

**А.Б. Трапезникова**

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

## ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕФАМЕНСКО-ТУРНЕЙСКОЙ ТОЛЩИ БЕЛЬСКО- АКТЮБИНСКОЙ ДЕПРЕССИИ И СМЕЖНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-УРАЛЬСКОЙ ЗОНЫ СКЛАДЧАТОСТИ

Представлены результаты структурно-генетической типизации карбонатных отложений верхнефаменско-турнейской толщи в пределах исследуемой территории. Выделены 5 литогенетических типов отражающих отличные обстановки осадконакопления и обладающие различными первично-осадочными структурами. Установлена, взаимосвязь формирования зернистых разностей с условиями повышенной гидродинамики вод, отвечающих относительно приподнятым участкам сублиторали бассейна. Предложена седиментационная модель формирования верхнефаменско-турнейской толщи для центральной части Бельско-Актюбинской депрессии и смежной части западно-уральской зоны складчатости.

*Ключевые слова:* верхнефаменско-турнейская толща, карбонатные отложения, Данхем, литогенетический тип, Бельско-Актюбинская депрессия

**DOI: 10.17072/chirvinsky.2022.257**

**Введение.** Бельско-Актюбинская депрессия (БАД) является одной из самых крупных региональных структур Предуралья прогиба (рис.1). К карбонатным отложениям палеозойского чехла БАД и смежной части западно-уральской зоны складчатости (ЗУЗ) приурочено большое количество залежей углеводородов, в том числе и в рассматриваемой верхнефаменско-турнейской карбонатной толще (ФТТ) в составе верхнедевонско-турнейского нефтегазового комплекса.

В фаменско-турнейское время восток Русской платформы представлял собой шельфовую область пассивной окраины континента перед Уральским палеоокеаном. Карбонатные отложения ФТТ, формировались в мелководных и относительно глубоководных условиях сублиторали. В литологическом плане отложения толщи представлены органогенно-детритовыми, оолитовыми, сгустковыми, доломитизированными известняками с прослоями мергелей и доломитов.

Палеофациальное развитие региона в фаменско-турнейское время освещено обширным количеством исследований, но в основном в пределах платформенной части: Башкирского и Южно-Татарского сводов.

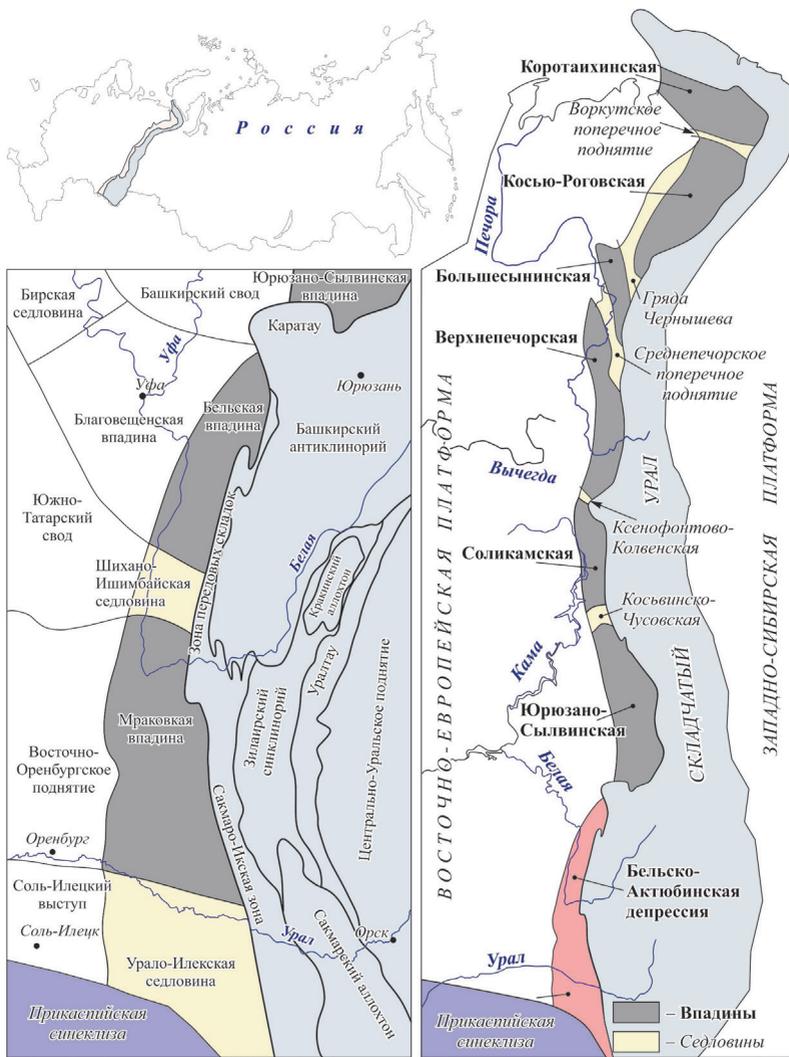


Рис. 1. Схема регионального расположения Бельско-Актюбинской депрессии в структуре Предуральского краевого прогиба

Детальное изучение ФТ в пределах центральной части БАД и смежной части ЗУЗС позволит уточнить седиментационную модель региона, которая является основой для проведения региональных поисково-разведочных работ зон развития потенциально перспективных пород-коллекторов.

Целью исследования является структурно-генетическая типизация

карбонатных пород верхнефаменско-турнейской толщи в пределах исследуемой территории, уточнение седиментационных обстановок и установление ведущих факторов определивших первичные литолого-структурные особенности отложений.

**Материалы и методы исследования.** Материалами для исследования послужили макроскопические образцы и шлифы пород ФТТ. В качестве дополнительных источников информации проанализированы опубликованные и фондовые материалы, содержащие подробные литологические описания и палеонтологические данные.

**Структурно-генетическая типизация отложений.** Послойное макроскопическое описание исследуемых отложений, дополненное и уточненное микроскопическими исследованиями, позволило выделить в разрезе верхнефаменско-турнейской толщи 5 литогенетических типов пород (рис.2). Под литогенетическим типом понимается «комплекс отложений, образовавшихся в определенной физико-географической обстановке

Первичные признаки	Генотип	Фото шлифа		Вторичные процессы
<ul style="list-style-type: none"> <li>- мадстоуны, вакстоуны</li> <li>- микритовая масса - 90%</li> <li>- биокласт - до 10%</li> <li>- полидетритовый</li> </ul>	I			<ul style="list-style-type: none"> <li>Stl: 3</li> <li>Fr/Cv: 3</li> <li>Si: 1</li> <li>SO: 0</li> <li>Rec: 2</li> <li>Oil: 3</li> <li>Pr: 3</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- вакстоуны, флаутстоуны</li> <li>- микритовая масса - до 85%</li> <li>- биокласт - более 10%</li> <li>- полидетритовый</li> <li>- терригенная примесь - до 3%</li> </ul>	II			<ul style="list-style-type: none"> <li>Stl: 2</li> <li>Fr/Cv: 2</li> <li>Si: 1</li> <li>SO: 0</li> <li>Rec: 2</li> <li>Oil: 3</li> <li>Pr: 2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- пакстоуны</li> <li>- микритовая масса - до 70%</li> <li>- биокласт - до 30%</li> <li>- моно-, полидетритовый</li> </ul>	III			<ul style="list-style-type: none"> <li>Stl: 2</li> <li>Fr/Cv: 2</li> <li>Si: 2</li> <li>SO: 1</li> <li>Rec: 2</li> <li>Oil: 2</li> <li>Pr: 2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- пакстоуны, грейнстоуны</li> <li>- микритовая масса - 40%</li> <li>- биокласт - 60%</li> <li>- полидетритовый</li> <li>- терригенная примесь - до 6%</li> </ul>	IV			<ul style="list-style-type: none"> <li>Stl: 1</li> <li>Fr/Cv: 2</li> <li>Si: 2</li> <li>SO: 1</li> <li>Rec: 2</li> <li>Oil: 2</li> <li>Pr: 1</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- грейнстоуны, рудстоуны</li> <li>- микритовая масса - менее 20%</li> <li>- биокласт - более 80%</li> <li>- полидетритовый</li> <li>- терригенная примесь - до 10%</li> </ul>	V			<ul style="list-style-type: none"> <li>Stl: 1</li> <li>Fr/Cv: 3</li> <li>Si: 1</li> <li>SO: 2</li> <li>Rec: 3</li> <li>Oil: 3</li> <li>Pr: 0</li> </ul>

■ Oil - битуминозность; ■ Rec - перекристаллизация; ■ SO<sub>2</sub> - сульфатизация; ■ Si - окремнение;  
 ■ Fr/Cv - трещины и каверны; ■ Stl - стилолитизация; ■ Pr - пиритизация  
 Степень развития признака: 0 - нулевая, 1 - слабая, 2 - умеренная, 3 - сильная

Рис. 2 Литогенетическая типизация карбонатных отложений ФТТ на основе модифицированной структурно-литологической классификации Данхема [3,4]

и преимущественно под действием одного ведущего агента» [1]. Основой для выделения генотипов послужила модифицированная классификация Р.Данхема по первично-осадочным структурам [3,4]

**Литогенетический тип** представлен слоистыми *мадстоунами* и *вакстоунами*. В породах отмечаются редкие единичные обломки раковин фораминифер и остракод, обрывки одноклеточных водорослей и трудноопределимый детрит размерностью от 0.03 до 0.8 мм. Местами наблюдается развитие окремнения по органическим остаткам.

Цемент базального типа представлен микритовой массой, местами перекристаллизованной. По цементу отмечается неравномерное распределение глинистого вещества.

Встречаются безформенные примазки органического вещества, по которым развивается пиритизация в виде зерен и агрегатов (до 0.05 мм). Пустотное пространство представлено фрагментарными порами (0.01 - 0.3 мм) и редкими трещинами.

**II литогенетический тип** представлен полидетритовыми, неравномерно перекристаллизованными *вакстоунами* и *флаутстоунами*. Породы содержат мелкий и имеющий резко подчиненное значение средне-крупный биокластический материал (от 0.05 до 2.6 мм). Органические остатки представлены главным образом фораминиферами, остракодами, водорослями *Nodosinella* и трудноопределимым детритом, реже встречаются фрагменты члеников криноидей и обломки брахиопод. Местами развивается окремнение по органическим формам.

Цемент базального типа. В породах отмечается пиритизация в виде зерен и агрегатов неправильной формы (до 0.015 мм) и доломитизация (3-5%), представленная зернами ромбоздической формы размером до 0.15 мм.

В шлифах наблюдается терригенная примесь алевритовой размерности (до 3%). Пустотное пространство представлено изолированными порами, кавернами и редкими трещинами (0.025-0.3 мм). Внутриформенные пустоты заполнены перекристаллизованным кальцитом.

**III литогенетический тип** представлен органогенно-обломочными *пакстоунами*. *Пакстоуны* сложены органическими остатками (от 0.07 до 1.6-4.5 мм) фораминифер, остракод, брахиопод, фрагментами мшанок, редкими скелетными формами кораллов, остатками пузырчатой ткани рогов, спикулами губок, обрывками и члениками криноидей. Также в породах встречаются единичные обрывки водорослей и трудноопределимый детрит. По раковинам органических остатков развивается пиритизация и окремнение. Пиритизация в виде зерен и агрегатов округлой, неправильной формы размером до 0.05 мм (3%).

Цемент контактово-порового типа, порового, реже базального типов, сложен разнозернистым кальцитом. Зачастую однонаправленные биокласты обуславливают слоистую микротекстуру пород.

В породах отмечаются ветвистые, пересекающиеся, иногда субпараллельные прожилки (шириной 0.03-0.83 мм), выполненные кальцитом. Пустотное пространство представлено отдельными порами, кавернами и внутриформенной пористостью образованной в результате выщелачивания органических остатков.

**IV литогенетический тип** представлен *пакстоунами* и *грейнстоунами*. Породы данного типа имеют органогенно-обломочную структуру, реже встречаются комковато-органогенно-обломочные разновидности. Главными поставщиками детрита являются плеченогие, криноидеи, фораминиферы (0.03 до 1.6). Органические остатки незначительно кремнены.

Сгустки и комочки (до 10%) сложены микрозернистым кальцитом (менее 0.01 м) округлой, удлиненной формы размером 0.05-0.7 мм.

Сгустковые и комковатые формы частично образованы микритизированным детритом. Форменные элементы сцементированы разнозернистым (от 0.01 до 0.08 мм) кальцитом базального, контактово-порового, реже порового типов.

Нередко наблюдаются микростилолитовые швы к которым приурочены области пиритизации. Терригенная примесь алевритовой и песчаной размерности (до 6%). Пустотное пространство пород представлено в виде пор и каверн неправильной, удлиненной формы размером 0.07-2.3 мм. Отмечаются редкие пересекающиеся, ветвистые трещины шириной 0.05-0.1 мм заполненные вторичным кальцитом.

**V литогенетический тип** представлен биокластово-пелоидными, -оолитовыми *грейнстоунами* и *рудстоунами*. Породы сложены разноразмерными (от 0.3 до 1.5 мм) пелоидами (сгустками) и оолитами микроразмерного кальцита округлой и удлиненной формы, реже крупным детритом брахиопод, фрагментами спикул губок и обрывками водорослей. Органические остатки характеризуются различной степенью сохранности. Пелоиды, вероятно, образованы в результате дезинтеграции биокластического материала различными микроорганизмами.

Цемент (до 10%) представлен разнокристаллическим микрит-спаритом порового, контактово-порового, крустификационного, реже базального типов. По всем породам наблюдается неравномерное распределение тонкодисперсного глинистого вещества.

Для отложений характерны пылевидные рассеянные по породе углестые частицы. Терригенная примесь (10%) представлена зернами песчаной

размерности округлой, иногда неправильной, удлинённой формы, края зерен неровные, разъедаются кальцитом. Встречаются кристаллы кальцита 0.15-0.5 мм вытянутой формы. Местами вторичный кальцит заполняет образовавшиеся пустоты в породе. Также отмечаются кристаллы и агрегаты ангидрита, изометричной формы и редкие кристаллы доломита.

В породах данного генотипа наблюдаются системы разнонаправленных прожилков, многие из которых ориентированы субпараллельно. Прожилки ветвистые, пересекающиеся, заполненные вторичным кальцитом, шириной 0,01-1 мм. По кальцитовым прожилкам наблюдаются многочисленные прерывистые примазки органического вещества. Пустотное пространство в породах представлено межформенными пустотами неправильной формы размером до 0.5 мм

**Седиментационная модель.** На основе проведенного структурно-генетического анализа каменного материала, шлифов и обобщения региональных палеогеографических условий развития исследуемой территории, предложена седиментационная модель ФТТ (рис.3). В качестве основы седиментационной модели принят профиль фациальных поясов карбонатной платформы по Дж.Уилсону [2].

Формирование отложений ФТТ происходило в трех палеофациальных поясах шельфовой зоны: относительно глубоководной сублиторали, переходной зоны и мелководной сублиторали с иловыми впадинами отмелями.

Относительно глубоководная (погруженная) сублитораль (А) представлена I литогенетическим типом. Данная зона характеризуется пониженной гидродинамикой, о которой свидетельствует тонкая седиментационная слоистость и редкие включения органических остатков. Зернистые осадки [4] в данной зоне практически не накапливались. Процесс седиментации отложений напрямую зависел от механической аккумуляции и дифференциации карбонатного материала, источником которого служили шельфовые осадки выше расположенных зон.

Зона относительно погруженной сублиторали плавно сменяется переходной зоной мелководной сублиторали (В) с относительно активной гидродинамикой нормальной волновой деятельности. Отложения переходной зоны представлены литогенетическими типами II, III, IV с преобладанием биокластических разновидностей. Для данных пород характерно наличие крупных обломков и цельных форм организмов, обитающих в зонах развития локальных, одиночных биогермов и редкое включение агрегатных (сгустки, пелоиды) форм. Основным процессом формирования этих отложений является первичное развитие биогермных форм с их последующим разрушением и формированием детрита, его механической

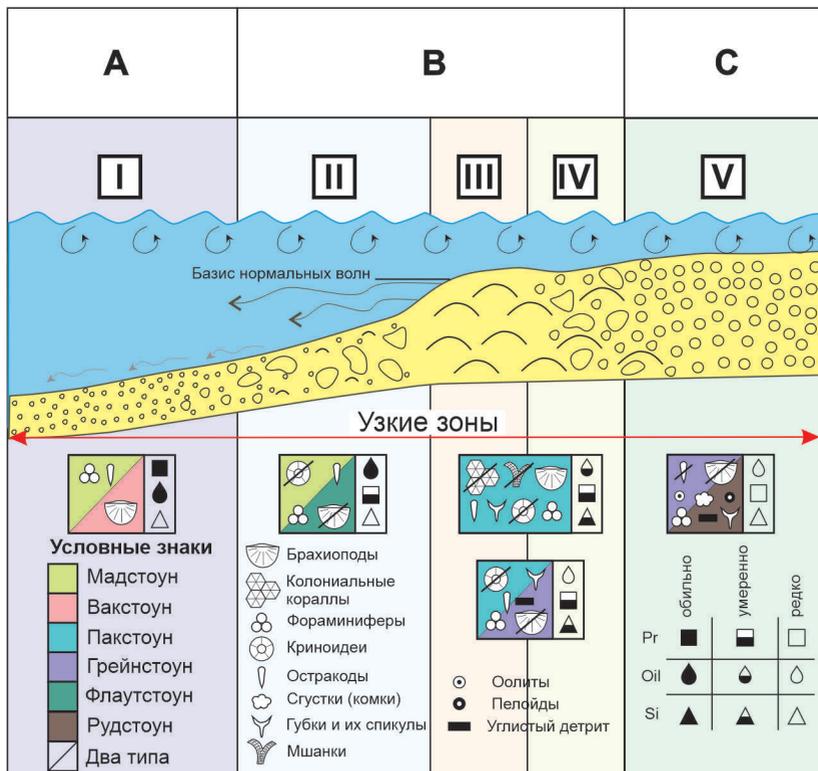


Рис. 3. Концептуальная седиментационная модель карбонатакопления в верхне-фаменско-турнейское время на основе модели седиментации Уилсона [2]

дифференциации (более тонкая фракция уносилась в пониженные, низкодинамические зоны сублиторали) и гравитационным осаждением вблизи развития органогенных построек в условиях ослабленного действия придонных вод.

В области верхней мелководной сублиторали (С) происходила седиментация отложений V литогенетического типа. Основным фактором, регулирующим как агрегатную, так и биогенно-детритовую аккумуляцию и рассеивание карбонатов, является активная гидродинамика вод в пределах мелководной зоны. С одной стороны, перемешивание вод приводит к созданию благоприятных условий для жизнедеятельности бентосных организмов, с другой к сортировке и ориентированности биогенных частиц. Основными структурными компонентами отложений являются сгустки, пелоиды, оолиты и полидетрит. Благодаря активному гидродинамическому воздействию, карбонатный детрит подвергался непрерывному

окачиванию и грануляции, преобразуясь в комочки и сгустки тонкозернистого кальцита. Агрегатные формы, также, вероятно, являются продуктами дезинтеграции биокластического материала различными микроорганизмами. Данный литогенетический тип характеризуется значительным привнесом терригенного и углистого материала с суши.

**Выводы.** На основании структурно-генетического анализа в отложениях верхнефаменско-турнейской толщи выделены 5 литогенетических типов, отражающих особенности их седиментационных обстановок.

Установлена взаимосвязь накопления биокластических (зернистых) карбонатных осадков в зонах повышенной гидродинамической активности бассейновых вод верхних областей сублиторали и на повышенных участках палеорельефа. Предложена модель седиментации карбонатных отложений в верхнефаменско-турнейское время для исследуемой территории. Предложенная модель отражает общую регрессивную направленность седиментации с окончанием в раннефаменское время позднефранского трансгрессивного этапа.

#### *Библиографический список*

1. Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях. М.: Высшая школа, 1971. 368с.
2. Уилсон. Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории. М.: Недра, 1980. 464 с.
3. Embry A.F., Klovan J.E. A late devonian reef tract on northeastern Banks Island Northwest Territories // Bull. Can. Petrol. Geol. 1971. Vol. 19, № 4. P. 730–78
4. Dunham, R.J. Classification of Carbonate Rocks according to Depositional Texture // American Association of Petroleum Geologists, 1962. V.1 P.108-121.

## LITHOGENETIC TYPES OF CARBONATE DEPOSITS UPPER FAMENNIAN-TOURNAISIAN STRATA OF THE BELSKO- AKTOBE DEPRESSION AND THE ADJACENT PART OF THE WEST URAL FOLDING ZONE

**A.B. Trapeznikova**

*a.b.trapeznikova@gmail.com*

The results of structural-genetic typification of carbonate deposits of the Upper Famennian-Tournaisian sequence within the study area are presented. Five lithogenetic types reflecting different conditions of sedimentation and having different primary sedimentary structures are distinguished. The correlation between the formation of granular varieties and the conditions of elevated hydrodynamics of waters corresponding to relatively elevated sublittoral areas of the basin has been established. A sedimentation model of the formation of the Upper Famennian-Tournaisian for the central part of the Belsko-Aktobe depression and the adjacent part of the West Ural folding zone has been proposed.

*Keywords: Upper Famennian-Tournaisian sequence, carbonate sediments, Dunham, lithogenetic type, Belsko-Aktobe depression*