

А. И. ГИНЗБУРГ, О. И. ГАВРИЛОВА, И. А. ЛЕТУШОВА

**ПЕТРОГРАФИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ  
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СССР  
И ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХ КЕРОГЕНА**

Исследованы верхнеюрские горючие сланцы (ГС) севера европейской части СССР [1]. Детально изучено около 200 образцов, характеризующих основные пласты ГС Айювинского месторождения, Поингского, Южного и Северного районов Сысольского бассейна и Ярегского района Ярегского бассейна.\*

Цели работы — вещественно-петрографическая характеристика керогена, его химических и генетических особенностей, включая определение исходного материала, обобщенное описание минеральной составляющей горючих сланцев и основных петрографических типов ГС, слагающих пласты, а также сопоставление петрографических типов горючих сланцев и вещественно-петрографического состава керогена в пределах изученных районов. Используются основные углепетрографические методы с учетом данных микроскопической люминесценции, химических анализов и мацерации [2].

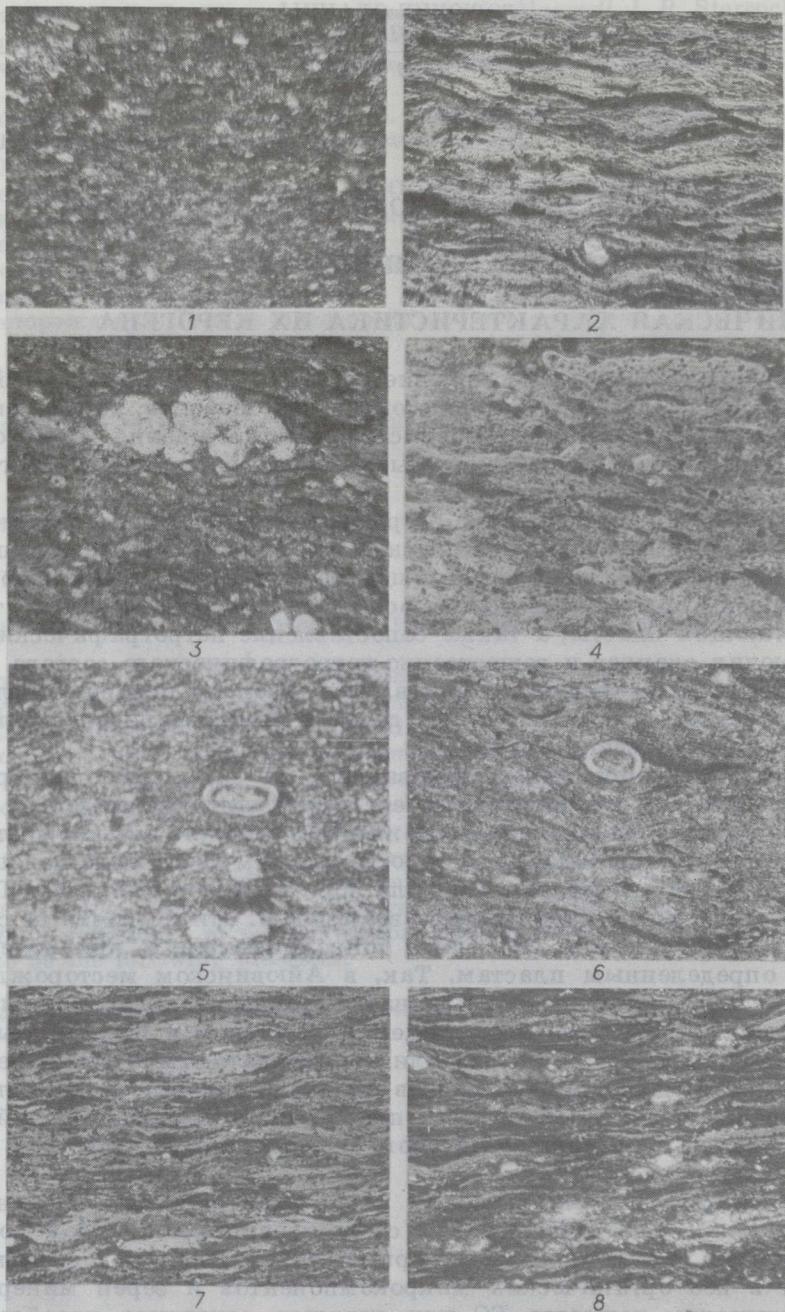
Внешний вид образцов исследованных ГС довольно однообразен. Подавляющее их большинство имеет серый или светло-серый цвет, неяснослоистое или массивное сложение, содержит мелкие обломки и целые экземпляры раковин моллюсков, преимущественно пелеципод и аммонитов. Коричневато-серых или коричневато-темно-серых ГС гораздо меньше, темно-коричневые совсем редки. Эти ГС почти не содержат обломков раковин. Они чаще тонкоплитчатые и приурочены к вполне определенным пластам. Так, в Айювинском месторождении пласт II сложен коричневыми плитчатым горизонтально-слоистым относительно легким горючим сланцем. В Ярегском и Южном Сысольском районе темно-коричневый или коричневато-темно-серый неясно-слоистый не содержащий обломков раковин горючий сланец слагает стратиграфически самый нижний пласт. Аналогичный горючий сланец отмечался в пластах Поингского и Северного Сысольского районов.

ГС в шлифах под микроскопом как с электрическим источником света, так и в ультрафиолетовом свете представляют собой породу, более чем на 70% состоящую из органико-минеральной основы и включенных в нее органических микрокомпонентов и зерен минералов. В органическом веществе ГС, или керогене, отчетливо преобладают микрокомпоненты группы альгинита и в подчиненном количестве присутствует псевдовитринит. В группу альгинита входят коллоальгинит и талломоальгинит. Последний различим главным образом в ультрафиолетовом свете (табл. 1; фототаблица).

Коллоальгинит во всех ГС представляет собой дисперсную смесь с известково-глинистым веществом и значительно реже — с глинистым. Количественное соотношение этих минеральных компонентов не установлено, но по оттенку цвета под микроскопом и интенсивности

\* Образцы горючих сланцев предоставлены старшим геологом Ухтинской геолого-разведочной экспедиции А. М. Павловым и старшим инженером Вычегодской партии Л. Ф. Васильевой.





Микроструктура и вещественно-петрографический состав верхнеюрских горячих сланцев европейского Севера СССР: 1, 2, 3 — Поингский район: 1 — известково-глинистый коллоальгитовый горячий сланец, 2 — глинистый псевдовитринитовый, 3 — глинистый коллоальгитовый, скопление желтозеленых водорослей *Pila*; 4, 5 — Южный Сысольский район: 4 — известково-глинистый псевдовитринитовый коллоальгитовый горячий сланец, участок с небольшим количеством псевдовитринита, светлые вытянутые образования — зеленые водоросли *Leiosphaeridiales*; 5 — известково-глинистый коллоальгитовый горячий сланец, в центре зеленая водоросль



люминесценции можно определить, какова доля коллоальгинита в исследуемом горючем сланце. Ярко-желтый цвет известково-глинистого или глинистого коллоальгинита и интенсивная люминесценция свидетельствуют о большом его содержании, и наоборот — желтый или светло-желтый цвет этой дисперсной смеси и слабая люминесценция говорят о меньшем содержании коллоальгинита.

### Микрокомпоненты керогена и их исходный материал

Таблица 1

Группа микрокомпонентов	Микрокомпонент	Исходный материал микрокомпонентов	Источник накопления	Степень участия микрокомпонента в керогене в различных районах
Альгинит	Коллоальгинит	Одноклеточные бесклеточные водоросли, не сохранившие строения: желтозеленые и зеленые, органическая часть скелетных золотистых, в небольшом количестве, возможно, остатки животных организмов	Автохтонный, непосредственно в морском бассейне	Керогенообразующая — от 65 (Айювинское месторождение) до 90% и более (Сысольский бассейн и Ярегский район)
»	Талломоальгинит	Одноклеточные бесклеточные водоросли, сохранившие строение: желтозеленые <i>Pila</i> , зеленые сем. <i>Tasmanaceae</i> род <i>Tasmanites</i> , сем. <i>Leiosphaeridiaceae</i> род <i>Leiosphaeridia</i> , сем. <i>Nostocaceae</i> род <i>Nostocopsis</i>	То же	Второстепенная — около 10%, иногда несколько меньше или больше
Псевдовитринит	Псевдовитринит	Обрывки многоклеточных высших донных водорослей — фитобентос	»	Единичная — <10% и второстепенная — >10% и до 30% (Айювинское месторождение)

Под микроскопом, в препаратах из концентратов коллоальгинит в относительно очищенном от минеральной составляющей керогене всегда ярко-желтый и почти однородный. В ультрафиолетовом свете, благодаря различной интенсивности люминесценции и неодинаковому по цвету свечению, отчетливо выявляется его неоднородность и устанавливается, что он состоит из собственно коллоальгинита — совершенно бесструктурного, имеющего в концентрате зеленовато-желтую люминесценцию, и талломоальгинита, отличающегося более интенсивной лимонно-желтой люминесценцией. Талломоальгинит имеет очертания водорослей. Соотношение этих микрокомпонентов в керогене варьирует: коллоальгинита 80—90%, талломоальгинита 8—20%. Показатель преломления коллоальгинита 1,58—1,61, отражательная способность в воздухе 4,5%.

*Tasmanites*; 6, 7 — Ярегский район: 6 — известково-глинистый коллоальгитовый горючий сланец, светлая органо-минеральная основа содержит мало коллоальгинита, в центре — зеленая водоросль *Tasmanites*; 7 — глинистый псевдовитринитовый коллоальгитовый горючий сланец; 8 — Айювинское месторождение, пласт II, известково-глинистый псевдовитринитовый коллоальгитовый горючий сланец.

На всех фото органо-минеральная основа более светлая (под микроскопом желтая), в нее включены черные линзы (под микроскопом коричневатокрасные) псевдовитринита. 1—3, 6, 7  $\times 100$ ; 4, 5  $\times 200$ .

## Химико-петрографическая характеристика горючих сланцев европейского Севера СССР

Место отбора образцов; глубина, м	Исходный горючий сланец			Концентрат керогена			$S_t^{dat}$	$S_p^d$	$V_c^{dat}$	$C_o^{dat}$	$H_o^{dat}$	$N_o^{dat}$	$S_o^{dat}$	$O_o^{dat}$	$d_r^{d*4}$ г/см <sup>3</sup>			
	$W^a$	$A^d$	$S_t^d$	$C_{орг}$	$M_{орг}^{*1}$	Петрографический состав <sup>#2</sup>										$W^a A_s^d$ <sup>#3</sup>		
Айювинский район																		
Пласт II, обр. 711	2,5	59,3	6,2	26,7	38,3	76	34	1,5	10,4	10,9	4,7	79,6	69,62	7,24	1,8	6,98	14,36	1,25
Северный Сыольский район																		
Скв. 47; 120	—	70,1	—	13,2	19,5	96	4	2,9	31,9	6,6	4,6	78,2	66,8	8,0	1,8	3,0	20,4	1,24
» 114	—	62,0	—	19,1	28,6	83	17	2,9	31,2	7,3	4,9	78,5	66,9	8,1	1,9	3,4	19,7	1,24
Скв. 14; 226	—	58,2	—	20,6	30,8	90	10	2,9	30,4	6,4	4,4	81,3	66,9	8,3	1,8	3,0	20,0	1,23
Скв. 85; 109	—	58,8	—	22,4	33,8	84	16	2,3	11,1	0,3	—	79,2	66,3	7,9	1,7	0,4	23,7	1,29
Южный Сыольский район																		
Скв. 188; 107	—	61,4	—	28,1	41,5	96	4	2,6	7,8	8,4	3,6	78,9	67,8	7,7	1,3	5,2	18,0	1,18
» 113	—	21,5	—	39,9	61,9	90	10	2,5	1,8	8,2	0,2	85,0	64,5	7,5	1,3	8,2	18,5	1,21
Скв. 189; 116	—	53,4	—	30,8	44,6	87	13	2,5	7,7	9,0	3,4	81,8	69,1	7,9	1,3	6,1	15,6	1,17
Скв. 191; 202	—	—	—	20,3	29,1	87	13	2,4	12,7	9,3	4,2	81,5	69,7	7,9	1,4	5,7	15,3	1,17
» 209	—	18,4	—	54,8	84,0	86	14	2,4	0,8	8,3	0,6	86,0	65,2	7,4	0,9	7,8	18,7	1,18
Скв. 192; 192	—	18,3	—	28,2	40,2	89	11	2,5	9,1	8,4	3,8	80,4	70,2	7,9	1,5	5,0	15,4	1,17
Пюингский район																		
Шурф 28; 10	4,2	63,5	3,4	18,8	28,6	85	15	4,0	8,8	9,3	4,4	81,8	65,7	8,6	1,4	5,5	18,8	1,16
» 11	3,6	63,4	3,4	18,9	28,9	90	10	3,9	5,8	9,7	4,4	82,0	65,4	7,6	1,5	5,6	19,9	1,17
Скв. 319; 72	3,2	73,5	1,9	9,4	13,9	96	4	3,8	11,2	9,5	4,7	77,8	67,3	7,8	1,6	5,5	17,8	1,18
» 70	3,7	73,4	2,7	13,0	19,4	92	8	3,6	11,3	10,7	5,8	84,0	67,3	8,3	1,7	5,5	17,2	1,15
Скв. 333; 122	3,5	65,1	2,9	17,0	25,2	92	8	3,5	17,9	8,4	4,0	78,9	67,3	8,3	1,8	5,4	17,2	1,16
Скв. 338; 89	3,6	56,3	4,5	23,6	34,9	92	8	3,9	7,3	10,4	5,1	83,1	67,4	7,7	1,5	5,9	17,5	1,19
» 95	4,1	66,6	3,2	17,3	25,5	88	12	4,1	14,9	9,4	4,5	80,3	67,8	8,5	1,6	5,8	16,3	1,15
Скв. 373; 118	3,7	57,9	3,6	21,6	31,5	90	10	4,1	11,7	8,8	4,4	82,4	68,6	8,1	1,5	5,2	16,6	1,14
Скв. 379; 154	3,8	55,6	3,8	14,7	21,7	86	24	4,2	15,2	8,0	3,9	82,0	67,8	8,4	1,6	5,1	17,1	1,12
Ярегский район																		
Скв. 22; 21	3,4	29,9	8,3	—	—	87	13	3,3	2,4	10,0	2,9	86,7	64,4	7,3	1,6	7,2	19,5	—
» 16	3,2	60,3	2,6	—	—	79	21	3,9	5,0	8,8	3,0	77,4	65,9	7,2	1,7	5,5	19,7	—
Скв. 32; 52	4,1	33,3	7,7	—	—	81	19	3,2	2,6	8,7	3,1	86,7	65,1	7,5	1,2	6,0	20,2	—
Скв. 68; 60	3,9	47,2	7,8	—	—	94	6	3,6	5,8	13,7	6,6	84,9	61,7	7,5	0,9	7,8	22,2	—
» 54	4,7	44,5	6,3	—	—	97	3	5,6	6,3	8,0	4,0	79,7	61,3	7,3	1,0	4,3	26,1	—

\* $M_{орг}$  — органическая масса, рассчитанная по формуле  $C_{орг} \cdot 100 / C_{орг}^{dat}$  керогена.\*\* $K_A$  — коллоальгинит,  $T_A$  — таллоальгинит, ПВ — псевдовитринит.\* $A_{змп}^d$  — количество золы пересчитано с учетом содержания пиритной серы.\* $d_r^{d*4}$  — действительная плотность органической массы,  $d_r^d = d^d - 0,01A^d - 0,012S_t^d$ .



## Обобщенная характеристика минеральных компонентов горючих сланцев европейского Севера СССР

Группа минералов	Минерал	Размерность	Распространенность	Вероятные условия образования
Сульфиды	Пирит	0,01—0,02, редко крупнее	Фрамбонды пирита встречаются во всех ГС в органо-минеральной коллоальгинитовой основе, часто в линзочках псевдовитринита. Иногда замещает обломки кальцита	Фрамбонды — биогенные диагенетические, замещающий пирит — аутигенный
Окислы	Лимонит	0,01—0,02	Фрамбонды лимонита встречаются совместно с пиритом	В результате выветривания пирита
	Кварц	Чаще 0,04	Единичные зерна в большей части ГС	Терригенный
Карбонаты	Кальцит кристаллический	0,01 до макроскопических	Во всех ГС, чаще около 12% от общего объема породы, иногда меньше или больше	Преимущественно органо-генный, обломки раковин
	Карбонат пелитоморфный	Криптокристаллический	Сланцеобразующий, во всех ГС, у которых органо-минеральная основа известково-глинистая	Преимущественно аутигенный
Силикаты и алюмосиликаты	Глинистое вещество	Пелитовая	Сланцеобразующее в ГС, у которых органо-минеральная основа известково-глинистая и глинистая	Терригенный
	Глаукоцит	0,04, больше и меньше	Единичные зерна во всех ГС	Аутигенный
	Слюда	Тонкие иголки	Обломки во всех ГС	Терригенный
Фосфат		0,04—0,12	Очень редко в некоторых ГС	Органогенный

Скорее всего преобладающая часть коллоальгинита состоит из полностью разложившихся планктонных, преимущественно бесскелетных зеленых и желтозеленых водорослей, длительное время находившихся в благоприятных анаэробных условиях и превратившихся в бесструктурное морфологически однородное вещество [3, 4]. Водоросли настолько изменены, что незначительная их часть фиксируется только в ультрафиолетовом свете. По имеющимся данным [5], в коллоальгините присутствует и органическое вещество скелетных золотистых водорослей.

Талломоальгинит, составляющий до 14% от общего объема керогена, равномерно рассеян в органо-минеральной основе и строго приурочен к коллоальгиниту. Он представлен простыми планктонными бесскелетными водорослями двух систематических типов: зелеными и желтозелеными. Под микроскопом в проходящем свете общие их признаки — светло-желтый цвет и изотропность, в ультрафиолетовом — интенсивная лимонно-желтая люминесценция; более интенсивная люминесценция характерна для желтозеленых водорослей, которые встречаются значительно реже, чем зеленые.

Разделение зеленых водорослей на классы, семейства и роды приводится по Медлеру (*Mädler*) [6]. Все описанные ниже водоросли, принадлежащие к разным семействам, шарообразные. Мы наблюдали их в шлифах из породы в вертикальных разрезах, где они имеют чаще



сплюснутое овальное или округлое очертание (фототаблица, 3—5).

Водоросли класса *Hystrichosphaerideen* семейства *Tasmanaceae* представлены родом *Tasmanites* (фототаблица, 5, 6). В шлифах они напоминают мегаспоры, чаще овальные, реже округлые, внутри они полые, нередко сплюснутые, поверхность гладкая или мелкогранулированная, иногда бугорчатая. Размер по вытянутой стороне от 0,06 до 0,16 мм, чаще 0,08—0,10 мм.

Водоросли семейства *Leiosphaeridiaceae* этого же класса представлены родом *Leiosphaeridia*. Они отличаются большими размерами и очень редко наблюдаются в виде целых экземпляров. Чаще это смятые тонкие, менее 0,01—0,02 мм, обрывки с гладкой поверхностью. Обнаруженные целые экземпляры имеют по вытянутой стороне размер 0,30 мм и более. Нередко несколько экземпляров плотно прилегают друг к другу (фототаблица, 4).

Из семейства *Nostocaceae* встречается род *Nostocopsis*. Это одиночные гладкие образования, видимые преимущественно в ультрафиолетовом свете и напоминающие миоспоры, их размеры не превышают 0,02—0,03 мм.

Желтозеленые водоросли условно отнесены к роду *Pila*. Они шаровидные, размером по диаметру от 0,02 до 0,08 мм, как правило, плохой сохранности. Лишь в некоторых экземплярах хорошо различимо их трубчатое строение. Нередко наблюдаются скопления нескольких экземпляров (фототаблица, 3).

Псевдовитринит в ГС всех районов по всем морфологическим и оптическим признакам одинаковый (фототаблица, 2, 7, 8). Содержание его варьирует как в отдельных пластах района, так и в различных районах. Он входит в органо-минеральную основу горючего сланца и всегда имеет очертания линз. Под микроскопом в проходящем свете псевдовитринит обычно коричневатокрасных оттенков, реже красноватокоричневых и очень редко чисто коричневых. Вещество псевдовитринита однородное, гладкое, без перпендикулярных к вытянутости трещин, изотропное, не люминесцирующее; контуры чаще слабоволнистые. Длина линз колеблется от долей миллиметра до 1 мм, чаще 0,08—0,12 мм, толщина их составляет доли миллиметра.

Распределение псевдовитринита в органо-минеральной основе ГС обычно не строго равномерное. Лишь в отдельных случаях, преимущественно при глинистой коллоальгинитовой основе, он распределяется равномерно, образуя правильную линзовидную микрослоистость. Содержание псевдовитринита в ГС колеблется от нескольких процентов до 30% и более. Максимум содержания псевдовитринита установлен в ГС Айювинского месторождения, особенно в пласте II, минимум — в ГС Ярегского и Поингского районов. Судя по исходному материалу, этот микрокомпонент представляет собой обрывки многоклеточных донных водорослей (фитобентоса), всегда обитавших в береговой части теплого неглубокого морского бассейна [4]. Кероген ГС европейского севера СССР подразделяется на два типа (табл. 2): коллоальгинитовый, содержащий 90% и более микрокомпонентов группы альгинита, и псевдовитринито-коллоальгинитовый, содержащий меньше 90% альгинита и от 10% и более — псевдовитринита. Внешне горючий сланец, в керогене которого больше псевдовитринита, всегда отличается более темно-серым или коричневатотемно-серым цветом.

Соотношение микрокомпонентов группы альгинита, включающей коллоальгинит и талломоальгинит с псевдовитринитом, изменяется по направлению на север. Это выражается в увеличении доли псевдовитринита, достигающей максимума в ГС Айювинского района (34%). В ГС Поингского района содержание этого микрокомпонента минимально, в других районах Сысольского бассейна близко к минимальному.



Керогена больше всего в ГС Южного Сысольского и Ярегского районов, меньше всего — в ГС Поингского района. Характеризующие кероген химические показатели в пределах исследованных районов варьируют незначительно. Так, содержание в концентрате керогена общей серы везде высокое (9—11%), за исключением Северо-Сысольского района — около 6,8%. Доля органической серы больше, чем пиритной, везде, кроме Северо-Сысольского района. Выход летучих веществ почти одинаковый (79—83%). Содержание углерода максимальное в керогене Айювинского месторождения (70%), минимальное — в керогене Ярегского (64%), водорода — минимальное в керогене Айювинского и Ярегского районов и одинаковое для всех других. Весьма незначительно варьируют содержание азота и действительная плотность органической массы.

Четкой зависимости некоторых колебаний отдельных показателей от содержания в керогене псевдовитринита не установлено. Можно лишь отметить, что в керогене айювинских ГС, содержащем значительно больше псевдовитринита, самая меньшая доля водорода и органической серы и самая большая действительная плотность. Показатель преломления альгинита для ГС всех районов составляет 1,57—1,61, отражательная способность в воздухе — 4,5%.

Судя по петрографическим и химическим показателям, природа керогена во всех ГС европейского Севера СССР одинаковая или очень близкая. Все классификационные показатели, характеризующие кероген ГС, подтверждают его растительное происхождение. Он относится к классу собственно сапропелитов [3, 4]. Содержание углерода, показатель преломления и отражательная способность альгинита свидетельствуют о том, что вторичные изменения органического вещества не превышают бурогольной стадии.

Минеральные компоненты ГС всех исследованных проб довольно однообразные, в основном глинистые и известково-глинистые. Значительно меньшую долю составляют зерна и обломки минералов, которые распределяются в органо-минеральной коллоальгинитовой основе (табл. 3).

Особенности внешнего вида, вещественно-петрографического и минерального состава ГС позволили выделить петрографические типы и породы с вполне определенным органо-минеральным составом, слагающие слои, пачки и целые пласты. Пласты ГС Северного, Южного, Поингского и Ярегского районов — преимущественно известково-глинистого коллоальгитового и известково-глинистого псевдовитринито-коллоальгитового типов. В этих районах глинистые коллоальгитовые и глинистые псевдовитринитовые ГС распространены меньше. В Айювинском месторождении — пласты известково-глинистого псевдовитринито-коллоальгитового типа. Содержание органического вещества в каждом из этих типов колеблется в пределах 20—30%, в отдельных случаях составляет 50% и более.

Химико-петрографические исследования горючих сланцев европейского Севера СССР показали, что условия образования их в различных районах очень близкие. Накопление биогенно-хемогенных и биогенно-терригенных осадков происходило в относительно теплой прибрежной части морского бассейна. Основными обитателями бассейна были: из макрофауны — моллюски, из флоры — планктонные бесскелетные зеленые и желтозеленые, скелетные золотистые водоросли. Основная их масса превращалась в бесструктурное коллоальгинитовое вещество, что свидетельствует о длительном процессе их преобразования в анаэробных условиях. Кроме того, в бассейне присутствовали донные водоросли (фитобентос), распределение которых на площади



всего бассейна было неравномерным. Максимальное содержание донных водорослей, представленных псевдовитринитом, характерно для ГС, слагающих пласты более северных районов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прогноз сланценоности европейского Севера СССР; Вып. 29. Сыктывкар, 1981.
2. Гинзбург А. И. Методы петрографического изучения органического вещества горючих сланцев. — В кн.: Формации горючих сланцев. Таллин, 1973, с. 98—105.
3. Гинзбург А. И. Органическое вещество петрографических типов горючих сланцев. — Литол. и полезн. ископаемые, 1969, № 4, с. 39—51.
4. Гинзбург А. И. Петрография органического вещества горючих сланцев. — В кн.: Петрография и генезис угля: Мат. 8-й Конф. по стратиграфии и геол. карбона; Т. 4. М., 1979, с. 103—109.
5. Яночкина З. А., Букина Т. Ф., Ковальский Ф. И., Самородов А. В. О материнском веществе керогена верхнеюрских горючих сланцев Волжского бассейна. — В кн.: 3-е Всесоюзн. совещ. по геохимии горючих сланцев. Тез. докл. — Таллин, 1982, с. 220—222.
6. Mädlar von Karl. Die figurierten organischen Bestandteile der Posidonienschiefer. Zur Kenntnis der nordwestdeutschen Posidonienschiefers. — Beich. Geol. XII, Hannover, 1968, S. 287—406.

Всесоюзный научно-исследовательский  
геологический институт  
им. А. П. Карпинского  
г. Ленинград

Представил Д. Л. Кальо

Поступила в редакцию  
27.01.1986

Повторно 16.04.1986

A. I. GINZBURG, O. I. GAVRILOVA, I. A. LETUSHOVA

## PETROGRAPHY OF OIL SHALES FROM THE EUROPEAN NORTH OF THE USSR AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THEIR KEROGEN

Oil shales from the European north of the USSR have been represented by Upper-Jurassic clay, calcareo-argillaceous and argillo-calcareous rocks containing 20—30% of sapropelic organic matter or more, with alginite microcomponents, more rarely alginite together with pseudovitrinite, prevailing.

Petrographic and luminescence studies of oil shales from the Aiyuva deposit, southern, northern and Poinga regions of the Sysola basin and the Yarega region of the Yarega basin, as well as chemical investigations of their kerogens have indicated similarity in kerogen petrographic composition, initial material, mineral composition and petrographic types of oil shales.

Two types of kerogen may be differentiated: colloalgite containing 90% of alginite microcomponents or more, 80% of colloalginite and up to 10% of tallomoalginite; and pseudovitrinite-colloalgite containing not over 90% of alginite and 10% of pseudovitrinite or more.

The chemical properties of kerogen concentrate are the following: S 9—11%, sometimes less, with organic sulfur predominating; light products yield 79—83%; C 64—70%, H 7.2—8.5%, N 1.0—1.9%.

The refractive index of colloalginite is 1.58—1.61.

All the indices give evidence of plant origin of kerogen. It belongs to sapropelites and is at the lignite stage of secondary transformations. On oil shale formation, the accumulation of biogenic-chemogenic and biogenic-terrigenuous sediments took place in the relatively warm coastal region of the sea basin. Molluscs were most abundant among macrofauna, while planktonic nonskeletal green and yellow-green and skeletal yellow-green algae predominated among flora. In addition, unevenly distributed bottom algae (phytobenthos) were also present in the sea basin.

A. P. Karpinsky Research Institute of Geology  
Leningrad