

ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

А. Д. Савко, Е. О. Иванова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 15 октября 2009 г.

Аннотация. Рассмотрены литологические типы и фациальные обстановки формирования мергельно-меловых отложений туронского, коньякского, сантонского и кампанского возраста юго-западной части Воронежской антеклизы. Показано, что, несмотря на смену контуров позднемелового бассейна и фациальных обстановок в нем, в целом сохранялся единый план осадконакопления. Согласно нему, в наиболее глубоководных зонах формировались преимущественно меловые, в мелководно-морских – мергельно-меловые, в прибрежно-морских – кремнисто-карбонатные и терригенные образования. Созданные карты могут служить основой для поисков различных видов минерального сырья, связанных с мергельно-меловыми и кремнистыми породами.

Ключевые слова: литологический тип, мел, мергель, фациальная обстановка, кокколитофориды, фораминиферы.

Abstract. Lithotypes and facies conditions of the Upper Cretaceous carboniferous rocks within South-West part of the Voronezh antecline are considered. It is shown, that the type of sedimentation is remained although the contours of basins and their facies conditions are changed. According to it chalks are formed in the most deep-water zones, marls and chalks – in the shallow-sea zones, siliceous-carboniferous and terrigenous rocks – in the coast-sea zones. Facial maps can be used for the researches of different kinds of mineral resources (carboniferous and siliceous).

Key words: lithotypes, chalks, marls, facies conditions, coccolithes, foraminifers

В основу определения фациальных обстановок позднего мела были положены литологические особенности пород, включающие структурно-текстурные признаки, минералого-петрографический состав, характер фаунистических остатков. Обращалось внимание на распределение по площади мощностей, наличие тектонических структур, особенности подводного рельефа и другие важные признаки для фациального анализа. Это позволило определить границы фациальных обстановок, гидродинамические режимы, вклад различных организмов в состав карбонатных пород, направление переноса обломочного материала, наличие течений, удаленность источников сноса, смену фаций по площади. Все это определяет возможности прогноз-

ных построений на фациальной основе для поисков различных видов полезных ископаемых, связанных с мергельно-меловыми породами.

Исследования во многом базируются на использовании материалов [1, 6], дополненных новыми данными. В результате детального анализа внесены изменения в конфигурацию ранее установленных фациальных зон, выделены новые зоны, которым даны несколько другие наименования, соответствующие критериям, положенным в основу их определения.

Фациальные обстановки туронского века

Отложения туронского возраста развиты в пределах всей рассматриваемой территории и залегают на глубинах от 20 м на севере до 250 м на юге. Они обнажаются по долинам рек в самой северной

писчим мелом (90–95 %) с редкими маломощными прослойками глинистых разностей и мелоподобных мергелей. Мел имеет грубошероховатую поверхность, ихнитовые текстуры, детрито-микрозернистые структуры, состоит из пелитоморфного кальцита, известковых панцирей кокколитофорид (рис. 2), раковинок фораминифер, переполнен кристалликами призматического слоя иноцерамов и детритом других пеллеципод. Изредка отмечаются целые створки этих моллюсков. Мел относительно чистый, поскольку содержание CaCO_3 составляет 92–98 %.

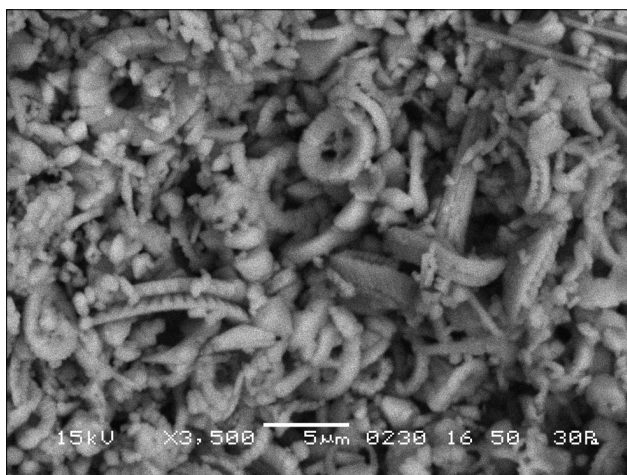


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок туронского мела. Пелитоморфный кальцит и кокколиты

Нерастворимый остаток в мелу представлен преимущественно глинистой составляющей, в меньшей степени зернами кварца алевритовой размерности, редкими кристалликами пирита. В составе глинистой примеси определены монтмориллонит и гидрослюда.

На небольшой площади располагается **вторая фациальная зона** (II Б, II А, II АБ). Здесь туронские отложения залегают на сеноманских песках, в основании – запесоченный мел, составляющий менее 10 % от общей мощности разреза. Выше запесоченного мела следуют чистый белый мел, а затем мелоподобные мергели с прослоями глинистых мелов.

В **третьей зоне** (II Б, II А, II АБ), расположенной на юго-востоке территории, в основании разреза залегает песчаный мел, сменяемый чистым мелом с раковинами иноцерамов и перекрытый мелоподобными мергелями и глинистым мелом. Состав породообразующих компонентов в выделяемых петрографических разностях идентичен и различается только соотношением карбонатной и силикатной частей. Нерастворимый остаток мелоподобных мергелей составляет 10–15 %, представлен монтмориллонит-гидрослюдистой глиной с

примесью мелкоалевритовых зерен кварца и цеолитов. В глинистых мелах нерастворимый остаток (5–10 %) представлен только глинистой составляющей. Чистые мела содержат до 98 % CaCO_3 .

Четвертая фациальная зона (II БА, II АБ, II А) развита на крайнем юге (рис. 1) и сложена комплексом пород мощностью от 40 до 60 м. Здесь в основании турона залегают зеленовато-серые, слюдястые, глинисто-алевритистые мергели (литотип II БА) мощностью 8–12 м. Текстуры ихнитовые с реликтами первично-седиментационной слоистости. Структурные особенности пород меняются в зависимости от положения в разрезе. В основании преобладают мергели микрозернистые алевритовые, в верхней части – фораминиферо-микрозернистые. Карбонатный материал представлен, в основном, остатками кокколитофорид и тонкостенным детритом раковин фораминифер, составляющим до 5–15 % от объема породы.

Количество терригенной примеси достигает 15–20 %, и она сложена угловато-окатанными зернами кварца, глауконита, чешуйками гидрослюды, микроконкрециями фосфорита. Глинистые минералы представлены гидрослюдой и монтмориллонитом. Присутствуют также кристаллики цеолита (клиноптилолита), содержание которого может достигать до 30 % нерастворимого остатка.

Площадь развития рассмотренных мергелей совпадает с отсутствием в этой части региона альбсеноманских песчаных отложений, а подстилающими для туронских являются алевритово-глинистые юрские и меньшей степени – карбонатные каменноугольные образования. Этим объясняется отсутствие в подошвенной части туронских пород песчаного мела, столь характерного для остальной части рассматриваемой территории, где в основании туронского разреза залегают сеноманские пески.

Вверх по разрезу глинисто-алевритовые мергели сменяются мелоподобными мергелями с прослоями глинистых мелов (зона II АБ). В мелоподобных мергелях содержание нерастворимого остатка составляет 10–15 %. Он состоит из глинистой примеси монтмориллонит-гидрослюдистого состава, зерен кварца мелкоалевритовой размерности и микрокристаллов клиноптилолита. В глинистых мелах нерастворимый остаток представлен исключительно глинистым веществом монтмориллонит-гидрослюдистого состава. Мощности рассматриваемых пород варьируют от 15 до 40 м и возрастают по направлению с запада на восток.

В верхней части туронского разреза залегает толща белого писчего мела (II А), который характе-

ризуется высокой карбонатностью (до 98 % CaCO_3), слабой цементацией, белизной, пористостью до 40 % и грубой дисперсностью. Текстуры мела ихнитовые, структуры фораминиферо-микрозернистые и микрозернисто-фораминиферовые. В породе практически всегда имеется тонкораковинный детрит, отдельные фрагменты призматического слоя иноцерамов. Нерастворимый остаток практически всегда представлен глинистым веществом.

Пятая и шестая зоны являются переходными между песчаными и чистыми мелами. В **пятой зоне** (II Б, II А) в раннем туроне накапливались песчаные мела, а в позднем туроне снос терригенного материала резко ослабел и начали накапливаться относительно чистые мела. Однако это происходило в мелководной среде и условиях ослабленной волновой деятельности, о чем свидетельствует наличие мелкого детрита раковин.

В **шестой зоне** (II Б, II АБ, II А), занимающей очень небольшую площадь овальной формы, в раннетуронское время происходил вынос песчаного материала с северо-востока, и продолжались накапливаться песчаные мела. Но в позднетуронское время море углубилось, и, очевидно, в связи с образованием конседиментационной впадины осадконакопление переместилось ниже иловой линии. Этим объясняется появление в разрезе мергелей (рис. 1), а затем и чистых мелов. Следовательно, в позднетуронское время происходил сброс поступающего из источников сноса терригенного глинистого материала в углубленные части морского бассейна.

В **седьмой зоне** (II Б), характеризующейся терригенно-карбонатным осадконакоплением в условиях среднего гидродинамического режима, мел светло-серый плотный, иногда плитчатый, песчанистый, содержит многочисленные обломки призматического слоя иноцерамов и детрит тонкостенных раковин, беспорядочно ориентированных. Обилие мелких органических остатков и включения терригенного материала обуславливают характерные структуры мела – от средне- и мелкозернистых до детрито-микрозернистых.

Распределение песчаного материала крайне неравномерное, его содержание уменьшается (от 30 %) снизу вверх по разрезу. По минеральному составу песчаная примесь глауконитокварцевая с примесью фосфатного и кремнистого материала, беспорядочно рассеянного по всей толще. Из минералов тяжелой фракции присутствуют редкие зерна циркона, рутила, турмалина, единичные – дистена, эпидота, ставролита. Имеющаяся в не-

больших количествах глинистая примесь, по данным дифрактометрического анализа, представлена гидрослюдой и монтмориллонитом.

Песчаный материал в рассматриваемую зону поставлялся из источников сноса, расположенных в районе Доно-Донецкого поднятия, а также мог заимствоваться за счет размыва альб-сеноманских песков, на которых трансгрессивно залегают туронские образования. При этом сеноманские отложения могли быть размыты вплоть до альбских.

В песчаном мелу карбонатная составляющая представлена преимущественно пелитоморфным кальцитом. При больших увеличениях под электронным микроскопом видно, что он состоит из скелетов кокколитофорид, фораминифер, обломками пеллеципод, брахиопод, иглокожих. Детрит остатков известковистой фауны нередко окатан, что свидетельствует о формировании осадков рассматриваемой фациальной зоны в условиях волновой деятельности.

Рассматриваемая зона с северо-востока в виде выступа вдается в зону распространения чистого мела и представляет собой область аутигенного карбонатакопления, куда поставлялся терригенный песчаный материал, образующий конус выноса. Осадконакопление происходило в мелководном нормально соленом бассейне с глубинами не более 50 м со средней гидродинамической активностью водной среды и с обильными планктонными и донными биоценозами.

Таким образом, туронское время характеризуется преимущественно мелководно-морским осадконакоплением, главным образом карбонатным, в разной степени разбавленным терригенным. Его количество зависит от положения береговой линии, мест поступления песчано-глинистого материала из речных сетей, глубин бассейна. Предполагается, что они были небольшими, до 100 м, с увеличением при формировании чистых мелов фораминиферо-кокколитонового состава.

Фациальные обстановки коньякского века

Контакт между породами коньякского и туронского ярусов постепенный и определяется по смене комплексов фораминифер. При определении границы между ярусами нами использовались данные из съёмочных отчетов и работы [3]. Верхняя граница четко отбивается по подошве «глубководного» горизонта или прослою слабожелезненного мела конгломеративного облика на юго-востоке Белгородской области. Коньякские отложения развиты на всей исследованной территории. На днев-

ную поверхность они выходят вдоль северной границы своего распространения и в бортах крупных речных долин. На юге исследуемой площади рассматриваемые образования погребены под более молодыми мезокайнозойскими отложениями.

В отличие от туронских отложений коньякские отличаются значительной фациальной изменчивостью как в латеральном, так и в вертикальном направлениях. На фациальной карте выделяется ряд зон, имеющих чрезвычайно сложную конфигурацию (рис. 3), обусловленную неровностями рельефа морского дна и расположением источников сноса. При этом одинаковые фациальные зоны располагаются в разных частях изученной территории, там, где в коньякский век создавались сходные условия накопления осадков.

В *первой* из них, занимающей около 40 % изученной территории и вытянутой с юго-запада на северо-восток, развиты чистые мела (зона I А). Мощности отложений возрастают с севера на юг от 12 до 60 м. Это белые породы с мелкокусковатой и щебенчатой отдельностью, шероховатой поверхностью, беспорядочно ориентированными биотурбированными ихнитовыми текстурами, органогенно-микрочернистыми структурами. Основная масса породы представлена остатками кокколитофорид с небольшой примесью раковин фораминифер, изредка обломков призматического слоя иноцерамов, остатков иглокожих, члеников криноидей. Характерно отсутствие алевритовой примеси, и высокая чистота мела, где нерастворимый остаток, представленный глинистой примесью, составляет не более 2 %.

Формирование пород первой зоны происходило в наиболее глубоководной для данной территории части морского бассейна. Чистота мела свидетельствует об удаленности береговой линии и относительно спокойном осаждении планктонного материала, пропускании его через кишечник илоедов и образовании ихнитовых текстур. Глинистая примесь представлена гидрослюдой и монтмориллонитом с незначительным содержанием клиноптилолита и гидроокислов железа.

Первую зону окаймляет ряд других фациальных зон. Северо-восточней первой зоны в верхней части разреза появляется глинистый мел, что свидетельствует о привносе глинистого материала с континента во второй половине коньякского века. Поэтому здесь выделена *вторая фациальная зона* (I А, II А), которая является переходной между относительно глубоководной и мелководной частями морского бассейна.

С юго-запада примыкает *третья зона*, где в разрезе верхней части коньякского яруса появляются

мелоподобные, а затем и глинистые мергели (зона I А, II АБ). Это свидетельствует о появлении на западе источника сноса, поставившего глинистый материал, и усилении его влияния к концу второй половины коньякского времени.

Сходные условия осадконакопления были и северной первой зоны, но в верхней половине разреза здесь, на западе, развиты мелоподобные мергели (западная подзона), а на востоке глинистые мела и в самом верху – также мелоподобные мергели (восточная подзона). Эти разновидности визуально мало отличаются от чистых мелов и характеризуются пониженными содержаниями CaCO_3 (80–90 %), большей плотностью, раковистым изломом и так же, как у чистого мела, ихнитовыми текстурами. Появление терригенной примеси свидетельствует о заметном влиянии на состав осадков источников сноса, расположенных как севернее, так и южнее исследуемой территории.

С востока к первой зоне примыкает аналог рассматриваемой зоны (I А, II АБ), где чистые мела нижней части разреза сменяются глинистыми мелами и мелоподобными мергелями верхней его части. Особенностью этой зоны является её формирование во впадине рельефа, о чем свидетельствует заметно повышенная здесь мощность коньякских образований.

На юго-востоке расположена *четвертая фациальная зона* (I А, II АБ, II А). Здесь нижнюю половину разреза слагает чистый мел, сформировавшийся в относительно глубоководной обстановке, выше залегает пачка мелоподобных мергелей общей мощностью до 10 м, а затем снова чистый мел. Мергели имеют полураковистый излом, светло-серый с голубоватым оттенком до белого цвет, пятнисто-ихнитовую текстуру (рис. 4).

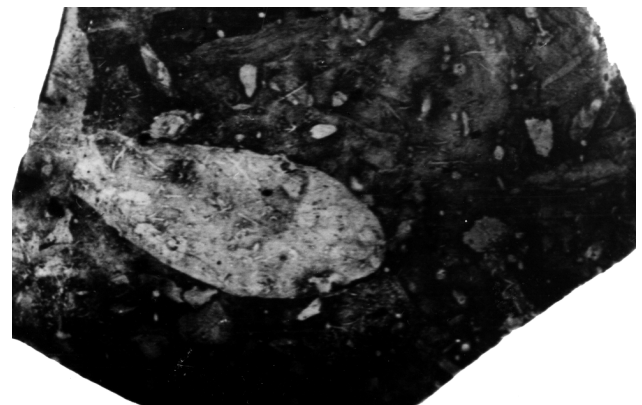


Рис. 4. Ихнитовая текстура коньякского мелоподобного мергеля, проявленная масляным методом

С запада с первой зоной контактирует **пятая зона** (II Б, II АБ), развитая в районах Обояни и Суджи на небольшой площади. Здесь разрез представлен двумя резко различающимися толщами – внизу меловой, вверху мергельной. Нижняя представлена грубым песчаным мелом (12–15 м), верхняя – серым крепким алевритистым кремнеземистым мергелем примерно такой же мощности. В составе последнего преобладает слагающий кокколитофориды тонкозернистый кальцит в смеси с тонкорассеянным изотропным опалом и глинистой составляющей. Органические остатки представлены редкими раковинами фораминифер, спикулами губок и скелетами радиолярий. Кремневые остатки нередко выщелочены и заполнены кристобалитом и клиноптилолитом. Содержание цеолитов иногда достигает 40 % от количества пелитовой части клиноптилолит-гидрослюдисто-монтмориллонитового состава.

На северо-западе рассматриваемой территории находится **шестая зона** (II АБ, II БА), представленная внизу мелоподобными, а вверху – алевритовыми кремнеземистыми мергелями. Мощности пород в этой зоне возрастают с севера на юг от 20 до 60 м. Для мелоподобных мергелей характерна ихнитовая текстура.

Мелоподобный мергель состоит из однородного микрозернистого кальцита и органических остатков – преимущественно раковин фораминифер, призмочек иноцерамов. Имеется также примесь тонкорассеянного глинистого вещества (10–15 %), редкие зерна алевритовой размерности кварца, глауконита, чешуйки гидрослюды. По данным рентгеновского анализа, глинистая фракция представлена гидрослюдой и монтмориллонитом. Присутствует незначительное количество клиноптилолита.

На северо-востоке, близ границы размыва коньякских отложений, на небольшой площади отмечается **седьмая зона** (зона II АБ), в которой развиты мелоподобные мергели небольшой мощности. Возможно, здесь верхняя часть разреза была уничтожена предсантонским размывом, проявленным на большей части рассматриваемой территории.

На севере рассматриваемой территории узкой дугообразной полосой протягивается **восьмая зона** (II БА) развития кремнеземистых мергелей. Их мощность изменяется от 10 до 30 м и контролируется глубиной предсантонского размыва. Мергели имеют серый с зеленоватым оттенком цвет, повышенную плотность, раковистый излом, шероховатую поверхность, разную степень алевритистости и мелкоихнитовую текстуру.

Основными породообразующими компонентами мергелей являются пелитоморфный кальцит и изотропный опал, образующие однородную массу. В виде примеси присутствуют тонкорассеянное глинистое вещество, угловато-окатанные зерна кварца (1–5 %), редкие зерна глауконита и мелкие чешуйки мусковита. По данным дифрактометрии, глинистая примесь представлена гидрослюдисто-монтмориллонитовой ассоциацией с примесью клиноптилолита.

Появление в разрезах силицитов (кремнистых пород) связано с активизацией тектонических движений во второй половине коньякского века и проникновении холодных течений из Московской синеклизы, приносивших с собой растворенный кремнезем и алевритистый материал [2]. Совместное осаждение теплолюбивой кокколитовой флоры из верхних слоев воды и кремнистой холодноводной органики из придонных течений привело к формированию глинисто-кремнисто-алевритовых карбонатных илов, преобразованных в процессах диагенеза в силицитсодержащие мергели. Характерно появление прослоев трепелов и опок в верхних частях разрезов.

Оценивая в целом осадконакопление в коньякское время, следует отметить, что в его первой половине морской бассейн туронского века сохранился, во второй половине начал мелеть и регрессировать, что привело к появлению в разрезах терригенной составляющей на большей части рассматриваемой территории.

Фациальные обстановки сантонского века

Отложения сантонского яруса с размывом залегают на коньякских и содержат наибольший среди верхнемеловых образований литологический спектр пород – мела, в том числе и глинистый, мелоподобные, глинистые и кремнеземистые мергели, известковистые глины, трепел, опоки. Это обусловлено разнообразием фациальных обстановок в сантонском бассейне. Нижняя граница сантона прослеживается по подошве слабопесчанистого желтовато-серого конгломеративного облика мела, содержащего многочисленные фосфатизированные обломки органики. На юге территории граница проводится только по смене комплекса фораминифер. На дневную поверхность сантонские отложения выходят в пределах северной части Курской области. Полная мощность образований сантонского яруса увеличивается в южном и юго-западном направлениях и составляет в районе Курска и Льгова от 30–40, у Ст. Оскола – 50 м, а южнее Белгорода – 150–160 м.

Первая наиболее глубоководная фациальная зона (рис. 5.) в сантонский век располагалась на юго-востоке рассматриваемой территории и представлена писчими мелами (литотип I А), в верхней части нередко глинистыми (II АБ). Мела белого и светло-серого цвета, острооскольчатые, с полураковистым изломом, имеют пятнисто-ихнитовые, ихнитово-жильные и мраморовидные текстуры, органогенно-микрозернистые, детрито- и фораминиферо-микрозернистые структуры. Основной наполнитель мела – остатки кокколитофорид (до 85–87 %), фораминиферы и тонкий детрит составляют 5–7 %, микрозернистый кальцит – до 10 %. Глинистый осадок не превышает 3–5 % и представлен каолинит-гидрослюдисто-монтмориллонитовой ассоциацией с незначительной примесью целолитов. Содержание CaCO_3 в чистых разностях мела достигает 98 %.

Глинистые мела в верхних частях разрезов этой зоны образуют прослои мощностью до 2–3 м, имеют светло-серый цвет, ихнитовую текстуру, микрозернистую структуру. Глинистая примесь в них достигает 8–9 % и представлена той же минеральной ассоциацией, что и в мелах. Иногда глинистые мела переходят в мелоподобные мергели.

Формирование осадков в первой зоне происходило в наиболее удаленных частях сантонского бассейна за счет осаждения нанопланктона, вдали от береговой линии, о чем свидетельствует практическое отсутствие или малое количество терригенной примеси. Глубины осадконакопления значительно превышали 200 м. Эта часть морского бассейна тяготела к центральной части Украинской синеклизы, существовавшей здесь в меловое время.

Во **второй зоне**, с востока и северо-востока окаймляющей первую, в нижних частях разрезов развиты белые писчие мела (литотип II А), а в верхних – мелоподобные мергели (литотип II АБ). При этом на юге зоны соотношение мел: мелоподобный мергель в разрезах составляет 3:1, на севере – 1:1. Поэтому здесь выделены две подзоны по количественному сочетанию литотипов – южная и северная.

Мела, плотные, с шероховатым изломом, с редкими обломками остатков фауны пелеципод. Изучение мела под микроскопом показало, что он имеет детрито-микрозернистую структуру и состоит из пелитоморфного кальцита с примесью детрито-органогенного материала. Глинистая примесь представлена гидрослюдой и монтмориллонитом примерно в равных количествах. Мелоподобные мергели сложены микрозернистым кальцитом с примесью глинистого вещества (около 12 %). Иногда

присутствует тонкораспыленный изотропный опал, образуя однородную кремнисто-глинисто-карбонатную массу, на фоне которой беспорядочно разбросаны мелкие раковины фораминифер, алевритовой размерности зерна кварца, чешуйки мусковита, светло-зеленые зерна глауконита.

С северо-запада первую зону окаймляет **третья зона**. Она представлена трехчленным разрезом – мелоподобными (литотип II АБ), алевритовыми (литотип II БА), кремнеземисто-алевритовыми и глинистыми (литотип II АБ) мергелями. Последний является собой «подгорненский» тип – мергель-натурал.

Эти мергели хорошо выделяются в разрезах. Их отличают зеленовато-серый цвет за счет постоянного присутствия глауконита (3–6 %), плитчатая и мелкощелебчатая отдельность. Они плотные, с раковистым или остроугольным изломом, разнообразной ихнитовой текстурой. Глинистые разности во влажном состоянии мягкие, жирные на ощупь, тяжелые, слюдистые. Основная породообразующая масса сложена микрозернистым кальцитом (65–73 %) в смеси с глинисто-опаловым материалом. В пелитовой составляющей преобладает монтмориллонит.

Соотношение мощностей основных литотипов в разрезах зоны изменяется не только по направлению к береговой линии, но и зависит от рельефа дна сантонского моря. От впадин в сторону поднятий мелоподобные мергели сменяются глинистыми, а затем алевритистыми. В целом, формирование глинисто-кремнеземистых мергелей происходило в средней части шельфа мелководно-морского бассейна (глубины 100–150 м) при интенсивной садке нанопланктона с карбонатным и кремнистым скелетом. Привнос терригенного материала был умеренным.

На крайнем северо-западе рассматриваемой зоны выделяется её подзона, в которой резко возрастает мощность кремнеземистых мергелей, составляющих до 50 % от общей мощности разреза. Это можно объяснить увеличением привноса терригенного материала с северо-запада.

Четвертая зона располагается северо-восточней третьей, внизу её разрезы сложены мелом (литотип II А), на котором залегает мелоподобный мергель (II АБ), сменяющийся кремнеземистым мергелем (II БА), а затем снова мелоподобным (II АБ). Формирование осадков этой зоны происходило в конседиментационной впадине, о чем свидетельствует повышенная мощность пород.

В начале второй половины сантона произошло некоторое обмеление этой впадины, сопровождавшееся формированием алевритистых кремнеземис-

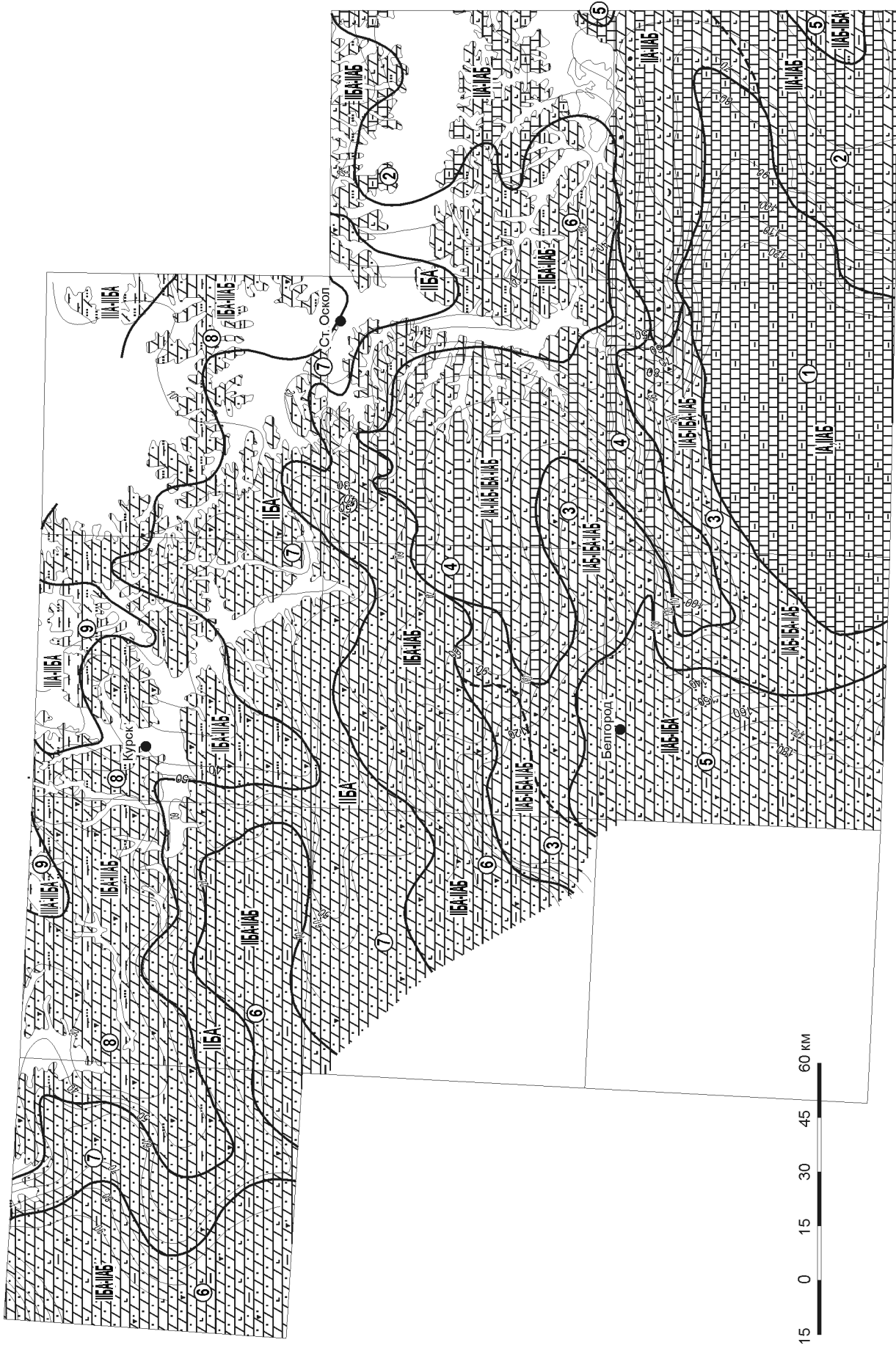


Рис. 5. Фациальная карта юго-западной части Воронежской антеклизы. Сантонское время. Условные обозначения см. на рис. 1

тых мергелей. К концу сантона привнос терригенного материала ослабел, и начали вновь накапливаться глинисто-карбонатные осадки с последующим образованием мелоподобных мергелей при литогенезе. Источник сноса терригенного материала находился к северо-востоку от рассматриваемой территории, поскольку в этом направлении увеличивается количество алевритово-глинистой примеси.

С юго-запада к третьей зоне примыкает **пятая зона**, разрезы которой в примерно равных соотношениях внизу сложены мелоподобными мергелями (литотип II АБ), вверху – кремнеземистыми алевритовыми мергелями (литотип II БА). При этом в кровле светло-серых мелоподобных мергелей появляются прослои и целые пачки кремнеземистых мергелей зеленовато-серого цвета, количество которых увеличивается, и они полностью замещают мелоподобные разности.

Шестая зона (II БА, II АБ) протягивается в широтном направлении северней третьей и четвертой зон полосой шириной около 25 км и выклинивается на востоке изученной территории. Кроме того, она продолжается на северо-западе в виде залива, врезанного в зону развития алевритистых кремнеземистых мергелей.

В разрезе пород в пределах зоны преобладают кремнеземистые алевритовые мергели, лишь в самой верхней части сменяющиеся мелоподобными разностями. Кремнеземистые алевритовые мергели имеют зеленовато-серую окраску различных оттенков, плотные, с раковистым и остроугольным изломом, в различной степени алевритистые, слюдистые, с включениями зерен глауконита. В основании эти мергели содержат прослои мелоподобных разностей.

В отдельных прослоях мергелей фиксируется существенная примесь органического опала – остатки радиолярий и спикулы кремневых губок составляют не менее 10 % породы. Результаты рентгеновских анализов подчеркивают преимущественно гидрослюдисто-монтмориллонитовую с примесью клиноптилолита ассоциацию глинистой фракции кремнеземистых мергелей. Их химический состав характеризуется пониженным содержанием CaCO_3 – до 45–55 % при общем увеличении количества кремнезема до 35–45 %.

Такой разрез пород рассмотренной зоны свидетельствует о формировании пород в условиях заметного привноса терригенного материала в течение большей части сантонского времени. Только к концу века транспортировка глинисто-алеваитового материала резко ослабла, и начали накапливаться мелоподобные мергели.

Седьмая зона расположена северней и северо-восточней шестой в виде полосы шириной около 30 км и представлена алевритистыми кремнеземистыми мергелями (литотип II БА), в основании содержащими маломощные прослои мелоподобных мергелей. Алевритистые кремнеземистые мергели имеют светло-зеленовато-серый цвет, слюдистые, содержат глауконитокварцевую алевритовую и тонкопесчаную примесь.

Для пород обычны четко выраженные ихнитовые текстуры, обусловленные следами жизнедеятельности различных илороев и илоедов. Мергель состоит из однородной смеси микрозернистого кальцита, изотропного опала (15–30 %), тонкорасеянного глинистого вещества (5–8 %). Терригенная примесь достигает 25–30 % от объема породы и представлена угловатыми и угловато-окатанными зернами кварца, равномерно распределенными удлинненными (до 0,6 мм) чешуйками гидрослюды, аутигенная – округлыми и почковидными зернами буровато-зеленого глауконита. Органические остатки состоят из раковин фораминифер, спикул кремневых губок и опаловых пятен на месте бывших раковин радиолярий.

Формирование пород рассматриваемой зоны происходило в мелководно-морских условиях на глубинах от 50 до 100 м. В составе осадков доминировали остатки нанопланктона с карбонатным и опаловым скелетами. Значительную роль играла терригенная глинисто-песчаная примесь.

В **восьмой зоне** (II БА, III АБ) развиты преимущественно кремнеземистые и в самой верхней части глинистые мергели. Кремнеземистые мергели прочные, крепкие, шероховатые на ощупь, имеют серый с зеленоватым оттенком цвет, раковистый или остроугольный изломы, плитчатую мелкощелебчатую отдельность, ихнитовую текстуру. Глинистые разности во влажном состоянии мягкие, жирные на ощупь, тяжелые, слюдистые.

Основная породообразующая масса мергелей сложена пелитоморфным кальцитом (65–73 %) в смеси с глинисто-опаловым материалом. В кремнеземистых разностях содержание опала на 5–10 % выше, чем в глинистых разностях, занимающих по отношению к первым резко подчиненное положение. В пелитовой составляющей преобладает монтмориллонит с примесью гидрослюды и цеолита (клиноптилолит). Общее количество обломочного материала в кремнеземистых мергелях составляет от 10 до 35 %. Преобладает кварц в угловато-окатанных и угловатых зернах алевритовой размерности.

Глинистые мергели белые с сероватым оттенком, плотные, имеют полураковистый излом, содержат ходы илоедов. При воздействии соляной кислотой на их поверхности образуется сероватая или коричневатая глинистая пленка. Основная масса породы сложена пелитоморфным кальцитом с редкими раковинками фораминифер, тонкорассеянным глинистым веществом в количестве 10–18 %. Кроме того, присутствует тонкорассеянный изотропный опал, слабо окатанные зерна кварца алевритовой размерности, лейсты гидратированной слюды, округлые бледно-зеленые зерна глауконита. Иногда отмечаются скопления пирита, образующие псевдоморфозы по органике.

К северу от условной линии Севск – Рылск – Льгов – Щигры в верхней части кремнеземистых мергелей появляются трепела (рис. 6.), в том числе и алевритистые, дисперсные опоковидные, изредка известковые, трепеловидные глины, иногда песчанистые опоки, алевролиты. Обычно эти породы плотные, окрашены в зеленовато-серый, белесо-желтоватый, зеленоватый цвета.

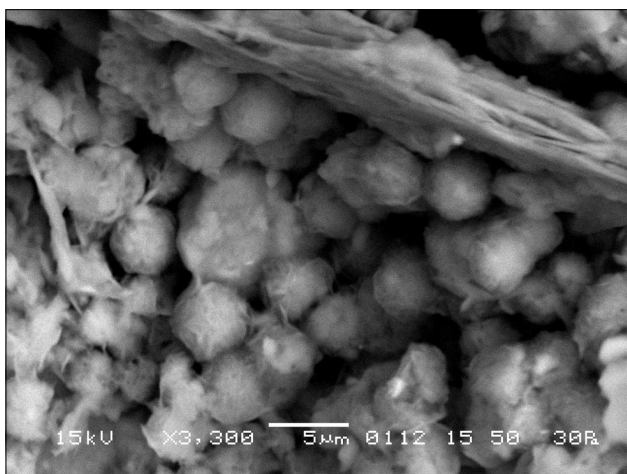


Рис. 6. Электронно-микроскопический снимок сантонского трепела

Такой полифациальный комплекс сантонских образований в северной части рассматриваемой территории мог сформироваться в непосредственной близости от береговой линии, на участках, примыкающих к подводным частям дельт, в условиях крайне нестабильного, постоянно изменяющегося гидродинамического режима прибрежных вод. Частая миграция положения береговой линии обусловила периодическое поступление разновеликих порций терригенного материала с размываемой суши. Нестабильностью гидродинамического режима объясняются быстрые, на протяжении нескольких километров, фациальные замещения пород. В пониженных участ-

ках подводного рельефа формировались кремнисто-глинистые осадки, на повышенных и в прибрежных зонах – алевритово-кремнеземистые.

В *девятой зоне* (III А, III БА) увеличивается количество кремнистых пород, и они начинают играть заметную роль в разрезах. Это трепела, в разной степени песчанистые, глины, опоки. Последние представляют собой серовато-желтую, легкую, крепкую, звенящую при ударе молотка породу, с плоскораквинным изломом и режущими краями. Опоки состоят из аморфного и мелкоглобулярного опала, содержат примесь глинистого вещества, остатки спикул кремневых губок и плохо сохранившихся радиолярий, чешуйки гидрослюды, зерна кварца алевритовой размерности.

Алевролиты, встречающиеся в разрезах, нередко в верхней части сменяются трепелами и опоками мощностью до 5–6 м. В разрезах часто отмечаются глинистые разности, прослойки опоковидных глин в кровле, а также глауконитовых песков и алевритов, тяготеющих к северо-восточной части района. Следует отметить, что ряд авторов кремнистые породы верхних частей разрезов считают своеобразной корой выветривания по мергелям меняющегося состава в зависимости от количества терригенной примеси [4, 5].

Таким образом, сантонский век характеризуется чрезвычайным разнообразием фациальных обстановок – от морских глубоководных до прибрежно-морских, наличием нескольких источников сноса – на северо-востоке, северо-западе и юге. Все это обусловило формирование широкого спектра осадочных пород – карбонатных, кремнистых, алевритовых, глинистых и их смешанных разностей. Поэтому с сантонскими отложениями по сравнению с другими верхнемеловыми образованиями связаны наиболее разнообразные типы осадочных полезных ископаемых.

Фациальные обстановки кампанского века

Отложения кампанского яруса распространены южнее условной линии Севск – Старый Оскол – Острогожск и отсутствуют на северо-востоке рассматриваемой территории. Значительная часть кампанских пород на большей части своего развития эродирована, особенно по долинам рек и вблизи границ выклинивания. Мощность отложений изменяется от первых метров в районах севернее Обояни до 90–100 м на юге Белгородской области.

Кампанские отложения почти повсеместно согласны залегают на породах сантона, с которыми связаны постепенными переходами. Граница между этими

стратиграфическими подразделениями в Белгородской области проводится условно по изменению фауны фораминифер. Севернее породы кампана и сантона отличаются по литологическим особенностям.

Кампанские образования почти повсеместно перекрываются литологически отличными породами палеогенового и четвертичного возраста, и только на юге и юго-западе они погребены под однотипными отложениями маастрихтского яруса. Здесь граница между кампаном и маастрихтом проводится по смене комплексов фораминифер.

Характерной особенностью кампанских отложений является их смена с юго-запада на северо-восток от чистых мелов и мелоподобных мергелей до алевроитов и песков. При этом выделяется ряд фациальных зон (рис. 7), резко различающихся между собой по набору пород в разрезах.

Наиболее чистые мела, за исключением подошвенных частей разрезов, наблюдаются на западе рассматриваемой территории в пределах *первой фациальной зоны* (I А, II АБ). Так, в районе Рыльская скважиной 2555 вскрыта толща белого писчего мела мощностью 63 м, очень тонкого, мягкого на ощупь, однородного, маркого, с редкими обломками тонкостенных раковин и ростров белемнитов. Мел имеет характерную сингенетичную ихнитовую (рис. 8а) и диагенетическую жильчатую (рис. 8б) текстуры. Вторая свидетельствует о высокой карбонатности и значительной дисперсности породы. В основании толщи отмечается прослой тонкопесчанистого мела (до 6 м) светло-серого цвета, участками слабо оже-лезненного, с включениями мелких желтовато-серых известковисто-фосфоритовых конкреций, с обломками ростров белемнитов (литотип II АБ). На северо-западе зоны в основании разреза залегают глинистые мела мощностью в первые метры.

В составе мела доминируют кокколитофориды и их фрагменты (до 90–95 % от объема породы). Обломки раковин фораминифер, мелкие тонкостенные створки устриц и другой тонкий трудноопределимый детрит вместе составляют до 2–3 %, нерастворимый остаток – до 1,5–2 %. В составе последнего отмечаются тонкие зерна кварца и глинистая составляющая, по данным дифрактометрического анализа, представленная гидрослюдисто-монтмориллонитовой ассоциацией с небольшой примесью каолинита. Содержание CaCO_3 в отдельных разновидностях кампанского мела может достигать 99,3 %

Формирование чистых мелов происходило в удаленных от берега частях морских акваторий на глубинах свыше 400 м за счет выпадения в осадок нанопланктона, представленного преимущественно

но кокколитофоридами. О значительных глубинах осаждения осадка свидетельствует присутствие в нем глубоководных фораминифер – глоботрунканид [2]. Привнос терригенного материала практически отсутствовал. Залегающий в основании разрезов запесоченный и глинистый мела отражают начало кампанской трансгрессии.

Во второй зоне, расположенной на юге, в основании разреза залегают глинистый мел (литотип II АБ), который сменяется чистым кокколитовым мелом (I А), подобным описанному для первой зоны, и перекрытым мелоподобным мергелем (II АБ). Аналог этой зоны имеется также на юго-востоке территории. Здесь выделяется две подзоны – южная и северная. В южной подзоне разрез сходен с расположенным на юге территории, тогда как в разрезе северной подзоны увеличивается объем мелоподобных мергелей при соответствующем уменьшении мощности чистого мела, а глинистый мел отсутствует.

Мелоподобные мергели светло-серые до белых, плотные, с полураковистым и фаянсовидным изломом, ихнитовой текстуры в связи с наличием ходов илоедов, слабо слюдистый, иногда содержит включения мелких известково-фосфатных желвачков. Нередко среди мелоподобных мергелей имеются прослой глинистых мелов, кремнеземистых мергелей, конкреции кремня, желвачки и зерна фосфоритов.

Тонкодисперсная часть нерастворимого остатка представлена преимущественно монтмориллонитом и гидрослюдой с незначительной примесью клиноптилолита, опала и кристобалита. На электронномикроскопических снимках монтмориллонит выделяется по хлопьевидным образованиям с нерезкими размывтыми очертаниями, гидрослюда присутствует в полупрозрачных неправильной формы частицах с резкими ограничениями.

Третья зона (II АБ, I А), расположенная на юге, занимает значительную площадь и протягивается с юга на северо-восток почти до границ размыва кампанских отложений. Она представлена преимущественно чистым белым писчим мелом, во многом аналогичным описанному в первой и второй фациальных зонах. Его отличают высокие чистота (доходящее до 99 % содержание CaCO_3), дисперсность и хорошие технологические свойства, обусловленные этими параметрами. Мощности мела колеблются от 40 до 60 м. В северо-восточной части зоны кампанские породы в значительной степени размывты вплоть до исчезновения из разрезов, что сказывается на распространении и уменьшении мощностей рассматриваемых отложений.

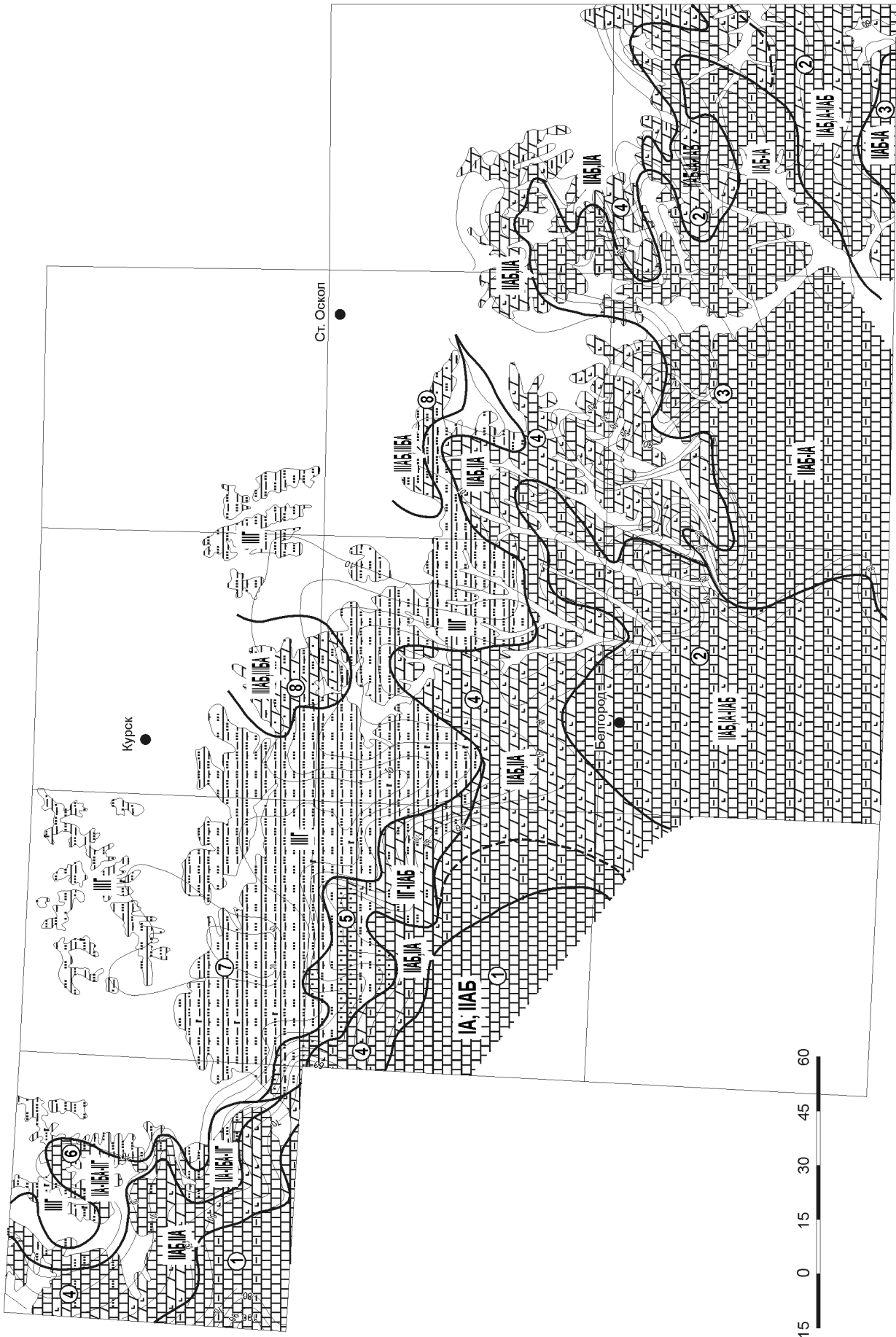


Рис. 7. Фациальная карта юго-западной части Воронежской антеклизы. Кампанское время. Условные обозначения см. на рис. 1

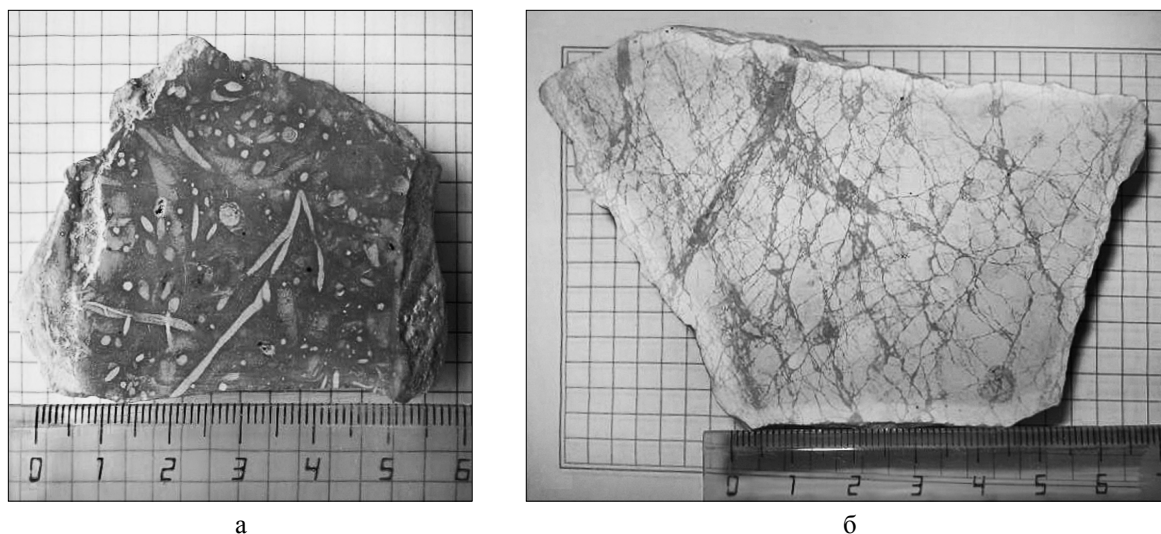


Рис. 8. Текстуры кампанских мелов, проявленные масляным методом: а – ихнитовая; б – жильчатая

Четвертая фациальная зона (II АБ, II А) занимает наибольшую площадь, с севера окаймляя зоны глубоководных отложений, и протягивается по всей исследованной территории с северо-запада на юго-восток в виде полосы шириной от 25 до 50 км, выклиниваясь восточнее Нового Оскола. В двух местах в центральной части эта полоса резко расширяется до 100 км. Зона сложена внизу мелоподобными мергелями, реже – глинистыми мелами, вверху – чистыми мелами.

Однако по площади соотношение литотипов может меняться. Так, на западе внизу залегают глинистый мел и мелоподобный мергель, вверху – чистый мел (порядка 50 % разреза). Восточнее западной рамки листа М-37 основная часть разрезов сложена мелоподобными мергелями и только самая верхняя часть – довольно чистыми кокколитовыми мелами. Поэтому на фациальной карте выделены небольшая по площади западная и более обширная восточная подзоны. Кроме того, в самой крайней части восточной подзоны (на контакте со второй и третьей зонами) разрезы сложены глинистыми (в нижней части) и мелоподобными (в верхней) мергелями.

Породы рассматриваемой зоны формировались в удаленных от берега мелководно-морских условиях, ниже иловой линии. Гидродинамические режимы были преимущественно слабыми и спокойными, о чём свидетельствует субгоризонтальная микрослоистость мелоподобных мергелей, а привнос глинистого материала – ослабленным (глинистые мела, мелоподобные мергели). Осадконакопление было обусловлено садкой известковистого наннопланктона – преимущественно кокколитофорид.

На северо-западе рассматриваемой территории расположены примыкающие к четвертой **пятой** (II Г и II АБ) и **шестой** (II А, II БА и II Г) зоны, переходные от мелководно-морской к прибрежно-морской обстановкам. Разрезы пятой зоны внизу представлены алевритами с тонкими прослоями запесоченных глин, вверху – мелами, в разной степени запесоченными, и алевритистыми мергелями. В шестой зоне, наоборот, нижняя часть разрезов сложена мелами, верхняя – алевритами. Такая последовательность нахождения литотипов обусловлена формированием осадков пятой зоны на подводном поднятии, а шестой – в подводной впадине рельефа.

Кампанские мела пятой и шестой зон заметно отличаются от ранее охарактеризованных. Они белые, плотные, запесоченные и алевритистые с грубошероховатой поверхностью, содержат прослои алевролитов, в шестой зоне относительно чистые, включают обломки раковин пелеципод и фораминифер.

Алевритистые кремнеземистые мергели пятой зоны опокovidные, светло-серого с зеленоватым оттенком цвета, содержат твердые окремнелые ходы илоедов и остатки толстостенных раковин птерий, рostrы белемнителл. Встречаются железистые отпечатки губок, тонкие раковинки пелеципод. В подошве мергель сильно алевритистый, плотный, имеет включения шероховатых фосфоритовых конкреций диаметром до 2 см и фосфатизированных губок. Основная масса мергелей сложена микрозернистым кальцитом, глинистая примесь представлена монтмориллонитом и гидрослюдой, обломочная – преимущественно зернами кварца алевритовой размерности.

В северной части рассматриваемой территории располагается прибрежно-морская **седьмая зона** (III Г), занимающая около 15 % площади распространения кампана. Её разрезы сложены алевроитами. Их мощности изменяются от первых метров у границ выклинивания до 50 м у южной границы зоны. Эти алевроиты иногда переходят в алевролиты в результате цементации зерен глинисто-кремнисто-карбонатным веществом. Для алевроитов характерна микрополосчатая и неясная косая текстуры, нередко уничтоженные илоедами. Их ходы выполнены более светлым, чем основная масса, веществом и нередко сцементированы глинисто-кремнистым образованием.

Литотип III Г представлен алевроитом с прослоями алевроитистых глин и глинисто-известковых алевролитов, формировавшихся в условиях переменного гидродинамического режима. Алевроиты глауконитокварцевые, серые, зеленовато-серые, светло-зеленовато-серые, в сухом состоянии пепельно-серые, неравномерно-глинистые, пылеватые, в нижней части разреза известковистые, слюдястые. Прослоями алевроиты сцементированы кремнисто-глинисто-карбонатным материалом до алевролитов. Глины имеют светло-серую до темно-серой окраску. Они обычно сильно слюдястые и карбонатные, содержат глауконит и пирит, развитый по растительным остаткам.

Промежутки между зёрнами заполнены кремнисто-глинисто-карбонатным цементом, причем содержание CaCO_3 возрастает к подошве разрезов. Органические остатки представлены редкими обломками раковин фораминифер и спикулами губок. Глинистая примесь состоит из монтмориллонита и гидрослюды. В ней присутствуют цеолиты, опал и кристобалит. Количество цеолитов увеличивается в верхней части алевроитовой толщи.

Тяжелая фракция алевроитов, содержание которой может достигать 7 %, в прозрачной своей части характеризуется устойчивой гранат-дистенрутил-цирконовой ассоциацией. Непрозрачная часть тяжелой фракции состоит из ильменита, лейкоксена, оксидов железа. С такими мелководными алевроитовыми отложениями нижнего кампана связаны тяготеющие к конседиментационным поднятиям фосфатотонные россыпи тяжелых минералов на юго-западе Брянской области [7].

В пределах площади развития седьмой зоны, к северу от г. Обояни и юго-западнее г. Старый Оскол, прослеживается локально развитая **восьмая зона** (III АБ, III БА) изометричной формы размером 20×30 км. В ней кампан представлен

толщей кремнеземистых мергелей (до 80 % мощности разреза) и опоковидных алевролитов и глин, алевроитистых трепелов, нацело слагающих верхние части разрезов.

Фациальный анализ отложений кампанского яруса показывает смену глубоководных обстановок на мелководно-, а затем и прибрежно-морские в направлении с запада и юго-запада на восток и северо-восток. Это выражается в изменении состава отложений в этих направлениях: мела сменяются глинистыми разностями и мергелями, а затем и терригенными породами. На осадконакопление влияли такие факторы, как подводный рельеф, привнос терригенного материала, близость береговой линии, гидродинамический режим, что привело к появлению различных литотипов пород кампанского возраста.

Фациальные обстановки маастрихтского века

В пределах изученной территории маастрихтские отложения распространены южнее линии Суджа – Белгород – Валуйки, обнажаются в долинах рек и оврагах, вскрыты многочисленными скважинами и представлены мергельно-меловыми породами. Маастрихтские образования согласно залегают на кампанских и очень близки к ним по составу, поэтому литологическую границу между ними провести невозможно. Она устанавливается только биостратиграфическими методами. На маастрихтских отложениях с размывом залегают палеогеновые, неогеновые и четвертичные породы. Мощности рассматриваемых образований возрастают с севера на юг от 10 м у г. Белгорода до 100 м у южных границ Белгородской области.

В разрезе маастрихта преобладает тонкодисперсный белый песчаный мел, состоящий из остатков кокколитофорид с незначительной примесью глинистого вещества, раковин фораминифер, редких зерен кварца, глауконита, призмочек цеолитов, биогенного кремнезема. Содержание CaCO_3 очень высокое и может достигать 99 %. Глинистая примесь тяготеет к основанию маастрихта, там же встречаются зерна фосфоритов и чешуи рыб. В меловой толще отмечаются прослои белых, иногда пепельно-серых мелоподобных мергелей мощностью до 5 м.

Высокая чистота мела, состоящего из нанопланктона, практическое отсутствие в нем примесей свидетельствует об образовании маастрихтских осадков на значительной глубине и удаленности от береговой линии. Выделяется только одна фациальная область – относительно глубоководного

моря со спокойным гидродинамическим режимом. Поэтому фациальная карта маастрихтского века на данную территорию не составлялась.

Таким образом, фациальный анализ отложенный позднемеловой эпохи изученной территории показывает наличие на ней позднемелового мелководно-морского бассейна, контуры которого неоднократно менялись. Трансгрессии шли из Днепровско-Донецкой впадины (Украинской синеклизы в меловое время). Наиболее глубоководные зоны этого бассейна располагались на юге, по направлению на северо-восток они сменялись сначала мелководными, а затем прибрежно-морскими обстановками. Такой план расположения фациальных обстановок сказался на составе верхнемеловых образований.

Они представлены обширным комплексом пород – от карбонатных до терригенных и кремнистых. Это обусловлено сочетанием таких факторов, как развитие органической жизни, положение береговой линии и интенсивность поступления терригенного материала, рельеф дна и гидродинамические режимы в позднемеловые века. Основным источником сноса была суша на северо-востоке за пределами изученной территории, дополнительными – отдельные островные участки на западе и юго-востоке, вблизи которых появляется примесь терригенного материала.

Породообразующие остатки представлены фоссилиями с карбонатным скелетом (кокколитофориды, фораминиферы), в меньшей степени, с кремневым (радиолярии, диатомеи). В терригенной составляющей верхнемеловых осадков преобладает кварцевая алевритовой размерности, в меньшей мере – кварцевая песчаная и глинистая. Последняя сложена монтмориллонитом и гидрослюдой и входит в состав мергелей и слабо развитого глинистого мела. Аутигенными являются глауконит и цеолиты.

Рельеф морского дна во многом определял соотношение литотипов и мощности отложений, даже в пределах одной фациальной обстановки. При количественных изменениях одинаковых пород выделялись подзоны в пределах одной зоны. При этом рельеф морского дна в течение позднемелового времени менялся, как и положение береговой линии. Особенно значительная перестройка рельефа дна, как, впрочем, и суши, произошла на рубеже туронского и сантонского веков, когда резко усилился привнос терригенного материала.

Несмотря на смену контуров позднемелового бассейна и фациальных обстановок в нем, в целом

сохранялся единый план осадконакопления. Согласно ему в наиболее глубоководных зонах формировались преимущественно мела, в мелководно-морских – мергельно-меловые породы, а в прибрежно-морских – кремнисто-карбонатные и терригенные образования.

Установление фациальных обстановок позволяет создать прогнозную основу для поисков различных полезных ископаемых. Наиболее важным из них является мел и особенно его чистые разновидности кампанского и маастрихтского возрастов, состоящие преимущественно из остатков кокколитофорид и используемые во многих производствах (парфюмерия, наполнители для пластмасс, мелование бумаги и т. д.). Основная масса производств, для которых добывается мел, относится к промышленности стройматериалов (цемент, известь, силикатный кирпич и т. д.). Важное значение имеет мел для известкования почв, особенно содержащий примесь фосфатов. Ценным сырьем для цементной промышленности являются мергели-натуралы.

В сантонских образованиях имеются кремнистые породы, используемые для получения трепельного гравия. Нередко с кремнистыми породами ассоциируют цеолиты и прослои бентонитовых глин. Первые из них можно использовать в качестве молекулярных сит и катализаторов, вторые – сорбентов и для производства буровых порошков, в литейном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурыкин В. Н.* Литология и полезные ископаемые верхнемеловых отложений юго-востока Воронежской антеклизы / В. Н. Бурыкин, А. Д. Савко. – Воронеж : Б.и., 2003. – 98 с. : – (Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 16).
2. *Бушинский Г. И.* Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины / Г. И. Бушинский. – М., 1954. – 307 с. – (Тр. ИГН АН СССР. – Вып. 156).
3. Геология. Гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии / [под ред. Утехина Д. Н. и др.]. – М., 1972. – Т. 1. – Кн. 2. – 360 с.
4. Геология кремнистых метасоматитов карбонатных пород верхнего мела КМА / В. П. Семенов, Б. В. Асоченский, В. Н. Селезнев и др. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1980. – 84 с.
5. *Дмитриев Д. А.* Сантонские отложения правобережья среднего течения реки Дон / Д. А. Дмитриев, А. Д. Савко, А. В. Жабин. – Воронеж : Б.и.,

2004. – 103 с. – (Труды Научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 21).

6. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, С. В. Мануковский, А. И. Мизин и др. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2001. – 201 [1] с. – (Труды научно-иссле-

довательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 3).

7. Титан-циркониевые россыпи Центрально-Черноземного района / А. Д. Савко, В. И. Бяляев, Н. Н. Иконников, Д. А. Иванов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 148 с.

Воронежский государственный университет

А. Д. Савко, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой исторической геологии и палеонтологии, заслуженный геолог России

Тел. 8 (4732) 208-634

E-mail: savko@geol.vsu.ru

Voronezh State University

A. D. Savko, Doctor of Geology Mineralogical Science, Professor, Celebrated Geologist of Russia, Head of Historical Geology and Paleontology Chair

Tel. 8 (4732) 208-634

E-mail: savko@geol.vsu.ru

Е. О. Иванова, аспирант кафедры исторической геологии и палеонтологии

Тел. 8 (4732) 208-260

E-mail: ivanova258@yandex.ru

Е. О. Ivanova, post-graduate student of Historical Geology and Paleontology Chair

Tel. 8 (4732) 208-260

E-mail: ivanova258@yandex.ru