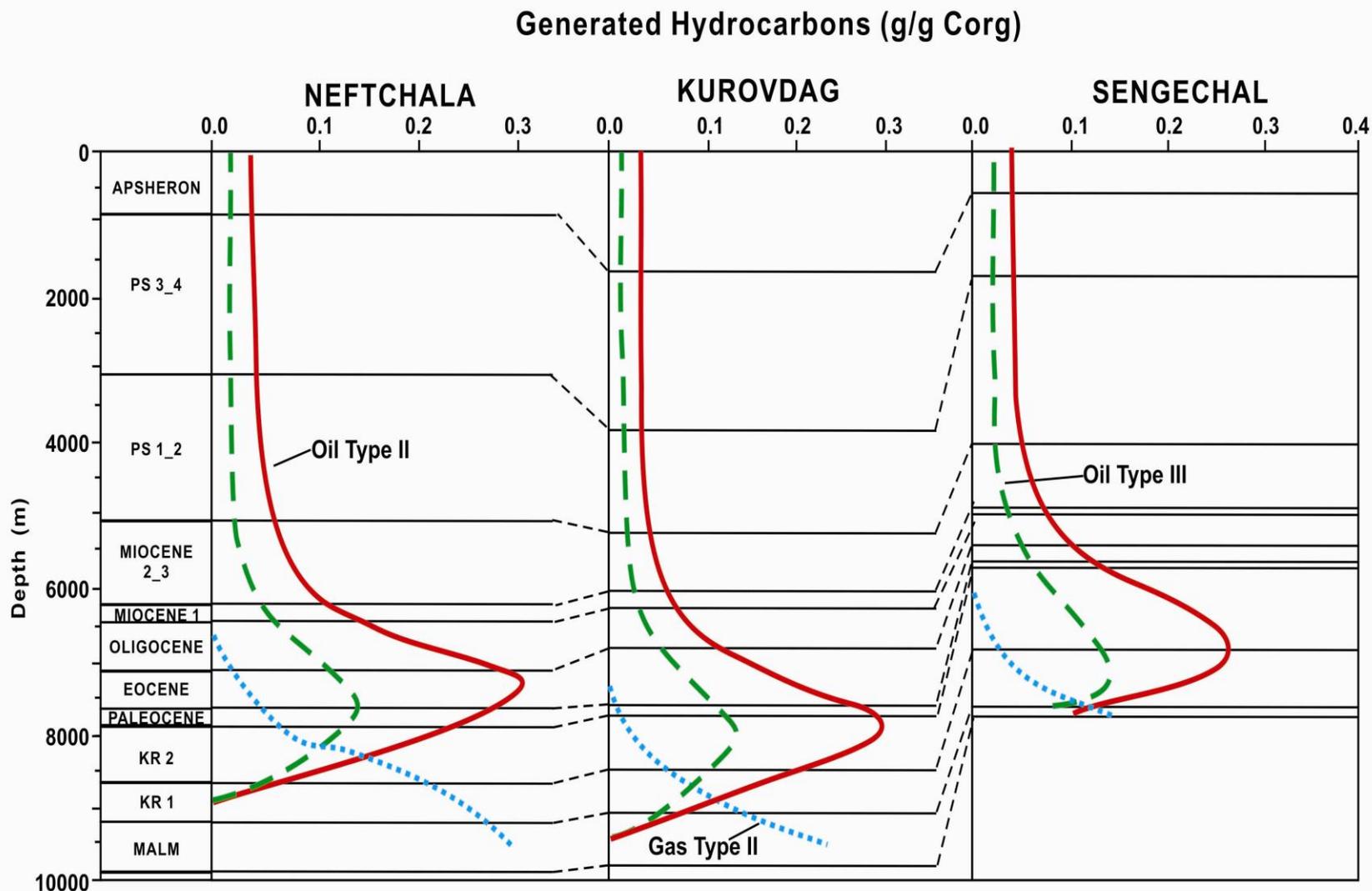


Некоторые геохимические показатели органического вещества пород сверхглубоких скважин США (А.Н. Резников, А.А. Ярошенко и Н.В. Скиба, 2009, с сокращениями)

Скважина	Средняя глубина отбора образца (м)	Возраст породы	Пластовая температура, °С	Отражательная способность витринита ( $R_o$ , %)	Содержание $C_{орг}$ , %	Содержание битумоидов ( $C_{15+высш}$ , г/кг породы)	Содержание УВ ( $C_{15+высш}$ , мг/кг породы)
Форестер-1	5240	Верхняя юра	218	3,36	0,48	828	545
Ральф Лоув-1	7080	Миссисипский (нижний карбон)	216	3,57	3,46	1410	1030
Ральф Лоув-1	7395	Миссисипский (нижний карбон)	225	3,93	2,87	3590	1610
Джакобс-1	6401	Нижний мел	254	4,60	0,86	1800	1100
Джакобс-1	6706	Нижний мел	266	5,22	0,42	1300	950
Джакобс-1	7540	Нижний мел	296	7,50	0,23	165	104
Берта Роджерс-1	8370	Миссисипский (нижний карбон)	224	5,20	0,11	306	140
Берта Роджерс-1	8460	Миссисипский – верхний девон	226	5,30	3,59	3010	1450
Берта Роджерс-1	8640 (забой 9583)	Верхний девон	230 (на забое 260)	5,70	0,24	389	252



## ИЗМЕНЕНИЕ ГЛУБИН НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ОКОН ПО ТРЕМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ НЕФТИ И ГАЗА.

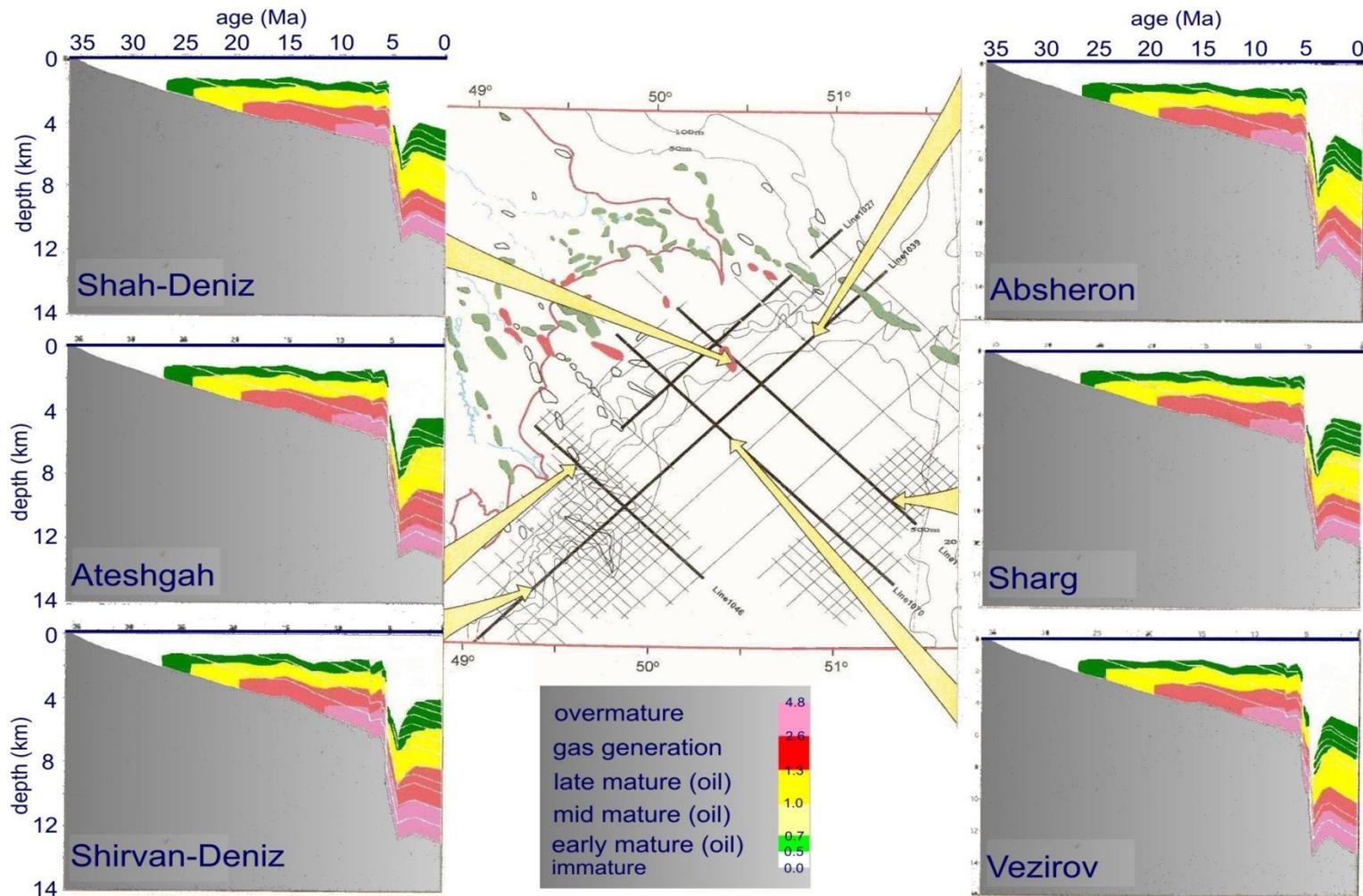




# КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА

## Диаграммы погружения, отражающие термальную зрелость ОВ в отложениях Южно-Каспийской впадины

(усл.обоз: сверхзрелые, генерация газа, позднее созревание (нефть), среднее созревание (нефть), раннее созревание - зрелые (нефть), незрелые)





Суммарное проявление общего энергетического эффекта нефтеобразования складывается из двух составляющих

– **кондуктивного** теплопереноса и **конвективного** тепломассопереноса.



На седиментационном этапе истории геологического развития кондуктивный теплоперенос **не обеспечивает** необходимую жесткость термобарических условий недр для активного продуцирования органическими веществами нефтематеринских пород углеводородов в количествах, достаточных для образования промышленных скоплений.



**Промышленные скопления УВ формируются на постседиментационном этапе в результате конвективного теплопереноса и выноса углеводородных флюидов из зон их образования в менее жесткие температурные условия.**



Формирование и размещение месторождений нефти и газа в основном определяются **онтогенезом** (образованием) **УВ** в седиментационных бассейнах (СБ).

Изучение онтогенеза **УВ** может осуществляться на трех уровнях:

- 1) в отложениях крупных (1-го порядка) циклов седиментации (ЦС) с галактической продолжительностью 180-200 млн.лет;
- 2) в единичных СБ;
- 3) в системах СБ подвижных (геосинклинально-складчатых) поясов и древних платформ, где образуются региональные пояса и ареалы нефтегазонакопления.



Осадки со средним (3-10%) и высоким (> 10%) содержанием РОВ накапливались в определенные интервалы времени – в эпохи региональной инверсии режимов седиментации, соответствующие финально-трансгрессивным и начальным-регрессивным фазам циклов седиментации первого, второго, а при благоприятных условиях и третьего порядков.



Следует отметить, что в процессе геологической эволюции зон нефтегазообразования и нефтегазонакопления происходило рассеивание УВ по следующим причинам:

1) на путях латеральной миграции, в зонах палеоразмывов и переформирования палеозон нефтенакопления (до 30%);

2) за счет распределения УВ на площадях проявления интенсивной генерации газа и смежных с ними территориях (до 40%);

3) при нарушении жидких УВ в зонах деструкции (выпадение тяжелых компонентов, переход нефти в конденсатное состояние и др.) и их распределении вновь образовавшимся газом из жидких УВ на путях его латеральной и вертикальной миграции путем внедрения в уже существующие залежи нефти (до 15-17%).



Подвижные  
(геосинклинально-складчатые)  
пояса-  
это наиболее мобильные,  
длительно развивающиеся  
(до 1.6 млрд. лет) планетарные  
зоны повышенной  
проницаемости земной коры.



Имеются несколько типов глобальных поясов нефтегазонакопления, формирование которых связано с развитием подвижных поясов и смежных древних платформ. Наиболее богаты нефтью и газом:

- 1- периконтинентальные пояса, связанные с пассивными окраинами континентов;
- 2-периокеанические пояса, приуроченные к современным окраинным морям или древним перикратонным опусканиям;
- 3- окраинноплитные пояса (краевые, периклиналильные и другие приорогенные прогибы)
- 4- внутриплитные ареалы в пределах подвижных поясов.



**КОНЕЦ ЛЕКЦИИ.**