

УДК 622.324:550.8.01

ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩЕЕ РАССЕЯННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В УГЛЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЯХ ДОНБАССА

Майборода А.А., Анциферов В.А.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Наведено передумови вивчення газогенеруючої розсіяної органічної речовини у вуглевміщувальних породах і теоретичне обґрунтування її розподілу у вугленосних формаціях та класифікації при оцінюванні газоносності вугленосних товщ.

Given are prerequisites for research into gas-generating dispersed organic matter in coal-enclosing rocks and theory for its distribution in coal-bearing formations and classifications when making assessment of gas presence in coal-bearing measures.

Газоносность угленосных формаций в настоящее время является одной из актуальных проблем научных исследований в области природопользования. Это обусловливается такими важными для народного хозяйства факторами, как необходимость обеспечения энергетической независимости Украины, предусматривающее включение в производство нетрадиционных источников энергоресурсов, мощнейшим резервом которых является метан угленосных формаций, сокращения выбросов метана в атмосферу и, соответственно, решение вопросов улучшения экологии окружающей среды, повышения безопасности проведения горных работ при эксплуатации угольных шахт.

При изучении газоносности угленосных формаций в течение длительного периода основное внимание уделялось непосредственно углям и значительно в меньшей степени –

углевмещающим отложениям. В то же время вмещающие породы имеют чрезвычайное значение и в формировании газоносности угленосных толщ и в процессах накопления или миграции метана. В подтверждение сказанному и в обоснование необходимости всестороннего исследования газоносности вмещающих пород и рассеянного в них органического вещества приводятся следующие предпосылки.

Известно, что метан является продуктом метаморфизма вещества угля, поэтому, чем выше угленосность отложений, тем большие количества газа должны образовываться, тем выше должна быть первичная газоносность толщ. При этом следует учитывать, что генератором углеводородных газов (УВГ) является не только органическое вещество (ОВ), сконцентрированное в угольных пластах и пропластках (КОВ), но и рассеянное до дисперсионного состояния (РОВ) по всей угленосной толще [1].

К настоящему времени нет достаточных данных для установления количественного распределения веществ угля в угольных пластах, пропластках и в рассеянном виде в осадочных породах. Однако на основании коэффициента угленосности, подсчетов запасов углей в рабочих и маломощных пластах, количества пропластков и прослоев, а также определения содержания органического углерода в глинистых толщах карбона можно заключить, что в средних значениях в недрах Донецкого бассейна вещество угля распределяется следующим образом [2] (в %):

- угольные пласты рабочей мощности.....30
- маломощные угольные пласты (0,25-0,5 м)8
- пропластки и прослои (меньше 0,25 м).....4
- в рассеянном состоянии в отложениях.....58

Из приведенных данных следует, что в условиях Донбасса значительная часть метана должна была образовываться непосредственно в углевмещающих породах.

О весьма существенном вкладе РОВ в угленосность углепородного массива (и, соответственно, его газоносность) может свидетельствовать его оценки для Донецко-Макеевского района [3]. Так, угленосность продуктивных толщ этого района

оценивается в условных средних значениях коэффициентом угленосности порядка 0,04; при этом на долю угольных пластов рабочей мощности приходится 0,007, пластов нерабочей мощности – 0,008, а на РОВ в породах – около 0,026. Это подтверждает факт, что масса рассеянной углефицированной растительной органики в угленосных толщах (углистый детрит, тонкие углистые прослойки, углефицированные растительные остатки различной сохранности), учитывая огромную мощность этих толщ гораздо больше КОВ в угольных пластах при соответствующем генерировании метана.

Наличие в угленосных формациях углистого материала в виде КОВ и РОВ, характеризующегося присутствием в нем значительных количеств (до 90 %) углерода органического происхождения, обусловило специфичность коллекторов угленосных отложений и их отличие от таковых у пород газовых месторождений. В отличие от последних, представленных только одним (гранулярным или трещинно-поровым) типом коллектора, угленосные отложения характеризуются двумя разными, присущими только им, типами коллекторов. Один из них – это емкость порового (порово-трещинного) пространства пород, приближающая их к коллекторам газовых месторождений. Второй же тип коллектора – это сорбционная емкость углистых включений в породах. С увеличением степени насыщенности горных пород органикой увеличивается их газоносность. Следовательно, газоносность угленосных пород определяется суммарной емкостью двух типов коллекторов: порового пространства пород и сорбционной способности РОВ. При этом если с увеличением степени катагенеза пород гранулярные коллекторские свойства пород ухудшаются за счет снижения пористости, то сорбционные свойства РОВ увеличиваются, и в результате общая величина газоносности пород не только не уменьшается, но даже возрастает. Поэтому, благодаря наличию в угольных формациях двух типов коллекторов непосредственная взаимосвязь газоносности пород с каким-либо одним его видом, (например, таким важнейшим, как пористость) – не проявляется, т.к. постоянно накладывается влияние органики.

В целом, сорбционная емкость вмещающих пород незначительная. Газы в породах находятся в крупных порах и трещинах или в газовой фазе или растворены в воде. Однако, если в породах содержится РОВ, то их сорбционная способность существенно повышается. Так, при содержании в породах 20-30 % тонкорассеянной органики и тем более в углистых аргиллитах (РОВ до 40 %) газоносность возрастает до 5,0-7,0 м³/т (7,5 – 17,5 м³/м³ породы) [1].

В общем, газоносность пород Донбасса колеблется в широких пределах: от нулевых значений до 5-7 м³/т, при этом максимальные значения зафиксированы в переходных разностях от углей к породам, т.е. в углистых аргиллитах и сланцах, зольность которых составляет 50-70 % [4]

Следующая, важная предпосылка заключается в том, что метаноёмкость углевмещающих пород может определяться по содержанию в них углистых включений и данным о выходе летучих веществ в ближайшем угольном пласте. Важным фактором при этом является то, что степень углефикации РОВ в толще пород аналогична степени углефикации собственно угольных пластов, залегающих в этой толще. Это позволяет оценить газогенерационный потенциал угленосной толщи, а ее в целом рассматривать, как источник углеводородных газов.

Резюмируя изложенное и еще раз подчеркивая, несомненно, важную роль РОВ в формировании газоносности угленосных формаций, можно получить следующее обобщение. Величина первичной газоносности угленосных формаций зависела [3] от:

- общей угленосности отложений, включая КОВ и РОВ;
- степени метаморфизма вещества угля, с повышением которой увеличивалось количество образующегося газа;
- газоемкости углей и пород, с повышением которой увеличивается и количество удерживаемого газа.

Таким образом, решение вопросов, касающихся выяснения содержания, форм и распределения растительного органического вещества в различных породах угленосных формаций получает чрезвычайно важное научное и практическое значение и необходимо: и для оценки газогенерирующего потенциала конкретных углепородных массивов; и для выяснения

распределения в их разрезах источников газообразования; и для расчетов сорбционной емкости пород, связанной с органическим веществом.

Попытка решения этих вопросов, хотя бы начиная с общих принципов и подходов при изучении распределения РОВ во вмещающих породах угленосных формаций, предпринимается в настоящей статье.

Для этого, прежде всего, необходимо иметь достаточно четкое представление об условиях углеобразования и, соответственно, газообразования, составе растений - углеобразователей, условиях и типах захоронения растительных остатков, образующих РОВ, условиях осадконакопления.

Известно, что углеобразование и, соответственно образование угольных газов, происходило в два этапа [1]. На первом этапе в условиях торфяных болот без доступа воздуха происходил биохимический процесс окисления растительных остатков за счет собственного кислорода растений с образованием при этом газообразных продуктов разложения, включающих углекислый газ, метан, водород и производные метанового ряда или тяжелые углеводороды. На торфяной стадии большое значение имеют биохимические процессы, протекающие в результате жизнедеятельности бактерий. Бактерии, в огромных количествах развивавшиеся в органическом веществе отмерших растений, являются на первой стадии торфообразования, с одной стороны, главными разрушителями органических веществ отмерших растений-углеобразователей, а с другой, созидателями новых органических веществ торфяной залежи. В результате биохимических процессов создаются предпосылки для дальнейших превращений органических веществ, протекающих уже без участия бактерий, когда после перекрытия торфяника осадочными породами эти (биохимические) процессы сменяются физико-химическими.

Второй этап угле- и газообразования наступал в период отрицательных движений земной коры, когда массы разлагающейся органики, перекрываясь толщей терригенных пород и погружаясь на значительную глубину, претерпевали интенсивные процессы преобразования, проходя стадии от

диагенеза (превращения торфа в бурые угли) до регионального метаморфизма и соответствующего дальнейшего перехода углей от бурых до каменных и антрацитов. Органическое вещество в процессе превращения в угольную массу и дальнейшего преобразования ее в угли выделяло разное количество газов с преобладанием на начальных стадиях углефикации углекислого газа, а на завершающих стадиях (при переходе каменных углей в антрациты) углеводородных газов (УВГ) [1].

При рассмотрении вопросов растительного состава ОВ углей или РОВ во вмещающих отложениях, следует иметь ввиду, что по составу растений - углеобразователей угли Донбасса относятся к следующим классам [5]:

– подавляющее большинство углей относится к классу гумитов (т.е. произошедших из высших растений);

– резко подчиненное и спорадическое значение имеют сапропеле-гумусовые угли (т.е. включающие до 25% водорослей) в виде невыдержанных (до 0,1 м) пропластков в кровле гумусовых углей:

– встречаются еще липтобиолиты (споры, пробковая ткань, кутикулы и т.п.) в угольных пластах визейского возраста в виде тонких прослойков (до 0,05 м).

Углеобразователями в каменноугольном периоде были высшие растения, в систематическом отношении относящиеся к трем крупным таксономическим подразделениям: плауновидные (тип *Lycopsidea*), членистостебельные (тип *Sphenopsida*), папоротниковидные (тип *Pteropsida*). Наиболее богатая в видовом отношении флора была развита в среднекаменноугольную эпоху (более 250 видов растений), а в начале позднего карбона в связи с наступлением аридного климата ее развитие затухало, как прекратилось и углеобразование. В целом каменноугольная флора Донбасса в течение всего периода ее развития относилась к Вестфальской (Еврамерийской) ботанико-географической области [6], приуроченной к экваториальному поясу с его теплым и влажным тропическим климатом и весьма благоприятными условиями для произрастания пышной растительности и углеобразования.

Роль водорослей в углеобразовании и газогенерации крайне незначительна. Известно, что в других угольных месторождениях (Подмосковье, Южный Урал, Шотландия, Пенсильвания и др.) они имели определенное значение в образовании гумусо-сапропелевых углей или так называемых богхедов. Однако, к Донбассу это отношения не имеет. Хотя здесь и встречаются сапропеле-гумусовые (кстати, а не гумусо-сапропелевые) угли, они имеют крайне незначительное распространение. Основная роль водорослей в Донбассе заключалась в пороодообразовании (совместно с другими морскими организмами) карбонатных известняков, состоящих от 50 до 99 % из кальцита.

Поскольку предметом наших исследований является ОВ рассеянное в терригенных породах и образованное за счет растительных остатков, несомненный интерес представляют вопросы, касающиеся изменения растительного вещества и форм нахождения растительных остатков.

Для понимания образования различных форм растительных остатков в ископаемом состоянии, следует ближе подойти к тем изменениям, которым подвергается само растительное вещество, растение или его часть, будучи погребенными в осадках. Если ткань растения не окаменеет после гибели самого растения, то процесс дальнейшего изменения растительного вещества (встречается ли оно в массовом состоянии, образуя основу угольного пласта, или же растительные частицы расположены в породе рассеянно) можно охарактеризовать следующим образом. Отмершее растительное вещество начинает подвергаться процессам брожения под воздействием бактерий, которое происходит в различной форме в зависимости от присутствия кислорода и воды.

Общеизвестны четыре категории изменения растительного вещества, происходящего после отмирания растений и до окончательной их фоссилизации: тление, гуминификация, оторфованье и гниение. С точки зрения углеобразования интерес представляет оторфованье, конечный продукт которого – торф, включающий углеводороды, постепенно теряющие летучие соединения, лигнит.

В дальнейшем, как говорилось выше, под воздействием регионального метаморфизма (температура плюс давление)

изменение растительного вещества претерпевало последовательные стадии бурого угля, каменного угля, антрацита и графита. Эти изменения однозначны вне зависимости от принадлежности растительного вещества: будь то непосредственно угли или РОВ во вмещающих породах.

В зависимости от стадии преобразования растительного вещества изменяется и содержание в нем основных химических элементов: углерода, водорода, кислорода и азота (табл.1).

Таблица 1

Среднее содержание (в %) химических элементов
в органическом растительном веществе в зависимости
от его преобразования [6]

Наименование	Углерод	Водород	Кислород	Азот
Древесина	50,0	6,0	43,0	1,0
Торф	59,0	6,0	33,0	2,0
Бурый уголь	69,0	5,5	25,0	0,8
Каменный уголь	82,0	5,0	13,0	0,8
Антрацит	95,0	2,5	2,5	Следы

Наличие РОВ во вмещающих породах непосредственно зависит от условий и формы сохранения в ископаемом состоянии растительных остатков. Все растительные остатки резко распадаются на две категории:

– к первой категории относятся такие растительные остатки, в которых сохраняется само вещество растений;

– ко второй относятся остатки, представляющие только следы растений в виде отпечатков, пустот, выполнений и пр., т.е. без сохранения самого ОВ.

Естественно, с точки зрения газоносности интерес представляют растительные остатки первой категории. В этом случае ткани растений более или менее сохраняются, хотя изменяется их химический состав (углеводы превращаются в углеводороды), происходит процесс обугливания или, точнее, антраколитизации, зачастую изменения выражаются в виде превращений в углистую корочку или пленку. Такие остатки называются фитолеймами.

Формы сохранения растительных остатков зависят от многих факторов: от стойкости самого объекта захоронения, самой части растения (ствол, листья, споры и т.д.) и главное - от условий фоссилизации (доступа воздуха, плотности, проницаемости и состава окружающих пород, циркуляции растворов, теплоты, давления и многих других факторов). Определенное значение имеет и степень сохранности растительных остатков: или это хорошо сохранившиеся, определяемые по видовой принадлежности, или неопределимые остатки, или перемолотые растительный детрит или сечка.

В настоящее время основным методом палеофитологических исследований является разработанный Г.П. Радченко [7, 8] комплексный литолого-тафономический метод. Суть этого метода заключается в выяснении особенностей переноса и захоронения растительных остатков в различных фациальных обстановках и в установлении закономерных связей между фациальными типами отложений и ориктоценозами (совокупностями ископаемых растительных остатков, встреченных в совместных захоронениях). Т.е. основу метода составляет послойное изучение литолого-фациального состава разреза в совокупности с изучением всех растительных остатков вне зависимости от степени их сохранности.

Г.П. Радченко выделил шесть типов захоронений, возникших в различных условиях:

- в спокойной водной среде на значительном удалении от устьев рек и берегов с прибоем;
- в беспокойной водной среде при волнениях и наличии течений близ берегов;
- в замедленных речных потоках, в устьевой части, в зоне дельт или на пойме;
- в руслах рек и дельтах при относительно быстром течении;
- в спокойной среде застойных водоемов – стариц, зарастающих озер и пойм;
- в заболоченных участках.

Таким образом, степень сохранности и количество РОВ, представленного растительными остатками в углевмещающих породах, зависят от фациальных условий осадконакопления,

соответствующего им гидродинамического режима, литологического состава вмещающих пород.

Напомним, что под фацией понимается совокупность физико-географических условий образования осадков (глубина бассейна, удаленность от морского берега, положение в застойном водоеме или речной долине, условия произрастания, жизни и захоронения растений и организмов, т.е. все условия среды осадконакопления), выраженных в одном или нескольких генетических типах пород, тесно связанных между собой [9].

В угленосной толще карбона Донбасса выделены три фациальные группы отложений: континентальные, переходные от континентальных к морским и морские. В каждой группе имеется 4-5 фаций. Для сокращения и удобства пользования названиями фаций введена система буквенных индексов. Первая буква обозначает группу отложений, вторая - название фаций. Например, «МГ» - морская группа, фация глинистых илов; «ПП» - переходная группа, фация песчаных осадков баров, пересыпей и кос и т.д. [9].

Разработана и практически используется следующая фациальная классификация для угленосных отложений Донбасса [9]:

Континентальные отложения.

Аллювиальные отложения - А:

АР – фация песчаных осадков русла;

АП – фация песчано-алевритовых осадков поймы

Болотные отложения - Б:

БП – фация глинисто-алевритовых осадков заболоченных прибрежно-морских равнин;

БЗ – фация углисто-глинистых осадков заиливающихся частей обводненных торфяных болот;

БС – фация сапропелевых озер-болот;

БТП – фация относительно подвижных обводненных торфяных болот;

БТУ – фация относительно устойчивых обводненных торфяных болот.

Отложения, переходные от континентальных к морским.

ПГ – фация глинистых осадков лагун и заливов;

ПВ – фация песчано-алевритовых осадков зоны волновой ряби заливно-лагунного побережья;

ПП – фация песчаных осадков пересыпей, кос и баров;

ПР – фация выносов рек (подводная часть дельты);

ПО – фация глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер.

Морские отложения.

Глинисто-алеврито-песчаные отложения

МГ – фация глинистых осадков материкового моря;

МА – фация алевритовых осадков материкового моря;

МВ – фация чередования песчано-алевритовых осадков зоны волнений прибрежной части моря;

МП – фация песчаных осадков зоны морских течений.

Карбонатные отложения - известняки

МИУ – фация карбонатных осадков материкового моря, в зоне, удаленной от берега;

МИП – фация карбонатных осадков материкового моря в зоне прибрежной и мелководной.

Приведенная классификация отражает полный комплекс отложений угленосных формаций Донбасса, открывая их генетическую сущность, используется во всех случаях, какие бы задачи не решались, если они включают необходимость генетического, фациального исследования угленосных толщ или отдельных типов пород. Положения, касающиеся литолого-тафономического метода исследований особенностей переноса и захоронения растительных остатков, образующих РОВ, в различных фациальных обстановках и, собственно, классификация этих обстановок, характерных при образовании угленосных формаций, являются той основой, на базе которой нами изучались вопросы распределения РОВ в этих формациях.

Первым, основополагающим этапом исследований в этом направлении следует считать их результаты, приведенные в работе [9, табл. VII], где показано распределение растительных остатков (с учетом их форм, сохранности и относительного количества) по различным литогенетическим типам.

Однако, чрезмерная детальность (приведено 45 литогенетических типов пород) и отсюда сложности и

субъективизм при практической диагностике этих типов пород не позволяют говорить о внедрении такой классификации при изучении газоносности углевмещающих толщ. Собственно, авторами работы [9] и не преследовалась такая цель, поскольку газоносность не входила в круг решаемых ими вопросов.

Второй, важнейший этап исследований – это непосредственное привлечение литолого-тафономического метода, когда не только фиксируются формы содержания растительных остатков (образующих РОВ) в тех или иных фациальных типах пород, но и исследуются причины такого содержания, кроющиеся, прежде всего, в условиях и гидродинамическом режиме осадконакопления.

Такой комплексный подход был нами использован ранее при изучении физических свойств углевмещающих пород на генетической основе, когда УкрНИМИ НАН Украины, Национальным горным университетом и ИГТМ НАН Украины в результате совместных исследований была разработана генетическая классификация, диагностирующими признаками которой являются литологическая принадлежность, тип слоистости пород (отражающие гидродинамический режим) и фациальная обстановка седиментации [10]. При ее разработке были проанализированы, усреднены, укрупнены (от литогенетических типов пород до фаций) и сведены в единую таблицу данные о распределении типов слоистости и растительных остатков, приведенные в работе [9] с сохранением условных обозначений, принятых в этой работе.

Полученная укрупненная классификация (табл. 2), отражающая литологический и фациальный тип породы, ее слоистость и, соответственно, формы, сохранность и относительное количество образующих РОВ растительных остатков послужила базовой при изучении распределения газогенерирующего РОВ в угленосных формациях Донбасса. В таблицу 2 не включены континентальные болотные отложения (фации БС, БТП, БТУ), представленные непосредственно углями, исследование которых не входило в наши задачи и морские карбонатные отложения (фации МИУ, МИП), как не содержащие ОВ из остатков растений.

Таблица 2

Типы, сохранность и количество растительных остатков, образующих РОВ, в зависимости от фациальной и литологической принадлежности

Литолого-генетические типы	Слоистость							Растительные остатки		
	Косая		Косоволнистая		Горизонтальная		Неслоистые	крупные и грубые	мелкие остатки и	растительный детрит
	крупн.	мелкая	крупн.	мелкая	мелкая	тонкая				
Песчаник-АР	■							▣	■	↑↑
Песчаник-АП		■		■					■	↑↑↑
Песчаник-БП							■		↑↑	↑
Песчаник-ПВ				■					■	↑↑↑
Песчаник-ПП	■			■	■				▣	↑
Песчаник-ПР	■	■						■	■	↑↑
Песчаник-ПО					■	■			■	↑↑↑
Песчаник-МВ				■	■					↑
Песчаник-МП	■					■	■			↑
Алеврол.-АП	■			■	■				■	↑↑↑
Алеврол.-БП							■		↑↑	↑
Алеврол.-ПГ						■	■		■	↑↑↑
Алеврол.-ПВ				■					■	↑↑↑
Алеврол.-ПО					■	■			■	↑↑↑
Алеврол.-МГ					■	■				---
Алеврол.-МА				■	■				▣	↑
Алеврол.-МВ				■	■					↑
Ариллит-БЗ							■		■	↑
Аргиллит-БП							■		↑↑	↑
Аргиллит-ПГ						■	■		■	↑↑↑
Аргиллит-ПВ				■					▣	↑↑↑
Аргиллит-ПО					■	■			■	↑↑↑
Аргиллит-МГ					■	■			■	---



1 - корни; 2 - стволы: А – обугленные, Б – минерализованные; 3 – стебли хорошей сохранности; 4 – листья хорошей сохранности; 5 – растительные остатки плохой сохранности; 6 – растительный детрит; 7 – тонкий растительный детрит (сечка).

Обозначения количества растительных остатков: 3 знака – очень много (обильные); 2 знака – довольно много (присутствует в значительном количестве); 1 знак – мало (иногда, редко, единичные).

Третий этап исследований заключался в анализе распределения РОВ, приведенного в табл. 2 с дальнейшим обобщением информации и попыткой классификации углевмещающих пород на основе их литологической принадлежности по принципу: гранулометрия плюс слоистость.

Последнее диктуется соображениями получения возможности реального практического применения классификации и ее дальнейшего широкого внедрения при изучении газоносности вмещающих пород. Дело в том, что мы абсолютно согласны с выводами, полученными в работе [8] о том, что методики фациального, фациально-циклического анализов, несмотря на их привлекательность, ввиду своей сложности, остаются в значительной мере субъективными, могут приводить к грубым ошибкам при определении фациальных типов пород и поэтому не могут быть рекомендованы для широкого внедрения. Для практического изучения газоносности должна быть разработана специальная, более простая классификация на литологической основе.

Анализ информации, приведенной в табл. 2, позволяет сделать следующие обобщающие выводы:

- газогенерирующее РОВ сосредоточено в различных фациальных типах континентальной и переходной от континентальной к морским группам пород;

- морские отложения (песчаники фаций МВ, МП; алевролиты фаций МГ, МА, МВ; аргиллиты фаций МГ) крайне бедны растительными остатками. В основном это редкий (единичный) растительный детрит или сечка;

- относительное количество РОВ увеличивается с уменьшением гранулометрических показателей (от песчаников к аргиллитам) и с изменением слоистости пород – от косой к горизонтальной;

- в этих же (указанных выше) направлениях изменяется состав и сохранность растительных остатков – от грубых, неопределимых фрагментов стеблей до листовых, определимых до вида остатков. Растительного детрита и сечки достаточно много во всех фациальных типах пород континентальной и переходной групп;

– в целом отмечается достаточно четкая и закономерная зависимость состава, сохранности и количества растительного РОВ от гидродинамических условий седиментации. Увеличение и улучшение этих показателей непосредственно зависит от перехода беспокойной водной среды к спокойной, способствующей соответствующему накоплению тонкозернистого глинистого горизонтально-слоистого материала.

Главный вывод – это получение достаточного обоснования для построения укрупненной, обобщающей и упрощенной классификации углевмещающих пород для изучения распространения газогенерирующего РОВ в угленосных формациях. Речь идет о классификации, построенной не на фациальной, а на литологической основе, основными диагностирующими признаками которой являются гранулометрия и тип слоистости, обусловленные гидродинамическими условиями осадконакопления. Причем, главным и единственным учитываемым фактором (что упрощает исследования в данном направлении) является количественный, определяющий распределение РОВ вне зависимости от видового состава, форм и сохранности углефицированных растительных остатков. Такая классификация вполне доступна для практического использования широкому кругу геологов как при изучении и расчленении разрезов в полевых условиях, так и при переинтерпретации имеющегося материала (колонок скважин, каротажных диаграмм) в условиях камеральных.

В обобщающем виде схема этой классификации может иметь вид, представленный в табл. 3.

Таблица 3

Относительное количество растительных остатков,
 образующих РОВ, в различных литологических типах пород

Литология	Тип слоистости	Относительное количество РОВ					Примечание (фазии)
		обилие	много	относительно много	относительно мало	мало	
1.Песчаник с/з	косая				+	+	АР, ПР, ПП
2.Песчаник м/з	горизонтальная или косо-волнистая				+		АП, ПВ, ПО
3.Алевролит	то же			+	+		АП, ПГ, ПВ, ПО
4.Аргиллит	преимущественно горизонтальная		+	+			ПГ, ПВ, ПО
5.Аргиллит углистый	горизонтальная, тонкая	+					БЗ
6.Особая группа – стиг-мариевая почва («кучерявчик»)	неслоистая (комковатая)		+				БП

В табл. 3 приведена обобщающая схема классификации, которая может быть положена в основу и на которую следует ориентироваться при оценке газоносности и соответствующей разработке частных классификаций для определенных районов с приведением конкретных данных о процентном содержании РОВ, мощностях содержащих его слоев и их распределении в разрезах.

При изучении газоносности вмещающих пород определение процентного содержания РОВ (или $C_{орг.}$) производится методом

«озоления» [4], суть которого заключается в прокаливании навески пробы при температуре 800-1000° С (ГОСТ: СТ СЭВ 1461-78). Остающаяся после прокаливания минеральная часть представляет зольность (A^c) пробы, а выгоревшая углистая масса, определяемая по формуле $C_{орг.} = 100 - (W^a + A^c)$, ориентировочно принимается за рассеянное органическое вещество.

По данным А.А. Голубева [4], среднее содержание $C_{орг.}$ (РОВ) во вмещающих породах Донбасса составляет, в основном от 4 до 12 %, причем с таким распределением: песчаники - 4-8 %; алевролиты – 4-12 %; аргиллиты – 8-12 %. Как видно, эти данные согласуются с теоретически обоснованным нами в табл. 3 относительным содержанием РОВ в различных литотипах пород. Кроме того, значительно более высокое процентное содержание РОВ фиксируется в углистых аргиллитах с зольностью 50-70 % [4] и в целом в глинистых породах (аргиллиты, глинистые сланцы) оно может достигать 20 %.

ВЫВОД

Таким образом, исследования природы и распределения РОВ в угленосных формациях получают существенное значение не только с познавательной точки зрения, но и для целенаправленных и научно обоснованных подходов при практическом определении процентного содержания РОВ во вмещающих породах – одного из важнейших показателей, включаемых в формулы расчета полной газоемкости угленосных толщ, учитывающих как свободную, так и сорбированную составляющие метана.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Газоносность угольных месторождения Донбасса / А.В. Анциферов, М.Г. Тиркель, М.Т. Хохлов, В.А. Привалов, А.А. Голубев, А.А. Майборода, В.А. Анциферов. – Под ред. Н.Я. Азарова. – К.: Наукова думка, 2004. – 232 с.
2. Лидин Г.Д., Айруни А.Т. Газообильность каменноугольных шахт СССР. – т. III. – Газообильность каменноугольных шахт

- Центрального района Донецкого бассейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 351 с.
3. Лидин Г.Д., Петросян А.Э. Газообильность каменноугольных шахт СССР. – т. п. – Газообильность каменноугольных шахт Юго-Западной части Донецкого бассейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 259 с.
 4. Разработать методику определения газоносности вмещающих пород в зависимости от их коллекторских свойств и трещиноватости и провести ее опытную проверку в Донецком бассейне. Отчет по этапу Н1а-1в задания 01.03 проблемы 0.05.07 ГКНТ (заключит.)/ ПГО «Донбассгеология» /руковод. А.А. Голубев, В.А. Землянухин. - Артемовск, 1984. – 58 с.
 5. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. – Т.І. – Угольные бассейны и месторождения юга европейской части СССР. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 1210 с.
 6. Криштофович А.Н. Палеоботаника. – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – 650 с.
 7. Радченко Г.П. Критерии и методы палеогеографических реконструкций прежних условий в областях древней суши по палеонтологическим данным. – В кн.: Методы палеогеографических исследований. – Сб. 1.-М.: Недра, 1964. – С.167-183.
 8. Методы формационного анализа угленосных толщ / Под ред. Г.А. Иванова и Н.В. Иванова. - М.: Недра, 1975. - 199 с.
 9. Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна / Л.Н. Ботвинкина, Ю.А. Жем-чужников, П.П. Тимофеев и др. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 368 с.
 10. Руководство по экспресс-определению прочностных свойств углевмещающих пород Донбасса по их геологическим характеристикам и акустическим измерениям кернов геологоразведочных скважин / А.А. Майборода, Р.Х. Миняфаев, О.С. Алферов, А.А. Яланский Под ред. Н.Я. Азарова. – РД: Утв. ВГО «Союзуглегеология» 28.12.84 г., срок действия установлен с 01.01.85 г. – Днепропетровск. – Изд-во Заря, 1988. - Ч. 1 – 48 с., ч. 2 – 84 с.