Записки Ленинградского орденов Ленина
и Трудового Красного Знамени Горного института
том XXV, выпуск II, 1951 г.

УГЛЕНОСНАЯ ТОЛЩА И МЕТОДИКА ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

Чл.-корр. АН СССР *Ю. А. Жемчужников*

1. ВВЕДЕНИЕ. СУЩНОСТЬ И ЦЕЛЕВОЕ НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ

В настоящее время уже можно считать достаточно выясненным, что угленосные толщи представляют собой своеобразные геологические полифациальные формации, в определенных условиях появляющиеся в истории земли. По ряду характерных признаков они резко отличаются от других столь же типичных формаций, например, флишевой, молассовой, соленосной и др.

Однако условия формирования, как и самый характер угленосных отложений, не остаются постоянными для всех геологических периодов, а, напротив, обнаруживают изменения и развитие. Это развитие для крупных отрезков геологической истории выявляет свой поступательный характер, хотя и испытывает периодические колебания и отклонения, отражая в этом смысле общий ход развития земли.

Настоящая работа ставит своей задачей на анализе широкого материала вскрыть особенности угленосных осадков, как определенного типа отложений, и осветить закономерности их накопления; и на основе последних наметить специфические методы изучения, вытекающие именно из их характерных особенностей, не присущих многим другим комплексам отложений.

Необходимость такого анализа диктуется как теоретическими, так и практическими соображениями. Исходя из первых, следует констатировать, что хотя в отдельных статьях и исследованиях и намечались указанные выше характерные особенности и закономерности, но законченной формулировки многих положений еще не появилось даже в сводных курсах и монографиях. К тому же многие принципиально важные вопросы выяснились только в самые последние годы, и из них еще не сделаны все возможные выводы.

Поэтому такое обоснование и формулировка установленных общих и исторически меняющихся положений являются важными и своевременными для развития угольной геологии.

Исходя из практических соображений, следует также отметить актуальность поставленной темы. Быстрое развертывание разведочных и эксплоатационных работ в угольных бассейнах в текущую пятилетку и еще более интенсивное развитие в ближайшие 10 лет ставят вопрос о незамедлительной обработке результатов бурения на основе передовой теории. Буровая разведка, в свою очередь, должна направляться передовой теорией, должна быть тесно связана с всесторонним изучением углей, угольных пластов и вмещающей толщи.

Так, например, интенсивное бурение скважин требует методически правильной документации, высоко квалифицированного изучения керна и быстрых ответов по синонимике угольных пластов. А совре-

менные методы синонимики пластов угля базируются на знании особенностей и методов изучения угленосных отложений. Поэтому сейчас необходим более углубленный подход к изучению угленосных толщ, как закономерно развивающихся комплексов, имеющих иногда сложную фациальную природу.

То же относится и к угольным пластам. Их происхождение и природа даже в одном и том же угольном бассейне, далеко не одинаковы. Нужно понять и сформулировать, на чем основываются эти различия, чтобы сделать соответствующие прогнозы. Прогнозы для промежуточных площадей между изученными месторождениями приобретают сейчас особенно большое значение.

Вопросы расщепления угольных пластов, размывов их и другие изменения их мощности требуют генетического изучения, без чего не могут быть вскрыты причины и закономерности колебания угленосности в любом угольном районе.

Но уже выявленные к настоящему времени особенности накопления осадков (в том числе и углей) в угленосных толщах определяют характерные черты современной методики ее изучения. Методика в своей основе должна быть комплексной и должна заключать в себе как старые и общепринятые формы геологических изысканий, так и новые, еще недостаточно внедренные, а иногда и неполностью разработанные специальные методы. Чем шире этот комплекс, тем легче проверять одни достижения другими, тем достовернее полученные результаты. Вот почему в данной работе мне приходится коснуться и методической стороны вопроса, ибо методика — это мост, соединяющий факты с теорией и теорию с ее приложением на практике.

Объем и содержание предпринятой работы могут быть очень велики. Накопился огромный материал по литологии и другим сторонам изучения угленосных толщ, который требует сводки и обобщения на основе современных идей угольной геологии.

В данной статье, предлагаемой как некоторое введение к ряду других, краткому рассмотрению будут подвергнуты особенности угленосных осадков, наиболее распространенные фациальные (генетические) типы пород, закономерности их чередования в разрезе и смены на площади; обстановки угленакопления и, наконец, вытекающие отсюда методические выводы.

2. ЧТО ТАКОЕ УГЛЕНОСНАЯ ТОЛЩА

Под угленосной толщей следует подразумевать всю совокупность непрерывно отлагавшихся осадочных пород на площади углепроявления, в которых встречаются угольные пласты и пропластки.

Во многих случаях верхняя и нижняя границы толщи не возбуждают сомнений и легко согласуются с данным определением. Но в ряде других случаев оно требует некоторых уточнений и ограничений.

Прежде всего появляется вопрос, следует ли считать безугольные свиты в промежутке между угленосными свитами лишь частями одной угленосной толщи, а не промежутком между двумя угленосными толщами? Это имеет место, например, в появлении Кузнецкой, практически безугольной, свиты между Балахонской и Кольчугинской в Кузбассе. Мне кажется целесообразным сохранить существующие представления на этот счет и рассматривать все эти три свиты (с подсвитами) как единую палеозойскую угленосную толщу Кузбасса.

Однако, если в бассейне имеются разновозрастные угленосные толщи, разделенные крупными[1] перерывами в отложении и несогласиями (например, юра и карбон в Караганде, юра и пермь в Кузбассе), то их следует рассматривать как самостоятельные угленосные толщи.

Необходимо отметить, что было бы неправильным исключать из пределов угленосной толщи не только внутренние безугольные свиты (или подсвиты), но даже промышленно неугленосные, т. е. свиты с угольными пропластками, не достигающими рабочей мощности и невыдержанными. Такова, например, Ак-Кудукская свита турнейского возраста в Караганде и Ильинская подсвита (Кольчугинской свиты) в Кузбассе. Араукаритовая (C_3^3) или намюрские (C_1^4 и C_1^5) свиты, а также нижние вестфальские свиты (C_2^1 и C_2^2) в Донбассе составляют часть угленосной толщи, хотя угли в них, вообще говоря, непромышленные.

В южном крыле Подмосковного бассейна непромышленные пропластки угля находятся не только в песчано-глинистой толще C_1^h, но и выше — среди известняков и глинистых пород Тульской толщи переслаивания. Эту часть разреза следует также относить к угленосной толще, хотя она по составу, происхождению и промышленному значению несколько отличается от нижележащей, но в северо-западном крыле приобретает к северу более типично угленосный характер.

Перечисленные соображения позволяют сформулировать понятие об угленосной толще в следующем виде.

Угленосная толща — это более или менее непрерывный и одновозрастный преимущественно песчано-глинистый комплекс осадочных горных пород с пластами и пропластками углей. По степени угленосности и литологическому характеру, а в некоторых случаях по совокупности флоры и фауны, она может разделяться на ряд свит. Некоторые из этих свит являются безугольными или промышленно-неугленосными на всем пространстве или частично.

Развитое выше понимание угленосной толщи отвечает генетическому выделению этой своеобразной формации из других формаций осадочных образований (например, от пестроцветных толщ, флишевых отложений, мелководных морских осадков).

Основным диагностическим признаком угленосных толщ является наличие в ней угленосных пластов. Но это не единственный признак. С ним парагенетически связан ряд других.

Во-первых, угленосные отложения характеризуются обилием растительных остатков, редко встречающихся во всех других формациях. Именно угленосным толщам и особенно кровле угольных пластов обязана палеоботаника богатым сбором отпечатков листьев, составляющих главное содержание описательной палеофитологии. Корневые, вертикально стоящие обрывки нередко сохраняются в почве угольных пластов. Неопределимые, но многочисленные остатки растений в виде растительной крошки, обрывков или минерализованных обломков стволов встречаются и в других породах угленосных отложений, не связанных непосредственно с пластами углей.

Во-вторых, угленосные породы никогда не обладают в общем таким правильным напластованием, какие свойственны и типичным морским сериям, и другим формациям.

[1] Мелкие перерывы, не имеющие регионального характера, присутствуют во всякой угленосной толще и в счет не идут.

В-третьих, в них внутри пластов породы нередко встречаются различные виды косой и волнистой слоистости, указывающей на поступательное или колебательное движение среды. Этим угленосные толщи резко выделяются от многих других формаций.

Наконец, в-четвертых (сейчас уже можно говорить об универсальности этого явления), угленосные толщи отличаются выдержанной (хотя и не в одинаковой степени) цикличностью отложений, т. е. периодичностью процесса осадконакопления (о ней подробнее скажем ниже).

Указанные особенности позволяют обнаружить угленосные толщи раньше, чем будет встречен угольный пласт рабочей мощности. Следовательно, они могут служить поисковыми признаками на уголь в необследованных районах.

Перечисленные признаки являются генетическими в том смысле, что говорят об особых условиях образования самих толщ. Наличие растительного материала автохтонного (корни, хорошей сохранности листья и пр.) аллохтонного (крошка, детрит, обломки стволов) — указывают на непосредственную близость или присутствие в субстрате отложений континента. Ряд других признаков вмещающих пород и нахождение самих углей свидетельствуют также об участии континентальных фаций в формировании угленосных отложений.

Таким образом, элемент континентальности характеризует обстановку угленакопления, хотя значение (степень) этой континентальности не остается неизменным в истории земли. Выявление закономерности этого изменения является одной из задач изучения угленосных толщ в историческом развитии.

Наконец, многофациальность угленосных толщ заставляет рассмотреть те группы фаций, которые в них встречаются часто, и указать наблюдающиеся редко или вовсе отсутствующие в них.

3. ФАЦИИ

А. *Фации угольного пласта.* Самая постановка вопроса о фациях углеобразования в угольной геологии стала возможной только в последнее время. Раньше в науке господствовало убеждение, что фация, т. е. условия углеобразования совершенно определенны и повторяются из периода в период без существенных изменений.

Недаром один крупный палеойзойский период, продолжительностью свыше 50 миллионов лет, был еще в XVIII столетии назван *каменноугольным.* Этим как бы утверждалось представление не только о том, что для него характерны условия, благоприятные для образования каменного угля, но и что наличие каменных углей в других системах указывает на их тесное сходство с каменноугольной системой (в смысле тропического климата, пышной растительности и т. п.).

Полагали, что и обратно, из факта нахождения в данных отложениях углей можно делать климатические и другие физико-географические выводы, характерные для угленосной фации карбона. Отголоски этих представлений можно слышать и в настоящее время.

Впрочем, еще в середине прошлого столетия вводится в геологию разделение карбоновых угольных бассейнов на паралличе-ские, т. е. образовавшиеся на морском берегу, и лимнические, связанные с озерными водоемами. В этом разделении намечаются две возможные среды формирования угольных залежей: с одной стороны,

в прибрежных лагунах морских заливов, с другой — в озерах внутри континента. Следовательно, намечаются и две фации угленакопления.

Такое разделение господствовало в угольной геологии до последнего времени. Но в настоящее время накопились новые данные, которые дают возможность поставить вопрос о фациях угленакопления гораздо шире. Это связано, с одной стороны, с тем, что сейчас нам стали хорошо известны не только карбоновые, но и девонские, пермские, мезозойские и третичные угольные бассейны с их палеогеографическими особенностями. Наметились переходы между двумя указанными выше типами. С другой стороны, благодаря развитию новых методов изучения угольных месторождений, особенно углепетрографического и литологического, стал возможен действительно фациальный подход к формированию углей.

Прежде чем перейти к конкретному изложению данных, полученных новыми методами исследования, остановимся на точном определении того, что мы понимаем под фацией и обстановкой угленакопления. Без такого уточнения может показаться непонятным и необоснованным самый объем тех проблем, которые будут трактоваться в настоящей статье.

Под фацией мы будем подразумевать совокупность условий накопления осадка, из которого впоследствии образовалась горная порода. Для гумусовых углей и сапропелитов речь будет итти об условиях образования торфа и сапропеля, которые дали начало бурым и каменным углям, антрацитам и ископаемым сапропелитам; для известковых, глинистых и алевритовых пород—о фациях илистых накоплений; для песчаников угленосной толщи — об условиях, в которых откладывались соответственные пески, и т. д. Прибрежно-морской торфяник, речное русло, пойменное озеро — это фации осадков.

Под обстановкой угленакопления, согласно предложению Т. Н. Давыдовой и Ц. Л. Гольдштейн [3], мы будем понимать условия более широкой среды, охватывающей не только область отложения осадка, но и область сноса (а следовательно и переноса). Например, выражения «речное русло межгорной долины» или «река приморской низменной равнины» — это уже будет «обстановкой», указывающей не только на фацию отложения, но и на особенности условий сноса, т. е. на общий характер ландшафта более или менее обширной области.

Для характеристики условий угленакопления важны не только фациальные признаки, но и следы более широкой обстановки, в которой формируются угленосные отложения.

Таким образом, оба термина указывают на условия, господствующие в обстановке осадконакопления, если ее понимать более узко (фация) или более широко (обстановка).

Источником знания по основным моментам, освещающим условия отложения угольных пластов и вмещающих их пород угленосных толщ, являются данные угольной геологии, углепетрографии и литологии.

Углепетрография совместно с палеоботаникой выявила в значительной степени материнский растительный материал для различных типов и видов углей каждого геологического возраста. Она показала также различия в конечных результатах превращения исходного материнского вещества.

Пользуясь сравнительными данными из болотоведения, торфоведения, микробиологии, петрография углей устанавливает ряд процессов

превращения растительного материала, которые ведут к образованию различных типов угольного вещества.

Каждый из этих процессов требует особых условий среды, обеспечивающей необходимую степень влажности и обводнения, регулирующих длительность действия аэробных и анаэробных бактерий. Определенной среде отвечают и определенные границы условий жизнедеятельности микроорганизмов.

Так, в субаэральной среде возвышенной части болота господствуют явления подсыхания и окисления, которые при действии аэробных бактерий ведут к истлеванию и образованию из древесных остатков гнилушек. Если этот процесс ничем не прерывается, остатки древесины полностью перейдут в газообразные продукты, и в остатке ничего не получится. Если подсохшие и сделавшиеся хрупкими гнилушки подвергнутся раздроблению и обломки их попадут в сильно увлажненное пространство болота или в воду, то они окажутся в анаэробных условиях, и в результате образуется фюзен. Этот сложный двухстадийный процесс образования фюзена называется фюзенизацией.

Таким образом, обилие фюзеновых и близких к нему фюзеноксиленовых образований, составляющих пропластки или целые слои в угольном пласте, говорят за наличие субаэрального накопления растительных остатков, т. е. за малую обводненность болота или за промежуточный характер так называемого переходного лесного болота и т. п. условия.

Это будет фация «сухих» (т. е. с низким уровнем грунтовых вод) лесных болот или заболоченных лесов.

Иначе развивается процесс в так называемом топяном или обводненном болоте с высоким уровнем грунтовых вод. В этих условиях происходит набухание тканей; общий характер среды восстановительный; действуют до известного предела почти только анаэробные, разлагающие растительное вещество, бактерии и грибки. Происходит превращение ткани в типичный коллоид (процесс остудневания). В результате образуется витрен или при большей длительности и большем разложении — основная (прозрачная) масса кларена.

Этот процесс в общем виде называется гелификацией.

Таким образом, исключительное преобладание кларена и витрена, т. е. гелифицированных компонентов, свидетельствует об анаэробном превращении растительных остатков в условиях большей насыщенности влагой или покрытия водой, т. е. об обводненном застойном топяном болоте низинного типа. Иначе говоря, это будет фация топяных болот.

Но возможен и третий случай. При обилии отлагающегося материала в слабо проточном болоте, при слегка окислительных условиях, откладывается сравнительно мало твердого остатка. Благодаря проникновению кислорода, приносимого медленным течением заболоченной реки, возникает смешанная аэробно-анаэробная обстановка. Последняя ведет к окислению и интенсивному разложению микроорганизмами растительного материала. При этом, благодаря проточности, получающиеся в результате жизнедеятельности бактерий и грибков токсины (вредные для самих микроорганизмов и в других условиях прекращающие их деятельность) непрерывно удаляются. Поэтому аэробное и анаэробное действие может продолжаться без конца и имеет тенденцию к полному разложению гумусовых веществ (лигнино-целлюлозных тканей). В нижней части торфяника скопляются только наиболее стойкие эле-

менты растений, как-то: споры, кутикула, смоляные тела и т. п. и некоторое количество непрозрачной и хлопьевидной или фюзенообразной (*явно окисленной*) основной массы.

В результате в проточном болоте должны образоваться особые скопления, богатые желтыми (стойкими) форменными элементами с небольшим количеством гумусового вещества, т. е., например, споровые дюрены, переходящие при дальнейшем сокращении гумусового остатка в споровые *липтобиолиты* и пр. Прекрасный пример составляют Кизеловские матовые угли указанного типа.

Процесс превращения древесно-спорового скопления в липтобиолиты и, в качестве промежуточного продукта, — в споровые дюрены связан, как мы видели, с интенсивным уничтожением растительного вещества, во много раз превышающего то, которое сохраняется в остатке. Это настоящие остаточные угли. Процесс, приводящий к таким результатам, следует назвать элювиацией[1] (eluvio — вымываю).

Таким образом, большое участие в пласте *липтобиолитов*, споровых, смоляных и т. п. дюренов с непрозрачной основной массой, т. е., вообще говоря, остаточных углей, указывает на проточные условия, на речные и пойменные болота, хотя и обводненные, но постоянно вентилируемые и несущие кислород.

Это будет фация проточных болот.

Итак, среди гумусовых автохтонных образований намечается три характерных типа фаций: 1) «сухих» лесных переходных болот, 2) сильно обводненных топяных болот и 3) проточных пойменных болот.

Само собой разумеется, что в природе все эти типы могут переплетаться и в одном месторождении и даже в одном пласте. Также могут иметь место всевозможные переходные или промежуточные условия. Расшифровать их характер можно только путем тщательного анализа фактического материала, исходя из описанных выше типичных случаев.

Для сапропелевых углей также можно наметить несколько крупных групп фаций. Одна из них отвечает современному образованию лагунных сапропелей типа куронгита. Он накопляется в соленоводной лагуне близ Куронга в Южной Австралии. Колониальная водоросль (из сине-зеленых) *Eleophyton,* развиваясь в этих лагунах, при наступлении теплого времени отмирает, опускается на дно, а по усыхании водоема превращается в резинообразную (во влажном состоянии) массу, именуемую куронгитом.

Анализ куронгита и прямые наблюдения показывают, что куронгит образуется при смешанных аэробно-анаэробных условиях. Но особый (жировой) состав сине-зеленых водорослей определяет совсем иной результат, чем тот, который при тех же условиях происходит с превращением гумусового материала.

Такой же характер, но более анаэробного происхождения, хотя и не чуждого окисления, имеет балхашит, открытый М. Д. Залесским на берегах залива Ала-Куль озера Балхаш.

Прямое наблюдение за проявлением, развитием и отмиранием скоплений колониальной водоросли *Botryococcus Braunii* Kütz и др. в современных озерах, прудах и болотах с открытой водной поверхностью показывает, что при образовании сапропелевых залежей основное значение имеют анаэробные условия. Однако химизм различных разновидностей современных сапропелей позволяет утверждать, что в некоторых случаях здесь имело место первоначальное или последующее окисление.

[1] С. Н. Наумова предложила угли такого типа называть элювиитами [5].

В общем этот процесс можно назвать битуминизацией — термином, предложенным Г. Потонье.[1]

Как видим, такой процесс может протекать в двух различных фациях: 1) в фации соленоводных пересыхающих приморских лагун и 2) в фации пресноводных зарастающих или усыхающих озер, преимущественно в анаэробных условиях.

Большинство ископаемых сапропелевых углей (но не горючих сланцев) связано с последними фациями.

Таким образом, все угольные фации разделяются на две более широкие основные группы: 1) болотных фаций и 2) озерно-болотных (изредка лагунных) водоемов с открытой водной поверхностью.

Гумусовые угли относятся к первой группе. Пропластки и линзы сапропелитов знаменуют место и время озерно-болотного режима.

Разумеется, в каждой из этих групп можно наметить еще ряд подразделений и особенностей, вплоть до конкретной обстановки, отвечающей каждому частному случаю.

Если микроскопия углей вместе с макроскопическим их изучением способна выявить в известной степени фациальные условия самого углеобразования, то обстановку угленакопления можно вывести только из сопоставления условий отложения пород угленосной толщи и прежде всего — непосредственно вмещающих угольные пласты. Иначе говоря, ответ на этот вопрос может дать только изучение фаций самой угленосной толщи.

Б. *Фации осадков угленосной толщи (кроме углей).* Все фактически встречаемые до сих пор фации внутри угленосных толщ с промышленными угольными месторождениями можно сгруппировать следующим образом:

1) фации застойных водоемов,

2) фации подвижной континентальной среды (текучей воды),

3) фации открытых мелководных бассейнов.

Каждая из этих групп заключает довольно разнообразные условия седиментации. Здесь мы охарактеризуем только некоторые наиболее обычные или имеющие резко выраженные признаки, облегчающие их познание.

а. *Фации застойных водоемов.* Как показывает само название, осадки застойных водоемов характеризуются слабым проявлением или полным отсутствием движения среды. Это выражается прежде всего в отсутствии слоистости или в неясной слоистости. Кроме того, такие водоемы обычно имеют местный характер. Однако и среди них имеются исключения.

Наиболее типичным примером таких отложений является так называемый «кучерявчик» — горная порода, залегающая обычно в почвовугольных пластах Донецкого, Кузнецкого и многих других бассейнах Советского Союза и других стран. Эта горная порода получила название «кучерявчика» у донецких шахтеров за способность разламываться по всем направлениям и за отсутствие слоистости. Эта особенность связана с тем, что порода пронизана вертикальными и косыми растительными, часто корневидными, остатками.

В каменноугольное время такими остатками были корневые части древовидных плауновых растений (лепидодендронов и сигиллярий),

[1] Если битуминизации, т. е. анаэробному воздействию подвергается гумусовое вещество коры или древесины (особенно некоторых древесных пород) без предварительной аэробной подготовки, то образуется своеобразный уголь — гагат.

так называемые стигмарии[1]. Для Донецкого и ряда других карбоновых бассейнов повсеместное и массовое присутствие стигмариевых остатков в почве угольных пластов является наиболее характерной чертой. Для пермских бассейнов столь же характерны, хотя и менее универсальны, корневые отростки кордаитовых деревьев, а для юрских — хвойных и саговниковых.

Стигмариевые слои обычно непосредственно подстилают угольный пласт или отделяются от него тонким прослоем породы, обнаруживающей углистое вещество и слоистость.

Стигмариевые слои слагаются тонкозернистыми, илистыми породами или, начинаясь снизу с грубых алевролитов, вверху к угольному пласту постепенно сменяются более тонкозернистыми остатками.

Возможно допустить, что именно растительные остатки, пронизывающие такие отложения, уничтожили первоначальную слоистость, но внимательное изучение их не обнаруживает никаких признаков такой слоистости, в особенности сколько-нибудь неспокойной. Напротив, отложение осадка, видимо, происходит путем выпадения из взвешенного состояния в более спокойных условиях, исключающих какое бы то ни было движение. Тонкоилистый характер осадка подтверждает его происхождение в застойном водоеме.

В отдельных случаях вертикальные корешки обнаруживаются в тонко- и мелкозернистых песчаниках, иногда даже с знаками ряби или связанной с нею волнистой слоистостью. В этих случаях порода указывает скорее на литоральные условия, т. е. на полосу приливов или на периодически усыхающее дно прибрежной части внутреннего бассейна, которые могли временами покрываться растительностью, пускающей в нее корни. Такая полоса «ваттов» носит черты, промежуточные между застойными водоемами, связанными с устьями равнинных рек, и открытыми бассейнами типа Балтийского моря и т. п.

Такие же тонкозернистые неслоистые осадки с вертикальными корневыми остатками встречаются часто и в некоторых свитах Кузнецкого бассейна.

б. *Фации подвижной континентальной среды (текучей воды)* выражены преимущественно песчаниками разной крупности зерна, реже — алевролитами и в еще более редких случаях — конгломератами. Подвижность водной среды лучше всего отражается в слоистости.

К этим фациям относятся: 1) отложения постоянных потоков, т. е. рек и ручьев; 2) осадки временных потоков (более редкий случай); 3) дельтовые отложения. Речные отложения, в свою очередь, можно подразделить на осадки речного русла и на осадки поймы.

Каждая из этих групп осадков характеризуется более или менее выдерживающимся комплексом литологических признаков, по наличию которых их и можно узнать в разрезе.

Угленосные толщи, как уже теперь в достаточной степени выяснилось, заключают в себе все эти типы отложений в различных сочетаниях и пропорциях.

Русловые отложения реки начали констатироваться в угленосных толщах сравнительно недавно (с начала 30-х годов). Ранее они большинством исследователей относились к мелководным морским образо-

[1] Стигмарии или корневища плауновых состоят из разветвленной системы толстых корней (так называемых ризофор, отдельных ответвлений — ризом) и перпендикулярно прикрепленных к ним многочисленных трубчатых питающих отростков (аппендиксов).

ваниям, особенно если дело шло о параллических бассейнах. Толчком к новой трактовке послужили, главным образом, работы советских литологов по детальным литологическим исследованиям в угленосных отложениях СССР.

Особенно в связи с констатированием периодичности осадконакопления на большом материале изучения угленосных осадков было показано, что песчаники именно речного типа лежат в основании многих повторяющихся комплексов или циклов, на которые разбивается толща пород, содержащая угольные пласты. Их русловое происхождение было обосновано как на данных их геоморфологии, так и на прямых литологических признаках. Нижняя граница таких песчаников почти всегда бывает связана с размывом части нижележащей толщи более тонкозернистых пород предшествующего цикла. Благодаря этому граница их снизу является резкой и часто неровной.

Эрозионный характер этих размывов доказывался наблюдениями их в разрезе и в плане. В разрезе форма залегания грубых песчаников каналообразная, достигающая высоты вымоины и заполнения нескольких десятков метров. Прослеженные в плане каналы имеют разветвленный рисунок, что также отвечает характеру реки с притоками, или располагаются в виде отдельных полос — рукавов. Размывы морскими течениями давали бы значительно более пологие очертания вымоин и скорее параллельные направления, чем ветвистые. Поэтому в них естественнее видеть эрозионные континентальные размывы, а не морскую абразию.

Советский литолог Е. П. Брунс и другие вложили в понимание указанных песчаников литологический смысл. Детальное изучение кернов густой сети буровых скважин Боровичского района [1] дали возможность установить не только реальную форму русла, заполненного соответственными осадками, но и выявить диагностические особенности этих отложений. Речные отложения были открыты в угленосных толщах Кизеловского [2], Подмосковного [6], Кузнецкого [4] и других бассейнов.

Но и до сих пор многие геологи продолжают толковать подобные отложения то как дельтовые, то как «мелководные» или «прибрежно-морские» или вообще терригенные осадки, принесенные рекой, но отложенные в бассейне, или, наконец, как «прибрежно-континентальные» осадки. Последний термин — неопределенный и суженный, так как сюда могут подойти отложения морского пляжа и некоторые другие. Первые же вовсе неправильные и отвечают весьма распространенным представлениям о том, что все осадконакопление в угленосных толщах совершается в каком-то бассейне и только пласты угля являются свидетелями континентальных условий.

Вот почему нам придется несколько полнее охарактеризовать речные фации и в особенности русловую фацию литологическими признаками.

Начнем с типично русловых отложений, выраженных песчаниками. Наиболее характерной чертой ее является слоистость.

Слоистость довольно разнообразна, но, как правило, не заключает выдержанных горизонтальных слойков. Видимая форма и характер речной слоистости зависят от того, в каком разрезе (или в какой проекции) мы ее наблюдаем. Если разрез идет по направлению течения, то слоистость представляет собой многоэтажную последовательность невысоких субпараллельных серий косых или косовогнутых кверху слоев.

В разрезе, поперечном к движению потока, обычно встречаются перекрестно-косые серии, не параллельные и срезающие друг друга по

криволинейным поверхностям. Косые разрезы дадут более сложную картину.

Если измерить истинные азимуты наклона косых слоев и нанести на «розу» или построить график вероятности, т. е. кривую частоты, то главная масса наблюдений ляжет в одном секторе и будет иметь ясный максимум. Это показывает, что косая слоистость действительно обязана своим происхождением поступательному движению воды.

Впрочем, бывают случаи, когда отложения речного русла оказываются неслоистыми. Отложения для очень небольших русел описаны Т. Н. Давыдовой и Ц. Л. Гольдштейн [3] для реки Буреи. Но это касается, повидимому, только мелких речек с очень тихим течением. Русловой их характер познается тогда, главным образом, по боковому переходу по простиранию в пойменные более тонкозернистые и тонкослоистые осадки.

Следует отметить, что в каждой равнинной реке отдельные участки характеризуются то мелкостью и более крутым наклоном (перекатом), то большей глубиной и отсутствием или незначительностью наклона дна (плёсы). На перекатах и создаются те колебания в скорости течения, о которых мы скажем дальше. Косая слоистость образуется сейчас же ниже переката в плёсе. На плёсах течение весьма медленное, осадки тоньше и образуются путем выпадения, а слоистость почти незаметна.

Гранулометрический состав русловых отложений для равнинных рек — песчаный или алевритовый, для горных — в значительной степени галечный. Имеет значение и состав размываемых берегов. Характерной является быстрая изменчивость крупности зерна на коротких расстояниях как в одном слое, так и от слоя к слою. Иногда появляются короткие пояски галек неодинакового размера. Нередко встречаются окаменелые стебли растений в виде обломков различной величины.

Все указывает на неравномерность и изменчивость скорости течения, что характерно именно для субаэральных потоков, а не для морских течений и подводной дельты, в которой постепенно, но сравнительно быстро теряется скорость при выходе реки в спокойный бассейн.

Растительные остатки встречаются как в виде крупных обломков стеблей и веток, так и в форме мелкого растительного детрита, как бы присыпки на плоскостях косой слоистости. Отдельные отпечатки листьев плохой сохранности наблюдаются редко, а хорошо сохранившиеся отпечатки, благодаря истирающему действию быстрого переноса, вовсе не встречаются. Все растительные остатки имеют аллохтонный характер.

В речных отложениях наблюдаются иногда конкреционные включения карбонатных пород, а также обломки и отторженцы чуждых слоистых пород обвалившегося берегового склона.

Нередко внутри песчаного русла можно видеть пояски уплощенных глиняных или алевритовых галек, также, очевидно, образовавшихся за счет размыва боковых или нижележащих пород. В некоторых угольных бассейнах такую породу называют «пуддингом». Пуддинги лежат часто в основании серий косых слоев или по шву между сериями.

Таким образом, гранулометрические соотношения осадков речного русла весьма характерны и в особенности в комплексе со слоистостью создают картину, не встречающуюся в других типах отложений. Поэтому отложения речного русла в типичных случаях легко могут быть отличимы и в естественных обнажениях и в кернах буровых скважин.

Контакты русловых осадков в плане и в разрезе весьма свое-

образны. Если удается проследить их на площади, то становится очевидным их резкий переход (особенно внизу и по бокам) в горизонтально-слоистые отложения других фаций. Выявляется врезанный характер руслового тела. В верхней части переход в боковые фации более постепенный и незаметный.

В разрезе (например, в керне) констатируется резкий переход на нижней границе, где различие в гранулометрическом составе особенно большое. Речные песчаники ложатся на гораздо более тонкозернистые, часто глинистые, породы. Иногда эта поверхность имеет неровный, волнистый характер, что указывает на размыв.

Напротив, верхняя граница русловых осадков постепенная, неясная, а потому условная. Кверху гранулометрический состав, как правило, уменьшается, признаки сильного движения исчезают, слоистость все более приближается к горизонтальной.

Выше обычно залегают более мелкозернистые (песчаники-алевролиты) осадки с мелкой, иногда чуть косящей и волнистой, слоистостью на фоне горизонтальных слоев. Их можно толковать или как осадки более спокойных частей речного русла или как отложения весенних (или осенних) половодий, т. е. осадки поймы. Поэтому обратимся к характеристике пойменных отложений.

Пойменные фации. К собственно пойменной относится фация половодий, отвечающая отложению в условиях обилия воды, несущей взвешенную муть и отлагающую ее при сокращении скорости течения в конечную фазу паводка. Если разлив происходит в несколько приемов, разделенных некоторым затишьем, то образуется несколько горизонтальных слоев. Слоевые швы относятся к моментам покоя и перерыва. Они заполнены илом (моменты заиления). Так как во время выпадения осадка, т. е. каждого слоя, все же имеется некоторое поступательное движение и песчинки могут откладываться все дальше и дальше на передовом фронте слойка, то внутри него местами можно заметить ряд параллельных вогнуто-косых коротких линий наслоения, намеченных присыпкою детрита.

Крупность зерна в среднем алевритовая, но из слоя в слой она несколько меняется в зависимости от колебаний скорости течения и высоты поднятия воды. В половодье могут переноситься в плывучем состоянии остатки мелких частей растений, листьев и т. п. в различной степени сохранности.

После спада воды в общем пойменном покрове могут оставаться отдельные мелкие водоемы, лужи, пойменные озера, старицы, наполненные пересыхающей водой. В них отлагаются маломощные, еще более тонкослоистые и тонкозернистые илистые осадки, среди которых могут сохраняться переносимые ветром листья, споры и пыльца и т. п. Но осадки таких пойменных озер следует относить уже к образованиям застойных водоемов.

По соседству с ними в разрезе находятся настоящие русловые отложения в нижней части и осадки застойных водоемов в верхней части. Иногда застойные условия наблюдаются и в кровле и в почве пласта, и весь угольный пласт оказывается заключенным внутри застойных фаций.

в) *Фации открытых мелководных бассейнов (морских и пресноводных).* Известные до сих пор морские отложения среди угленосных толщ никогда не заключают в себе остатков пелагических животных и глубоководных организмов. Нахождение гониатитов в вестфальских отложе-

ниях Западной Европы также не свидетельствует о глубоководности, так как эти головоногие встречаются в кровле угольных пластов обычно вместе с пелециподами и брахиоподами мелководных зон. В Донецком бассейне морские известняки, многократно внедряющиеся в угленосную толщу, всегда обладают прибрежно-мелководным характером с глубиной, едва ли превышающей 50—60 *м*. Это подтверждается часто совместным нахождением морских и пресноводных или солоноватоводных форм, которые могли жить скорее всего в открытом опресненном заливе, в лагуне и т. д. Встречается довольно много водорослевых известняков, относящихся к различным глубинам, но все же не выходящих за пределы шельфовых морей.

Среди известняков вообще более мелководными можно признать те, которые отличаются повышенным содержанием нерастворимого остатка. Последний чаще всего оказывается терригенной глиной, т. е. кластическим материалом. Это преимущественно обломочные известняки всех разновидностей. С этой точки зрения водорослевые известняки, как содержащие меньше нерастворимого осадка, могут считаться более глубоководными.

Магнезиальные известняки (выше 3% MgO), приуроченные в Донецком бассейне большей частью к кровле пластов, оказываются также мелководными, что подтверждается значительным количеством входящего в них кремнисто-глинистого материала. Б. Ф. Мефферт считал их даже прибрежными, связанными с периодами местного обмеления.

Среди глинистых отложений с морской фауной можно различить несколько субфаций по разной глубине и удаленности от берега. Наименее прибрежными, т. е. наиболее удаленными от берега, являются глинистые породы с гониатитами.

Следующей зоной оказываются аргиллиты (глинистые сланцы) с раковинами *Aviulopecten* и другими морскими пелециподами.

Еще более мелководными следует считать слои с *Lingula,* которая часто ассоциируется с солоноватоводными или пресноводными антракозидами (*Carbonicola, Anthracomya* и др.). Они скорее всего являются осадками опресненных лагун.

Таким образом, рассматривая несомненные морские фации угленосных толщ, мы видим, что в большинстве случаев они имеют прибрежный и мелководный характер.

Гораздо труднее определить характер тех бассейновых фаций, которые в некоторых крупных, не связанных с морем бассейнах отвечают слоям, лежащим в кровле угольных пластов. Они характеризуются фауной остракод и пелеципод пресноводного типа (антракозид), мнения о происхождении которых в значительной степени расходятся. Одни считают их соленоводными формами, приспособившимися к жизни в опресненной воде, другие — подлинными соленоводными организмами, третьи принимают за чисто пресноводные формы.

Во всяком случае их скопления резко отличаются от типично морских комплексов форм, отвечающих бассейнам с нормальной соленостью, как гониатиты, брахиоподы, *Aviculopecten* и др. Это показывает, что здесь мы имеем дело с бассейнами другого типа, если и сообщающимися где-нибудь с настоящим морем, то далеко от данной области. Их скорее можно отнести к внутренним опресненным бассейнам, отшнурованным когда-то от открытых морей и океанов (подобно Ладожскому озеру и др.). В некоторых случаях они могут быть заливами, подобными Финскому, вода которого, в особенности в устье Невы,

опресненная, а попадающиеся на берегу раковины чисто пресноводные. Возможно, наконец, что это были внутриконтинентальные пресноводные озера крупного размера, что характерно, например, для Ерунаковской свиты Кузнецкого бассейна.

Признаками указанных отложений являются: тонкозернистый, хорошо сортированный состав аргиллитов и тонких алевролитов; более или менее выраженная горизонтальная или слегка волнистая слоистость; наличие иногда хорошо сохранившихся растительных остатков. Последние почти исключительно представлены мелкими листьями и обрывками (например, кордаитов в Кузбассе).

Несколько иной характер имеют отложения, относимые к бассейновым и выраженные мелкозернистыми и тонкозернистыми (алевритовыми) песчаниками с волнистой слоистостью. В них нередко находят на плоскостях слоистости следы ряби волнений и течений. Такие отложения напоминают осадки некоторых частей Балтийского моря, так называемых ватт, которые находятся под периодическим воздействием прилива и отлива.

Иногда такие песчаники содержат пронизывающие их вертикально или косо к напластованию корневидные отростки растений. Пелециподы встречаются редко, да и то в виде скоплений битой ракуши. Вместе со знаками ряби все эти признаки говорят о мелководном и прибрежном характере водоема, отложившего эти осадки. Многократная повторяемость таких фаций в разрезе позволяет думать, что эти осадки относятся к большому постоянному, периодически наступающему бассейну, а не к отложениям временных небольших водоемов.

В Донецком бассейне пользуется распространением особая фация, отвечающая осадкам переслаивания, преимущественно алевролитов разной крупности зерна. Она впервые была констатирована при работах Донбасской угольной экспедиции АН СССР и заслуживает особого рассмотрения с точки зрения наиболее вероятного ее генезиса.

Литологические особенности этих пород «переслаивания» следующие. Прежде всего, бросается в глаза, что они состоят из чередующихся слойков неодинаковой и меняющейся ширины, выражающихся в миллиметрах и сантиметрах. Слойки резко отграничиваются друг от друга и отличаются по цвету: более тонкозернистая порода — более темная, зеленоватая, более грубозернистая имеет белесовато-светлосерые тона.

Характерна более или менее линзовидная или четковидная форма отдельных слойков, что особенно ясно выражено для слойков более грубой породы, то алевролитовой, то даже мелкозернистой песчанистой структуры. Толщина светлых слойков обычно больше толщины темных, но, благодаря линзовидности светлых слойков, иногда сходит до нуля.

В этих линзах нетрудно заметить внутреннюю текстуру в виде мелких, иногда более или менее перекрестных серий косой и косоволнистой слоистости. Последние указывают на мелководную среду с подвижностью преимущественно волнового характера.

Общий характер пород переслаивания отражает известный ритм осадконакопления, о значении которого можно лишь догадываться. Не лишено вероятности, что он создается литторальной обстановкой, т. е. действием прилива и отлива. Осадок накоплялся в очень плоской и весьма мелководной среде, типом которой являются ватты. Хотя фауна в таких отложениях почти не встречается, но на морской (нормально соленоводный) характер всех их указывает широкое площадное распространение, редкие находки фауны, а главное, связь с соседними,

чисто морскими мелководными фациями с типичной слоистостью «ряби мелководья». Сравнение с некоторыми типами переслаивания, описанными Гентшелем, заставляет признать такое толкование весьма правдоподобным, хотя и встречающим возражения.

Бассейновые фации, не охарактеризованные фауной, еще недостаточно изучены, и потому полную их характеристику и все разнообразие дать затруднительно.

Охватывая общим взглядом все виды фаций и обстановок, более или менее достоверно изученных для угленосных толщ, можно сделать, прежде всего, ряд отрицательных выводов. Мы должны констатировать, что ряд фаций или даже крупных генетических групп фаций в угленосных толщах не встречается.

Если придерживаться основного деления фаций на морские, лагунные и континентальные (Твенгофел, Наливкин, Коровин и др.), то можно сказать, что угленосные толщи не включают большей части фаций морских осадков. Те немногие, которые в параллических угольных бассейнах периодически появляются, относятся скорее к «лагунным» (в широком смысле слова) и во всяком случае заливно-мелководным. Констатируются и некоторые чисто континентальные, особенно характерные для них фации.

Еще более характерен угленосный парагенезис фаций, если его взять в несколько иной классификации фациальных комплексов: I — морской и II — континентальный. К морским относятся группы осадков: 1) открытого океана и глубоководные, 2) шельфовые. К континентальным группам осадков принадлежат: 3) ледниковые, 4) аллювиально-озерно-болотные, 5) пустынно-эоловые, 6) галогенные.

Из шести приведенных парагенетических групп осадков в угленосных толщах, повидимому, вовсе не встречаются осадки четырех из них (1, 3, 5, 6): глубоководных из морских, ледниковых, пустынно-эоловых и галогенных, т. е. происходящих в условиях аридного климата. Эоловые отложения спорадически могут появляться как перевеянные прибрежные или аллювиальные пески, но с достоверностью они нигде не констатированы.

Уже это беглое перечисление показывает, что для угленосных толщ имеются «запрещенные» фации и комплексы, связанные, очевидно, с геоморфологическими и климатическими зонами. Таким являются ледниковые условия холодного и аридные условия жаркого климата. Для угленакопления оптимальными являются климатические условия от умеренного до очень теплого, но сильно влажного климата.

С геоморфологической точки зрения «запрещенной» зоной накопления углей является как открытое море за пределами близкой к берегу части шельфа и центральные части эпиконтинентальных морей, так и гористые места континентов (за исключением межгорных и предгорных речных долин).

Призаливные полосы морского берега, аллювиальные равнины, места впадения больших равнинных рек и широкие межгорные аллювиальные долины — вот оптимальная обстановка углеобразования.

Таким образом, полоса углеобразования географически локализуется в истории земли на континентах в непосредственной близости от берега океана, заходя внутрь материка в устья больших равнинных рек или мощных горных рек и подымаясь до удаленных от морского берега приподнятых межгорных долин.

Аллювиально-озерно-болотные фации (группа 4) являются наиболее типичным комплексом угленосных толщ, тогда как лагунно-морские осадки систематически вклиниваются среди них только в некоторые эпохи (вестфальская в карбоне, отчасти в нижней перми), совершенно не проявляя себя в другие или не являясь для них характерными. Но речные, озерные и болотные отложения — подлинные континентальные осадки — широко распространены в угленосных толщах, усиливаясь в перми и особенно в мезозое [1]. По новейшим данным им принадлежит наибольшая количественная роль в угленосных осадках послекарбонового времени.

Для «лимнических», т. е. озерных бассейнов континентальный состав угленосной толщи молчаливо признается всеми.

Но обычно считается, что в разрезе параллического бассейна мы имеем прибрежно-мелководные отложения, образующиеся на дне мелководного морского залива или лагуны. Только угольные пласты отвечают кратким моментам, когда дно водоема показывается из воды или находится на такой глубине под водой, на которой уже возможно развитие торфообразующей растительности (несколько десятков сантиметров).

Признать исключительно морской характер всей параллической толщи для Донбасса, Северо-французского, бассейна и других — это значит приписать такое же происхождение всем карбоновым бассейнам, которые образуются более или менее одинаково для всего мирового параллического пояса, т. е. для Верхне-Силезского, Рурского, английских бассейнов, а также для Аппалачского и других карбоновых бассейнов Соединенных Штатов Америки.

Между тем, давно уже начали накопляться свидетельства о том, что некоторые породы угленосной толщи Донбасса имеют речное происхождение (Б. Ф. Мефферт, 1915). Признаки отложений текучих вод были констатированы и в Подмосковном бассейне (Ю. А. Жемчужников, 1926). Высказывались и общие соображения относительно континентального начала угленакопления в Подмосковном бассейне (Г. Ф. Мирчинг, 1924). Но все это были только отдельные факты, лишь отчасти пробивающие брешь в представлениях о монофациальности и морском характере накопления осадков в угольных месторождениях каменноугольного возраста.

Окончательный удар был нанесен этим представлениям в связи с новыми взглядами о периодичности осадконакопления угленосных толщ. Е. П. Брунс в Боровичском районе (1933—1935 гг.), А. Н. Гейслер с сотрудниками и П. Ф. Ли (1936 г.) в Донбассе, Ю. А. Жемчужников и Е. П. Брунс в Кузбассе (1940 г.), Г. Ф. Крашенинников в Челябинском бассейне, П. В. Васильев в Кизеловском бассейне, наконец, участники экспедиции Института геологических наук АН СССР в Кузбассе и Донбассе (1946—1950 гг.) и ряд других исследователей констатировали значительную роль аллювиальных осадков в накоплении угленосных толщ палеозоя и мезозоя (в частности, карбона).

Также всюду были констатированы эрозионные размывы в основании русловых песчаников и, в часности, в Донбассе и в других карбоновых бассейнах. В таких случаях нижняя часть цикла часто слагается наземными отложениями врезанного русла и более тонкозернистыми осадками поймы и заболоченной низины. Только над углем появляются морские осадки, отложенные ниже уровня моря и по другую сторону

---

[1] Разумеется, в каждую эпоху присутствуют и другие фации угленосных толщ, но в подчиненном количестве.

от береговой линии континента. Во многих других циклах морские осадки преобладают, и даже некоторые типы циклов состоят из одних морских образований.

Размыв отложений, залегающих над угольным пластом нижележащего цикла, вызвавший врезывание речного русла и последующее накопление континентальных осадков, можно объяснить только временным поднятием морского дна перед новым опусканием. Одним заполнением осадками в стабильных условиях вплоть до заболачивания обмелевшего дна, как это иногда допускается, можно объяснить лишь постепенный переход от морских отложений к наземным. Но переход этот не сопровождается тогда континентальным размывом.

Поэтому из указанных фактов неизбежно вытекает, что цикличность строения угленосных толщ должна быть генетически связана с колебательными движениями вверх и вниз морского дна и прилегающей суши области отложения. На каждый полный угольный цикл приходится одно поднятие и одно опускание.

Разрез, в котором периодически повторяются аллювиальные отложения и эрозионные размывы на границе их и морских осадков, невозможно объяснить одним, хотя бы и неравномерным опусканием (оседанием) посредством толчков с остановками, как это делает П. Прюво [10] и другие.

Вот почему П. Прюво и его единомышленники логически неизбежно должны считать, и действительно считают все осадки параллических толщ, кроме угля, чисто морскими, хотя и мелководными или дельтовыми, подразумевая под этими терригенные отложения, накопляющиеся уже в бассейне н и ж е уровня океана.

Поэтому кардинальный пункт для окончательного разрешения этого вопроса заключается: 1) в установлении неоспоримого генезиса базальных грубозернистых осадков циклов (речных или морских?), 2) в определении характера и распространенности межцикловых размывов (эрозия или абразия?). Следовательно, ключ к разрешению настоящего важного геологического вопроса находится сейчас в руках литологии.

Основной принципиальный вопрос, имеющий пока двойственное решение, заключается в понимании тектонической и литологической основы параллического осадконакопления. Поэтому именно изучение Донецкого бассейна может стать поворотным пунктом в представлениях широкого круга геологов.

Новые взгляды на угленосные толщи, как на отчетливо закономерные накопления осадков, утвердили также представление об их м н о г о ф а ц и а л ь н о с т и. По старым представлениям считалось, что осадки (за исключением самих углей) составлены из более или менее фациально однообразных слоев. Это и выражалось в определениях — лагунные, мелководные, дельтовые и т. п.

Эти определения не соответствуют современному состоянию наших знаний. Правда, словам «дельтовый», «лагунный» и другим можно придавать не фациальный смысл, а более широкое значение — общей о б с т а н о в к и, в которой сменяются связанные друг с другом фации. Тогда под дельтовыми отложениями можно подразумевать не осадки подводной (образующейся уже в открытом бассейне или заливе части дельты) и не надводные ее слои, а всю приустьевую площадь реки с расходящимися рукавами, с аллювием на отвоеванной у моря части суши. Это будет дельта в географическом смысле слова. На ее площади могут быть развиты и речные, и озерные, болотные, и действительно

подводно-дельтовые отложения, а также и другие осадки, например, эоловые (дюны), морские (среди образований подводной части дельты) и т. д. Но это не значит, что осадки всей области речной долины в приустьевой части можно зачислить в дельтовые.

Осадки географической дельты большой реки, впадающей в море, и дельтовое осадконакопление — не одно и то же. С литологической точки зрения своеобразные дельтовые осадки — это только подводные, образующиеся уже выносом реки в открытый бассейн при быстро уменьшающейся скорости. Осадки надводной части дельтовой области по своему происхождению и составу ничем не отличаются от нормальных русловых и пойменных отложений нижнего течения и устья рек, не имеющих дельты, т. е. относятся всецело к аллювию.

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЧЕРЕДОВАНИЯ ПОРОД И ФАЦИЙ (ритмичность или цикличность)

За последние 40 лет многими учеными установлена в угленосных толщах разного возраста известная повторяемость целых комплексов отложений или генетических типов (Л. И. Лутугин, П. И. Степанов и др.).

Ученые капиталистических стран, опираясь на опыт одного карбонового угленакопления и на метафизический образ мышления, теории циклической седиментации придавали ограниченное, одностороннее направление. Выявленные ими будто бы универсальные закономерности не были подтверждены детальными литологическими исследованиями и противоречили друг другу.

Так, Уэллер [9], первый из американских исследователей, подметивший повторяемость, а не беспорядочность в накоплении паралических угленосных толщ в США, считал незыблемым правилом такую последовательность напластований в каждом комплексе (цикле). Внизу под угольным пластом он предполагал континентальные осадки, залегающие на эрозионном размыве, выше угольного пласта — морские.

Напротив, П. Прюво [8] для Северо-французского и других европейских бассейнов утверждал иной состав и характер угленосных осадков и циклов. Он считал, что, кроме углей, которые могут быть отложены в лагуне на небольшой глубине (до 0,40 *м*), все остальные отложения между двумя пластами угля состоят из морских мелководных, частью из озерных отложений. К последним он, повидимому, относил осадки с антракозидами (*Carbonicola, Anthracomya* и др.), а остальные с морской фауной или вовсе без фауны, причислял к морским мелководным образованиям. Никакого литологического анализа их автор не приводит.

Изучение угленосных бассейнов СССР, в особенности литологами различных школ и направлений, давно уже установило широкое разнообразие в них фаций и значительный диапазон в различиях типов циклов. Уже работы 1938—1940 гг. Ю. А. Жемчужникова и Е. П. Брунс в Кузнецком бассейне показали, что различные свиты бассейна сложены разными циклами неодинакового состава. Если в некоторых частях Ерунаковской свиты и преобладают циклы с речными осадками в подугольной части и бассейновыми (скорее пресноводными) отложениями вверху, в надугольной части, то другие свиты построены иначе. Например, Ильинская подсвита преимущественно состоит из циклов с тонкими (нерабочими) пластами угля и почти сплошь из одних мелководных пресноводных бассейновых (озерных) отложений.

Юрская конгломератовая свита с углями сложена исключительно из континентальных образований, тогда как безугольная Кузнецкая свита — чисто бассейновая.

Повторяемость комплексов отложений является первой закономерностью ритмического чередования.

Советскими литологами (Е. П. Брунс, Л. Н. Ботвинкиной, А. Н. Гейслером Т. Н. Давыдовой, Ю. А. Жемчужниковым. Г. А. Ивановым, А. С. Корженевской, Г. Ф. Крашенинниковым, П. Ф. Ли и многими другими) показано не только многообразие фациального состава угленосных толщ разных угольных бассейнов СССР, но и парагенезис фаций внутри отдельных свит и даже циклов.

Эта взаимная связь генетических типов отложений внутри одного цикла или ритма является второй закономерностью циклического строения толщ. Она позволила подойти к вопросу о направленности изменений внутри одного цикла, установить постепенное, хотя и заметное, «перерождение» циклов во времени (например, от одной свиты к другой). Это перерождение проявляется в изменении типов цикла.

Тип цикла осадконакопления определяется по различным принципам и показателям. Основными из них являются: 1) «набор» генетических типов и фаций, 2) характер их проявления, 3) отчасти масштаб самого цикла и т. п.

Поясним сказанное примерами. Циклы, содержащие и не содержащие угольный пласт, т. е. торфяно-болотную фацию, естественно, различают и по теоретическим и по практическим соображениям. Циклы, заключающие одни морские (бассейновые) или одни континентальные осадки, или те и другие вместе — принципиально различаются друг от друга и должны быть выделены в разные типы.

С другой стороны, если в одном цикле имеются русловые отложения в виде мелкозернистого песка, а в другом аллювий представлен конгломератами, то такие циклы должны быть отнесены к разным типам. Первый отвечает, очевидно, обстановке равнинной реки, а второй — обстановке предгорной или межгорной долинной реки с иной динамикой течения и накопления осадков.

Определенный тип цикла, как данная совокупность и последовательность генетических типов пород, оказался характерным для некоторого отрезка во всех или во многих точках. Поэтому разрез делят на зоны по преобладанию или полному господству одного или двух каких-нибудь типов циклов при отсутствии или редкости других, характерных для соседних (верхних или нижних) зон.

Таким образом, ход исследования цикличности выражается в установлении типичных парагенезисов фаций или генетических типов в них, чем и определяется классификация типов цикла. Затем по преобладанию типа намечается зональность разреза.

Наконец, идея ритмичности дает возможность установить поступательный ход изменения фаций и цикличности в разрезе, т. е. направленность происходящих изменений.

Так, метод выделения повторяющихся явлений, т. е. циклов отчетливо устанавливает неповторимые черты разреза, эволюцию фаций и обстановок во времени, подлинное развитие осадконакопления от свиты к свите и даже от одной эпохи угленакопления к другой.

Такой методологический подход показал автору, например, в Кузнецком бассейне, различие в обстановках углеобразования разных свит: Кузнецкой, Ильинской, Ерунаковской и Конгломератовой.

Еще резче это различие выражается, если сравнивать с точки зрения обстановок угленосные толщи карбона, перми, юры, мела и третичного периода. Эта эволюция будет развита автором в другой статье — здесь подробно мы на этом не останавливаемся.

Отметим только, что для карбона наиболее характерным оказывается прибрежно-морской (параллический) тип углеобразования. Для перми, помимо приморского типа, укрепляется обстановка внутриконтинентальных бассейнов. В рэте и юре преобладает обстановка предгорных и межгорных долин, т. е. чисто континентальный тип, который переходит от части в нижний мел. Но в мелу, повидимому, начинается новый поворот к параллическим условиям [1].

Таким образом, констатированные закономерности чередования пород и фаций в разрезе служат для расшифрования тех изменений, которые происходят в обстановке образования угольных накоплений в истории земли.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ

Современная методика изучения угленосных толщ, естественно, вытекает из особенностей этих толщ.

Выше было показано, что угленосные отложения характеризуются как полифациальные толщи. В угольных месторождениях различного геологического возраста и разных тектонических областей участвуют неодинаковые фации и для них характерны нетождественные «наборы» фаций. Это заставляет вести тщательное изучение генетических признаков и фациального состава угленосных осадков.

Обнаружение в подавляющем большинстве угольных бассейнов ритмичности или цикличности в строении толщ приводит к необходимости учитывать эту ритмичность для облегчения понимания генезиса содержащих уголь образований и сопоставления (синонимики) угольных пластов и т. п.

К тому же ритмичность осадконакопления, как бы она ни объяснялась, на самый процесс накопления угленосных толщ заставляет смотреть совсем иначе, чем в то время, когда угленосные осадки рассматривались как беспорядочные, т. е. незакономерные, чередования.

Объясняя ли ритмичность геотектоническими колебаниями, как это делают одни, или сводя ее к периодическим изменениям климата или приноса терригенного материала, как это больше нравится другим, — никто ныне уже не может избежать признания п е р и о д и ч н о с т и в самом процессе накопления. Никто также не может отмахнуться от поисков наиболее вероятных причин этого явления, имеющего явно к о л е б а т е л ь н ы й характер.

Отсюда вытекает необходимость изучать угленосные фации на фоне цикличности, а самые циклы или ритмы — на фоне фациальных изменений. Иными словами, фациальный анализ следует вести в тесном сочетании и взаимодействии с изучением цикличности. Это выливается в особую новую методику исследования, которую можно охарактеризовать как ф а ц и а л ь н о-ц и к л и ч е с к и й метод исследования. Он заключает в себе и анализ, т. е. разложение природного многообразия на ряд четких элементов, и синтез, как воссоединение полученных аналитических выводов в единое целое.

Сущность фациально-циклического метода легко показать, разложив его по этапам исследования. Однако не следует думать, что эти этапы

[1] Речь идет о преобладающем типе отложений и не исключает других.

на практике резко разделяются. Для контроля иногда следует возвращаться к пройденным этапам, основываясь на более широком охвате фактов. Это не мешает, однако, логически и технически подразделять стадии изучения на отдельные приемы.

При этом некоторые различия возникают уже в зависимости от того, имеем ли мы дело с естественными обнажениями, разрезами в квершлагах или с кернами буровых скважин.

В естественном обнажении нередко можно видеть один полный цикл или несколько циклов сразу. Ритмичность выражена столь наглядно, что разрез (обнажение) сразу расчленяется в предварительном виде на ряд отдельных циклов с тем или иным условным началом.

Однако первый этап состоит в описании разреза по условным «слоям» согласно основным диагностическим признакам, т. е. по гранулометрическому составу и его изменению, по виду слоистости, по включениям (конкреции и пр.), характеру, числу и распределению растительных и животных остатков, типу контактов и т. п.

Тут же на месте предварительно определяются генетические типы отложений. Близкие типы, различающиеся не очень сильно и не всегда различимые по сочетанию признаков, объединяются впоследствии в одну более широкую фацию или считаются однозначно отвечающими той или иной фации. Эти вопросы уточняются уже в камеральный период, тогда как генетические типы могут устанавливаться более или менее твердо уже в полевой период. Генетический тип — это рабочее понятие. Если таких типов выделено мало, то при последующей обработке они окажутся ближе к понятиям фации, и число фаций будет, примерно, соответствовать числу типов. Если, напротив, в поле будет проделано очень дробное подразделение отложений, то генетические типы в дальнейшем придется соединять по нескольку в один фациальный тип; число фаций окажется в несколько раз меньшим числа полевых генетических типов. Само собой разумеется, что степень детальности исследования может быть, и действительно бывает, разная у различных исследователей даже в одном коллективе.

Для определения генетического типа могут служить не только отдельные первичные признаки породы и их сочетания и совокупности. Большое значение имеет динамика и направление изменений отдельных признаков и их сочетаний внутри одного цикла снизу до верха. Исходя из какого-нибудь хорошо выраженного в отдельных признаках типа, мы легко можем заметить постепенное и направленное изменение всех признаков в сторону большей или меньшей динамики среды, в сторону ее большей или меньшей окисленности и т. п. Это связано с движениями воды или степенью застойности, с характером движения (поступательное, колебательное), с глубиной, удаленностью от берега и другими фациальными показателями.

Если некоторые генетические типы имеют характер реперных, маркирующих, то для менее выраженных промежуточных указанное выше направление в динамике среды дает нередко очень определенные диагностические черты.

Таким именно образом цикличность и ее закономерности (постепенность и взаимосвязь внутри цикла) помогают установлению генетических типов. Следовательно, она сама здесь является элементом фациального анализа, хотя окончательное установление циклов разного порядка может быть сделано только после всестороннего фациального изучения.

Для диагностики генетического типа (в одной точке) могут быть использованы и «косвенные улики», т. е. закономерности, установленные методами других наук (например, геохимии, геофизики и др.). Например, в Донецком бассейне для подтверждения генетических определений использовались выявленные А. П. Феофиловой [7] связи между пористостью пород и ее фациальностью независимо от гранулометрического состава.

Вторым этапом работы является более точное расчленение разреза на циклы или ритмы. Большое значение имеет набор и чередование генетических типов в разрезе. Такое освоение закономерности в одном разрезе имеет важное значение для того, чтобы сознательнее подойти к следующим обнажениям, в которых может встретиться тот же разрез и те же ритмы.

В случаях изучения керна, которое обычно подвигается сверху вниз разреза, порядок исследования несколько, хотя и несущественно, изменяется. Здесь затруднительно предварительное расчленение на циклы в натуре. Расчленение на циклы выявляется только в камеральной обстановке, когда разрез уже вычерчен. Поэтому начальный этап при литологическом изучении керна состоит в последовательном описании слоев, и циклы намечаются после описания. Цикличность устанавливается по чередованию генетических типов, а некоторые генетические типы — по их положению среди более отчетливых соседних фаций в цикле.

Фации намечаются также в полевой обстановке. Таким образом, общий ход познавательного процесса ведет от горных пород к генетическим типам, от этих последних — к фациям, от фаций — к циклам.

Но этот ход на практике осложняется известным «забеганием вперед» и проверкой «статических» умозаключений по «динамическим» признакам — чередованию и последовательности, т. е. с учетом закономерностей цикличности.

Я подчеркиваю важность того, что из каждого слоя при описании следует извлечь все, что он может дать генетического. Все, вплоть до фациальных заключений, нужно извлечь и при описании одного цикла и полного разреза с одной точки разреза, хотя ряд заключений возможно придется и видоизменить. Это все же плодотворнее, чем рекомендуемый другими метод «объективного» (т. е. нарочито безидейного) описания разреза на том основании, что на одном разрезе окончательных и вполне достоверных заключений о фациях и о циклах сделать будто бы нельзя.

Безусловно, что по двум, трем и многим точкам на площади можно делать гораздо более обоснованные выводы о фациях, циклах, их протяженности, выдержанности, даже о причинах ритмичности и пр. Однако это не значит, что литолог при изучении каждой точки в отдельности превращался в коллектора, лишь объективно регистрирующего «факты», т. е. признаки пород, не смея подумать о генезисе, о фациях, страшась увидеть циклы, которые, может быть, в других разрезах не будут наблюдаться, и пр.

По нашему опыту во много раз плодотворнее тщательно и детально изучить первый встретившийся разрез (если он, конечно, достаточно представителен), извлечь из него все «факты» и сформулировать все мысли о генезисе, предварительно обработать первый разрез и уже ко второму разрезу подходить во всеоружии идей, вопросов, рабочих гипотез и пр. Второй разрез, а тем более третий, четвертый дей-

ствительно изучается в поле и на все более широком фактическом фундаменте и на более высоком уровне размышления; но отнюдь не в порядке той же безидейной регистрации, откладывающей якобы предвзятые заключения до получения и сопоставления когда-то в будущем всего материала в целом. Кстати сказать, по опыту моему и многих моих сотрудников, тщательно изученный и продуманный единичный разрез в смысле фаций и циклов дает не менее 75—90% фациально-генетических и «циклических» предположений, которые подтверждаются через долгое время и при окончательной обработке. Разумеется, бывают и исключения, связанные с особо сложными или запутанными случаями.

Если исследователь не смог или не потрудился разобраться в интересующих его вопросах в одном более или менее полном разрезе, то он не сумеет это сделать и имея десяток собранных формальных описаний разрезов.

Установление и выделение типов циклов является следующим этапом после установления фаций.

Совершенно очевидно, что тип цикла тесно связан с парагенетическим «набором» фаций и их последовательностью, которая не может быть случайной, а вполне закономерна.

Такие закономерные ряды фаций или генетических типов пород отражают общую обстановку накопления осадков. Хотя в данной точке она последовательно меняется, но на площади сохраняет свой диапазон, что выражается в новом появлении, примерно, того же комплекса фаций, т. е. в цикличности.

Таким образом, определенный тип цикла характеризует общий тип обстановки, как более широкого, чем фации, ландшафтного термина, предложенного Т. Н. Давыдовой и Ц. Л. Гольдштейн.

В качестве примера, показывающего разницу между фацией и обстановкой, как терминов (хотя фация есть тоже «обстановка», но более узкого масштаба), приведем два типа циклов и два типа обстановок.

Цикл конгломератовой свиты Кузнецкого бассейна состоит из переработанного рекою материала пролювия (пролювиально-аллювиальный тип) под углем, озерно-болотной фации угольного пласта и озерных отложений над углем. Он указывает на обстановку предгорной (межгорной) долины с текущей по ней рекой.

Цикл, распространенный в Ерунаковской свите Кузбасса, начинается с мощных аллювиальных песчанистых отложений. Он сменяется выше углями, а затем осадками большого пресноводного бассейна. Равнинный характер реки здесь выявляется совершенно отчетливо, что указывает на общую обстановку аллювиальной равнины.

В обоих случаях соответственные фации имеют сходство, но заключают и качественные различия. Именно это указывает на различие общих обстановок, в которых могут развиваться одноименные фации.

Так, если отдельные слои выражают собой фации, то их совокупность в цикле дает представление об общей обстановке осадконакопления для более или менее обширного ландшафта.

Следующий этап исследований относится уже к камеральной обработке по окончании полевого периода или сбора в данном районе.

Камеральная обработка состоит не только из просмотра собранных образцов и петрографического изучения шлифов, тщательного рассмотрения пришлифовок (текстуры), сопоставления механических и хими-

ческих анализов, но и из нового сопоставления всего материала на профилях[1] и картах в совокупности.

Первый вопрос состоит в окончательном выделении фаций. Большое значение при этом имеют переходы генетических типов друг в друга как по вертикали в разрезе, так и по горизонтали. Эти переходы и изменения лучше дадут почувствовать масштаб и устойчивость генетических характеристик.

Но фации необходимо не только разграничить, но и назвать. Помимо определенной корреляции между каждым генетическим признаком в отдельности и динамикой среды отложения, большая роль принадлежит всяким сравнительным суждениям. Для сравнения могут служить как хорошо охарактеризованные в литературе фации ископаемых горных пород, так и современные фации осадков (актуалистический метод). Кроме того, должны быть использованы и данные лабораторных экспериментов для получения тех или иных осадков.

К сожалению, осадки современных фаций редко описываются в таком же плане, с теми же подробностями, как и древние осадочные породы. Это затрудняет использование работ по современным осадкам для расшифрования генезиса ископаемых осадочных пород и для установления их фациальной принадлежности.

Так или иначе, но сравнительный метод или метод по аналогии требует учета и использования всей литературы по изучению или воспроизведению современных осадков.

Второй вопрос (после установления фаций) — окончательное установление цикличности.

Установление цикличности заключается в прослеживании одноименных циклов по профилям и площади.

При этом возможны следующие три случая:

1) циклы выдерживаются на большом расстоянии (до 100 *км*), но местами сильно изменяют свое фациальное содержание;

2) некоторые циклы выклиниваются на сравнительно небольшом расстоянии, а верхний и нижний прослеживаются и дальше;

3) некоторые циклы расщепляются на два, которые можно проследить на достаточном протяжении.

Эти случаи имеют место, например, в Донецком бассейне, где подавляющее большинство циклов оказывается выдержанными в пространстве. Многие из них состоят, главным образом, из морских и лагунных отложений, но местами основание цикла представлено мощными континентальными песчаниками речного типа.

В некоторых случаях может выясниться, что циклы, в одной точке имеющие все признаки самостоятельности и равноценности другим, в других точках оказываются лишь ритмами второго (меньшего) порядка, что и должно быть учтено при установлении окончательной нумерации или последовательности основных циклов.

Сопоставление одноименных циклов осадконакопления на площади иногда ведет к значительным изменениям синонимики угольных пластов, принятой на месте без учета закономерностей осадконакопления, в частности — ритмичности.

В этом одно из практических приложений фациально-циклического метода исследований.

---

[1] Литологические профили для этой цели удобнее делать со снятием тектоники, нивеллируя разрезы по верхнему морскому горизонту.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Естественные особенности угленосных толщ, как особой формации отложений, вызывают к жизни и особый подход к их изучению. Многофациальность в сочетании с периодичностью отложения требует в общей методике исследования учета закономерностей и фациального, и циклического порядка. Это находит выражение в фациально-циклическом методе, основные начала которого изложены выше. Методика современного исследования угленосных осадков полностью вытекает из современного представления о строении угленосных толщ и об их сложном и изменчивом фациальном составе.

В краткой статье невозможно изложить всю методику исследования и отдельных ее составных частей, например, углепетрографический и углехимический методы изучения самих углей и многие другие. Задача была ограничена только особенностями изучения вмещающих уголь пород.

Но из изложенного уже видно, что новые представления об угленосной толще (если можно считать «новым» то, что существует уже 15—20 лет) влекут за собой и некоторую модернизацию методов исследования, что до сих пор не хотят видеть многие приверженцы работы «по старинке».

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. П. Брунс, Основные черты строения и условий образования песчано-глинистой толщи Ленинградской области, Сборник Ленинградского геологического управления, 1939, № 3.
2. П. В. Васильев, Материалы геологического угольного совещания, Труды Института геологических наук АН СССР, 1947, вып. 90.
3. Т. Н. Давыдова и Ц. Л. Гольдштейн, Выделение генетических типов отложений и т. д., Труды Института геологических наук АН СССР, 1947, вып. 90.
4. Ю. А. Жемчужникова и Е. П. Брунс, Косая слоистость в Ерунаковской свите Кузнецкого бассейна, Сборник. Косая слоистость и т. д., Труды Всесоюзного института минерального сырья, 1940, вып. 163.
5. С. Н. Наумова, Генетические типы углей Подмосковного бассейна, Труды Всесоюзного института минерального сырья, 1940, вып. 159.
6. А. Э. Ульмер, К вопросу о генезисе осадков нижнего карбона Сталиногорско-Донского района, Проблемы советской геологии, 1938, № 2.
7. А. П. Феофилова, К характеристике фациальных типов пород Кольчугинской свиты Кузбасса, Известия АН СССР, серия геологическая, 1949, № 4.
8. П. Прюво, Процессы осаждения и замещения, Юбилейный сборник французского геологического общества, 1935 т. II.
9. И. Уэллер, Цикличность осаждения пенсильванского периода и его значение, Джорнел оф Джеолоджи, 1930, т. 38, № 2.