

УДК (553.96:552)(474.4)

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОГЕН-НЕОГЕНОВЫХ УГЛЕЙ ДНЕПРО-ДОНЕЦКОЙ УГЛЕНОСНОЙ ПЛОЩАДИ (НА ПРИМЕРЕ ПЕСОЧАНСКОЙ СОЛЯНОКУПОЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ)

© 2020 г. Л. Б. Зайцева^а, *, А. В. Иванова^а, **

^аИнститут геологических наук НАН Украины,
ул. О. Гончара, 55б, Киев, 01054 Украина

*e-mail: l.b.zaitseva@gmail.com

**e-mail: ariadna.v.ivanova@gmail.com

Поступила в редакцию 14.01.2019 г.

После доработки 10.06.2019 г.

Принята к публикации 30.10.2019 г.

В статье приводятся результаты исследования бурых углей Песочанского месторождения, расположенного в центральной части Днепро-Донецкой угленосной площади. Характерной чертой осадочного чехла этой территории является присутствие соляных структур, одной из которых является Песочанская. Мульда проседания этой предпалеогеновой структуры выполнена палеоген-неогеновыми отложениями, содержащими три пласта бурых углей, различающихся по вещественному составу и петрографическим особенностям. Это разнообразие было обусловлено нестабильностью тектонического режима, изменениями палеогеографических условий и климата, изменчивостью исходного растительного материала и скоростью его преобразования. Показано, что торфонакопление при формировании углей пластов Нижнего и Среднего происходило в условиях прибрежно-морской низменности с высокой степенью обводненности, что привело к образованию преимущественно углей типа гелитов. При формировании углей Верхнего пласта торфонакопление происходило в основном в озерно-болотных условиях с преимущественным образованием гелититов.

Ключевые слова: Днепро-Донецкая угленосная площадь, Песочанский соляной шток, торфонакопление, бурый уголь, угленосность.

DOI: 10.31857/S0024497X20020081

Петрографические исследования углей и определение их типов с характерными химическим составом и технологическими свойствами позволяют реконструировать условия образования угольных пластов и при прогнозировании перспективных площадей выбирать наиболее рациональные пути для поисков и разведки углей того или иного качества.

В настоящей работе дана детальная петрографическая характеристика (микрокомпонентный состав и петрографические типы) бурых углей Песочанского месторождения. В ранее опубликованных работах [Игнатченко, Зайцева, 1980, 1990] петрографический состав углей палеогена–неогена приводился для Днепро-Донецкой угленосной площади в целом, и впервые главные петрографические особенности углей данного месторождения были рассмотрены в краткой работе [Зайцева, Иванова, 2017].

Для настоящего исследования образцы бурых углей были отобраны в трех пластах Песочанского месторождения. Целью исследования была петрографическая типизация углей, которая про-

водилась для выяснения особенностей распространения различных петрографических типов в угольных пластах месторождения и определения их генезиса. Перед изучением микрокомпонентного состава и петрографических типов углей были проведены макроскопические наблюдения и составлены описания керна, а затем — детальное изучение и микроскопическое описание 30 петрографических шлифов в проходящем поляризованном свете (микроскоп МБИ-6).

Результаты анализов химического состава углей и технические показатели их качества были получены в ходе выполнения поисково-разведочных работ на месторождении и сгруппированы таким образом, чтобы охарактеризовать разные петрографические типы углей [Игнатченко, Зайцева, 1980].

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Процессы торфонакопления на территории Днепро-Донецкой впадины (ДДВ) имели место на протяжении всех этапов ее тектонического

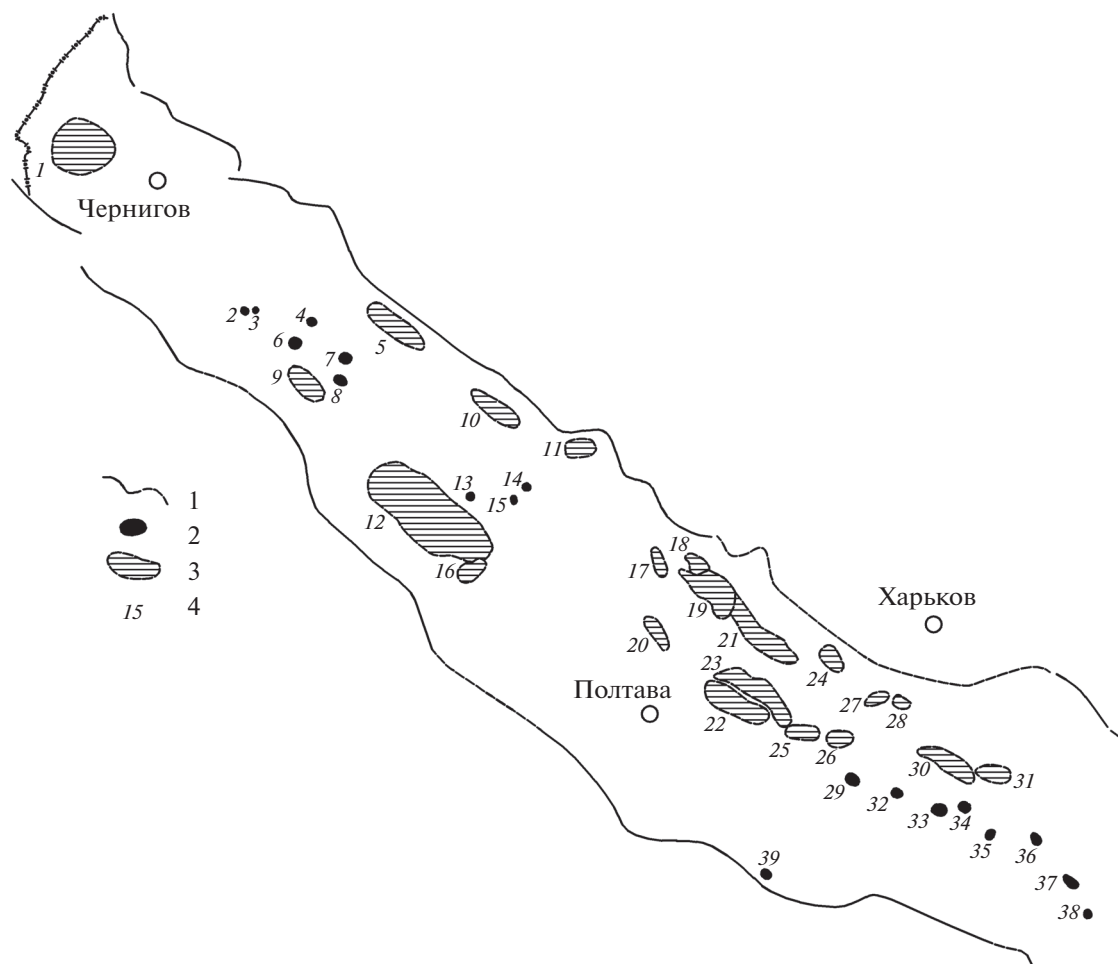


Рис. 1. Схематическая карта Днепро-Донецкой буроугольной площади.

1 — граница Днепровского грабена по глубинным разломам; 2 — депрессии над соляными штоками, выполненные угленосными отложениями; 3 — компенсационные прогибы, выполненные угленосными отложениями (контуры прогибов условные); 4 — номера структур: 1 — Черниговская, 2 — Нежинская, 3 — Химо-Рябушинская, 4 — Ивангородская, 5 — Дмитриевская, 6 — Буромская, 7 — Парафиевская, 8 — Иваницкая, 9 — Прилукская, 10 — Роменская, 11 — Синевская, 12 — Сула-Удайская, 13 — **Песочанская**, 14 — Краснознаменская, 15 — Петрово-Роменская, 16 — Миргородская, 17 — Бельская, 18 — Сидорянская, 19 — Колонтаевская, 20 — Диканьская, 21 — Коломакская, 22 — Чутово-Распашновская, 23 — Петровская, 24 — Валковская, 25 — Крестищенская, 26 — Медведовская, 27 — Рябухинская, 28 — Тарановская, 29 — Кегичевская, 30 — Берекская 1, 31 — Новотроицкая, 32 — Мироновская, 33 — Беляевская, 34 — Картамышская, 35 — Степковская, 36 — Берекская 2, 37 — Ново-Дмитриевская, 38 — Бантышевская, 39 — Южно-Перещепинская.

развития. Формирование угленосных отложений палеоген-неогенового возраста происходило в период альпийского тектогенеза, проявилось локально и было тесно связано с соляным диапиризмом, характерным для Днепровского грабена и северо-западных окраин Донбасса. Выделенная Н.А. Игнатченко и Л.Б. Зайцевой [1980] Днепро-Донецкая угленосная площадь, с локальным распространением угленосных формаций палеоген-неогена, находится в пределах этого региона (рис. 1). По геотектоническому режиму, согласно классификации А.И. Егорова [1985], угленосная площадь принадлежит платформенному типу.

Практически все соляные структуры Днепровско-Донецкой впадины разбиты сложной систе-

мой разновозрастных нарушений, что особенно отчетливо проявляется в приосевых и центральных частях этих поднятий. В сводах предпалеогеновых соляных структур нередко наблюдаются глубокие мульды проседания (деградационные воронки), а в околкупольных депрессиях — менее глубокие компенсационные прогибы, выполненные палеоген-неогеновыми отложениями, с углепроявлениями и месторождениями бурых углей. Одной из таких структур является рассматриваемая в настоящей работе Песочанская структура. По классификации М.В. Чирвинской и В.Б. Соллогуба [1980], Песочанский шток относится к предпалеоген-предчетвертичному типу, открытому подтипу, классу столбовидных струк-

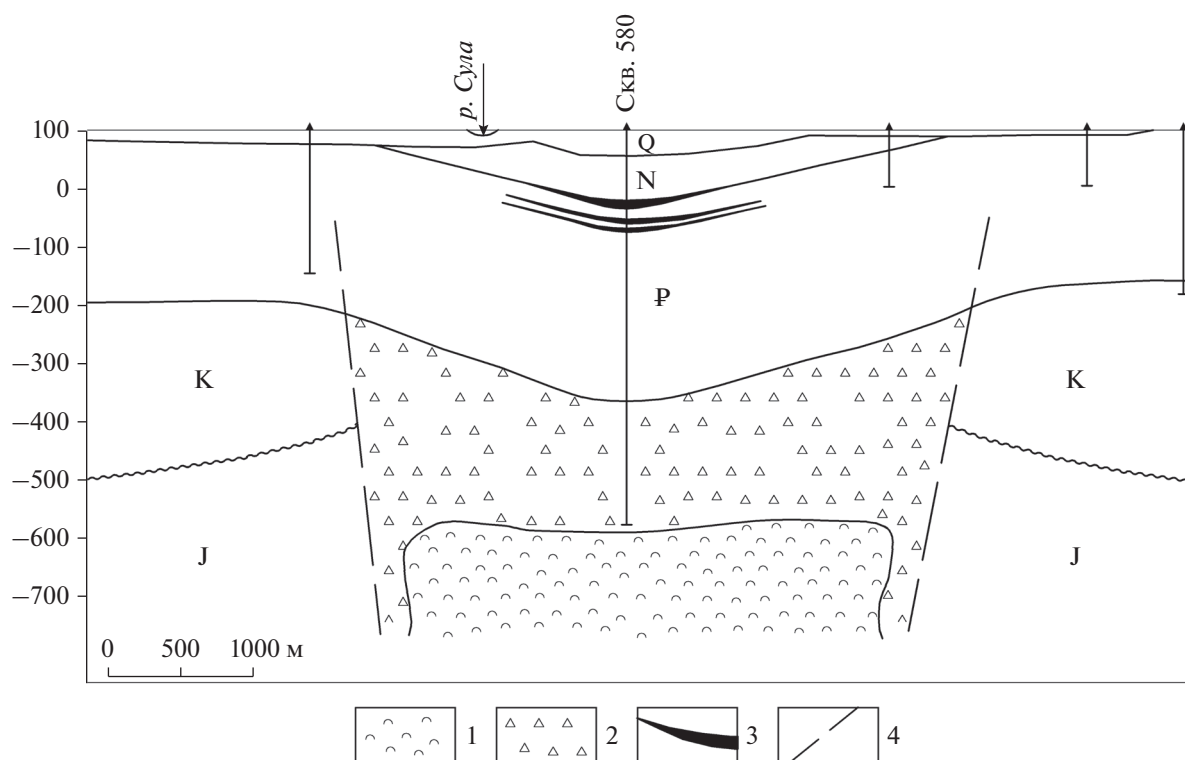


Рис. 2. Схематический геологический профиль Песочанского месторождения.

1 — каменная соль, 2 — надсолевая брекчия, 3 — буроугольные пласты, 4 — тектонические нарушения.

тур, группе деградирующих структур. Он является частью Скоробогатьковско-Песочанской сложной солянокупольной структуры, расположенной в центральной части Днепро-Донецкой угленосной площади. В пределах деградационной воронки были выявлены пласты бурого угля рабочей мощности (рис. 2).

Авторы связывают формирование воронки, возникшей в палеоген-неогеновое время над Песочанским соляным штоком, с нисходящим движением соляных масс по разломам, заложенным ранее в результате проявления ларамийской фазы тектогенеза. Кепрок Песочанского штока сложен брекчией выщелачивания исключительно девонского возраста [Марченко, Галака, 1974], что свидетельствует о практически непрерывном росте штока вплоть до конца мезозоя, а также об отсутствии фактора выщелачивания соли при образовании деградационной воронки. На кепроке залегают палеоген-неогеновые отложения, выполняющие впадину над соляным штоком.

Погребение штока началось в палеоцен-эоценовое время, однако он все еще оставался приподнятым над окружающим пространством. Вследствие этого отложения нижнего палеоцена в своде купола полностью выклиниваются и наблюдается значительное сокращение мощности эоценовых отложений. Дальнейшее проседание

штока активизировалось в периоды пиренейской и савской фаз, что компенсировалось накоплением осадков верхнего олигоцена и нижнего миоцена. Суммарная мощность этих осадков, по данным П.Ф. Марченко, полученным в результате разведывательных работ по деградационным воронкам ДДВ в шестидесятые годы прошлого века, в 3–5 раз превышает мощность этих же отложений, развитых за пределами надкупольных и околокупольных депрессий.

Следует отметить наличие буроугольных месторождений палеоген-неогенового возраста в надкупольных депрессиях и в других солянокупольных бассейнах. Такими примерами могут служить Южно-Уральский буроугольный бассейн России с угольными залежами, приуроченными к олигоцен-миоценовым осадкам; Магдебургский угленосный район Германии с залежами бурого угля эоценового возраста; Конин-Вроцлавский угленосный район Польши с месторождениями бурых углей миоцена [Матвеев, 1960, 1966; Минерально-сырьевая ..., 1999; Kasiński et al., 2009].

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАЛЕОГЕН-НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ИХ УГЛЕНОСНОСТЬ

В связи с трансгрессиями палеогенового моря на территорию ДДВ создавались условия для об-

разования мелководно-морских терригенных (эоценовых) и прибрежно-морских (олигоценых) отложений. Для неогена (миоцен, плиоцен) были характерны континентальные условия.

Эоцен на территории впадины представлен каневской, бучакской, киевской, обуховской свитами. Мощности свит изменчивы, они наиболее значительны в центральной части впадины и в межкупольных депрессиях, к бортам впадины существенно сокращаются. Трансгрессия, охватившая ДДВ вследствие проявления ларамийской фазы складчатости, обусловила в эоцене мелководно-морской режим. Отложения каневской свиты представлены чередованием темно-серых алевроитистых глин со светло-серыми и серыми песками и песчаниками. Мощность свиты в центральной части ДДВ — 0–8 м, на бортах — до 40 м. В солянокупольных структурах подобные отложения достигают мощностей от 10 до 145 м.

В бучакское время сохраняется режим мелкого моря, для которого характерны глауконит-кварцевые песчаные отложения; их мощность в приосевой части впадины составляет до 40 м, на бортах не превышает 5–20 м. В депрессиях солянокупольных структур бучакская свита представлена кварцево-глауконитовыми песками и песчаниками мощностью до 80–100 м.

Состав отложений киевской свиты, представленных “фосфоритонесными песками” и “киевским мергелем”, свидетельствует о максимуме морской трансгрессии в киевское время. Мощность отложений чаще составляет 30–40 м, заметно увеличиваясь до 200 м лишь в прикупольных депрессиях. В надкупольных депрессиях свита представлена мергелями и слюдисто-глинистыми песками мощностью 35–50 м.

Постепенная регрессия, обусловившая режим мелкого моря в период накопления отложений обуховской свиты, привела к накоплению в центральных частях впадины зеленовато-серых алевроитов и алевролитов мощностью 35–40 м, а на бортах — серовато-бурых глауконитовых песчаных алевролитов незначительной мощности. В надкупольных депрессиях свита представлена кварцево-глауконитовыми песками с прослоями глин общей мощностью до 70–80 м. По Ю.Б. Устиновскому [1990], отложения эоцена представляют собой мелководно-шельфовую генетическую ассоциацию песчано-алеврито-карбонатно-глинистых пород.

Олигоцен представлен образованиями межгорской и берекской свит. Межгорская трансгрессия моря как отзвук пиренейской фазы тектогенеза не была масштабной, на большей части впадины распространены глинисто-алевро-песчаные породы мелководного шельфа [Устиновский, 1990]. Мощность отложений межгорской свиты не превышает 40–55 м, существенно

увеличиваясь в пределах надсолянокупольных депрессий, для которых характерно чередование глинисто-алевро-песчаных пород с прослоями песков. Эта закономерность наблюдается и в разрезе свиты в Песочанской структуре. Мощность этих отложений в структуре достигает 150 м.

На границе межгорского и берекского времени продолжающаяся регрессия моря привела к установлению ландшафтов прибрежно-морской низменности. В берекское время торфонакопление происходило в лагунно-озерных условиях. Берекская свита, представляющая интерес в связи с ее угленосностью в пределах надкупольных структур и компенсационных прогибов, на территории впадины сложена в основном светло-серыми мелкозернистыми песками с прослоями крупнозернистых алевроитов и глин. Мощность свиты не превышает 25–30 м. В околокупольных депрессиях она сложена песчаными породами с линзами бурого угля и тонкими пропластками глин с остатками растительного материала. В надкупольных воронках центральной части ДДВ свита характеризуется типичными песчаными разрезами с немногочисленными пропластками глин, алевролитов и пластами углей. На Песочанском месторождении отложения берекской свиты, мощностью до 90 м в центральной части воронки, представлены грязно-серыми мелко-среднезернистыми кварцевыми песками, в которых залегают два угольных пласта. К периферии воронки пески обогащаются глауконитом и слюдой, а пласты углей — выклиниваются. По мнению Ю.Б. Устиновского [1990, с. 70], “... берекские отложения, развитые в пределах внутриграбневых солянокупольных структур, можно объединить в прибрежно-наземную ассоциацию с генетическими комплексами: углито-песчано-глинистых пород мелководных полужамкнутых и замкнутых водоемов, глинисто-песчаных отложений русел и пойм рек с замедленным течением и углистых накоплений обводненных торфяных болот”.

В результате восходящих движений в пределах ДДВ (савская фаза тектогенеза) морской бассейн окончательно покидает центральную и северную бортовую части впадины, создаются условия для торфонакопления в континентальных озерно-болотных условиях [Гавриш, 1988; Егоров, 1985]. Отложения миоцена представлены континентальными песчано-глинистыми, с линзами углей, образованиями новопетровской свиты мощностью до 45 м. Они сохранились в центральной части ДДВ в некоторых надкупольных и околокупольных депрессиях. В Песочанской структуре отложения свиты, мощностью до 79 м, вскрыты в наиболее прогнутой части депрессии. Они сложены светло-серыми диатомитами, на которых с довольно резким несогласием залегает пласт гумусовых углей. Венчают разрез легкие диатомовые глины и темно-серые, плотные, углистые воско-

видные глины, содержащие в большом количестве лигниты. Ю.Б. Устиновский [1990] нижнюю часть новопетровской свиты на участках развития надкупольных и околокупольных депрессий выделяет в угленосную ассоциацию лимнического типа.

Плиоценовые образования ДДВ представлены аллювиальными песчано-глинистыми отложениями террас. В Песочанской структуре они представлены в нижней части разреза песками желто-серыми, средне-разнозернистыми, кварцевыми, которые в верхней части разреза переходят в желто-серые глинистые песчаники. Отложения мощностью до 40 м сохранились от размыва только в центральной части воронки.

Мощность четвертичных отложений в пределах Песочанской депрессии не превышает 15–30 м. В нижней части они сложены красно-бурыми глинами, постепенно переходящими в верхней части разреза в аллювиальные разнозернистые светло-серые пески.

Тектонические, ландшафтно-палеогеографические и климатические составляющие геодинамической обстановки в олигоцене и миоцене определили благоприятные условия для торфяносной седиментации (по терминологии А.С. Тараканова [1992]) и образования так называемых торфоуглей, выделенных Н.А. Игнатченко [Игнатченко, Зайцева, 1980].

Угленосные отложения палеоген–неогена на территории Днепро-Донецкой угленосной площади распространены неравномерно, иногда на незначительных площадях. Вопросам угленосности площади посвящены исследования разных авторов [Левенштейн, 1967; Михелис, 1971; Кирюков, 1973; Марченко, 1974; Игнатченко, 1980; Александрова, 2013; Сафронов, 2012 и др.]. В связи с разработкой методов поисков и прогноза проявлений углей на этой площади, В.В. Кирюковым [1973] была предложена классификация месторождений на основании различий в строении, составе, условиях формирования углевмещающих прогибов, депрессий, воронок. По этой классификации Песочанское месторождение относится к месторождению углей, связанному с депрессиями над соляными штоками, выходящими под отложения палеоген–неогена.

Одним из важнейших факторов непрерывного накопления торфа в болотном массиве был режим вертикальных тектонических движений, который контролировал степень обводненности и проточности болот [Тимофеев, 2006]. Формирование угольной залежи происходило автохтонно. На автохтонный характер накопления угольных пластов указывают: отсутствие резких колебаний содержания минеральных примесей в угле, включения лигнитов — растительных остатков хорошей сохранности, семян и листьев. Невыдержан-

ность угольных пластов по мощности и присутствию в них прослоев пород свидетельствуют о неустойчивом тектоническом режиме при осадконакоплении. Угленосная толща в составе берекской и новопетровской свит содержит три угольных пласта, мощность которых возрастает от Нижнего к Верхнему. Размеры залежи контролировались размерами тектонической структуры. По направлению к ее краевым частям мощность каждого из пластов уменьшается вплоть до выклинивания.

Нижний пласт мощностью 1.5–3.2 м залегает на глубине 170.0–172.4 м. Кровля и почва сложены песками мелко-среднезернистыми, кварцевыми. Угли пласта коричневого цвета разных оттенков, уплотненные, иногда с шелковистым блеском, с едва заметной слоистостью, с включениями тонкого растительного материала и лигнитов. Лигниты уплотненные, волокнистые, коррозионного типа [Кирюков, 2006], с отчетливо выраженной древесной структурой. Органический материал представлен в основном травянисто-кустарничковой растительностью с редкими остатками фрагментов хвойных. Накопление органического вещества происходило в условиях торфяника, обводненность которого, вероятно, контролировалась подпруживанием грунтовых вод морскими водами. Вполне вероятно, что именно ботанический состав растительного материала и фациальная обстановка, в которой он отлагался, стали основными факторами преобразования растительного материала и сравнительно незначительной мощности пласта.

Средний пласт мощностью до 4.8 м залегает на глубинах до 160.4 м. Почва пласта представлена песками разнозернистыми, кварцевыми, углистыми; в кровле залегают диатомовые глины. Пласт сложен углями светло-коричневыми и коричневыми, разной степени уплотненности, с включениями лигнита волокнистого облика, с сохранившейся растительной структурой.

Неглубокую степень дезинтеграции растительного материала, хорошую сохранность растительной структуры лигнитов в углях пласта можно объяснить сравнительно быстрым захоронением исходного материала в анаэробную среду, где процессы распада органического вещества замедлялись.

Смена режима осадконакопления на рубеже олигоцен и миоцен привела к изменению углевмещающих пород — появлению диатомитов и диатомовых глин, являющихся маркирующим горизонтом между отложениями палеогена и неогена [Левенштейн, 1967], и определила специфику формирования петрографических типов угля.

Верхний пласт имеет наибольшую площадь распространения — 1.7 км² и наибольшую мощность — до 11.3 м. Глубина залегания пласта до

121.7 м. Угли пласта в основном буровато-коричневые и светло-коричневые, слабо уплотненные, с включениями рыхлого (деструктивного) лигнита коричневого цвета [Кирюков, 2006], зерен смолы, табличек фюзена. Почва пласта сложена диатомитами, кровля представлена темно-серыми диатомовыми глинами, плотными, обогащенными растительным материалом.

Значительная дезинтеграция растительного материала, фюзенизация, хотя и слабая, свидетельствуют об аэробной среде и сравнительно продолжительных процессах торфонакопления.

ВЕЩЕСТВЕННО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЕЙ

Описание микрокомпонентов углей проводилось согласно классификации органических микрокомпонентов бурых углей [Петрографические ..., 1975; ISO 7404-3:2009]. Микроскопическими исследованиями в проходящем поляризованном свете установлены группы микрокомпонентов: гуминита, инертинита, липтинита.

Группа гуминита (26–90% органического вещества углей), сопоставляемого с витринитом каменных углей, представлена продуктами остуднения и слабой гумификации тканей хвойных и лиственных растений. Цвет компонентов в проходящем свете от светло-желтого до красного. Они имеют разную степень сохранности. Преобладает в углях аттринит, в котором можно установить тип исходной растительной ткани. В меньшей степени развиты текстинит и ульминит, представленные проводящими, покровными и листовыми тканями. Характерной особенностью текстинита желтого цвета является яркая анизотропия при скрещенных николях. Редко наблюдаются корпогуминит и гелинит. К гелиниту отнесены включения доплеринита – гумусового геля [Штах и др., 1978], представляющего собой продукт коагуляции коллоидных растворов гуминовых кислот или их солей в виде гумата кальция. Он выполняет трещины сокращения в угольном веществе и полости корешков растений.

Группа инертинита (1–2 до 26%) представлена семифюзенизированными и фюзенизированными тканями. Семифюзиниты встречаются в виде небольших фрагментов, аттрита и темно-коричневого орто-склеротинита. Включения фрагментов фюзинита черного цвета с четкими контурами часто имеют хорошую сохранность растительной структуры, разнообразны по форме и размерам. В меньшей степени распространены аттрит фюзенизированных тканей и нигро-склеротинит. Склеротиниты (фунгиниты) коричневого и черного цвета представлены округлыми телами, образованными из склероций и спор грибов. Компоненты группы инертинита являются

продуктами слабой гумификации и последующего окисления растительного материала. Группа инертинита имеет наименьшее распространение и обнаруживается в основном в углях Верхнего пласта.

Группа липтинита (1–2 до 37%) характеризуется разнообразием форменных элементов желтого цвета, часто со светлым оттенком, анизотропных при скрещенных николях. Они представлены резинитом, микроэксинитом, структурным суберинитом, редко тонким кутинитом. В шлифах наблюдается аттрит суберинита и своеобразный бесструктурный компонент желтого цвета с пылевидными выделениями коричневого цвета, названный битуминито-десмитом [Игнатченко, Зайцева, 1981]. По мнению авторов, битуминито-десмит является продуктом наиболее значительного остуднения субериновых тканей. Компоненты этой группы особенно широко представлены в гелититовых углях Верхнего пласта. Термин “битуминит” для мацералов группы липтинита бурых углей предложен в 1975 г. и нередко ассоциируется с липтодетринитом, “аморфным битумом” сапропелевых углей, являющихся продуктом разложения водорослей [Штах и др., 1978]. Введен в международную номенклатуру [ИССР ..., 2017] как один из микрокомпонентов группы липтинита.

Минеральные компоненты в шлифах немногочисленны. Они представлены включениями кварца в виде отдельных разноокатанных зерен или их линзовидных скоплений, пластиночками слюды, редкими включениями пирита и единичными проявлениями пиритизации растительных тканей, по трещинам иногда обнаруживается кальцит.

На диаграмме (рис. 3) представлен микрокомпонентный состав углей, на котором показано распределение микрокомпонентов групп гуминита (Vt), инертинита (I) и липтинита (L).

По количественному соотношению групп микрокомпонентов, гелифицированных, фюзенизированных и липтинитовых, выделены следующие типы углей [Петрографические ..., 1975]: при содержании гелифицированного материала (витринита) более 75% – гелиты, липоидо-фюзинито-гелиты; 50–75% – гелититы, липоидо-гелиты, липоидо-фюзинито-гелититы; 25–50% – микстогумититы; менее 25% – гелито-липоидотиты. В Нижнем и Среднем пластах наибольшим распространением пользуются гелиты аттритово-фрагментарные и фрагментарно-аттритовые; в Верхнем пласте преобладают гелититы фрагментарно-аттритовые и аттритовые. Наименее распространены микстогумититы, единичны гелито-липоидотиты (рис. 4).

Качество углей невысокой степени углефикации зависит от многих генетических факторов.

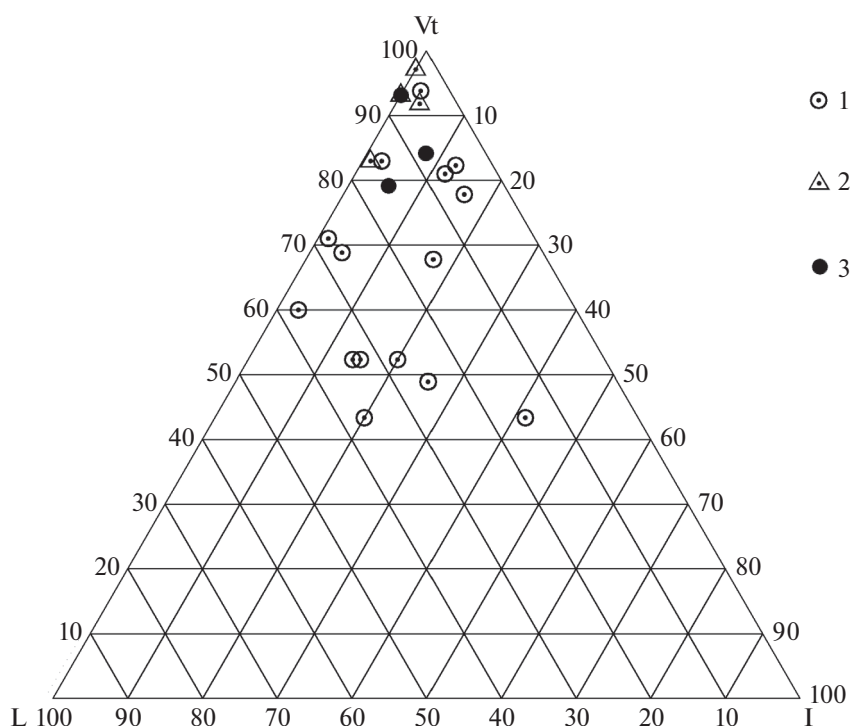


Рис. 3. Микрокомпонентный состав углей.

1 — Верхний пласт, 2 — Средний пласт, 3 — Нижний пласт. Vt — содержание микрокомпонентов группы гуминита, I — инертинита, L — липтинита (% на органическое вещество).

Переход торфов в слабоизмененные угли происходит постепенно, неравномерно. Границу торф—уголь проводят по содержанию углерода. В торфах его содержание не превышает 62%, в буром угле — 65–70% [Кирюков, 1976]. Для всех типов углей Песочанского месторождения, относимых Н.А. Игнатченко, как отмечалось выше, к торфоуглям, содержание углерода (C^{daf}) изменяется в узком диапазоне 63–65.5%. Некоторое увеличение значений углерода можно отметить в углях с повышенным содержанием компонентов группы инертинита. Исследованиями качественных характеристик разных петрографических типов углей установлено, что наиболее высокая влажность (W^{daf}) характерна для гелититов — до 22.8%, наиболее низкая — для гелитов (10.7%) и лигнитов (до 10.0%). Зольность (A^d) варьирует в широких пределах, но наименьшая в гелитах (до 19.0%), а наибольшая — в микстогумититах (до 28.9%). Угли малосернистые, содержание серы (S_t^d) в основном не превышает 1.72%. Наиболее низкие значения выхода летучих (V^{daf}) отмечены для гелитовых углей — до 58.9%, для гелититов и микстогумититов характерны более высокие значения — 62–68.7%. Содержание водорода (H^{daf}) постепенно возрастает от гелитов (5.3–5.4%) к липоидо-гелититам и микстогумититам (5.6–6.6%). Повышенные показатели содержания летучих и

водорода, установленные в гелититах и микстогумититах, можно объяснить значительным количеством в них липтинитовых компонентов. Для этих же углей характерны высокие показатели выхода первичных смол при полукоксовании — 13.3–17.3% и содержания битумов — 5.3–7.1%. Изученные угли содержат до 67% гуминовых кислот, максимум их содержания отмечается в атритовых микстогумититах и липоидо-фюзинито-гелитах (табл. 1). Приведенные качественные характеристики в основном соответствуют петрографическому составу углей и отвечают закономерностям зависимости химического состава бурых углей от их генетического типа и степени углефикации [Богданова, 1968].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. ГЕНЕЗИС УГЛЕЙ

Определение состава спорово-пыльцевых комплексов (СПК) и ботаническое исследование лигнитов и листовой флоры, проведенное рядом исследователей [Михелис и др., 1970; Михелис, 1971 и др.], свидетельствуют о смене растительности от Нижнего пласта к Верхнему и постепенном увеличении роли лиственных лесов.

Основными торфообразователями угольных пластов берекской свиты являлись представители семейств Taxodiaceae (Taxodia, Sequoia, Glyptos-

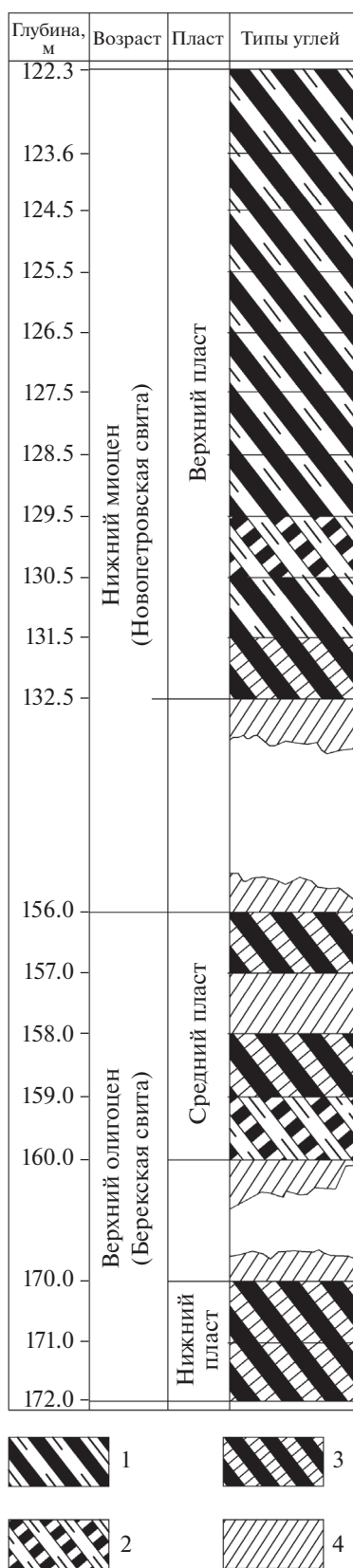


Рис. 4. Колонка типов углей по пластам (скв. 5801). 1 — гелититы, 2 — микстогумититы, 3 — гелиты, 4 — вмещающие породы.

trobus), в меньшей степени Pinaceae (Picea, Cedrus, Tsuga), а также покрытосеменных теплолюбивых растений, например Juglandaceae (Juglans, Caria), Fagaceae. Существенная роль в растительном покрове торфяных болот таксодиевого леса отмечалась и И.Н. Дроздовой, проводившей в 1975 г. ботанические исследования лигнитов Песочанского месторождения. Для фитоценозов торфяников были также характерны представители эндемиков тропической и субтропической флоры, свидетельствующие о теплом влажном климате того времени. Представители семейств растений умеренного климата Betulaceae, Salicaceae имели неширокое распространение [Михелис и др., 1970; Михелис, 1971].

Смена природных условий на рубеже олигоцена и миоцена привела к похолоданию климата, обусловив состав СПК Верхнего пласта. Главную роль стали играть представители листопадной флоры умеренно-теплого климата, например Betulaceae (Betula, Alnus, Carpinus), Salicaceae. Отмечается исчезновение вечнозеленых субтропических видов, почти полное отсутствие или исчезновение семейства Taxodiaceae. Наблюдается появление Pinaceae (Pinus), а также водных и прибрежно-водных растений, характерных для озерно-болотных фаций [Михелис и др., 1970; Михелис, 1971].

В исходном материале бурых углей Днепро-Донецкой угленосной площади принимали большое участие стеблевые, древесинные и коровые ткани, остатки листьев, корешков, оболочки микроспор и пыльцы, кутикула.

Начальная стадия преобразования растительного материала происходила в торфогенном слое, мощность которого не превышала нескольких десятков сантиметров. В превращениях органического материала основную роль играли процессы дезинтеграции, биохимической гумификации, частично процессы окисления — фюзенизации. В разных видах и разных видах растений (травянистых, кустарничковых, древесных) эти процессы протекали с неодинаковой скоростью. Важную роль в преобразовании растительного материала играла дезинтеграция, приводящая к измельчению тканей вплоть до аттрита. В этом процессе большое значение имела, по-видимому, жизнедеятельность грибов класса Базиномицетов. Об их деятельности свидетельствуют обнаруживаемые в аттрите склероции и так называемые “грибные атаки”. Продолжительность этого процесса зависела от длительности пребывания органического материала в торфогенном слое. Одновременно с дезинтеграцией происходила биохимическая гумификация под влиянием аэробных микроорганизмов. Процессы начальной гелификации, происходящие в анаэробных условиях ниже торфогенного слоя, ограничивались слабым

Таблица 1. Показатели качества углей разных петрографических типов (%)

Типы углей	W^{daf}	A^d	S_t^d	V^{daf}	C^{daf}	H^{daf}	Битумы	Гуминовая кислота
Гелиты	9.5–10.0	11.4–19.0	1.46–1.72	57.6–58.9	63.4–64.7	5.3–5.4	1.7–3.5	52.4–60.3
Липоидо-фюзинито-гелиты	10.4–10.7	10.8–15.6	1.06–1.23	58.6–58.8	63.9–65.5	5.2–5.3	2.4–3.1	56.0–63.4
Липоидо-гелиты	19.5–20.3	15.6–20.3	1.0	—	—	—	—	—
Липоидо-фюзинито-гелиты	7.2–22.8	9.8–27.9	1.30–1.64	66.9–72.5	63.0–65.4	5.5–6.4	7.1	57.6
Миксто-гумиты	9.2–19.7	18.5–28.9	0.8–2.26	62.2–62.5	64.1–65.3	5.8–6.6	5.3	67.2

Примечание. W^{daf} — влажность на беззольную массу, A^d — зольность на сухую массу, S_t^d — содержание серы на сухую беззольную массу, V^{daf} — выход летучих на сухую беззольную массу, C^{daf} , H^{daf} — содержание соответственно углерода и водорода на сухую беззольную массу.

набуханием растительных тканей и появлением доплеринита. Процессы витринизации не затронули органический материал изученных углей. Процессы фюзенизации связаны, вероятно, с окислительно-восстановительными реакциями в торфянике. Наглядным примером могут служить фрагменты α -, β -фюзинита с неравномерным окислением растительной ткани. Происхождение некоторых фюзенизированных компонентов могло быть связано также с лесными пожарами. Наиболее глубокой дезинтеграции, начальной гелификации и фюзенизации подверглись растительные ткани, послужившие исход-

ным материалом углей Верхнего пласта [Вальц, 1968; Игнатченко, Зайцева, 1980].

При реконструкции условий торфонакопления по микрокомпонентному составу углей методом С.Ф.К. Дисселя [Diessel, 1986] были использованы два параметра: индекс сохранности растительных тканей TPI (соотношение содержания структурных тканей к бесструктурным) и индекс гелификации GI (соотношение содержания гелифицированных тканей к фюзенизированным). Полученная диаграмма показывает, что при формировании углей пластов Нижнего и Среднего торфонакопление происходило преимущественно

**Рис. 5.** Диаграмма условий торфонакопления.

но в зоне заболоченной прибрежной низменности под заметным влиянием морской обстановки (маршевые болота, тельматические условия), частично в пределах озерно-болотной прибрежной низменности (лимно-тельматические условия). Формирование углей Верхнего пласта шло в основном в лесных влажных и обводненных болотах и в меньшей степени в лимнических условиях (обстановка зарастающих озер) (рис. 5).

В процессе изучения угленосных отложений и углей месторождения авторами не было замечено каких-либо специфических особенностей, обусловленных их нахождением в депрессии над соляным штоком. Исключение составляет лишь отмеченный выше факт контроля размеров угольных залежей размерами тектонической структуры, к краевым частям которой мощность каждого из пластов уменьшается вплоть до выклинивания. Специалистами, изучавшими СПК и исходную растительность торфяников [Михелис и др., 1970; Михелис, 1971 и др.], также не отмечалось изменений характера флоры в зависимости от местонахождения буроугольных залежей (в надкупольных или околокупольных депрессиях). В данном случае следует согласиться с мнением В.И. Китыка, изучавшего соляную тектонику ДДВ, который отметил: “Одинаковый фациально-литологический состав кайнозойских отложений в сводовых прогибах и за их пределами позволяет полагать, что условия образования кайнозойских осадков в сводовых прогибах и за их пределами (в межкупольных прогибах) были в общем одинаковыми. Более значительные мощности кайнозойских отложений в сводовых прогибах являются следствием прогибания этих участков по отношению к окружающей местности” [1970, с. 188].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование палеоген-неогеновой буроугольной формации в Днепровско-Донецкой впадине было приурочено к орогенической эпохе, завершающей альпийский тектогенез. Геодинамическая обстановка в олигоцен—миоцене благоприятствовала процессам торфообразования на сравнительно небольших площадях в компенсационных прогибах и депрессиях над сводами соляных штоков.

Неустойчивость тектонического режима, смена палеогеографических условий, изменения климата способствовали изменчивости исходного растительного материала и скорости процессов превращения органического вещества, что обусловило неоднородность вещественно-петрографического состава пластов углей месторождения.

Торфонакопление при формировании углей пластов Нижнего и Среднего происходило в усло-

виях прибрежно-морской низменности с высокой степенью обводненности, с образованием преимущественно гелитов. Формирование Верхнего пласта происходило в основном в лесных болотах разной степени обводненности и в условиях зарастающих озер. Для этого пласта преобладающим типом углей являются гелититы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова А.В.* Принципы выделения и пространственно-временные границы кайнозойских буроугольных формаций в пределах юго-западной части Восточно-Европейской платформы // *Тектоника и стратиграфия*. 2013. Вып. 40. С. 69–81.
- Богданова М.В.* Закономерности изменения бурых углей Украины в процессе углефикации // *Вопросы метаморфизма углей и эпигенез вмещающих углей* / Под ред. Г.А. Иванова, Е.О. Погребницкого. Л.: Наука, 1968. С. 25–36.
- Вальц И.Э.* Первичные и диагенетические изменения микроструктуры растительного материала на торфяной и буроугольной стадиях // *Вопросы метаморфизма углей и эпигенез вмещающих углей* / Под ред. Г.А. Иванова, Е.О. Погребницкого. Л.: Наука, 1968. С. 15–25.
- Гавриш В.К.* Кайнозойский платформенно-синеклизный этап // *Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие* / Под ред. П.Ф. Шпака. Киев: Наукова думка, 1988. С. 174–177.
- Егоров А.И.* Угленосные и горючесланцевые формации Европейской части СССР. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1985. 192 с.
- Зайцева Л.Б., Иванова А.В.* Генезис палеоген-неогеновых углей Днепро-Донецкой угленосной площади на примере Песочанской солянокупольной структуры // *Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления. Тезисы Всеросс. научной конференции 26–28 сентября 2017 г. в г. Сыктывкаре*. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2017. С. 74–75.
- Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б.* Угли палеоген-неогена Днепро-Донецкой угленосной площади / *Препринт*. Киев: ИГН АН УССР, 1980. 56 с.
- Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б.* Петрография бурых углей Днепровского бассейна и их битуминозность / *Препринт*. Киев: ИГН АН УССР, 1981. 60 с.
- Игнатченко Н.А., Зайцева Л.Б.* Вещественно-петрографический состав и качество углей палеогена—неогена // *Угленосные формации и вещественный состав углей Днепровско-Донецкой впадины* / Под ред. П.Ф. Шпака. Киев: Наукова думка, 1990. С. 189–199.
- Кирюков В.В.* Особенности угленакопления и типы месторождений Днепровско-Донецкого бассейна // *Записки Ленинград. горного института*. 1973. Т. 65. № 2. С. 126–131.
- Кирюков В.В.* Буроугольная стадия углеобразования. Л.: Изд-во Ленинградского гос. университета, 1976. 182 с.
- Кирюков В.В.* Природные модели углеобразования — лигниты буроугольной стадии // *Геология угольных*

месторождений // Межвуз. научный тематический сборник / Отв. ред. В.П. Алексеев. Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного университета, 2006. Вып. 16. С. 65–75.

Китык В.И. Соляная тектоника Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Наукова думка, 1970. 203 с.

Левенштейн М.Л., Косенко Б.М. Новодмитриевское буровугольное месторождение северо-западных окраин Донбасса // Разведка и охрана недр. 1967. № 9. С. 5–8.

Марченко П.Ф., Галака А.И. Закономерности размещения месторождений бурого угля в олигоценовых отложениях северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины // Перспективы поисков полезных ископаемых в Днепровско-Донецкой впадине. Киев: Наукова думка, 1974. С. 103–107.

Матвеев А.К. Геология угольных месторождений СССР. М.: Гос. научно-техн. изд-во литературы по горному делу, 1960. 495 с.

Матвеев А.К. Угольные месторождения зарубежных стран. М.: Недра, 1966. 460 с.

Минерально-сырьевая база угольной промышленности России. Т. 2 (регионы и бассейны) / Под ред. А.Е. Евтушенко, Ю.Н. Малышева. М.: Изд-во Московского гос. горного университета, 1999. 448 с.

Михелис А.А. Вещественный состав и строение буровугольных пластов Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины // Геология угольных месторождений. Т. 2. М.: Наука, 1971. С. 201–209.

Михелис А.А., Крузина А.Х., Узиюк В.С. Палинологические исследования опорного разреза палеоген-неогеновых отложений северо-западной окраины Донбасса // Геол. журнал. 1970. № 1. С. 56–61.

Петрографические типы углей СССР / Под ред. А.А. Любер. М.: Недра, 1975. 248 с.

Сафронов И.Л., Чернорай А.М. Причины и условия формирования буровугольных месторождений над соляными штоками (северо-западные окраины Донбасса) // Збірник наукових праць НГУ (Сборник научных работ Национального Горного Университета). 2012. № 39. С. 269–276.

Тараканов А.С. Геодинамический анализ угленосных формаций / Автореф. дисс. ... доктора геол.-мин. наук. СПб.: ВСЕГЕИ, 1992. 46 с.

Тимофеев П.П. Эволюция угленосных формаций в истории Земли // Тр. ГИН. Вып. 557. М.: Наука, 2006. 204 с.

Устиновский Ю.Б. Киммерийско-альпийский формационный комплекс // Угленосные формации и вещественный состав углей Днепровско-Донецкой впадины / Под ред. П.Ф. Шпака. Киев: Наукова думка, 1990. С. 60–75.

Чирвинская М.В., Сологуб В.Б. Глубинная структура Днепровско-Донецкого авлакогена по геофизическим данным. Киев: Наукова думка, 1980. 180 с.

Штах Э., Тейхмюллер М., Маковски М.-Т. и др. Петрология углей. М.: Мир, 1978. 554 с.

Diessel C.F.K. The correlation between coal facies and depositional environments. Advances in the Study of the Sydney Basin // Proc. 20th Symp. Newcastle: Univ. of Newcastle, 1986. P. 19–22.

ICCP System 1994. Classification of liptinite // International Journal of Coal Geology. 2017. V. 169. P. 40–61.

ISO 7404–3. Methods for the petrographic analysis of coals – Part 3. Method of determining maceral group composition. International Organization for Standardization, 2009. 8 p.

Kasiński J.R., Czapowski G., Piwocki M. Rola halokinezy w powstawaniu zeziorzędowych złóż węgla brunatnego na Niżu Polskim, Przegląd Geologiczny. 2009. T. 57. № 11. S. 964–975.

Conditions for the Formation of Paleogene-Neogene Coals of the Dnieper-Donets Coal-Bearing Area (on the Example of the Pesochansk Salt-Dome Structure)

L. B. Zaitseva^{1, #}, A. V. Ivanova^{1, ##}

¹Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, O. Honchar str., 55b, Kyiv, 01054 Ukraine

[#]e-mail: l.b.zaitseva@gmail.com

^{##}e-mail: ariadna.v.ivanova@gmail.com

The article presents the results of a study of the Pesochansk brown coal deposit located in the central part of the Dnieper-Donets coal-bearing area. A characteristic feature of the sedimentary cover of this territory is the presence of salt structures, one of which is the Pesochansk stock. The trough of subsidence of this pre-paleogenic structure was filled with Paleogene-Neogene sediments containing three layers of brown coal with different substance-petrographic composition. This diversity was determined by the instability of the tectonic regime, the change in paleogeographic conditions and climate, the variability of the initial plant material and the rate of its transformation. It was shown that peat accumulation during the formation of coal of the Lower and Middle coal Seams occurred in the conditions of the coastal-marine lowland with a high degree of watercut, with the formation of predominantly coals of the gelite type. During the formation of coals of the Upper coal Seam, peat accumulation occurred mainly in lake-marsh conditions (lake and marsh conditions) with the predominant formation of gelitites.

Keywords: Dnieper-Donets coal-bearing area, Pesochansk salt stock, peat accumulation, brown coal, coal content.