

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАЗОВОГО ПОВЕДЕНИЯ ПЛАСТОВЫХ СИСТЕМ

Заместитель начальника отдела, к.т.н., доцент
Латышев Александр Александрович

Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта
Отдел корпоративного центра исследований пластовых систем

Изучение процесса кристаллизации парафиновых соединений имеет важное практическое значение:

- предотвращение кольтматации прискважинной зоны в результате выпадения парафинов;
- предотвращение аварийных ситуаций на нефте-, конденсатопроводах;
- оценка эффективности и механизма действия ингибиторов парафиноотложения и депрессорных присадок

Цель :

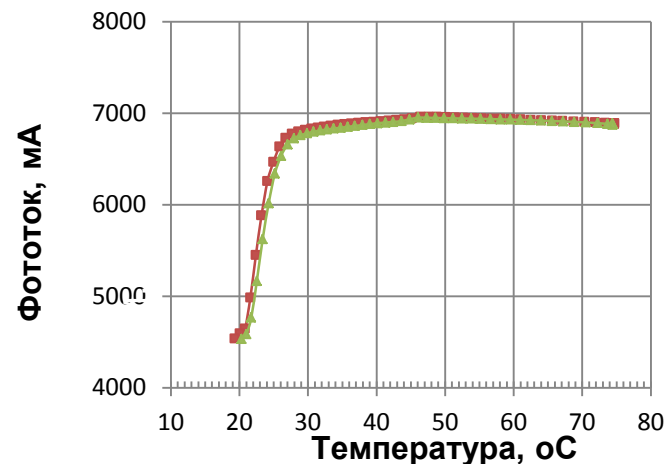
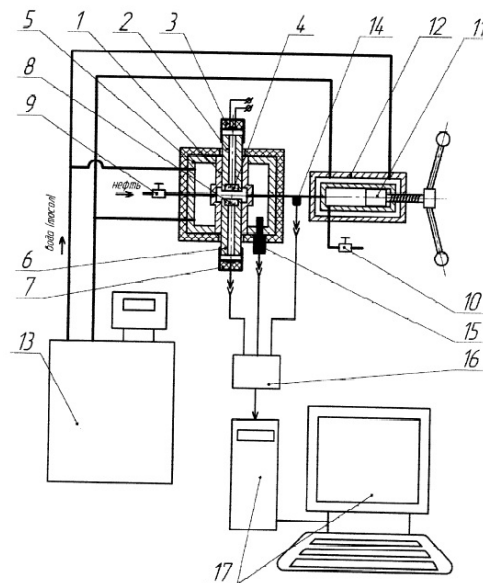
Практический опыт применения различных методов для изучения фазового перехода в нефтях и газовых конденсатах, обусловленного кристаллизацией в них парафиновых молекул, а также перспективы применения оптических методов для повышения чувствительности этих изучения фазовых

- **Фотометрический**
- **ИК спектрофотометрический**
- **Визуальной оптической поляриметрии**
- **Модуляционной оптической поляриметрии**

Основан на изменении интенсивности света при прохождении через исследуемую нефть или конденсат вследствие рассеивания света на образующихся кристаллах парафинов

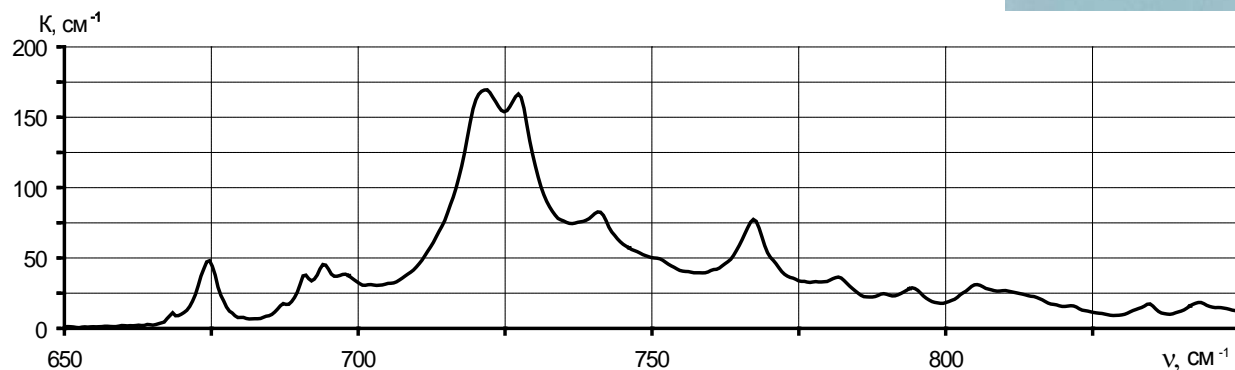
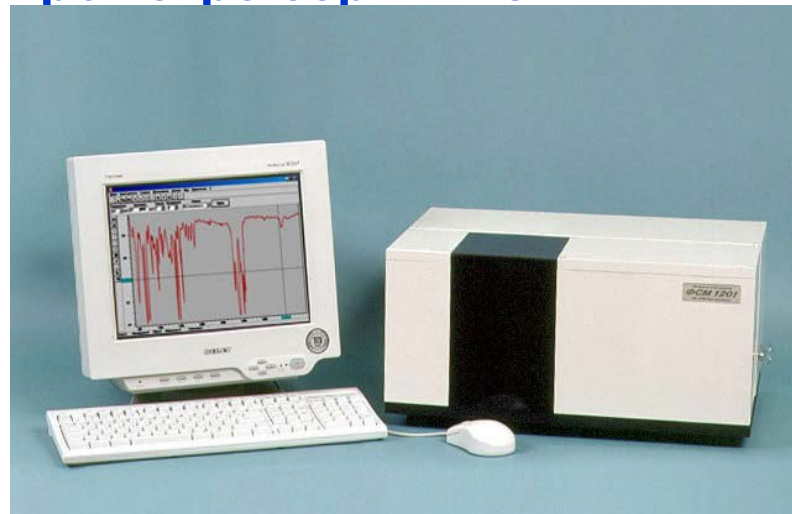
Метод реализован на модернизированной установке ПТП-М1:

- Источник света в ближней ИК области;
- компьютерная регистрация фототока и определение $T_{кр}$;
- СТО Газпром ВНИИГАЗ Нефть. Конденсат. Определение температуры насыщения парафином фотометрическим методом



Основан на изменении интенсивности полосы поглощения $720-730\text{ см}^{-1}$ CH_2 - групп парафиновых молекул при изменении температуры

Метод реализован на ИК фурье-спектрометре серии ФСМ

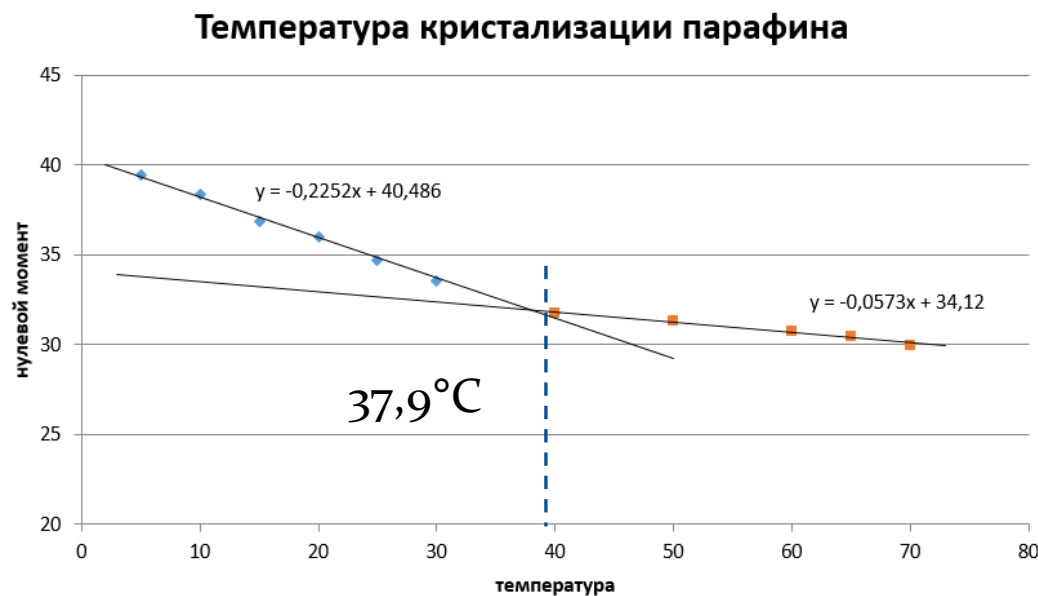


Измерительная кювета

Основан на изменении интегральной интенсивности полосы поглощения 720-730 см⁻¹ CH₂- групп парафиновых молекул при изменении температуры

$$S = \int_{705}^{737} I(\nu) d\nu$$

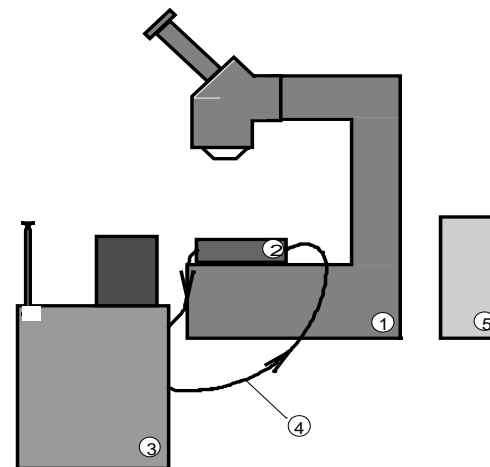
температура T	площадь S
5	39,48839218
10	38,38582841
15	36,89818312
20	35,99754913
25	34,6984275
30	33,55894808
40	31,72364452
50	31,35799968
60	30,75670513
65	30,46444939
70	29,96829044



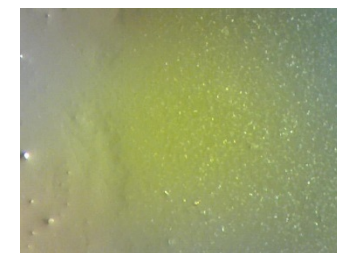
Основан на изменении поляризации света при прохождении через исследуемую нефть или конденсат вследствие рассеивания света на образующихся кристаллах парафинов

Метод реализован на экспериментальной установке на базе бинокулярного микроскопа МБС-10:

- источник света 200 Вт;
- охлаждаемая проточная кювета;
- «скрещенная» система поляризаторов



1-микроскоп МБС-10; 2 кювета; 3 –термотата; 4 – шланг; 5 – блок питания



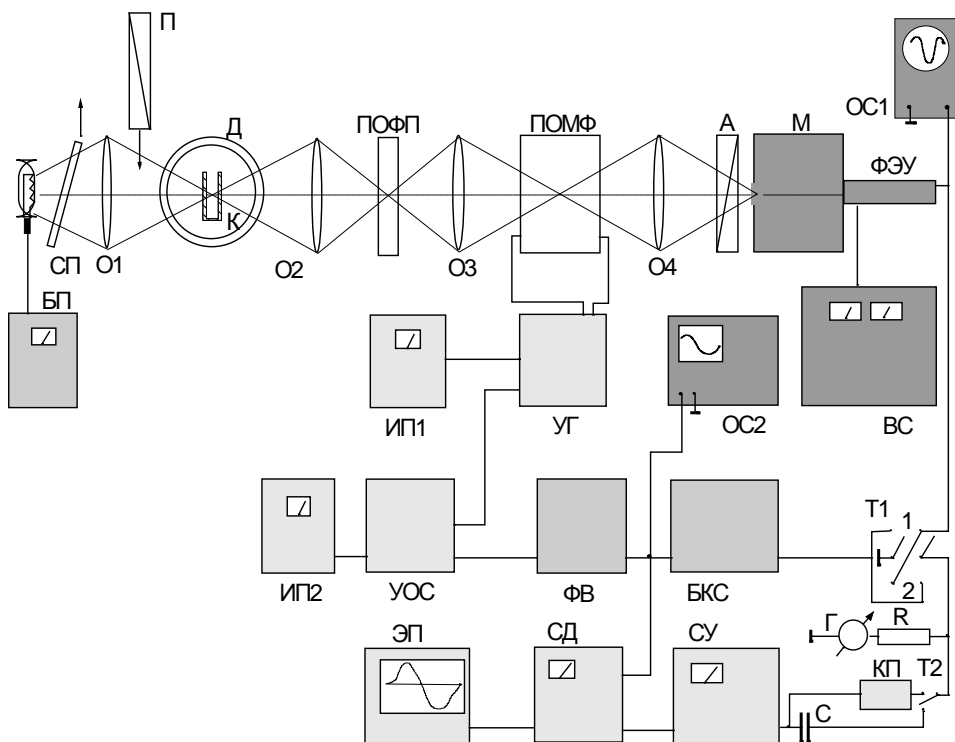
Поле зрения микроскопа до и в момент начала кристаллизации парафинов в конденсате

Югидского НГКМ

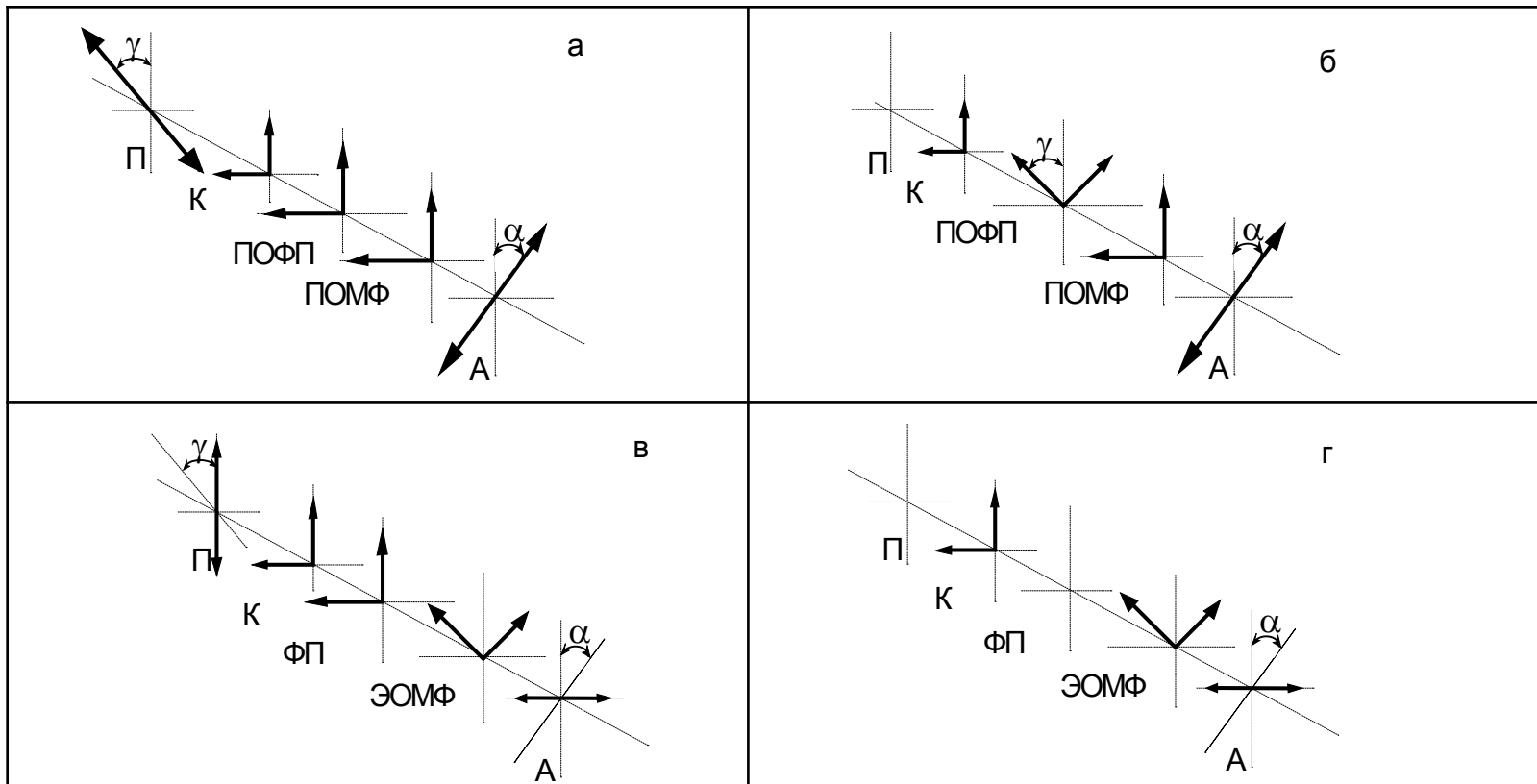
Основан на изменении степени линейной или циркулярной поляризации света, проходящего через исследуемую нефть или конденсат вследствие рассеивания света на образующихся кристаллах парафинов

Метод реализован на экспериментальных установках
С применением модуляции зондирующего исследуемую среду оптического излучения с помощью пьезооптических или электрооптических модуляторов света

Метод модуляционной оптической поляризации. Блок-схема на основе пьезооптического модулятора



СП-стеклянная пластинка; П-поляризатор; Д-криостат; К (Кр) - кювета с нефтью, конденсатом; ПОФП- фазовая пластинка; ПОФМ- модулятор фазы; А- анализатор; О1-О4- объективы; Т1, Т2-переключатели; R- резистор; С-емкость; БП-блок питания; М-спектральный прибор; ФЭУ- фотоэлектронный умножитель; ОС1, ОС2- осциллографы; ВС- высоковольтный блок питания; ФВ- фазовращатель; БКС-блок калибровочного сигнала; КП-катодный повторитель; СУ-селективный усилитель; СД-синхронный детектор; ЭП-электронный потенциометр; Г- гальванометр; ИП1-источник питания усилителя генератора УГ ; ИП2- источник питания усилителя опорного сигнала



Ориентация элементов модуляционных поляризационно-оптических схем на основе пьезооптического ПОМФ (а, б) и электрооптического ЭОМФ (в, г) модуляторов фазы для измерения **индуцированного или собственного двупреломления (а, в) и дихроизма (б, г)**: поляризатор П; образец К; пьезооптическая фазовая пластинка ПОФП; фазовая пластинка ФП; анализатор А

$$\frac{\tilde{I}_a}{\bar{I}} = \frac{2\Delta\Gamma J_1(\Gamma_0)}{1 - J_0(\Gamma_0)} = \frac{4\pi J_1(\Gamma_0)\ell}{[1 - J_0(\Gamma_0)]\lambda} \Delta n$$

$$\frac{\tilde{I}_b}{\bar{I}} = 2PJ_1(\Gamma_0) = \Delta K J_1(\Gamma_0)\ell$$

$$\Delta n = 0,092 \cdot \frac{\lambda}{\ell} \cdot \frac{\tilde{I}_a}{\bar{I}}$$

$$\Delta K = 1,72 \frac{1}{\ell} \frac{\tilde{I}_b}{\bar{I}}$$

$\tilde{I}_a, \tilde{I}_b, \bar{I}$ -

регистрируемые
переменные и постоянные
сигналы

$J_0(\Gamma_0), J_1(\Gamma_0)$ -

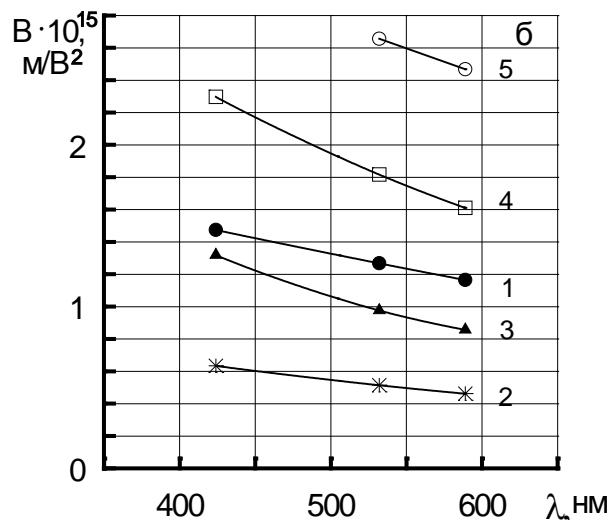
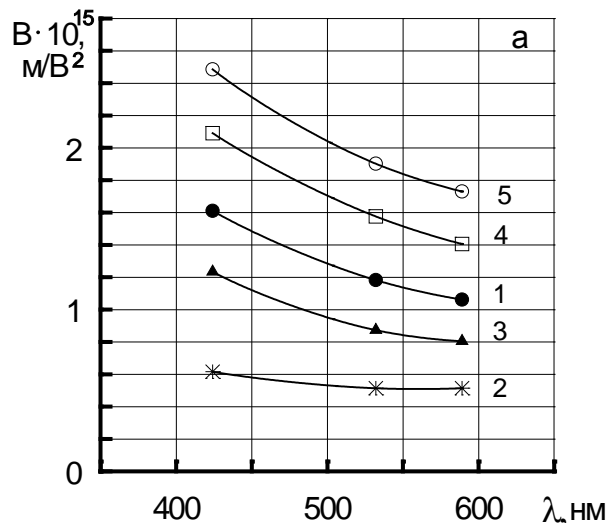
Функции Бесселя

λ, ℓ -

Длина волны, длина
кюветы

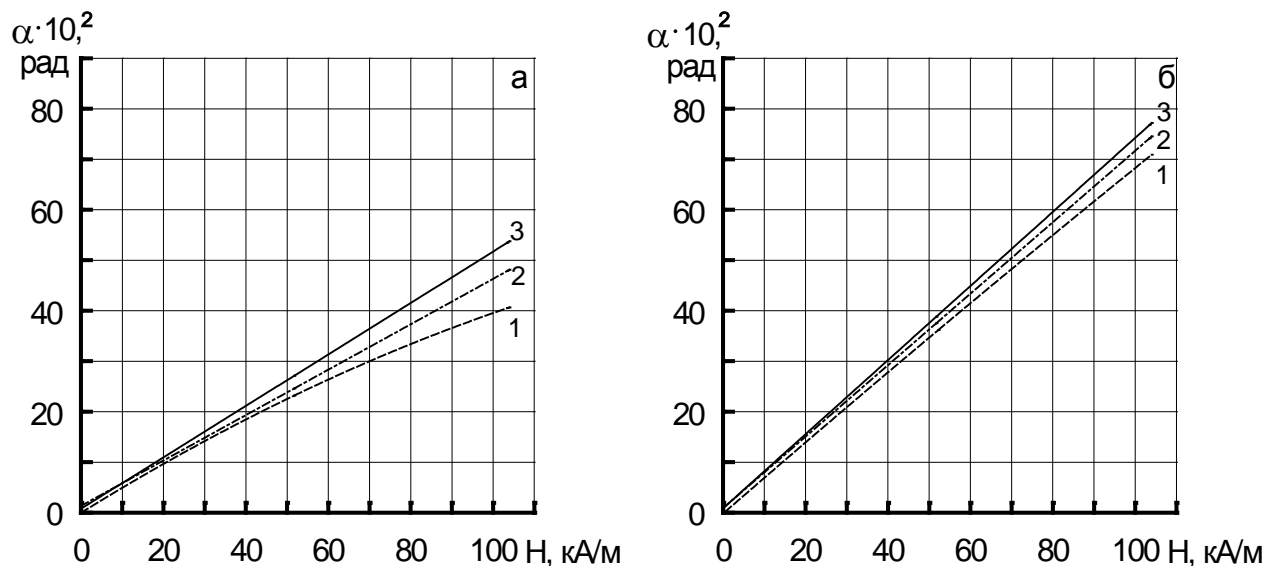
$P, \Delta n, \Delta K$ -

Степень поляризации,
величина двупреломления,
величина дихроизма



Конденсаты и фракции конденсатов скв. 103 (а) и 123 (б) Вуктыльского НГКМ: 1- исходного конденсата; 2- фракции 27-53 °С; 3- фракции 53-100 °С; 4- фракции 100-150 °С; 5- фракции 150-КК

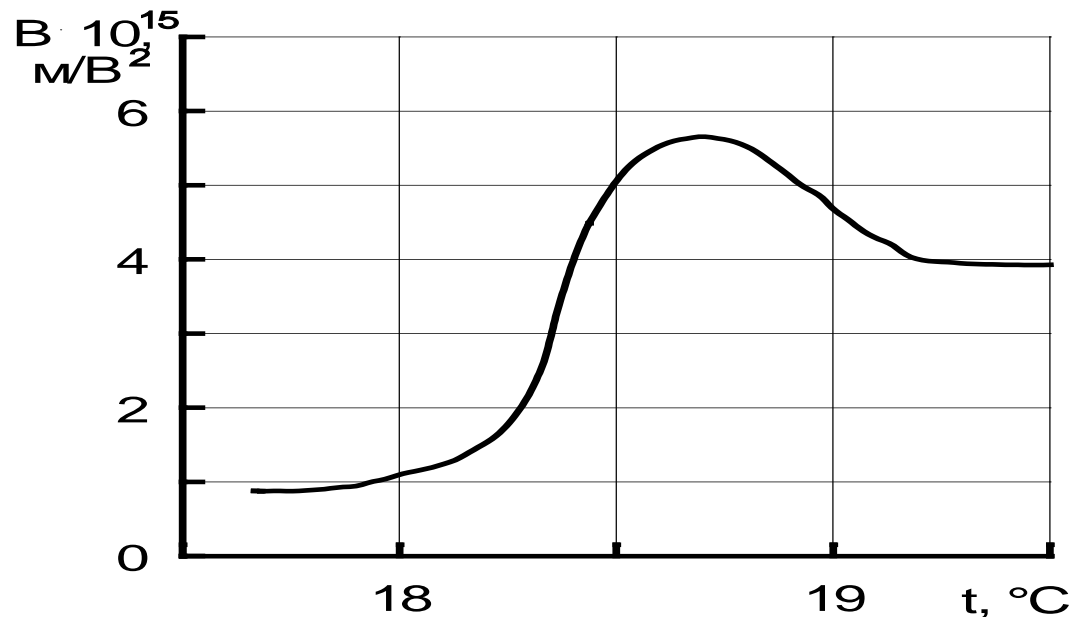
$$\Delta n = V \lambda E$$



Зависимость угла поворота плоскости поляризации света от напряженности магнитного поля фракций нефти месторождения Возей (а) и Возей-Север (б): 1- фракции 200-250 °С; 2- фракции 250-300 °С; 3- фракции 300-550 °С

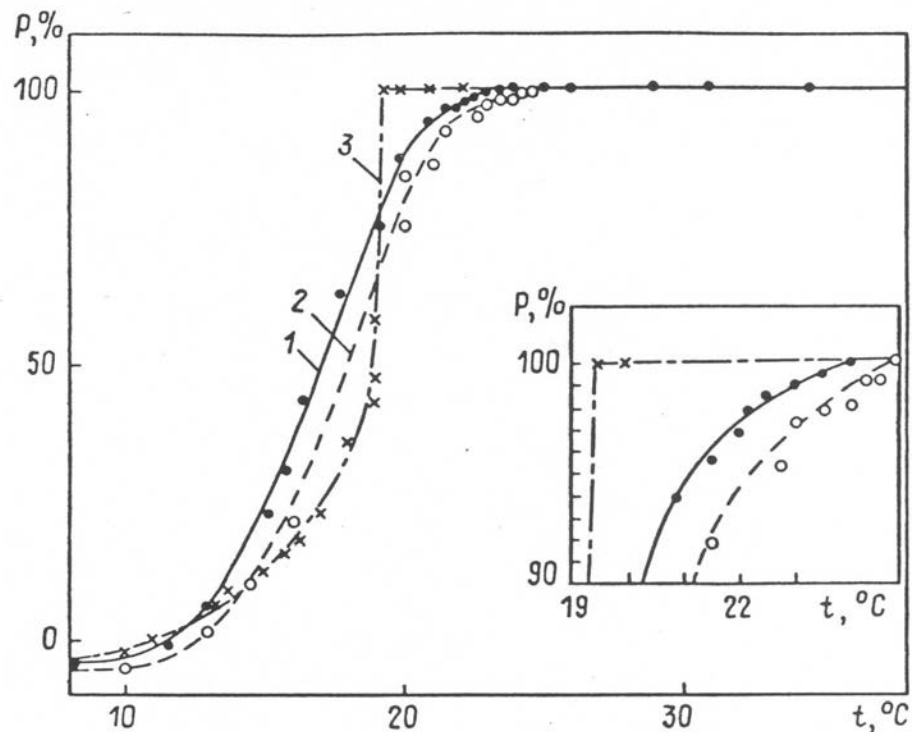
$$\alpha = V \ell H$$

Метод модуляционной оптической поляриметрии. Температурная зависимость постоянной Керра



Объект исследования: нефть Возейского месторождения

Зависимость степени поляризации света от температуры



Нефть скв. 52 Югидского месторождения: 1- исходная проба; 2- проба, ингибированная присадкой Депраком; 3- проба, ингибированная присадкой ВЭС-406

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Латышев Александр Александрович

Заместитель начальника отдела корпоративного центра
исследований пластовых систем
ООО "Газпром ВНИИГАЗ" в г. Ухта

Тел. 787-05

E-mail: a.latyshev@sng.vniigaz.gazprom.ru