

УДК 551.243:552.573

## СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ, СТРУКТУРА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ

**Трощенко В. В.**

(ИАЗ ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия)

*Наведено результати досліджень впливу умов накопичення осадків на розвиток малоамплітудної диз'юнктивної порушенності а також на ведення гірничих робіт. Виявлено недоліки і визначено можливі напрямки подальшого дослідження.*

*We present the results of research in the impact of the sedimentation situations on small-scale faulting and mining conditions. The shortcomings are determined and feasible directions of prospective research are defined.*

Подземная добыча угля насчитывает более 200 лет. Постоянно совершенствующаяся технология угледобычи, с одной стороны, позволяет повышать производительность труда при наличии благоприятных условий разработки, с другой – усиливает зависимость производственных процессов от всякого рода природных осложнений.

Большинство причин, осложняющих процессы подземной добычи угля, связаны с условиями залегания угольных пластов, включая глубину залегания, мощность пластов, угол их падения, обводнённость, газоносность, а также наличие и характер разнообразных геологических нарушений.

Ввиду того, что большинство из значимых особенностей угольного пласта и вмещающих пород так или иначе связаны с литологическим составом и формой геологических тел, а они залегают в основном на этапе седиментогенеза, представляется интересным проанализировать с современных позиций те

ландшафтно-тектонические условия, которые обуславливают возникновение и сохранение тех или иных особенностей угленосных формаций и собственно угольных пластов.

Поскольку доминировавшая до настоящего времени теория [1, 2], объясняющая происхождение угольных пластов погребением и диагенетическими преобразованиями сухопутных торфяников, а формирование цикличности (ритмичности) строения угленосных формаций – волновыми движениями земной коры, фактами не поддерживается, стоит обратиться к более реалистичным представлениям [4, 5], в соответствии с которыми вещественный, в первую очередь гранулометрический, состав осадка определяется составом твёрдого стока, а последний зависит от интенсивности размыва областей сноса.

Теоретически установлено и подтверждено многочисленными модельными экспериментами на эквивалентных и оптически активных материалах, что слоистая гетерогенная угленосная толща в процессе тектонической деформации ведёт себя как анизотропная среда, способная до определённых пределов формировать складчатые структуры (пликативные дислокации), а при превышении некоторых величин относительной деформации – реагировать с образованием разрывов (дизъюнктивных дислокаций). Начальные стадии деформации обычно характеризуются гармоничными формами образующихся структур, когда толща ведёт себя как единое тело: складчатость преимущественно концентрическая, а разрывы рассекают слоистый массив, не меняя ориентировки при переходе из слоя в слой. Однако при достижении некоторых критических параметров деформации резкие различия деформационных свойств отдельных слоёв начинают проявляться в дисгармоничном характере образующихся структур, когда отдельные слои либо демонстрируют пластическое перетекание вещества из зон повышенного давления в менее нагруженные места, либо наоборот, образуют локальные разрывные смещения на фоне общей пластической деформации. Так возникают пережимы, раздувы угольных пластов, диапиры, внутрипластовые разрывы, разного рода внедрения угля во вмещающие породы, вмещающих пород в угольный пласт и другие элементы внутрипластовой тектоники [3]. На распределение тектониче-

ских, а также геостатических напряжений в угленосной толще существенное влияние оказывает тот факт, что реальное сложение осадочной толщи отличается от равномерного переслаивания разнородных слоёв, и что наличие в ней различных генетически обусловленных неоднородностей приводит к существенному перераспределению деформирующих напряжений.

Анализ фактического материала по шахтам Донбасса показал, что морфология, размеры и расположение многих тектонических структур, в том числе малоамплитудных разрывных нарушений, малых складок, флексур, пережимов и вздутых пластов и т.п., а также поведение вмещающих пород в подземных выработках, в значительной мере зависят от распределения в плане и в нормальном разрезе различных литологических разностей пород и угля, а это распределение является результатом различных процессов, протекавших на стадии седиментогенеза не только в области осадконакопления, но и в областях сноса кластического материала.

Так, например, при постепенном переходе от угля к породам кровли через высокозольный уголь и углистый аргиллит (алевролит) обычно появляется «ложная кровля», иногда достигающая мощности порядка 1 м и более, за счёт пониженных прочностных свойств тонкослоистых углистых пород. При резком переходе ложная кровля не образуется, а непосредственная кровля оказывается достаточно устойчивой. Причиной постепенного перехода от пласта к породам кровли может быть медленный темп возобновления восходящих движений области сноса после периода стагнации, в течение которого размыв минерального субстрата не происходил. Резкий контакт пласта с кровлей возникает при быстром подъёме области сноса, например, в результате землетрясения. В некоторых случаях такой подъём бывает настолько интенсивным, что вместо обычных илистых осадков угольная залежь перекрывается крупнозернистым материалом – это те редкие случаи, когда кровлей угольного пласта является песчаник. Другой вариант – эвстатическое повышение уровня базиса эрозии и седиментации, при котором устанавливается связь седиментационного бассейна с океаном и прекращается поступление углеобразующей органики с заболоченной суши областей сноса [4, 5],

уступая место накоплению морских осадков (известняк). Таким образом формируется тот или иной тип непосредственной и основной кровли пласта, определяющий поведение кровли в процессе очистной выемки и, соответственно, выбор адекватных схем отработки шахтного поля, средств механизации добычи и управления кровлей.

Хотя и воздымание областей сноса, и опускание ложа бассейна седиментации – процессы однонаправленные, их неравномерность и асинхронизм в сочетании с наложенными кратковременными эвстатическими процессами создаёт предпосылки для формирования элементарных седиментационных циклитов более сложных, чем классический разрез, описанный Т. А. Ягубянцем [6] (известняк – аргиллит – песчаник (гравелит) – алевролит – аргиллит – антраколит – известняк), который возникает в результате типичного процесса прерывистого воздымания области сноса при непрерывном погружении ложа седиментационного бассейна.

Значительная роль в возникновении отклонений от канонической последовательности литологических разностей принадлежит именно эвстатическим изменениям уровня океана – его кратковременным понижениям или повышениям с последующим возвратом к прежнему значению. Такое изменение базиса эрозии и аккумуляции изменяет одновременно условия денудации областей сноса и глубину бассейна седиментации. Так, кратковременное понижение уровня вод может привести к частичному или полному осушению седиментационного бассейна и, соответственно, к увеличению перепада высот рельефа области сноса над уровнем бассейна. При этом энергия рельефа областей сноса увеличивается, и твёрдый сток обогащается грубозернистыми фракциями, а на осушенных территориях развивается сеть временных водотоков, где отлагаются русловые осадки, обычно более крупнозернистые, чем окружающий субстрат (рис. 1), чаще всего это песчано-алевритистые осадки.

Если подобное явление имело место вскоре после окончания процесса формирования угольной залежи, то результатом являются вытянутые и извилистые тела замещения угольного вещества, которые Т. А. Ягубянец [6] назвал шнурообразными замеще-

ниями. Как правило, такие тела замещения в процессе диагенетического уплотнения пород и складкообразования ведут себя как инородные по физико-механическим свойствам объекты, и к их окрестностям бывают приурочены пережимы, вздутия угольных пластов, угольные диапиры и другие нарушения нормальной структуры пластов [3, 6]. При этом влияние таких размывов может проявляться даже в тех случаях, когда размыв пород кровли не затронул собственно угольного пласта.



Рис. 1. Внутриформационный размыв в алевролитах угленосной толщи пермского возраста. Видны слепки борозд размыва на боковой поверхности тела замещения (песчаник). Печорский бассейн, левый берег р. Воркута (фото В. В. Трощенко)

Тело замещения, представленное песчаником или гравелистом, обычно менее подвержено процессам уплотнения под давлением вышележащих отложений и, таким образом, служит неким концентратором сжимающих напряжений, в результате в соответствующих зонах ближайшего угольного пласта могут возникать местные пережимы и сопутствующие им вздутия угольной залежи. И те и другие, если мощность пласта выходит за пределы рабочего диапазона принятой забойной техники, значительно осложняют производственные процессы.

Если возврат к первоначальному уровню океана происходит в замедленном темпе, наступление моря на сушу может сопро-

вождаться абразионным размывом ранее образовавшейся угольной залежи, и в этом случае замещение угля минеральной кластической обычно носит площадной характер; при этом часто можно наблюдать в породах замещения гальку и обломки готового угля. Отсутствие связи бассейна седиментации с мировым океаном (при лимническом угленакоплении) снижает или вообще снимает зависимость результирующего разреза от эвстатических колебаний уровня океана; такие разрезы характеризуются отсутствием морских известняков в кровле угольных пластов, обычно в этих случаях отсутствуют также и стигмариевые слои (кучерявчики) в почве пласта.

Последние формируются тогда, когда процесс воздымания области сноса на некоторое время прекратился, а эвстатическое понижение уровня океана привело к осушению седиментационного бассейна и зарастанию его территории наземной растительностью. Возобновление нисходящих движений на территории бассейна при условии продолжающегося застоя в области сноса и отсутствии прямой связи бассейна с океаном (отшнурованная лагуна) приводит к уничтожению выросших растений абразией с последующим накоплением органического материала для будущего угольного пласта за счёт сноса продуктов размыва сухопутных торфяников в водный бассейн. А если происходит настолько значительное повышение уровня океана, что седиментационный бассейн превращается в морской залив, то поверх кучерявчика или угольного пласта отлагается морской осадок (чаще всего известковистый ил – материал для слоя известняка). Такая последовательность отложения, когда угольный пласт или стигмариевый горизонт перекрывается типично морскими отложениями (в том числе известняком с морской фауной) вполне характерен для угольных бассейнов, считающихся паралическими (Донецкий, Аппалачский и др.), на что указывает и А. И. Кравцов [2, с. 87]. Обычно слой известняка ложится на поверхность угольного пласта либо непосредственно, с резким контактом, либо с незначительным промежуточным прослойком тонкослоистого морского аргиллита, но в любом случае без признаков размыва угольного пласта. Реже встречается налегание угольного пласта на морской известняк (такие примеры более обычны в Аппалачах). Совер-

шенно очевидно, что такая последовательность формирования угленосных ритмов была бы невозможна в условиях «волновых движений земной коры», предполагаемых классической теорией торфоугленакопления, с миграцией береговой линии и зон накопления разнозернистых осадков. Согласно никем не отменённому фациальному закону Головкинского-Вальтера, тесное соседство в стратиграфическом разрезе углей и морских осадков, в том числе известняков, свидетельствует об их генетическом родстве. Выдержанность мощности и строения угольных пластов и слагающих их пачек, прослойков и антраколитовых слоёв однозначно характеризует уголь как нормальную водно-осадочную породу, ничем, кроме органического состава, не отличающуюся от типично морских аргиллитов, алевролитов и известняков. Многие исследователи, в том числе Н. Н. Погребнов, Г. Ф. Крашенинников, Дж. Уэллер и др., особо подчёркивали площадную выдержанность именно угольных пластов и горизонтов известняков в угленосных формациях. На территории Донбасса непосредственная кровля угольных пластов, представленная известняком, является достаточно обычным явлением. Такие кровли устойчивы, допускают значительную площадь временно незакреплённого пространства, часто оказываются труднообрушаемыми.

Присутствующие в толще донецкого карбона аллювиальные отложения, представленные преимущественно песчано-алевритовыми фациями, не могут быть отнесены к континентальным образованиям, несмотря на очевидное сходство с последними. Аллювиальный режим в области осадконакопления устанавливается в условиях перекомпенсации, наступающих в результате наиболее интенсивных восходящих движений в областях сноса, когда прогибание седиментационного бассейна «не справляется» с объёмами поступающего твёрдого сноса. Аллювию угленосных толщ, как и континентальным аллювиальным отложениям, свойственна значительная площадная изменчивость гранулометрического состава и мощности разнозернистых слоёв, формирующаяся в процессе миграции русловых потоков, образования меандр и стариц. Однако континентальные отложения в угленосных формациях практически отсутствуют. Они формируются не на опускающихся, а на воздымающихся блоках земной коры, которые

составляют области сноса и, как правило, не сохраняются в ходе длительных периодов геологической истории. В качестве примера можно привести современные отложения антропогена, доступные для изучения в обнажениях и на небольшой глубине и представленные большей частью разрозненными малыми по площади и по мощности телами, не образующими обширных монопородных слоёв, характерных для осадочных формаций фанерозоя. Их залегание на дифференцированной поверхности современного рельефа, изменчивый вещественный состав и другие особенности затрудняют стратиграфическую увязку современных отложений даже на малых расстояниях. В отличие от них, те осадочные толщи, которым предстоит сохраниться после окончания четвертичного периода, формируются не на континентах, а на дне океанов и морей, да и то не всех, а только тех, которые расположены на блоках земной коры, сохраняющих нисходящее направление вертикальных движений в течение всего геологического периода.

С учётом вышеизложенного, становится очевидным, что при прогнозировании площадного распространения различных типов кровли угольных пластов по их поведению при очистных работах следует иметь в виду, что наибольшей площадной выдержанностью обладают водно-осадочные, относительно глубоководные фациальные горизонты, к которым относятся сами угольные пласты, известняки с морской фауной, а также карбонатизированные аргиллиты и алевролиты, а наименьшей – аллювиальные образования.

### СПИСОК ССЫЛОК

1. Иванов Г. А. Угленосные формации (закономерности строения, образования, изменения и генетическая классификация). Л. : Наука, 1967. — 407 с.
2. Кравцов А. И. Основы геологии горючих ископаемых : Учебник. М. : Высшая школа, 1982. — 424 с.
3. Трощенко В. В. Малоамплитудная тектоника угольных пластов Восточного Донбасса. Характеристика и прогнозирова-

- ние. Saarbruücken : LAP-Lambert Academic Publishing, 2011. — 168 с.
4. Трощенко В. В. Модель накопления первичного материала ископаемых углей и угленосных формаций // Разведка и охрана недр. 2012, — № 3. — С. 30—33.
  5. Трощенко В. В. Седиментологический аспект углеобразования / Гл. ред. чл.-корр. РАН Д.Г. Матишов. — Ростов н/Д : Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. — 112 с.
  6. Ягубянц Т. А. Морфоструктурный анализ угольных залежей / Мин-во геол. СССР, Всесоюз. науч.-исслед. геол.-развед. ин-т угольных м-ний. — М. : Недра, 1988. — 128 с.