

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Институт геологии и нефтегазовых технологий*

*Кафедра геологии нефти и газа*

ЛЮМИНЕСЦЕНТНО-БИТУМИНОЛОГИЧЕСКИЙ  
АНАЛИЗ

Методическое пособие  
по выполнению анализа для бакалавров  
направления 05.03.01 «Геология»  
профиль «Геология и геохимия горючих ископаемых»

КАЗАНЬ – 2015

УДК 55:550.4  
Л93

*Печатается по решению учебно-методической комиссии  
Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ  
Протокол № 3 от 5 ноября 2015 г.*

*заседания кафедры геологии нефти и газа  
Протокол № 8/15 от 21 октября 2015 г.*

*Составители:*

И.Н. Плотникова, Р.А. Батырбаева, В.М. Смелков

*Рецензент*

проф. Успенский Б.В.

**Л93** **Люминесцентно-битуминологический анализ:** методическое пособие по выполнению анализа для бакалавров направления 05.03.01 «Геология», профиль «Геология и геохимия горючих ископаемых» / И.Н. Плотникова, Р.А. Батырбаева, В.М. Смелков. – Казань: Казан. ун-т. – 2015. – 24 с.

Предназначено для лабораторных занятий по курсу «Геология и геохимия нефти и газа».

## Общие сведения о люминесценции

**Люминесценция** (от лат. lumen родительный падеж luminis свет и escent суффикс, означающий слабое действие) – это излучение, представляющее собой избыток над тепловым излучением тела и продолжающееся в течение времени, значительно превышающего период световых колебаний. Другими словами, люминесценция представляет собой явление свечения (излучение света) материала, находящегося в неравновесном состоянии за счет энергии внешнего воздействия (оптического, электрического, механического) или за счет энергии внутреннего происхождения (химические и биохимические реакции и превращения).

Люминесценцию также называют «холодным свечением», поскольку в видимой области спектра тепловое излучение становится заметным только при температуре  $\sim 10^3$ - $10^4$  К, а люминесцировать тело может при любой температуре.

Многие формы природной люминесценции были известны людям очень давно. Например, свечение насекомых (светлячки), свечение морских рыб и планктона, полярные сияния, свечение минералов, гниющего дерева и других разлагающихся органических веществ. Впервые люминесценция была описана в XVIII веке. Первоначально понятие люминесценция относилось только к видимому свету. В настоящее время оно применяется к излучению в инфракрасном, видимом, ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах, а к природным формам прибавилось много искусственных способов возбуждения люминесценции. На рисунке 1 представлен пример флюоресценции флюорита под действием ультрафиолетового излучения.

По виду возбуждения различают следующие типы люминесценции:



**а**



**б**

Рис.1. Пример флюоресценции минералов под действием ультрафиолетового излучения  
(а – в дневном свете, б – в ультрафиолетовом свете)

- *Фотолюминесценция* – возникает при возбуждении атомов светом (ультрафиолетовые лучи и коротковолновая часть видимого света);
- *Рентгенолюминесценция* – возникает при возбуждении атомов рентгеновским и  $\gamma$ -излучением (экраны рентгеновских аппаратов, индикаторы радиации);
- *Катодолюминесценция* – возникает при возбуждении атомов электронами (кинескопы, экраны осциллографов, мониторов);
- *Радиолюминесценция* – возникает при возбуждении атомов продуктами радиоактивного распада;
- *Электролюминесценция* – возникает при возбуждении атомов под действием электрического поля (возбуждение молекул газа электрическим разрядом - газоразрядные лампы);
- *Хемилюминесценция* – возникает при возбуждении молекул в процессе химических реакций;
- *Биолюминесценция* – возникает в биологических объектах в результате определенных биохимических реакций;
- *Сонолюминесценция* – возникает под действием ультразвука.

Как уже отмечалось выше, люминесценция продолжается и после прекращения внешнего возбуждения люминофора. По длительности остаточного свечения различают *флуоресценцию* и *фосфоресценцию*:

- *Флуоресценция* – кратковременное остаточное свечение, длительность которого составляет  $10^{-9} - 10^{-8}$  с;
- *Фосфоресценция* – продолжительное остаточное свечение, длительность которого составляет  $10^{-4} - 10^4$  с.

### **Люминесцентно-битуминологический анализ**

Люминесцентно-битуминологический анализ (ЛБА) – это полуколичественный метод определения содержания и состава рассеянных в породе битуминозных веществ, основанный на наблюдении их люминесценции. ЛБА применяется для обнаружения, первичной диагностики типов битуминозных веществ и выявления

характера их распределения в горных породах, минералах, почвах, современных осадках, водах. ЛБА основан на зависимости, существующей между количеством и составом битуминозных веществ и цветом и интенсивностью их люминесценции.

Люминесценцию возбуждают ультрафиолетовым излучением (в области 365 нм). Источником служит ртутно-кварцевая лампа сверхвысокого давления. Для выделения нужного участка спектра используют светофильтры. Данные ЛБА могут быть использованы при расчленении и корреляции геологических разрезов, для выделения маркирующих горизонтов, прослеживания признаков миграции битумоидов, выявления нефтесодержащих пород и т. д. ЛБА позволяет осуществлять первичную характеристику группового состава битумоидов и типов РОВ.

Основной задачей ЛБА является определение качественного состава и количественного содержания битуминозных веществ в различных средах – в горных породах, в глинистых растворах, в шламе, в воде. Также ЛБА позволяет количественно определять содержание основных групп органических соединений в природных битумах и нефтях.

Люминесцентно-битуминологический анализ широко применяется при проведении нефтегеологических исследований, особенно на их поисковом этапе. Так, люминесцентно-битуминологический анализ включен в состав комплекса геолого-технологических исследований национального стандарта Российской Федерации при бурении нефтяных и газовых скважин – опорных, параметрических, структурных, поисково-оценочных и разведочных [1]. Основным преимуществом люминесцентных методов является экспрессность и достаточно высокая чувствительность, позволяющая (при разных модификациях анализа) устанавливать наличие битуминозных компонентов в породах при содержаниях  $n \cdot 10^{-4}$  и даже  $n \cdot 10^{-5}$  %. Однако у данного метода есть и недостатки, к которым относится полуколичественный характер определения содержания битума и лишь очень приблизительная оценка его состава.

На рис. 2 и 3 представлены примеры того, как выглядит керн из скважины при дневном свете и ультрафиолетовом свете.



Рис. 2. Фотографии ящиков с керном при дневном освещении (а) и в ультрафиолетовом (б) свете ([http://www.vnigni.ru/about/structure/aprel\\_otd/](http://www.vnigni.ru/about/structure/aprel_otd/))



Рис. 3. Фотография керна в ультрафиолетовом свете после продольной распиловки (<http://www.tomsknpineft.ru/activities/laboratory-studies/coreanalysis/>)



На практике люминесцентно-битуминологический анализ применяется для решения следующих научных и практических задач:

- определения наличия и характера распределения нефти и битумов в горных породах, шламе, глинистом растворе;
- стратификации геологических разрезов;
- первичной диагностики битуминозности горных пород и обнаружения нефтенасыщенных пластов;
- корреляции и выделения маркирующих горизонтов и нефтенасыщенных пластов;
- сопоставления нефтей по их качественным характеристикам и анализа компонентов нефтей, имеющих в своем составе ароматические соединения;
- составления карт распределения битуминозности по горизонтам, вскрытым различными скважинами или обнажениями;
- выявления ореолов рассеяния битуминозных веществ (БВ) над нефтяной залежью;
- предварительной характеристики группового состава битумов;
- выделения типов органического вещества (ОВ);

При люминесцентном анализе нефтей и битумов пород в настоящее время используются преимущественно следующие характеристики: спектры излучения (цвет и яркость люминесценции), длительность и тушение люминесценции. Остановимся на последнем понятии, ибо цвет, яркость и длительность люминесценции, очевидно, дополнительных пояснений не требуют. Под тушением люминесценции понимаются процессы, приводящие к превращению части поглощенной веществом энергии в другие ее формы, кроме лучистой. Можно говорить о нескольких причинах тушения люминесценции - это температурное тушение посторонними примесями и концентрационное тушение. Именно с последним видом часто приходится сталкиваться при проведении люминесцентно-битуминологического анализа. Тушение этого вида наступает при

увеличении концентрации вещества в растворе выше некоторой величины, которая называется пороговой концентрацией. Для разных веществ концентрационное тушение начинается при разных величинах пороговой концентрации, а установить его наличие можно лишь по появлению серого оттенка, интенсивность которого растет с ростом концентрации, а яркость люминесценции ослабевает. Концентрационное тушение обратимо, - растворение потушенного раствора приводит к восстановлению яркости свечения. Из сказанного следует простой практический вывод, что люминесцентно-битуминологический анализ следует проводить с растворами, концентрация которых ниже пороговой, так как при этом яркость свечения практически пропорциональна концентрации битума, а цвет (спектр) люминесценции позволяет в какой-то мере оценивать его состав.

Основные компоненты нефтей и природных битумов – это метановые (М), нафтеновые (Н) и ароматические (А) углеводороды (УВ), а также различного рода неуглеводородные соединения: кислородные, сернистые, азотистые и, наконец, наиболее сложные смолисто-асфальтеновые компоненты. Рассматривая их влияние на общую люминесценцию нефтей и битумов, необходимо отметить, что основная часть нефтей: метановые, нафтеновые УВ не люминесцируют в видимой части спектра. Лишь для высших нафтенов (пять, шесть и более циклов в молекуле) можно ожидать свечения в сине-фиолетовой части спектра. Ароматические УВ способны люминесцировать, но главным образом в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне, и лишь наличие в составе нефтей и битумов полициклической конденсированной ароматики может быть причиной слабого свечения в фиолетовой части спектра. Кислородные и сернистые соединения нефтей и битумов либо не обладают способностью люминесцировать, либо их люминесценция приходится на УФ диапазон. Сложные азотосодержащие структуры нефти и битумов люминесцируют по всему видимому диапазону спектра, в частности, можно отметить, что порфирины светятся в

красном диапазоне и близких к нему цветах. Также люминесцируют в видимой части спектра смолисто-асфальтеновые компоненты. Именно они обеспечивают основную долю люминесценции нефтей и природных битумов. Таким образом, люминесцентно-битуминологические исследования являются одним из видов качественного и количественного анализов.

### **ПЕРВЫЙ ЭТАП – просмотр образцов под люминоскопом и капельный анализ**

Это первый и наиболее простой этап люминесцентно-битуминологических исследований. Он проводится с целью выявления наличия битума в породе и характера его распределения в ней, т.е. битуминозной текстуры. При этом перед просмотром на образце породы необходимо сделать свежий скол.

В ультрафиолетовых лучах битуминозные вещества, образующие в породах местные концентрации, начинают светиться (люминесцировать) в виде пятен, полосок, линзочек различных форм, размеров и цветов. В зависимости от характера распределения битума в породах выделяется несколько типов битуминозных текстур (рис. 4).

Битуминозные текстуры в основном подразделяются на: равномерные, неравномерные, селективно-насыщенные, линзовидные, слоистые, поровые, обломочные, цементные, биоморфные, кавернозные, трещинные и другие.

*Равномерная битуминозная текстура* обычно свойственна однородным битуминозным песчаникам, известнякам, мергелям, глинам. В ультрафиолетовых лучах такая текстура наблюдается по сплошному ровному свечению всех поверхностей образца, как у сингенетических БВ, так и у эпигенетических. Цвет люминесценции может быть различным, в зависимости от качественного состава БВ.

*Неравномерная битуминозная текстура БВ* характеризуется неравномерным распределением битуминозного вещества.

В ультрафиолетовых лучах она обнаруживается по неоднородному свечению. Наблюдается эта текстура в породах различного литологического состава (песчаниках, известняках, мергелях и т.п.).

*Селективно-насыщенная текстура* наблюдается в структурно-, текстурно- или минералогически неоднородных породах, довольно часто встречается в песчаных и карбонатных горных породах, содержащих включения гипса, ангидрита, пирита и т.п. Возникновение такого типа битуминозных текстур объясняется эпигенетичным насыщением горной породы битуминозным веществом.

*Линзовидная и слоистая текстуры* свойственны неоднородным битуминозным породам или переслаиванию литологически различных прослоев. Устанавливаются эти текстуры по соответствующему свечению отдельных слоев и линз на темном фоне вмещающей породы.

*Кавернозная текстура* – битуминозное вещество заполняет каверны в породах любого минералогического состава. Кавернозная текстура свидетельствует об эпигенетичном характере битуминозного вещества в этой породе.

*Трещинная текстура* свойственна минералогически различным горным породам. Битуминозное вещество, наблюдаемое по трещинам, несомненно является эпигенетичным по отношению к вмещающим горным породам, по крайней мере, в пределах данного образца.

*Биоморфная текстура* – битуминозное вещество приурочено исключительно к окаменелостям фауны и флоры. Чаще всего такая текстура наблюдается в известняках.

*Обломочная текстура* обнаруживается в ультрафиолетовых лучах по люминесценции обломков в нелюминесцирующем цементе. Эта текстура встречается редко.

*Цементная текстура* обнаруживается в ультрафиолетовых лучах по наличию нелюминесцирующих обломков в люминесцирующем цементе. Является наиболее характерной для известняковых брекчий, сульфатов, песчаных и мергелистых пород.

*Точечная текстура* наиболее обычна для глин, мергелей, глинистых сланцев, реже наблюдается у песчаников, известняков и доломитов. Устанавливается по обнаруживающимся изолированным светящимся точкам.

Описанные выше типы битуминозных текстур в природных условиях редко встречаются в чистом виде. В кернах и образцах из обнажений можно наблюдать взаимопереходы одних текстур в другие

Для ориентировочной диагностики качества и приблизительной оценки количества битума в породе применяется капельный анализ, который имеет определяющее значение для выбора наиболее оптимальной навески анализируемой породы при дальнейшем более глубоком изучении содержащегося в ней битума.

Техника капельного анализа заключается в том, что на свежую поверхность образца при помощи пипетки наносится капля хлороформа и под люминесцентной лампой в темноте наблюдается свечение в месте нанесения капли. В целях сохранения чистоты растворителя пипетка не должна касаться поверхности породы и растворитель не должен попадать в резиновую часть пипетки.

При наблюдении за свечением капли хлороформа на поверхности породы необходимо обращать внимание на форму появляющегося пятна и на цвет его люминесценции, а также на изменение цвета в процессе испарения растворителя.

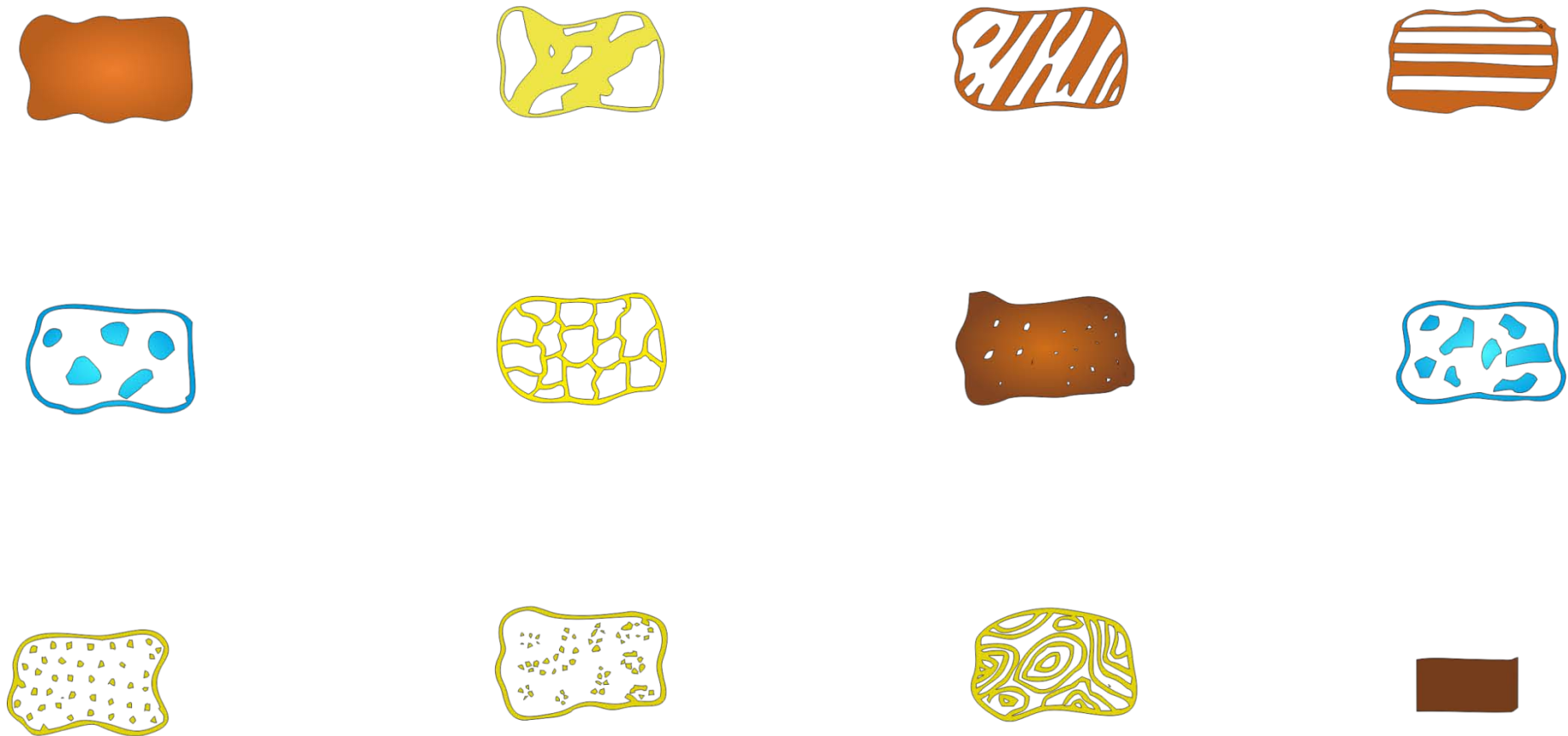


Рис.4. Типы битуминозных текстур

Форма пятна грубо характеризует **количественное содержание** битуминозного вещества, содержащегося в горной породе (много, мало). При большом содержании битума после нанесения капли растворителя на породе появляется люминесцирующее пятно, в породах с меньшим содержанием битума - кольцо, а при очень малом содержании битума наблюдаются отдельные люминесцирующие точки. Рассматривая форму светящегося пятна, необходимо учитывать литологию образца, так как для различных пород формы пятен будут различными при одинаковом содержании битума (рис.5).

Цвет люминесценции пятна, возникающего при нанесении капли растворителя, грубо характеризует **качественный состав битума**. По цвету люминесценции пятна можно определить наличие в породе более легкого или более тяжелого битума. Так, пятно желтого цвета, переходящего после испарения хлороформа в коричневый, говорит о наличии в породе тяжелого битума, содержащего значительное количество смол и асфальтенов. Пятно желто-голубого цвета, быстро исчезающее при испарении хлороформа, свидетельствует, что в данной породе находится легкий битум, содержащий значительное количество масел.

**Отсутствие эффекта от нанесения капли хлороформа не означает полного отсутствия битума в породе, а лишь указывает на очень малое его содержание.** Для дальнейшего анализа в этом случае необходимо брать максимальную навеску (2,0 г).

Связанный битум (С) обнаруживается по фосфоресценции ОВ породы и несоответствию цвета и яркости люминесценции породы эффекту (очень слабому) от нанесения капли хлороформа.









Форма люминесцирующего участка горной породы, смоченного каплей хлороформа	Состояние образца	Известняк, гипс, ангидрит	Песчаник, песок	Глина, мергель
 Ровное пятно	Плотное	$>1 \cdot 10^{-1}$	$>5 \cdot 10^{-1}$	$>1$
 Неровное пятно толстое кольцо		$1 \cdot 10^{-1} - 5 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-1} - 5 \cdot 10^{-2}$	$1 - 5 \cdot 10^{-1}$
 Тонкое(рваное) кольцо		$5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-1}$
 Точки		$<5 \cdot 10^{-3}$	$<1 \cdot 10^{-2}$	$<1 \cdot 10^{-1}$
 Ровное пятно	Рыхлое	$>1 \cdot 10^{-1}$	$>1 \cdot 10^{-1}$	$>5 \cdot 10^{-1}$
 Неровное пятно толстое кольцо		$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^{-2}$
 Тонкое(рваное) кольцо		$<1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-3}$
 Точки			$<1 \cdot 10^{-3}$	$<1 \cdot 10^{-3}$

Рис.5. Количественная оценка битуминозности осадочных горных пород при одинаковом содержании в них битума (в весовых процентах)



## **ВТОРОЙ ЭТАП - эталонный и капиллярный анализы (люминесцентно-битуминологический анализ породы в одном растворителе - хлороформе)**

### **Подготовка оборудования и пород к анализу**

На этом этапе прежде всего необходимо приготовить чистые сухие пробирки по числу образцов породы, написать на них восковым карандашом номера, подобрать **корковые** пробки и вставить в индивидуальный штатив.

Затем из средней части образца горной породы выкалывается кусок весом примерно 10-15 г, который измельчается в чистой металлической ступке. Порошок породы просеивается через сито с размером отверстий 0,25 мм. После дробления и просеивания визуально небитуминозного образца ступка и сито протираются сухой чистой марлей. После сильно битуминозных образцов ступку и сито необходимо промыть небольшим количеством хлороформа (в вытяжном шкафу) и просмотреть под люминоскопом.

### **Взятие навески и получение лороформенных экстрактов битумов**

Из полученного порошка породы берется навеска (на технических весах). Последняя различна в зависимости от количественного содержания битума, определенного капельным анализом и колеблется от 0,1 до 2,0 г.

Навеску породы, взвешенную на кальке, высыпают в пробирку, заливают 5 мл хлороформа и слегка встряхивают до полного пропитывания порошка, отмечают восковым карандашом уровень жидкости. Пробирка плотно закрывается корковой пробкой и устанавливается в штатив, который оставляют в темном месте. Через 18 часов (практически на следующий день) можно продолжать исследования.

**ЭТАЛЛОННЫЙ АНАЛИЗ** проводится для определения количественного содержания **битума** в хлороформе. Для этого раствор в пробирке (хлороформенную вытяжку) сравнивают под люминоскопом с эталонными растворами, в которых концентрация битума известна. Подбрав эталон, одинаковый по интенсивности и цвету свечения с исследуемым раствором битума, записывают номер эталона и производят расчет содержания битума в породе в процентах (табл.1).

**КАПИЛЛЯРНЫЙ АНАЛИЗ** проводится для определения типа **битума**, для чего необходимо получение капиллярных вытяжек битумов. Достигается это с помощью фильтровальной бумаги, из которой по числу образцов нарезают (вдоль волокон) полоски длиной около 22 см, шириной 0,7 см (при разлиновывании полосок фильтровальной бумаги нужно пользоваться только простым карандашом). На каждой полоске указывается номер образца.

Затем в пробирку опускается соответствующая номеру образца полоска фильтровальной бумаги так, чтобы она не касалась стенок пробирки, а нижний конец ее достигал дна. Пробирки устанавливаются в штатив и оставляются открытыми до полного испарения хлороформа (в вытяжном шкафу!).

После испарения хлороформа (примерно через сутки) полученные капиллярные вытяжки извлекаются из пробирок, наклеиваются в альбом и облучаются ультрафиолетовыми лучами. При этом отмечается ширина люминесцирующей зоны и цвет ее люминесценции. По преобладающему цвету выделяется тип битума (табл.2).

Результаты анализа оформляются в виде альбома по установленному образцу.

Таблица 1

## Характеристика эталонных растворов (по В.Н. Флоровской)

№ эталона	Содержание битума А в 1 мл,г/мл	Содержание битума в породе, в % для навески в 5 мл растворителя			
		2 г	1 г	0,5 г	0,1 г
1	0,000000625	$1,56 \cdot 10^{-4}$	$3,12 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$3,12 \cdot 10^{-3}$
2	0,00000125	$3,12 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$6,25 \cdot 10^{-3}$
3	0,0000025	$6,25 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$
4	0,000005	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$
5	0,00001	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
6	0,00002	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$
7	0,00004	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$
8	0,0008	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$
9	0,00016	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$8,0 \cdot 10^{-1}$
10	0,000312	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$1,56 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	1,56
11	0,000625	$1,56 \cdot 10^{-1}$	$3,12 \cdot 10^{-1}$	$6,25 \cdot 10^{-1}$	3,12
12	0,00125	$3,12 \cdot 10^{-1}$	$6,25 \cdot 10^{-1}$	1,25	6,25
13	0,0025	$6,25 \cdot 10^{-1}$	1,25	2,5	12,5
14	0,005	1,25	2,5	5,0	25,0
15	0,01	2,5	5,0	10,0	50,0

Вычисление количественного содержания битума в породе производится по формуле:  $a \cdot b \cdot 100\%$

где а – содержание битума в 1 мл эталона, г; b – количество растворителя, мл; d – вес пробы, г

Основные типы битумов, выделяемые  
по капиллярным вытяжкам

Типы битумов	Цвет люминесценции битумов
Маслянистые битумы МБА	Белый, беловато-желтый, беловато-голубой, голубой, синий, зеленовато-синий, зеленый
Осмоленные битумы ОБА	Желтый, оранжевый, желтовато-светло-коричневый
Средние битумы СБА	Светло-коричневый, оранжево-коричневый, коричневый
Смолисто-асфальтовые битумы САБА	1 подтип: зеленовато-коричневый, краснокоричневый, темно-коричневый 2 подтип: черный, черно-зеленый, черно-коричневый

## ЛЮМИНЕСЦЕНТНО-БИТУМИНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧЕТЫРЕХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

В основу методики исследований рассеянных битуминозных веществ с использованием четырех растворителей положен рассмотренный выше люминесцентно-битуминологический анализ В.Н.Флоровской [6] и несколько измененный В.В.Ильинской и Н.М.Галактионовой [3] прием экстракционной характеристики, предложенный А.А.Карцевым [4].

В работе А.А.Карцева [4] была использована избирательная способность четырех растворителей для диагностики генетического типа органического вещества каустобиолитов.

Использование четырех растворителей - хлороформа, спиртобензола (1:1), петролейного эфира и 2%-ной едкой щелочи - при параллельной экстракции позволяет сохранить основные преимущества люминесцентного метода перед другими - это его экспрессность и вместе с тем позволяет отнести битуминозные вещества в породе к определенной группе - **сингенетичным или эпигенетичным** [3].

**Сингенетические битумоиды.** Это битумоиды, образованные за счет исходного органического вещества, прошедшего все стадии изменения вместе с минеральной частью от осадка до горной породы. Цвета люминесценции хлороформенных капиллярных вытяжек сингенетических битумоидов коричнево-серые, черновато-коричневые, желтовато-серые, зеленовато-желтые, зеленовато-серые и зеленовато-голубые. При этом ширина люминесцирующих зон незначительна.

Цвет люминесценции хлороформенных растворов битумоидов яркий: синий, зеленовато-синий, голубой.

Спиртобензольные капиллярные вытяжки битумоидов по сравнению с хлороформенными отличаются большой шириной зон и темными цветами люминесценции: черным, коричневаточерным и т.д.

**Эпигенетические битумоиды** не свойственны данной породе. Битуминозное вещество в эту породу попало после ее формирования в результате его миграции из близлежащих отложений. Для этих битумоидов характерно неравномерное их распределение в породе по трещинам, слоистости и т.д. Цвета люминесценции хлороформенных растворов битумоидов менее яркие, чем у сингенетических битумоидов: голубоватобелый, желтоватосерый, беловатожелтый.

Спиртобензольные растворы битумоидов, как правило, люминесцируют слабее хлороформенных и нередко имеют серые оттенки.

Капиллярные вытяжки хлороформенных битумоидов имеют яркие цвета люминесценции: беловатоголубой, желтый, коричневатооранжевый и так далее.

Спиртобензольные капиллярные вытяжки, наоборот, дают очень слабую люминесценцию сероватых тонов.

В горных породах нередко содержатся одновременно сингенетические и эпигенетические БВ. Интересные результаты получаются при рассмотрении люминесцентно-битуминологических особенностей пород одного нефтегазоносного района, но разных нефтегазоносных комплексов.

На этот анализ берутся четыре одинаковые навески образца породы (размер навески определяется капельным анализом при общем просмотре образцов), которые обрабатываются для извлечения битуминозной части породы следующими растворителями: хлороформом, спирто-бензолом, петролейным эфиром и щелочью.

Все четыре навески породы (порода должна быть истолчена, просеяна и взвешена на кальке) помещаются в отдельные пробирки, заливаются перечисленными выше растворителями (по 5 мл растворителя в каждую пробирку). Уровень растворителя в пробирках отмечается восковым карандашом, сами пробирки закрываются плотно корковыми пробками и оставляются на 18 часов. Затем полученные экстракты сравниваются под люминесцентной лампой с эталонными коллекциями: хлороформенная вытяжка - с хлороформенной эталонной коллекцией, спиртобензольная - со спиртобензольной, петролейно-эфирная - с петролейно-эфирной эталонной коллекцией.

Щелочная вытяжка сравнивается с эталонной щелочной коллекцией гуминовых кислот, но не в свете ультрафиолетовых лучей, а на свету на белом фоне.

На основании данных, полученных люминесцентно-экстракционным методом, строятся графики количественного распределения содержания битуминозных веществ (номер эталона) в каждом отдельном растворителе, которые сравниваются с кривыми, характеризующими определенный тип битуминозных веществ (рис. 6).

Здесь принципиально важным является возможность разграничить сингенетичные и эпигенетичные битумоиды [2]. Природа первых может быть различна и не связана непосредственно с формированием залежей нефти. Эпигенетичные битумоиды всегда в той или иной мере связаны с нефтью. Это могут быть непосредственно продуктивные нефтеносные породы, следы миграции нефти в породах, различного рода микроаккумуляции за пределами ловушек. Но важно, что обнаружение даже следов эпигенетичных битумоидов является прямым поисковым показателем.

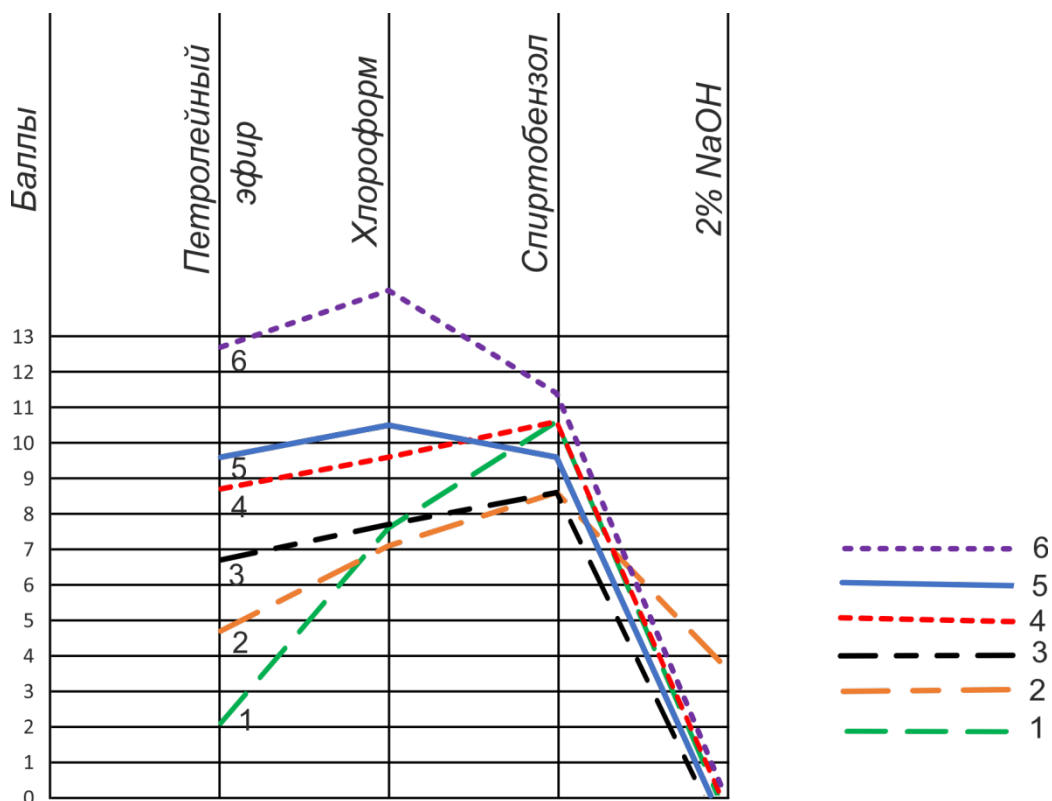


Рис. 6. Люминесцентно-экстракционная характеристика битуминозных веществ

Различие между сингенетичными (кривые 1,2,3) и эпигенетичными (кривые 4,5,6) битумоидами выражается в пониженных у первых показателях петролейно-эфирного и повышенных спиртобензольного экстракта; для эпигенетичных битумоидов характерна высокая растворимость в петролейном эфире и хлороформе. Отличие по люминесцентно-битуминологическим показателям внутри единой группы сингенетичных битумоидов отражает неодинаковое соотношение в них нейтральных (извлекаемых хлороформом) и кислых (извлекаемых спиртобензолом) компонентов. Это позволяет выделить кислый, менее кислый и восстановленный подтип синбитумоидов. Различия внутри группы эпибитумоидов (кривые 4,5,6) соответствуют выделяемым В.Н.Флоровской типам битумов ОБА (осмоленный), СБА (средний) и САБА (смолисто-асфальтовый).

Повышенные значения щелочного экстракта встречаются редко и определяются либо низкими стадиями катагенеза органического

вещества, либо его сильной вторичной окисленностью (процессы выветривания). И в том, и в другом случае это мало благоприятные показатели при оценке перспектив нефтеносности изучаемых отложений, но считать их полностью бесперспективными на основании только этого показателя, конечно: нельзя.

Результаты данного вида люминесцентного анализа представляются в виде соответствующих графиков и их расшифровки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 53375 – 2009. Скважины нефтяные и газовые. Геолого-технологические исследования. Общие требования. – М.: Стандартин – форм, 2009. – 19с.
2. Баранова Т.Э. Диагностика сингенетических и эпигенетических битуминозных веществ методами люминесцентной битуминологии/ЛГр.ВНИГРИ, Вып. 294, 1971, С. 28-38
3. Ильинская В.В., Галактионова Н.М. Методика люминесцентно-битуминологического анализа с использованием пяти растворителей, применяемая для исследования органического вещества осадочных пород центральных областей Русской платформы. – В кн. : Результаты геохимических исследований. – М.: Гостоптехиздат, 1958/Тр.ВНИГНИ, вып. XI, С.53-62.
4. Карцев А.А. Экстракционные характеристики каустобиолитов. – ДАН СССР. Новая серия, том IXV, №2, 1949, С.84-88.
5. Методическое руководство по люминесцентно-битуминологическим и спектральным методам исследования органического вещества пород и нефтей//Т.А.Ботнева, А.А.Ильина, И.А.Терской и др.-М.: Недра, 1979, 204с.
6. Флоровская В.Н. Люминесцентно-битуминологический метод в нефтяной геологии.- М.: Изд-во Московского университета, 1957, 292с.

---

Подписано в печать 07.12.2015.  
Форм. 60 × 84 1/16. Гарнитура «Таймс». Печать ризографическая.  
Печ. л. 9,25. Тираж 100. Заказ 227.

Лаборатория оперативной полиграфии Издательства КФУ  
420012, Казань, ул.Бутлерова, 4  
Тел. 291-13-88