

Р.Г. Ибламинов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

ЛИТОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рассмотрено понятие о литогенных месторождениях как экзогенных продуктах геологических процессов, пригодных для использования с реальной или ожидаемой выгодой. Они отличаются спецификой генезиса, условий залегания и минерального состава. Залегание месторождений в верхней части осадочной оболочки делает их доступными для разработки. В их число входят общераспространённые полезные ископаемые. В перспективе разработка литогенных месторождений будет расширяться в связи с использованием их в строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях промышленности.

Ключевые слова: литогенез, месторождения, виды полезных ископаемых.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.94

Наука, изучающая осадочные породы, в России получила наименование «Литология». По нашим представлениям, литология – это раздел науки о веществе земной коры, изучающий её экзогенные образования, т.е. продукты, возникшие под действием энергии Солнца.

Литогенными мы называем природные объекты, возникшие в результате протекания процессов литогенеза. Вопросы формирования осадочных горных пород (литогенеза) наиболее подробно были рассмотрены Н.М. Страховым [5] в его трёхтомной монографии «Основы теории литогенеза» (1962). В геологической истории прогрессивного литогенеза он выделял четыре стадии. Профессор Пермского университета А.М. Кропачев (1983) предложил дополнить их двумя регрессивными стадиями [4].

Таким образом, в геологическом цикле формирования, преобразования и разрушения осадочных горных пород можно выделять шесть последовательных стадий.

Стадии прогрессивного литогенеза:

- седиментогенез (sedimentum – осадок) – накопление осадка,
- диагенез (διαγένεσις (диагенесис) – перерождение) – начальное преобразование осадка в осадочную горную породу,

– катагенез (ката (ката) – вниз) – дальнейшее региональное преобразование горной породы в недрах под действием увеличивающегося давления, – метагенез (мета (мета) – после) – преобразование осадочных пород до начального метаморфизма.

Термодинамическая характеристика и последовательность процессов литогенеза на примере органических веществ приведена в табл. 1.

Таблица 1

Стадии и этапы литогенеза и соответствующие им фазы и зоны углеобразования (нефтегазообразования) в земной коре ([1], с изменениями и дополнениями)

Подразделения литогенеза				Глубина, км	Температура, °С	Продукт термкатализа вещества	Градации
Стадия	Этап	Под-стадия	Фаза (зона)				
Седиментогенеза	Мобилизации вещества		Синтеза живого вещества	0,0	0–20	Растения → целлюлоза → лигнин	МВ
	Переноса		Перемещения вещества	0,0	0–20	То же	ПВ
	Осад-конакопления		Концентрации и гумификации	0,0–0,02	0–20	Гумус, сапрпель	ОН
Диатогенеза	Ранний		Торфо-, газообразования	0,001–0,02	4–10	Торф, сухой газ	ДГ*
	Поздний		Ранняя буроугольная	0,02–0,15	10–20	Бурый уголь марки Б1 (мягкий)	ПК1
Катагенеза	Протокатагенеза		Поздняя буроугольная, газообразования	0,15–0,5 – 1,5–2,0	20–50	Бурый уголь марок Б2 (матовый), Б3 (блестящий), газ	ПК2 ПК3
	Мезо-катагенеза	Ранняя	Каменноугольная, нефтеобразования	1,5–2,5	50–90	Каменный уголь Д (длинно-пламенный)	МК1
		Средняя		2,5–4	90–135	Г (газовый), нефть, газ	МК2
		Поздняя	Образование конденсата	4–6	135–200	Ж (жирный) К (ковшовый), газовый конденсат ОС (отощено-спекающийся)	МК3 МК4 МК5
	Апокатагенеза		Газообразование	Более 6	200–250	Т (тощий) ПА (полуантрацит), газ	АК1 АК2
			Антрацитообразования			А (антрацит)	АК3 АК4
	Метагенеза	Ранний				Более 250	Графит

**Примечание. Жирным шрифтом выделены градации по Н.Б. Вассоевичу (градация ПК, им относится к начальному этапу протокатагенеза).*

Стадии регрессивного литогенеза:

– ранний гипергенез (Ўтёр (гипер) – над, сверху) – изменение горной породы и её флюидов при попадании из глубинных условий земной коры в приповерхностные (понижение давления и температуры),

– поздний гипергенез – разрушение горной породы в процессе выветривания.

Последняя стадия заканчивает цикл литогенеза и одновременно начинает следующий. Стадии литогенеза подразделяют на этапы (см. табл. 1)

Месторождение полезных ископаемых – это природный объект земной коры, содержащий полезные ископаемые, количество, качество и условия залегания которых отвечают требованиям рентабельной добычи.

Исходя их характеристики процессов литогенеза следует, что в сферу исследований литогенных месторождений входят коры выветривания, их остаточные и инфильтрационные продукты; современные осадки континентов и океанов, возникшие в результате механолитогенеза, с образованием месторождений обломочных пород и россыпных, химолитогенеза, который разделяется на продукты осадконакопления из коллоидных и ионно-молекулярных растворов, биохимогенеза, в результате которого образуются биогенные и собственно биохимические осадки. Целесообразно включение в сферу литогенных месторождений продукты литогенеза, подвергшиеся динамо-термальному и локальному метамофизму, такие как, например, железистые кварциты, мраморы, графитовые породы и т.п.

Месторождения полезных ископаемых являются составными частями окружающих горных пород и формируются вместе с ними в результате геологических процессов, которые по источнику энергии разделяются на эндогенные и экзогенные. Эндогенные процессы обусловлены энергией недр Земли, а экзогенные процессы обязаны энергии Солнца. Оно оказывает активное воздействие на твёрдую поверхность земли атмосферу, гидросферу, биосферу. Под действием энергии Солнца протекают процессы выветривания и осадконакопления.

В результате совокупности разнообразных экзогенных процессов формируются не только горные породы, которые при соответствии определённым требованиям могут быть полезными ископаемыми, но и содержащиеся в них месторождения, разнообразие которых характеризуют приведенные ниже таблицы [3].

Таблица 2

Подклассы, ряды и генетические типы месторождений остаточного класса группы выветривания

Подкласс	Ряд	Генетический тип	Пример
Обломочного профиля	Аргиллитовый	Глин кирпичных	Антипинское, Пермский край
	Песчаниковый	Песков строительных	Косинская площадь, Пермский край
	Кварцито-песчаниковый	Маршаллитовый	Кора выветривания кварцитов
	Карбонатный	Известняковой муки	Москвинское, Пермский край
Доломитовой муки		Больше-Сарсинское, Пермский край	
Гидрослюдистого профиля	Флогопитовый	Вермикулитовый	Ковдорское, Мурманская область
	Базальтоидный	Монтмориллонитовых глин	-
	Аргиллитовый	Глин кирпичных монтмориллонитовых	Сылвенское, Каменское, оба – Пермский край
	Ангидритовый	Строительного гипса	Федоровское, Пермский край
	Карбонатный	Пиrolюзит-псиломелановых шляп	Улутеляжское, Башкирия
Каолинитового профиля	Гранитоидный	Глин каолинитовых	Просьяновское, Украина
		Глин кирпичных галлузитовых	
Лагеритно-го профиля	Гипербазитовый	Бурых железняков природно-легированных	Орско-Халиловская группа, Оренбургская обл.
		Силикатных никелевых руд	Бурыктальское, Оренбургская обл.
		Магнезитовый	Халиловское, Оренбургская обл.
		Опал-халцедоновый	
	Базитовый	Бурых железняков	Индия
		Бокситов гиббситовых	Индия
	Аломосиликатный	Бокситов гиббситовых	Боке, Гвинея
	Джеспилитовый	Мартитовый железорудный	Яковлевское, Белгородская обл.
Гондитовый	Псиломелановый марганцеворудный	Индия, Бразилия	
Элювиальных россыпей	Золотосодержащих пород	Золоторудного элювия	Урал
	Кимберлитовый	Алмазоносного элювия	Якутия
	Кварцито-песчаниковый	Хрусталеносного элювия	Полярный Урал
	Касситеритовый	Оловоносного элювия	Приморье

Таблица 3

Генетические типы месторождений инфильтрационного класса

Подкласс	Ряд	Генетический тип	Пример
Щелочно-барьерный	Гипербазитовый	Контактово-карстовых силикатных никелевых руд	Черемшанское, Свердловская область
	Карбонатный	Карбонатных Mn руд	
	Ангидритовый	Селенитовый	Фёдоровское, Пермский край
Восстановительно-барьерный	Пестроцветный терригенный	Селен-урановый ролловый	Уч-Кудук, Узбекистан
		Карнотитовых песчаников	Плато Колорадо, США
		Медистых песчаников	Предуралье
	Волконскоитовый	Ефимятское, Пермский край	
Гипс-ангидритовый	Самородной серы	Шор-Су, Узбекистан; Гаурдак, Туркмения	
Термобарически-барьерный	Карбонатный	Известковых туфов	Таныпское, Пермский край
		Ураноносных известковых туфов (калькрет)	ЮАР
Фильтрационно-барьерный	Атмосферно-водный	Пресных грунтовых вод	Родники, колодцы
Криогенный	Нефтегазовый	Газогидратный	Охотское море

Таблица 4

Ряды и генетические типы месторождений подкласса обломочных горных пород и осадков

Ряд	Генетический тип	Пример
Седиментогенетический (склоновый, аллювиальный, морской)	Глин кирпичных делювиальных	Кудымкарское, Саранинское, Пермский край
	Глин кирпичных аллювиальных	Калинское, Костаревское, Пермский край
	Песков строительных аллювиальных	Ильинское, Калинское, Пермский край
	Песчано-гравийных смесей аллювиальных	Чукаевское, Заосиновское, Пермский край
	Глин озёрных	Сединское, Пермский край
	Глин гляциальных	Келичевское, Пермский край
	Песков строительных флювиогляциальных	Артамоновское, Пермский край
	Песков эоловых	Аптугайское, Пермский край
Диакатагенетический	Аргиллитов	Пашийское, Пермский край
	Песчаников для строительства	
	Конгломератов для строительства	

Таблица 5

Ряды и генетические типы россыпных месторождений

Ряд	Генетический тип	Местонахождение
Седиментогенетический	Склоновый (делювиальный): горного хрустала алмазов золота хромовых руд	Полярный Урал Якутия Средний Урал Сарановские, Пермский край
	Аллювиальный: алмазоносных россыпей золотоносных россыпей платиноносных россыпей касситеритовых россыпей	Якутия Урал Средний Урал Северо-Восток России, Юго-Восток Азии
	Прибрежно-морской: цирконий-титановых россыпей золотоносных россыпей алмазоносных россыпей	Вост. побережье Австралии Побережье Аляски Зап. побережье Африки
Диагенетический	Аллювиальный золоторудных россыпей	Аляска
	Прибрежный цирконий-титановых россыпей	Ярегское, Республика Коми

Таблица 6

Классификация месторождений осадков и концентратов истинных растворов

Ряд	Генетический тип	Пример
Седиментогенетический	Воды Мирового океана	Актау, Казахстан
	Рассолы и осадки современных морских бассейнов	Куули-Маяк, Туркменистан
	Рассолы и осадки современных континентальных бассейнов	Баскунчак, Астраханская область
Диагенетический	Известняки	Гора Матюковая, Пермский край
	Доломиты	Белый камень, Пермский край
	Ангидриты	Соколино-Саркаевское, Пермский край
	Ископаемые залежи солей	Верхнекамское, Пермский край
Катагенетический	Подземные хлоридные натриево-кальциевые йодо-бромные рассолы	Оверятское, Пермский край
Раннего гипергенеза	Минеральные подземные питьевые и лечебные воды	Усть-Качкинское, Пермский край

Таблица 7

Ряды и генетические типы месторождений подкласса осадков из коллоидных растворов

Ряд	Генетический тип	Пример
Седиментогенетический	Оолитовые железные руды	Западное побережье Европы
	Железомарганцевые конкреции дна океанов (гидрогенные)	Восточно-Тихоокеанское поднятие
Диагенетический оксидный	Марганцевые оксидные руды	Чиатура, Грузия Никополь, Украина
	Железные оолитовые руды	Керченское, Крым Лотарингский бассейн, Западная Европа
	Бокситы морские	Красная Шапочка, Свердловская обл.
	Бокситы континентальные	Тихвинское, Ленинградская обл.
Диагенетический восстановленный	Сидеритовый	Бакальские, Челябинская обл.
	Карбонатные марганцевые руды (родохрозитовый)	Северо-Уральский бассейн
	Черносланцевые толщи с золотом, платиной, ураном	Сухой Лог, Иркутская обл.

Таблица 8

Генетические ряды и типы месторождений биогенного подкласса

Ряд	Генетический тип	Пример
Седиментогенетический	Ракушечниковый	Крымские месторождения
	Сапропелевый	Тойно, Пермский край
	Гуано	Месторождения Перу
Диагенетический	Органогенных известняков	Шарашинское
	Мела	Вольское, Саратовская обл.
	Диатомита, опоки, трепела	Поволжье
	Ракушечниковых фосфоритов	Кингисепское, Ленинградская обл.
	Желваковых фосфоритов	Вятско-Камское
	Торфа	Большое Камское
	Бурого угля марки Б1	Подмосковный бассейн
Катагенетический	Бурого угля марок Б2 и Б3	Подмосковный бассейн
	Каменного угля, антрацита	Донецкий бассейн
	Горючих сланцев	Прибалтийский бассейн

Таблица 9

Классификация месторождений биохимических осадков

Ряд	Генетический тип	Пример
Подкласс 1. Биогенный		
Седиментогенический	Ракушечниковый	Крымские месторождения
	Сапропелевый	Тойно, Пермский край
	Гуано	Месторождения Перу
Диagenетический	Органогенных известняков	Шарашинское
	Мела	Вольское, Саратовская обл.
	Диатомита, опоки, трепела	Поволжье
	Ракушечниковых фосфоритов	Кингисеппское, Ленинградская обл.
	Желваковых фосфоритов	Вятско-Камское
	Торфа	Большое Камское
	Бурого угля марки Б1	Подмосковный бассейн
Катагенетический	Бурого угля марок Б2 и Б3	Подмосковный бассейн
	Каменного угля, антрацита	Донецкий бассейн
	Горючих сланцев	Прибалтийский бассейн
Подкласс 2. Собственно биохимический		
Седиментогенический	Микрозернистых фосфоритов	Зоны апвеллинга
Диagenетический	Микрозернистых фосфоритов	Хребет Каратау, Казахстан
	Горючий газ	Западная Сибирь
Катагенетический	Нефть	Волго-Уральская область
	Горючий газ	Волго-Уральская область
Раннего гипергенеза	Подземные сероводородные воды	Пермский край
	Подземные углекислые воды	Пермский край

Залегание месторождений в верхней части осадочной оболочки делает их доступными для разработки. Учитывая большое разнообразие их состава, преобладание в них месторождений естественного строительного сырья, сырья для сельского хозяйства, можно полагать, что в перспективе использование литогенных месторождений будет увеличиваться [2].

Изучению литогенных месторождений посвящена отдельная дисциплина, которая преподается в магистратуре по направленности «Прикладная литология».

Библиографический список

1. *Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е.* Геология и геохимия нефти и газа: учебник / под ред. Б.А. Соколова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ; Изд. центр «Академия», 2004. 415 с.
2. *Ибламинов Р.Г.* Экономика минерального сырья: Учеб. пособие / Перм. ун-т. – Пермь, 2004. 308 с.
3. *Ибламинов Р.Г.* К вопросу о методологии изучения и классификации месторождений полезных ископаемых // Вестник Пермского университета. Геология. Т. 19, № 3. 2020. С. 282 – 301.
4. *Кропачев А.М.* Геохимические барьеры литогенеза и формирование месторождений полезных ископаемых / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1983. 98 с. Деп. В ВИНТИ, № 2014-83.
5. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. I. 212 с.

LITHOGENIC MINERAL DEPOSITS

R.G. Iblaminov

riaminov@psu.ru

The concept of lithogenic deposits as exogenous products of geological processes suitable for use with real or expected benefits is considered. They differ in the specifics of genesis, conditions of occurrence and mineral composition. The occurrence of deposits in the upper part of the sedimentary shell makes them available for development. These include common minerals. In the future, the use of lithogenic deposits will expand due to their use in construction, agriculture and other industries.

Keywords: lithogenesis, deposits, types of minerals.