

УДК 551.243:552.573

DOI: 10.23671/VNC.2015.1.55239

ОСОБЕННОСТИ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА И УСЛОВИЙ ИХ РАЗРАБОТКИ

© 2015 В.В. Трощенко, к.г.-м.н.

ИАЗ ЮНЦ РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия, 344006,
пр. Чехова, 31, e-mail: vtrosh@ssc-ras.ru

Приведены результаты исследований влияния условий накопления осадков на формирование мало-амплитудной тектонической нарушенности и горно-геологические условия разработки угольных пластов.

Ключевые слова: седиментогенез, уголь, угольные пласты.

В настоящее время роль угля в народном хозяйстве существенно снижена, как в качестве энергетического топлива, так и минерального сырья для металлургической и других отраслей промышленности. Особенно заметно это отразилось на судьбе угольных ресурсов Восточного Донбасса, которые оказались полностью за пределами действующих кондиций: мощность пластов не менее 2 м, углы падения не выше 30 градусов. Однако утверждать, что эти изменения в нашем нестабильном мире необратимы, нельзя. Рано или поздно может наступить такой момент, когда уголь в иерархии топливных ресурсов окажется на одном уровне с нефтью и газом или даже выше, и тогда может встать вопрос о вовлечении в эксплуатацию сохранившихся угольных ресурсов, возможно даже тех, которые до нынешнего времени считались бесперспективными. В связи с этим, целесообразно сохранить в базе знаний всё то, что может оказаться полезным опытом, чтобы не повторять заново весь путь познания в данной сфере.

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 особенностями физико-механических свойств угля и вмещающих пород и 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 закладываются 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 действовавшая до настоящего времени теория [Иванов, 1967;

Кравцов, 1982], объясняющая происхождение угольных пластов погребением и диagenетическими преобразованиями сухопутных торфяников, а формирование цикличности (ритмичности) строения угленосных формаций – волновыми движениями земной коры, фактами не поддерживается. Стоит обратиться к более реалистичным представлениям [Трощенко, 2006; 2012, а; 2012, б], в соответствии с которыми вещественный, в первую очередь гранулометрический, состав осадка определяется составом твёрдого стока, а последний зависит главным образом 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. В Донском бассейне из всех литологических разностей, слагающих угленосную толщу, наибольшую склонность к пластическим деформациям проявляют пласты угля практически всех марок, кроме наиболее метаморфизованных антрацитов. 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 [Трощенко, 2011, а]. На распределение тектонических, 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 вздутий 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 накапливался только органический материал, а 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 мирового океана, при котором устанавливается связь седиментационного бассейна с океаном и прекращается снос углеобразующей органики с заболоченной суши областей сноса [Троценко, 2006; 2012, а; 2012, б], 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 [Ягубянец, 1988] (известняк – аргиллит – песчаник (гравелит) – алевролит – аргиллит – антраколит – известняк), который возникает в результате типичного процесса прерывистого воздымания области сноса при непрерывном погружении ложа седиментационного бассейна. Мнение таких учёных как В. С. Попов, Л. Б. Рухин и др., о том, что погружение ложа бассейна осадконакопления, в отличие от воздымания областей сноса, было непрерывным, вероятно, справедливо в том смысле, что его незначительная неравномерность, если она имела место, не отражалась на составе осадка. Но если допустить, что иногда процесс погружения мог существенно задерживаться, то появляется возможность объяснить и существование в Донбассе стратиграфических интервалов широкого площадного развития аллювиальных отложений, описанных в работе [Аллювиальные..., 1954]. Вероятно, таким путём сформировались известные горизонты песчаных отложений в толще карбона, получившие собственные наименования – «софиевские песчаники» (между известняками H_1 и H_3), «табачковые» (между известняками K_1 и K_2) а также «лисьи», «боковские» и др., развитые на значительных площадях нескольких геолого-промышленных районов и залегающие обычно на размытой поверхности нижележащих отложений. В практике угледобычи роль песчаных толщ изменяется в зависимости от глубины их залегания и петрографических характеристик. На небольших и умеренных глубинах большинство песчаников ведут себя как устойчивые породы, благоприятные для проведения и поддержания капитальных и подготовительных выработок. На глубине более 600-700 м, с возрастанием геостатического давления, у наиболее прочных песчаников появляется такое необычное свойство, как склонность к выбросам, причём, в отличие от выбросов угля и газа, выбросы песчаников происходят не внезапно и спонтанно, а при проведении взрывных работ, непосредственно после отпалки. Наиболее значительные выбросы, приводящие к существенным ослож-

нениям, происходят в условиях проведения горных выработок именно в мощных слоях песчаника, где полость выброса может развиваться в совершенно нежелательном направлении, вызывая потребность в больших объёмах забутовки [Троценко, 2011, б].

Значительная роль в возникновении отклонений от канонической последовательности литологических разностей принадлежит эвстатическим изменениям уровня океана – его кратковременным понижениям или повышением 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-алевритистый материал.

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 [Ягубянец, 1988] назвал шнуорообразными замещениями. 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 [Троценко, 2011, а; Ягубянец, 1988]. 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 алевритах угольной толщи пермского возраста. Видны слепки борозд размыва на боковой поверхности тела замещения (песчаник). Печорский бассейн, левый берег р. Воркута (фото В. В. Троценко)

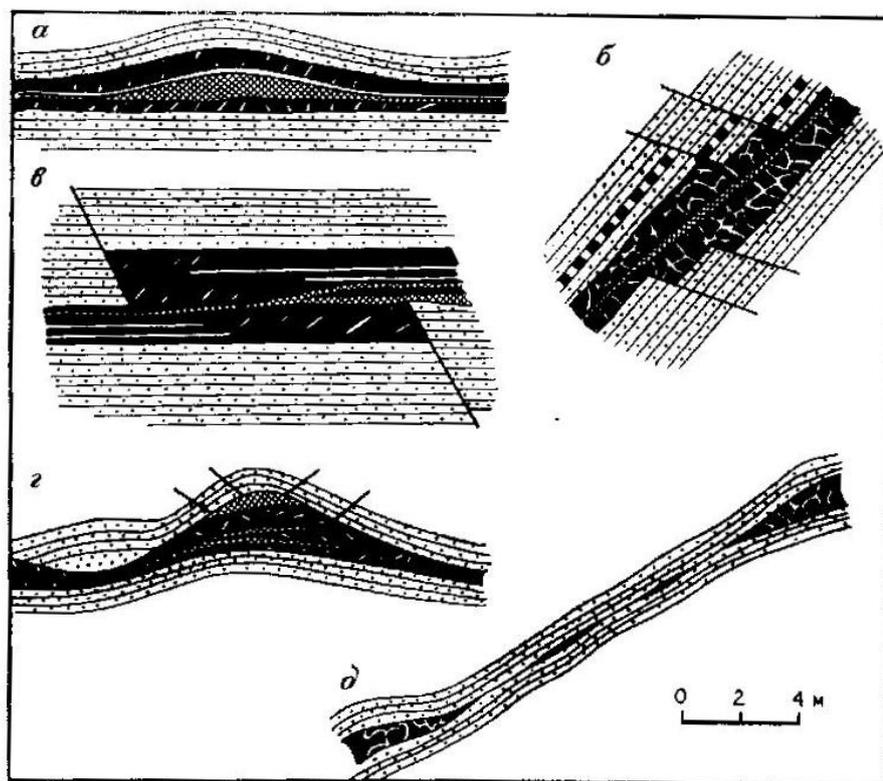


Рис. 2. Зарисовки пластовых нарушений угольных пластов Донбасса, связанные с квазипластическим перемещением угольного вещества при тектонических дислокациях [Троценко, 2006]. а – раздув пласта t_9 , Шх. №3-5. Зона поперечных флексур; б – раздув угольного пласта t_3 , произошедший в результате послойного сдвига после образования ступенчатого отдвига. Шх. им. Ленина. Горловская антиклиналь; в – сдвиг пласта антрацита k_2 на их. №19-20 (Колпаковско-Замчаловская антиклиналь), образовавшееся в результате послойного смещения после разрывной дислокации; г – пережим и вздутие антрацитового пласта k_5 на их. им. Артема, Шахтинско-Несветаевская синклиналь; д – пережим угольного пласта t_5 , Шх. им. Румянцева. Горловская антиклиналь. Межслоевое проскальзывание в сочетании с образованием небольшой флексуры привело к утонению пласта угля до 0,02 м.

Тело замещения, представленное песчаником или гравелитом, 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 (рис. 2). 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 сопровождаться абразионным размывом ранее образовавшейся угольной залежи, и в этом случае замещение угля минеральной кластикой обычно носит площадной характер; при этом часто можно наблюдать в породах замещения гальку и обломки готового угля (рис. 3). 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.



Рис. 3. Включения угольной гальки и углефицированных растительных фрагментов в песчанике тела замещения (зона размыва угольного пласта). Донецкий бассейн.

Последние формируются, 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 [Кравцов, 1982, 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). Совершенно очевидно, что такая последовательность формирования угленосных ритмов была бы невозможна в условиях «волновых движений земной коры», предполагаемых классической теорией торфоуглена-

копления, с миграцией береговой линии и зон накопления разномерных 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, прослоек 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, особенно в северо-западных и северных районах, где объектом разработки являются пласты свит C_2^5 - C_2^6 (Алмазно-Марьевский, Селезнёвский, Луганский, Краснодонский, Каменско-Гундоровский). Такие кровли устойчивы, допускают значительную площадь временно незакреплённого пространства, но проявляют склонность к зависанию и бурным посадкам.

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 разномерных слоёв, формирующаяся в процессе миграции русловых потоков, образования меандр и стариц. Однако настоящие континентальные отложения в угленосных формациях отсутствуют. В отличие от последних, континентальные осадочные образования 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. 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, а также и других пород, так или иначе влияющих на основные и вспомогательные процессы угледобычи, 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.

Литература

1. Аллювиальные отложения в угленосной толще среднего карбона Донбасса. Труды ин-та геол. наук АН СССР. Вып. 151. Угольная серия (№5). М.: Изд-во АН СССР, 1954. 296 с.
2. Иванов Г.А. Угленосные формации (закономерности строения, образования, изменения и генетическая классификация). Л.: Наука, 1967. 407с.
3. Кравцов А.И. Основы геологии горючих ископаемых: Учебник. М.: Высшая школа, 1982. 424 с.
4. Трощенко В.В. Модель процесса аллохтонного угленакопления как основная для паралических угольных бассейнов // Вестник ЮНЦ РАН. 2006. т.2, №3. С. 33-41
5. Трощенко В.В. Малоамплитудная тектоника угольных пластов Восточного Донбасса. Характеристика и прогнозирование. Saarbruücken: LAP-Lambert Academic Publishing, 2011, а. 168 с.
6. Трощенко В.В. К вопросу о выбросах песчаника // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011, б. №3. С. 192-195
7. Трощенко В.В. Модель накопления первичного материала ископаемых углей и угленосных формаций // Разведка и охрана недр. 2012, а. №3. С. 30-33.
8. Трощенко В.В. Седиментологический аспект углеобразования / Гл. ред. чл.-корр. РАН Д.Г. Матишов. – Ростов-н-Д.: Изд-во ЮНЦ РАН. 2012, б. 112 с.
9. Ягубянец 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.

DOI: 10.23671/VNC.2015.1.55239

FEATURES OF SEDIMENTOGENESIS AS FORMATION FACTOR OF COAL-BED STRUCTURE OF EASTERN DONBASS AND THEIR DEVELOPMENT CONDITIONS

© 2015 V.V. Troschenko, Sc. Candidate (Geol.-Min.)

IAZ SSC RAS, Rostov on Don, Russia, 344006, Chekhov avenue,
31, e-mail: vtrosh@ssc-ras.ru

There are adduced results of investigation of influence of sediments accumulation conditions on the formation of small-amplitude tectonic dislocations and mining conditions of coal seams. Key words: coal seams, coal-bearing deposits, sedimentation conditions, underground mining, mining conditions.

Key words: sedimentogenesis, coal, coal-bed.