

## Мацеральный состав и условия формирования углей васюганской свиты на юго-западе Томской области

*Р. А. Бондорov<sup>1\*</sup>, А. Н. Фомин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: r.bondorov@g.nsu.ru

**Аннотация.** Микроскопически изучен мацеральный состав углей васюганской свиты. Проведено их описание, выделены группы, классы, подклассы, типы и подтипы, показаны фотографии наиболее типичных мацералов. На основе этих материалов высказано предположение об условиях формирования угленосных пластов.

**Ключевые слова:** Западная Сибирь, васюганская свита, мацеральный состав углей, условия формирования

## Maceral composition and conditions of forest-to-coal process of the Vasyugan Formation in southwest of Tomsk region

*R. A. Bondorov<sup>1\*</sup>, A.N. Fomin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk,  
Russian Federation

\* e-mail: r.bondorov@g.nsu.ru

**Annotation.** The maceral composition of the coals of the Vasyugan Formation has been studied microscopically. Their description is carried out, groups, classes, subclasses, types and subtypes are distinguished, photographs of the most typical macerals are shown. Based on these materials, an assumption about the conditions for the formation of coal-bearing seams was made.

**Keywords:** Western Siberia, maceral composition of coals, Vasyugan Formation, forest-to-coal process conditions

### *Введение*

Углетрография является довольно молодой наукой. Её основы в XIX веке заложили такие исследователи как Б. Рено, К.Е. Бертран, М.Д. Залесский, Ф. Уайт и др. Она занимается всесторонним изучением углей: их состава и свойств, а также классификацией. Данные, полученные в результате углетрографических исследований, широко применяются для решения многих задач: для оценки состава и качества угля, степени его преобразованности и т.д. Помимо изучения концентрированного органического вещества, углетрографические методы часто используются для изучения рассеянного органического вещества (РОВ), что имеет большое практическое и научное значение. Оно в той или иной мере содержится во всех осадочных породах и влияет на процессы литогенеза и на формирование таких полезных ископаемых как нефть и углеводородный газ. Кроме

этого углепетрография способствует решению многих других геологических задач: например, таких как расчленение разрезов осадочных толщ, в которых не обнаружено следов флоры и фауны, выяснение динамики водной среды и т.д.

### ***Методы и материалы***

Петрографический анализ является неотъемлемой частью при изучении генезиса угля, для оценки степени преобразованности материнского органического вещества, а также при выборе направлений рационального использования данного угля. Мацералы представляют собой различимые под микроскопом органические составляющие угля и объединяются по физико-химическим свойствам, исходному растительному материалу и условиям образования в группы (табл. 1).

*Таблица 1*

Генетическая классификация мацералов углей (ГОСТ 9414-74)

<b>Группа</b>	<b>Индекс группы</b>	<b>Микрокомпонент (мацерал)</b>	<b>Индекс микрокомпонента (мацерала)</b>
Витринит	Vt	Коллинит Телинит	Vt <sub>1</sub> Vt <sub>2</sub>
Семивитринит	Svt	Семиколлинит Семителинит	Svt <sub>1</sub> Svt <sub>2</sub>
Микстинит	M	Микстинит	M
Фюзинит	F	Семифюзинит Микринит Фюзинит Склеротинит	F <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> F <sub>4</sub>
Лейптинит	L	Споринит Кутинит Резинит Суберинит	L <sub>1</sub> L <sub>2</sub> L <sub>3</sub> L <sub>4</sub>
Альгинит	Alg	Коллоальгинит Талломоальгинит	Alg <sub>1</sub> Alg <sub>2</sub>

Существует большое количество рекомендаций по номенклатуре и методам петрографического анализа, а также справочник с подробным описанием широкого круга углей, разработанные международным комитетом по петрологии углей (ИССР). Мацеральный состав углей является одним из ключевых параметров классификаций (ГОСТ 25543) и кодификации углей (ГОСТ 28663 и ГОСТ 30313). По ГОСТу 25543 категория угля устанавливается по содержанию фюзинизированных компонентов на чистый уголь. Мацералы представляют собой различимые под микроскопом органические составляющие угля и могут быть объединены по близким химико-технологическим свойствам, исходному растительному материалу и условиям их образования в группы: витринита (или гуминита для бурых углей), семивитринита, фюзинита (инертинита), лейптинита

и альгинита. Свойства конкретного угля определяются количественным соотношением мацералов и стадией катагенеза.

Мацеральный состав углей определяют под микроскопом в петрографических шлифах в проходящем свете. Мацералы идентифицируются по их цвету, морфологии, высоте микрорельефа, структуре и степени сохранности. Количественное соотношение определяется методом подсчета конкретных мацералов. Образец помещается на препаратодержатель на предметном столике и перемещается в двух перпендикулярных направлениях с одинаковым шагом, длина шага рассчитывается так, чтобы происходило равномерное распределение нужного количества точек отсчета по всей поверхности шлифа. Завершив продвижение образца по одной горизонтали, перемещаются вверх на половину поля видимости и начинают двигаться в обратном направлении (количество точек подсчета должно быть не менее 500). После окончания подсчета полученные цифры суммируют и вычисляют процентное содержание отдельных мацералов. Затем эти сведения заносятся в таблицу и по ним определяют группу, класс, подкласс, тип и подтип угля [3]. Анализ данной таблицы в совокупности с другими материалами позволяет сделать выводы о типе материнского органического вещества, обстановках его накопления, условиях преобразования, степени воздействия на него геологических факторов и др.

### ***Результаты***

В ходе исследования было изучено 49 образцов углей васюганской свиты из 28 скважин. В каждом образце был подсчитан мацеральный состав, на основе которого они были отнесены к определенным группам, классам и типам. Каждый образец был описан с приведением иллюстраций наиболее распространенного и типичного набора мацералов. Для примера ниже приведены фотографии наиболее распространенных мацералов в данных образцах (рис. 1).

Для большей наглядности была построена тригонограмма распределения образцов по составу (рис. 2). Точками на графике обозначены образцы, в зависимости от процентного содержания того или иного мацерала.

Наблюдения над морфологией и структурой органического вещества (ОВ) позволяют высказать предположения об условиях его фоссилизации. Так, сохранность структуры, ровная поверхность фрагментов и четкие края их свидетельствуют о том, что при седиментогенезе ОВ подвергалось разложению сравнительно короткое время и не испытало процессов окисления. В зависимости от условий седиментогенеза и длительности нахождения ОВ в этой зоне оно может быть структурным или гомогенным. В последнем случае оно длительное время было под влиянием процессов гелификации, вследствие чего растительные ткани превратились в однородное бесструктурное вещество. В процессах гелификации существенное значение имеет динамика водной среды бассейна (застойность или проточность) и скорость захоронения растительного материала. В случае быстрого погружения исходного вещества в обводненные застойные условия образуются фрагменты с сохранившимся клеточным строением. При постепенном же опускании органических остатков и предварительной их гумификацией (биохи-

мическое разложение лигниноцеллюлозных тканей с возможным их окислением) в менее застойных условиях формируется основная масса или бесструктурные фрагменты (в том числе и витринит). Гелифицированные растительные остатки отличаются от других лигниноцеллюлозных тканей, не подвергавшихся этому процессу, разбухшими, а затем сжатыми, сцементированными и вследствие этого однородными стенками клеток [4].

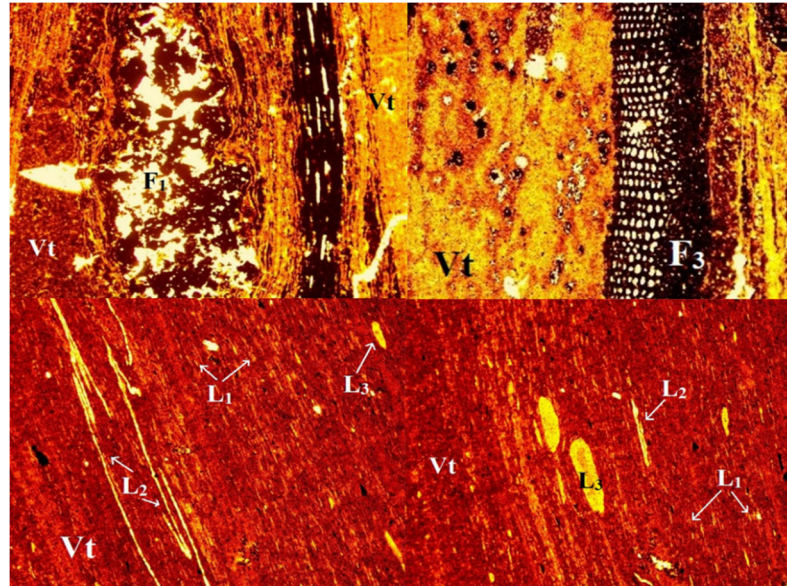


Рис. 1. Наиболее распространенные мацералы углей васюганской свиты  
 Условные обозначения (мацералы): Vt - витринит, F<sub>1</sub> – семифюзинит, F<sub>3</sub> - фюзинит, L<sub>1</sub> – споринит, L<sub>2</sub> – кутиноит, L<sub>3</sub> - резинит.

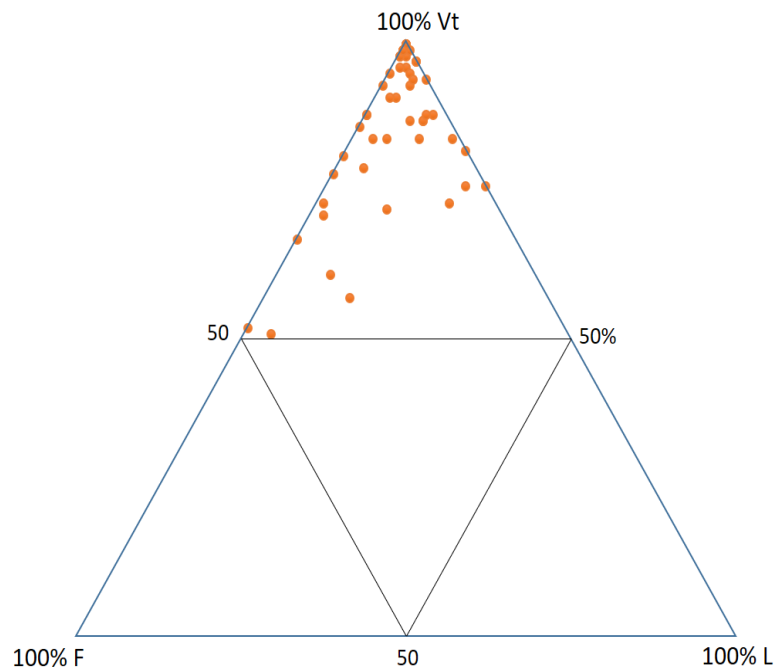


Рис. 2. Распределение образцов углей васюганской свиты по мацеральному составу  
 Условные обозначения (группы): Vt – витринита, F – фюзинита, L – лейптинита

Определение мацерального состава углей васюганской свиты показало, что они формировались практически в одинаковых фациальных условиях. Как видно из графика на рисунке 1, содержание витринита во всех образцах > 50 %. Это означает, что угли принадлежат к группе гумолитов и классу гелитолитов исходным материалом которых послужили остатки высших растений - лигниноцеллюлозные ткани, в меньшей мере споровые, кутиновые и смоляные компоненты. Это - наиболее распространенные угли (витринитовые), встречающиеся практически во всех угленосных толщах. Формирование их происходило преимущественно в болотах, занимавших низменные побережья заливов, лагун, пресноводных бассейнов (озер и рек) - автохтонное накопление. Менее распространен был снос с прилегающих участков суши в застойные водоемы растительного материала (обычно уже в разной степени окисленного) и продуктов его преобразования - аллохтонное. Накапливавшийся растительный материал в результате биохимического разложения превращался в торф, при этом значительное влияние оказывали обводненность и химический состав водной среды. Анаэробные (в водной среде) условия приводили к гелификации органического материала (процесс остудневания лигниноцеллюлозных тканей растений, приводящий к превращению их в бесструктурное коллоидное вещество - гель) и образованию блестящих витринитовых углей. Аэробные условия и окислительная среда способствовали фюзинизации (окислению) тканей и формированию волокнистых и сажистых фюзеновых углей. Вымывание проточными водами продуктов окисления лигниноцеллюлозных тканей сопровождалось обогащением органической массы остатками наиболее устойчивых частей растений: споринитом (споры); кутинитом (кожица листьев); резинитом (смоляные тела).

### ***Заключение***

Были проведены детальное изучение и интерпретация данных, полученных при изучении образцов углей васюганской свиты юго-запада Томской области. На основании выше сказанного можно сделать вывод о том, что угли образовывались преимущественно в сильнообводненных лесных, топяных и лесотопяных болотах, вне зависимости от характера растительных ассоциаций с различной динамикой среды, с неодинаковыми гидрохимическими условиями и различной вертикальной циркуляцией.

*Работа выполнена при поддержке проекта ФНИ № FWZZ-2022-0011.*

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ 9414-74 Угли каменные. Метод определения петрографического состава. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 28 с.
2. ГОСТ Р55662-2013. Методы петрографического анализа углей. Часть 3. Метод определения мацерального состава. - М.: Стандартиформ, 2014. – 9 с.
3. Вальц И.Э., Гинзбург А.И., Крылова Н.М. Основные принципы вещественно-петрографической классификации углей // Химия твердого топлива. – 1968. - № 3. - С. 9-20.
4. Фомин А.Н. Основы геологии и петрологии твердых горючих ископаемых: учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. – 224 с.

© Р. А. Бондоров, А. Н. Фомин, 2022