

13. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов [Текст] / А. А. Борисов. – М. : Недра, 1980. – 360 с.
14. Борисов А.А. Расчеты горного давления в лавах пологих пластов [Текст] / А.А.Борисов // М: "Недра", 1964. – 278 с.
15. Алексеев А.Д. Разрушение горных пород в объемном поле сжимающих напряжений [Текст] / А.Д.Алексеев, В.Н.Ревва, Н.А.Рязанцев // К.: Наукова думка, 1989. – 166 с.
16. Griffiths A. The phenomenon of rupture and flow in solids. Trans, Roy.Phil. Soc., 1920, A. V. 220 p. 150-160.
17. Irwin G. R. Linear fracture mechanics, fracture transitions and fracture control // Engineering fracture mechanics. 1968. - Vol. 1, № 2. - P. 241—257.
18. Orowen E. Dislocations in details. New York: AJME, 1954.
19. Лобков Н.И. Определение разрушающих напряжений при первичной посадке кровли [Текст] / Н.И.Лобков, А.И.Сергиенко, Е.Н.Халимендилов // Донецьк: ДонНТУ, Вісті Донецького гірничого інституту, № 2, 2008. – С. 79-86.
20. Лобков Н.И. Определение разрушающих напряжений и предельного пролета кровли в очистных забоях [Текст] / Н.И.Лобков, А.И.Сергиенко, Е.Н.Халимендилов // "Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках", XVIII Международная научная школа: Крым, Алушта, 2008, С. 199-201.
21. Антипов И.В. Геомеханическое обоснование характера обрушения кровли в очистных забоях [Текст] / И.В.Антипов, Н.И.Лобков / Межвед. сб. научн. тр. "Геотехническая механика". – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, вып. 93. – 2011. – С. 38-45.
22. Антипов И.В. Формирование разрушающих напряжений в изгибающихся породных слоях [Текст] / И.В.Антипов, Н.И.Лобков / Межвед. сб. научн. тр. "Геотехническая механика". – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, вып. 96. – 2011. – С. 172-176.
23. Антипов И.В. Моделирование производственных процессов методом группового учета аргументов [Текст] / И.В.Антипов, А.Н.Шкуматов // Проблемы экологии.- Общегосударственный научно-технический журнал, № 1, 2000. – С. 5-9

**УДК 551.352:552.14**

доктор геол. наук, В.А. Баранов

## **ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПЕСЧАНИКОВ С ПАЛЕОГЛУБИНОЙ ДЛЯ ОТЛОЖЕНИЙ ДОНБАССА**

Представлені результати вивчення зміни структури пісковиків Донбасу на різних стадіях катагенезу. Встановлено загальне зменшення і вирівнювання розмірів уламкових зерен пісковиків з палеоглибиною. Встановлено збільшення кількості циклів для пісковиків з палеоглибиною. Значення дисперсій розмірів уламкових зерен мінімальне для умов пізнього катагенезу.

## **CHANGE OF STRUCTURE OF SANDSTONES WITH PALEODEPTH FOR DEPOSITS OF DONBASS**

The results of study of change of structure of Donbass sandstones on different stages of katagenesis are represented. Common diminishment and smoothing of sizes of fragmental corns of sandstones with a paleodepth is set. The increase of amount of cycles for sandstones with a paleodepth is set. Values of dispersions of sizes of fragmental corns is minimum for the terms of late katagenesis.

Повышенный интерес политиков, промышленников, ученых к «газовой» теме в последнее время, отражает кризис в получении дешевых энергоресурсов вообще и природного газа, в частности. В странах, имеющих угольные бассейны, развивается попутная добыча и утилизация угольного и шахтного метана, который, фактически, ничем от природного не отличается. Но кроме этого, достаточно много публикаций о биолитовом газе, именуемом устаревшим термином – сланцевый газ; о центральнобассейновом газе,

трудноизвлекаемом и т.д. [1-5 и др.] Если природный, угольный, шахтный газ особых вопросов не вызывают, то остальные термины трактуются разными авторами не всегда однозначно.

Обилие новых специальных терминов не всегда оправдано, поскольку часто они являются, по сути, синонимами и отражают какую то одну характеристику из множества, присущих каждому месторождению или бассейну в целом. Чтобы разобраться в этом многообразии терминов и новых понятий, нужно иметь фундаментальную подготовку по данному направлению и выполнять постоянный мониторинг новой литературы.

Кратко определим основные закономерности формирования углеводородных скоплений в земной коре. Все углеводороды являются следствием образования и преобразования органического вещества на Земле, что исследовал В.И. Вернадский [6-7]. Органическое вещество с определенной степенью условности делится на гумолиты и сапропелиты [8].

Гумолиты формируются из остатков высших растений. Сапропелиты – из остатков простейших, животных и растительных организмов. Все ископаемые типы сапропелитов характеризуются по сравнению с гумолитами высоким выходом летучих веществ и первичного дегтя, высоким содержанием водорода и большей теплотой сгорания. Кроме этих двух крайних видов органики есть много переходных форм.

Скопления органических веществ в горных породах называются каустобиолитами (обычно более 50 %), что обозначает - горючий органический камень. Осадочные породы, имеющие органическое вещество в рассеянном виде (более 1-2 %), называются биолитами [8].

Поскольку все органические вещества состоят из газов, при их преобразовании в диагенезе и катагенезе генерируются свободные газы, в основном, метанового ряда, которые и присутствуют в виде так называемых залежей или месторождений природного газа в коллекторах, в отложениях каустобиолитов и вмещающих пород, в отложениях биолитов.

В отложениях на стадии диагенеза газ обычно не скапливается, поскольку для этого нет условий. Пористость и проницаемость рыхлых пород этой стадии литогенеза достаточно высоки и газ (он легче воздуха) уходит в атмосферу, как и газ из торфяников и болот.

Скопления свободного газа обычно находятся в плотных отложениях катагенеза, где формируются коллектора, имеющие повышенную в сравнении с другими породами пористость, и слабопроницаемые слои пород, чаще глинистого состава, называемые покрышками.

Слои песчаников и известняков на стадиях раннего (примерно угли марок Д, Г) и среднего катагенеза (примерно угли марок Г, Ж, К, ОС), являются типичными коллекторами, содержащими основную долю метановых углеводородов газового ряда (метан, этан, пропан, бутан).

Стадия позднего катагенеза (примерно угли марок ОС, Т, А) характеризуется плохими коллекторскими свойствами, поэтому крупных скоплений газа в этих отложениях мало. Редкие примеры таких месторождений

приводит А.Е. Лукин в своих обзорных статьях [1,2]. Для формирования подобных месторождений нужны значительные площади пород с достаточной для отдачи газа проницаемостью. Предлагать и использовать для отложений позднего катагенеза дублирующие термины – центральнобассейновый газа, труднообогатимый и другие – вряд ли оправдано, так же как пытаться называть газ по названию породы, в которой он находится или по условиям формирования вмещающей газ породы (аргиллитовый, силицитовый, карбонатный, гидрокарбонатный и др.). Газ находится там, где есть возможность для определенных условий в данное время. Вовсе не обязательно он будет в тех отложениях, которые его генерировали, вследствие летучести и легкой перемещаемости.

Обилие научных терминов в разных странах, разных научных школах, устаревших, жаргонных вносят хаос и непонимание, что не отражается положительно на развитии науки в целом и научных направлений, в частности. В качестве примера можно привести труды Свердловского горного института, отраженные в сборниках «Геология метаморфических комплексов Урала», где присутствуют публикации на угольную тематику, никакого отношения к метаморфическим породам не имеющие. Научная терминология, достаточно точная и четкая форма определения научных понятий, а применение недостаточно обоснованных синонимов приводит подчас к путанице, о недопустимости чего писали известные ученые [9,10 и др.]

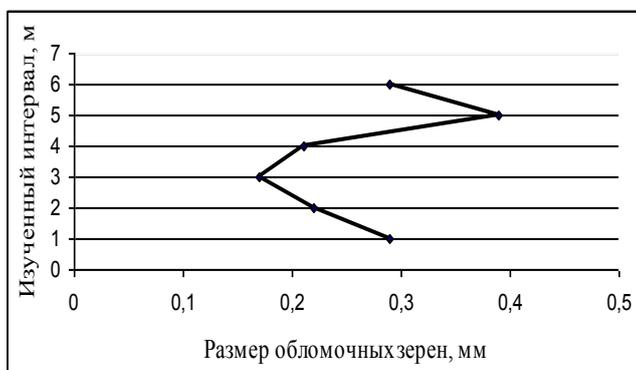
Теперь, от общих проблем, перейдем к частным и рассмотрим более детально, чем же все-таки центральнобассейновый или труднообогатимый газ отличается от природного. Собственно газ фактически не отличается, разнятся условия в которых он находится в данное время. Эти условия для осадочных пород выражаются тремя стадиями – раннего, среднего и позднего катагенеза, о чем упоминалось выше. Стадии отражают условия, в которых находятся породы и свойства, сформированные этими условиями. Свойства каждой стадии отличаются физико-механическими, коллекторскими, минералогическими, структурными и другими характеристиками. Рассмотрим подробнее изменение структуры песчаников Донбасса на разных стадиях катагенеза.

Переход ранней стадии в среднюю и позднюю, происходит в результате увеличения глубины, а значит температуры и давления (основные параметры преобразований пород). Песчаники, как и другие осадочные породы, под действием меняющихся условий преобразуются. Уменьшается пористость, проницаемость, влажность и газоносность, увеличивается прочность, удельный вес, нарушенность пороодообразующих зерен.

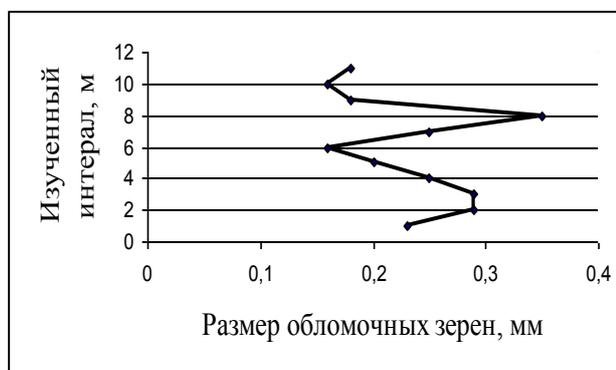
Ниже будут представлены результаты, демонстрирующие уменьшение структуры или, конкретнее, размеров обломочных зерен с увеличением палеоглубины и, соответственно, степени катагенеза. Под палеоглубиной понимается максимальная глубина, которой достигла порода в процессе формирования осадочного бассейна, когда порода испытывала максимальные давления и температуру. При увеличении глубины указанные выше параметры

изменяются. При уменьшении глубины, некоторое время остаются без существенного изменения, но при достижении зоны гипергенеза (разгрузки, выветривания) происходят процессы разуплотнения, дегазации, трансформации минералов, названные Л.Б. Рухиным регрессивным эпигенезом [11].

Рассмотрим катагенез в его нисходящем или прогрессивном понимании, когда песчаник постепенно опускается на все большие глубины. В качестве объекта исследований, взяты карбоновые песчаники Донбасса разных стадий катагенеза. Пробы отбирались из керна геологоразведочных скважин, перебуривавших мощные песчаники. Из проб изготавливались шлифы, изученные под микроскопом, где определялся средний размер обломочных зерен. Поскольку песчаники в Донбассе олигомиктовые, полевошпатово-кварцевого состава, за редким исключением, в качестве породообразующих или обломочных зерен принимались зерна кварца и полевых шпатов. Полученный результат обрабатывался на ПК в программе Excel, в которой по стандартным подпрограммам строились графики, наглядно демонстрирующие изменение средних размеров обломков песчаников в стратиграфическом интервале определенных песчаников. Поскольку графиков построено достаточно много, в статью были привлечены типичные графики для определенных стадий катагенеза в разных районах Донбасса, наглядно демонстрирующих процесс преобразования терригенных пород, под действием увеличивающейся палеоглубины и палеотемпературы. На рис. 1-4 представлены изменения средних размеров обломков в песчаниках, средней стадии катагенеза. На рис. 5 – граница средней и поздней стадии. На рис. 6 - изменения средних размеров обломков в песчаниках, поздней стадии катагенеза.

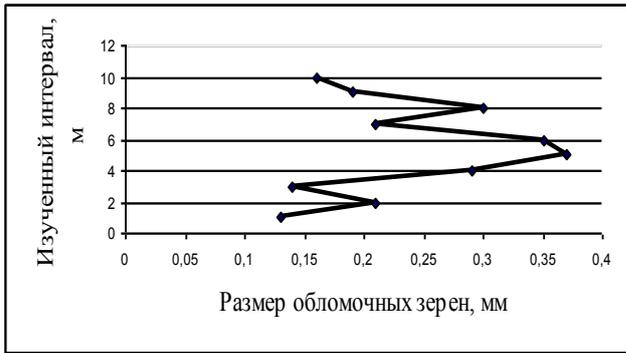


в песчанике l8Sl8<sup>1</sup> на глубине 950 м

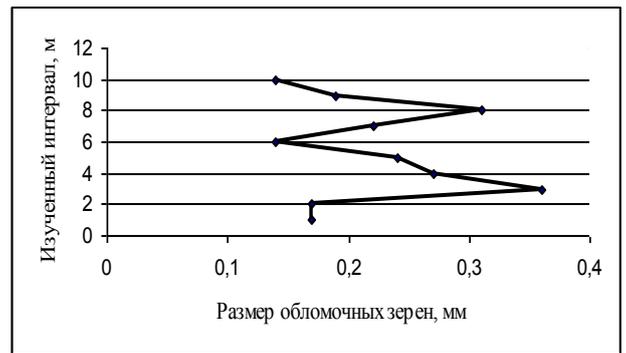


в песчанике K9Sk7<sup>5</sup> на глубине 2300 м

Рис. 1 – Красноармейский район, типичные графики изменения среднего размера обломочных зерен возле углей марки Г

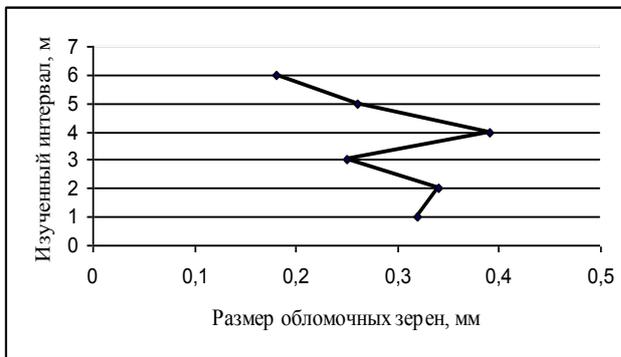


в песчанике под  $m_5^3$  на глубине 1020 м

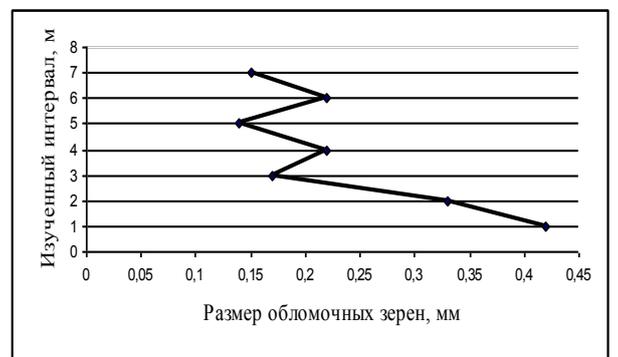


в песчанике  $m_8Sm_8^1$  на глубине 1430 м

Рис. 2 – Донецко-Макеевский район, типичные графики изменения среднего размера обломочных зерен возле углей марки Г, Ж

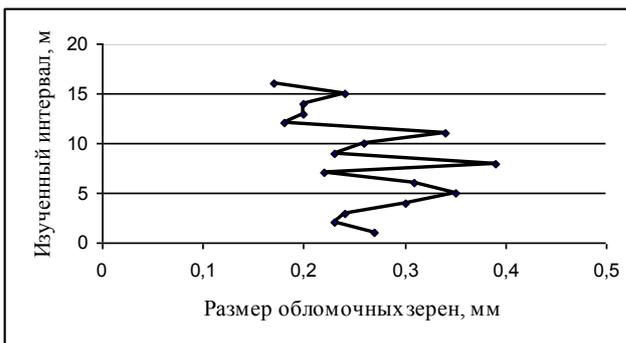


в песчанике  $K_7Sk_7^1$  на глубине 590 м

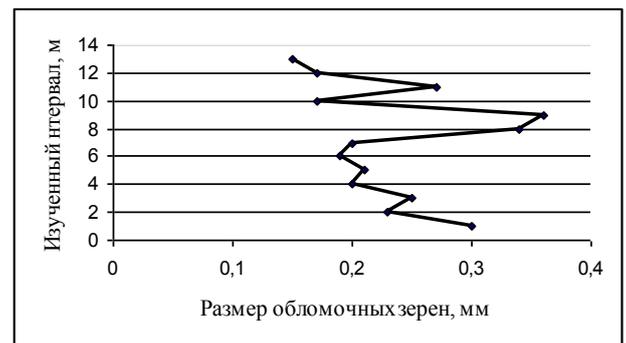


в песчанике  $k_2S K_3$  на глубине 640 м

Рис. 3 – Краснодарский район, типичные графики изменения среднего размера обломочных зерен возле углей марки Г, Ж

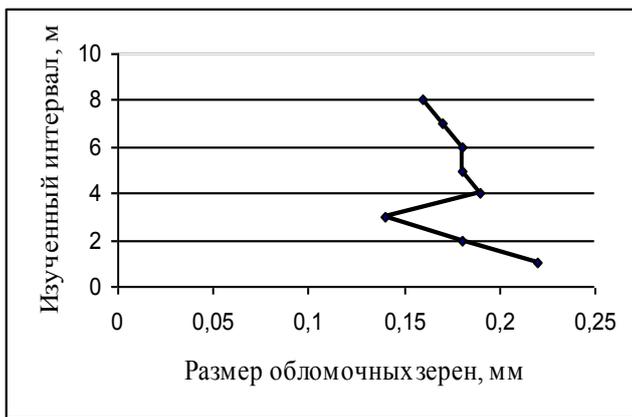


в песчанике под  $l_5$  на глубине 1400 м

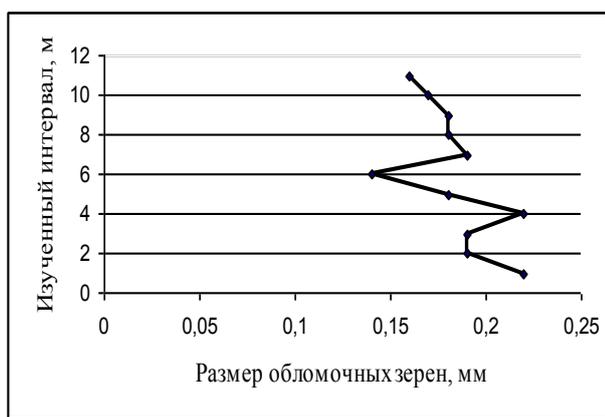


в песчанике под  $k_8$  на глубине 1790 м

Рис. 4 – Центральный район, типичные графики изменения среднего размера обломочных зерен возле углей марки Ж, К

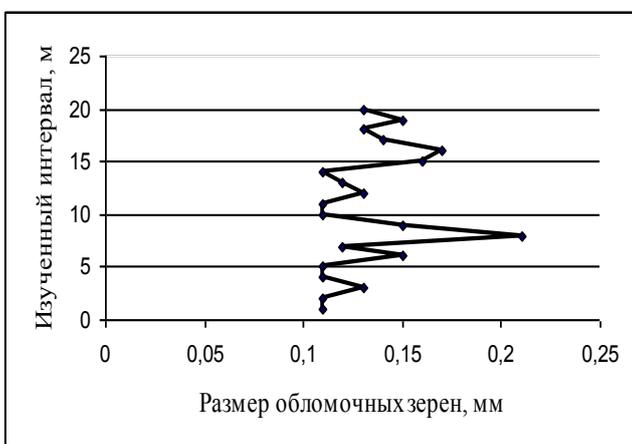


в песчанике под  $k_8$  на глубине 1860 м

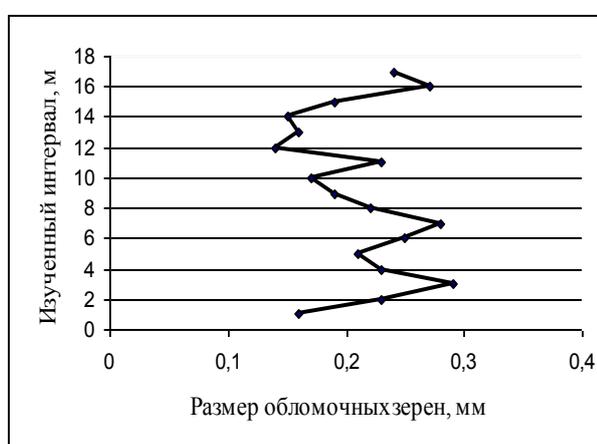


в песчанике над  $k_5$  на глубине 1880 м

Рис. 5 – Центральный район, типичные графики изменения среднего размера обломочных зерен возле углей марки ОС



в песчанике над  $h_3$  на глубине 900 м



в песчанике под  $h_{11}$  на глубине 1000 м

Рис. 6 – Должанско-Ровенецкий район, типичные графики изменения среднего размера обломочных зерен возле углей марки А

Данные, приведенные на рис. 1-6 и в таблице, иллюстрируют закономерное уменьшение значений коэффициента вариации и дисперсии диаметров зерен с палеоглубиной. Отсюда можно сделать вывод, что в результате накопления энергетического потенциала в песчаниках их порообразующие зерна реагируют на это не просто уменьшением диаметров в результате дробления, а именно выравниванием структурных параметров и уменьшением диапазона размеров обломочных зерен. Указанный процесс заканчивается формированием кварцитовидной и далее - кварцитовой структуры с минимальными для данных условий значениями коэффициента вариации и дисперсии.

Таблица 1 - Статистические параметры изменения структуры песчаников с палеоглубиной

Район отбора проб	Ближайший к песчанику уголь, марки	Средний диаметр зерен кварца, <b>d</b> , мм	Коэффициент вариации, <b>V</b> , %	Среднее квадратич. отклонение
Красноармейский	Г	0,21	49,7	0,11
То же	ОС	0,13	44,9	0,06
Донецко-Макеевский	Ж	0,21	54,6	0,12
	Т	0,16	46,9	0,08
Центральный	Ж	0,28	52,7	0,14
	ОС	0,15	44,0	0,07

Приведенные результаты получены по данным угленосного Донбасса, тем не менее, принимая во внимание многочисленные литературные данные, следует ожидать подобной закономерности и в других осадочных бассейнах, естественно с учетом особенностей, существовавших там. Размер обломочных зерен песчаников существенно влияет на их коллекторские свойства, поэтому приведенную закономерность необходимо учитывать в практических работах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукин А.Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Статья 1. Современное состояние проблемы сланцевого газа (в свете опыта освоения его ресурсов в США) // Геол. журнал, 2010. - №3. – С. 17-33.
2. Лукин А.Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Статья 2. Черносланцевые комплексы Украины и перспективы их газоносности в Волыно-Подольи и Северо-Западном Причерноморье // Геол. журнал, 2010. - № 4. – С.7-24.
3. Лукин А.Е. Перспективы сланцевой газоносности Днепровско-Донецкого авлакогена // Геол. журнал, 2011. - №1. – С.21-41.
4. Баранов В.А. Биолитовый (сланцевый) газ осадочных отложений // Матеріали міжнар. конферен. „Форум гірників – 2011”. – Дніпропетровськ, НГУ- С.164-168.
5. Баранов В.А. Проблема поиска биолитового (сланцевого) газа осадочных отложений // Геолог України, 2011. - №2(34). – С.95-98.
6. Вернадский В.И. Живое вещество. – М.: 1978. – 358 с.
7. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. - М.: Наука, 1965. – 374 с.
8. Геологический словарь. – М.: Недра, 1978. – Т.1. - (487 с.) - Т.2. – (456 с.)
9. Вассоевич Н.Б. О терминологии, применяемой для обозначения стадий и этапов литогенеза // Геология и геохимия. – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – С.156-170.
10. Крашенинников Г.Ф. Понятие «фация» и методические вопросы фациального анализа // Литология полезные ископаемые, 1983. - №5. – С.24-38.
11. Рухин Л.Б. Основы литологии. – Л.: Недра, 1969. – 703 с.

УДК 552.513:622.411.332:533.17(477.61/.62)

Канд. геол. наук Л.Ф. Маметова  
(ІГТМ НАН України)

#### КАТАГЕНЕЗ ГАЗОНОСНИХ ПІСКОВИКІВ АЛМАЗНО – МАР'ІВСЬКОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ

На примере песчаников одного стратиграфического уровня ( $I_5Sl_6 C_2^6$ ) показаны минералогические новообразования средней стадии катагенеза, вызванные активизацией тектонических движений. Взаимодействие этих процессов (катагенез+тектоника) стимулирует реакции обмена в угленосной толще, в результате которых возникают новые минералы и газы (среди них и метан).