

УДК 552.578.061.4:551.734(470.56)

Шибина Т.Д., Гмид Л.П., Танинская Н.В., Никитин Ю.И.

ЛИТОЛОГИЯ И ПРОГНОЗ КОЛЛЕКТОРОВ В КОЛГАНСКОЙ ТОЛЩЕ ВАХИТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЧКАССКОЙ ПЛОЩАДИ ЮГА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

На основе литолого-петрографических и петрофизических исследований пород колганской толщи в пределах Кичкасской площади Колгано-Борисовского прогиба (юг Оренбургской области) выделены и оконтурены песчаные тела в карбонатных отложениях верхнего девона.

Построены фациальные карты и карта зоны развития прогнозных пород-коллекторов, намечены перспективные участки на поиски углеводородов на малоизученных площадях.

Ключевые слова: *девон, известняки, песчаники, коллекторские свойства, фации, клиноформы, прогноз литологических ловушек.*

В настоящее время в отложениях девона обрамления Прикаспийской впадины открыты значительные по запасам нефти месторождения: Росташинское, Гаршинское, Зайкинское. Это позволяет говорить о высокой перспективности девонских отложений внешней прибортовой зоны Прикаспийской впадины.

Одним из объектов поисков в девонских отложениях является колганская толща, развитая на юге Оренбургской области. В тектоническом отношении территория приурочена к Колгано-Борисовской впадине, расположенной между Бузулукской впадиной, Восточно-Оренбургским и Соль-Илецким выступами (рис. 1). В пределах Колгано-Борисовского прогиба открыто тринадцать месторождений: Благодаровское, Вахитовское, Восточно-Ольшанское, Дачно-Репинское, Донецко-Сыртовское, Кариновское, Капитоновское, Китаямское, Ольшанское, Радоевское, Южно-Радоевское и др. Почти 83 % составляет добыча нефти в девонских отложениях: колганская толща, нижнефранская толща, кыновский и пашийский горизонты верхнего девона и афонинский, бийско - афонинский горизонты среднего девона. Самый высокий процент продуктивных отложений (~ 34 %) приходится на терригенную колганскую толщу позднефранско-раннефаменского возраста.

Литолого-фациальные исследования с целью разработки моделей осадконакопления и установления закономерностей размещения коллекторов проводились в колганской толще по 11 скважинам Кичкасской площади (Вахитовское месторождение). В работе использовались все имеющиеся данные по литологии, петрографии, геохимии, комплексу каротажа и сейсморазведки изучаемых отложений. В основе исследований лежит методика литогенетического моделирования (Белонин и др., 2003), разработанная во ВНИГРИ.



Рис. 1. Тектоническая схема юго-востока Русской плиты (российская часть)

Границы структур: 1 - надпорядковые (антеклизы, синеклизы); 2 - первого порядка (своды, впадины); 3 - второго порядка (выступы, прогибы); 4 - краевой шов Восточно-Европейской платформы; 5 - поднятия; 6 - депрессии; 7 - административные границы субъектов Российской Федерации; 8 - субъекты Российской Федерации; 9 - республика Казахстан; 10 - исследуемая территория

Структурно-тектонические элементы: Складчатые сооружения Урала (З-У Западно-Уральский тектонический шов); Предуральский краевой прогиб; Волго-Уральская антеклиза (Бузулукская впадина: 1 - Восточно-Оренбургский выступ, 2 - Соль-Илецкий выступ, 3 - Юго-Восточная часть Камско-Кинельской зоны прогибов); Татарский свод; Мелекесская впадина; Токмовский свод; Жигулевско-Пугачевское сводовое поднятие (4 - Жигулевская вершина, 5 - Пугачевская вершина); Прикаспийская синеклиза (Северо-Прикаспийская зона дислокаций, 6 - Карачаганакско-Кобландинская тектоническая ступень).

Колганская толща вскрыта повсеместно на территории Кичкасской площади, она делится на четыре литологические пачки: нижнюю карбонатную (Dk_1), глинистую ($Dk_{2гл}$), верхнюю карбонатную (Dk_2) и песчаную (Dk_3).

Нижняя карбонатная пачка (Dk_1) представлена известняками с прослоями мергелей и имеет мощность от 7 до 19 м. Глинистая пачка ($Dk_{2гл}$) сложена аргиллитами с редкими тонкими прослоями известняков, доломитов и мергелей, мощностью от 37 до 70 м. Верхняя карбонатная пачка (Dk_2) в восточной части площади представлена известняками с прослоями

доломитов, мергелей и аргиллитов, мощностью от 7,5 до 37,7 м. В центральной части площади в толще известняков отмечается песчаная линза, мощностью 5 - 8 м. Песчаная пачка (Dk₃) характеризуется наиболее изменчивой мощностью от 59 до 129,4 м. В песчаной пачке (Dk₃) в скв. 260 получен приток нефти дебитом 611 м³/сут.

При литолого-петрографическом исследовании отложений колганской толщи Кичкасской площади проведено макро- и микроскопическое описание образцов керн с подсчетом в них параметров пористости и трещиноватости (плотности трещин, трещинной проницаемости) по методу ВНИГРИ (1989). Использовались данные лаборатории физики пласта по определению открытой пористости, газопроницаемости, выполненные сотрудниками ТНК-ВР Воробьевой И.П., Макаровой Е.А., Чупоршневой Л.М. и Комисаренко А.

Изучение петрографических и петрофизических свойств пород показало, что колганская толща даже в пределах одной Кичкасской площади достаточно неоднородна, имеет карбонатный, терригенный и смешанный терригенно-карбонатный состав пород.

Преимущественно карбонатные породы развиты в северной, южной и восточной частях (скв. 251, 252, 253, 255), а преимущественно терригенные в центральной и восточной частях (скв. 254, 256, 257, 258, 259, 260) площади.

Карбонатные породы колганской толщи образовались в условиях мелководно-морского шельфа с биогермными постройками и относительно глубоководного шельфа (Танинская и др., 1995). Характеристика карбонатного разреза приводится по результатам изучения керн и петрографических шлифов в скв. 251, 252, 253 и 255.

Пачка Dk₁ шлифами охарактеризована в скважинах 251 и 252. Представлена тонкозернистыми известняками, в которых присутствуют редкие обломки створок остракод, единичные обломки тентакулитов и трудно определимых органических остатков, в целом составляющих 3 – 5 %. Развиты открытые трещины, плотность которых от 15 до 40 ¹/м, трещинная проницаемость от 1,2 до 3,5 мд.

Пачка Dk₂гл. наиболее полно изучена в скважине 251, в скважине 253 охарактеризована только нижняя часть пачки. Нижняя часть пачки Dk₂гл. сложена известняками тонко-мелкозернистыми, глинистыми, слабо мелкоалевритистыми (5 – 7%). Органические остатки практически не встречаются за исключением единичных обломков окатанной, перекристаллизованной и уже неопределимой фауны. В скважине 253 в известняках встречаются редкие стяжения пирита. В межзерновых порах отмечается тонкодисперсное ОВ коричневого цвета, по трещинам наблюдаются примазки легкого

желтого битума. Выше известняков залегают аргиллиты известковистые, мелкоалевритистые, обогащенные темно-коричневым ОВ сапропелевого типа (скв. 253) и песчаники мелкозернистые, кварцевые с кальцитовым цементом базального типа с редкими створками остракод (скв. 251). В аргиллитах развиты трещины плотностью до $40^1/\text{м}$, трещинная проницаемость в них достигает – 3,5 мд. Пористость по шлифу 1,5 – 2 %. Поры вторичные, выщелачивания.

В верхней части пачки Dk_2 гл. развиты известняки органогенно-детритовые, алевритистые (10 – 15 %). Основная масса породы представлена неокатанными обломками органических остатков, редкими целыми формами и водорослями. Среди органических остатков встречаются обломки гастропод, брахиопод, криноидей, иглокожих, остракод, редкие харофиты и мутовчатые водоросли. В известняках развиты стилолиты и открытые трещины. Стилолиты выполнены глинистым веществом, пигментированным коричневым битумом. Плотность стилолитов $47^1/\text{м}$. Плотность открытых трещин – $40^1/\text{м}$, проницаемость – 3,4 мд. Пористость по шлифам составляет 3 – 5 %. Поры вторичные, выщелачивания, располагаются вдоль открытых трещин и в породе (матрице).

Пачка Dk_2 в скважине 253 сложена известняками органогенно-детритовыми и водорослевыми в нижней части разреза и перекрывающими их строматолитовыми известняками (фото 1) в верхней части разреза.



Фото 1. Известняк строматолитовый

Скв. Кичкасская 253. Обр. 5; инт. 3285-3290; 0,4 нк; ув. 2,5х6,3; николи П.

Известняки органогенно-детритовые – массивные, с примесью алевритового материала. Основная масса в них представлена неокатанными обломками раковин гастропод, остракод и их створками. Присутствуют редкие тентакулиты (крылоногие моллюски),

хиолиты, обломки иглокожих. Отмечаются единичные синезеленые водоросли – харофиты, нодозинеллы. По раковинкам гастропод развивается пирит до 5%. Залегающие выше строматолитовые известняки желваковой и почковидной формы. Текстура желваковых строматолитов – слоистая.

Пачка Dk₃ охарактеризована шлифами в нижней, средней и верхней частях разреза (скв. 255, 251, 252). В нижней части разреза породы представлены преимущественно песчаниками мелкозернистыми кварцевыми с кальцитовым цементом. Среди песчаников наблюдаются прослои доломитов средне и крупнозернистых, аргиллитов и известняков органогенно-детритовых (фото 2, 3). Известняки на 65 – 70% состоят из неокатанных обломков и редких целых форм брахиопод, остракод, гастропод, амфипор, хиолитов, тентакулитов, иглокожих. Отмечаются редкие фораминиферы, единичные сферы, иглы ежей, трубчатые водоросли (нодозинеллы).

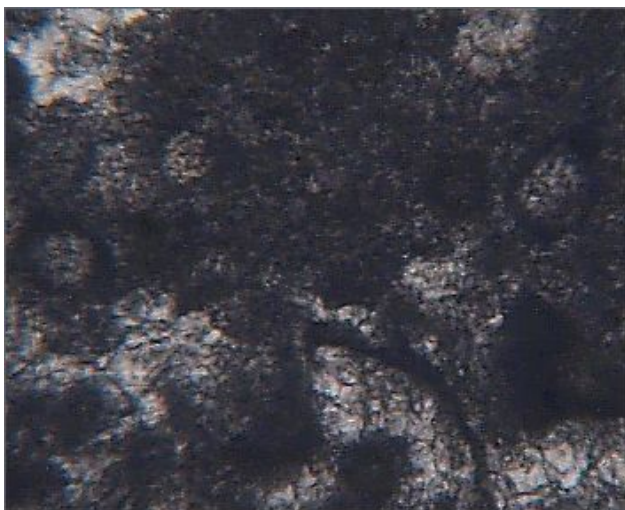


Фото 2. Известняк водорослевый (харовые зеленые водоросли)
Скв. Кичкасская 255. Обр. 1; инт. 3287-3290; 0,2 нк; ув. 10х6,3; николи II



Фото 3. Известняк органогенно-детритовый
Скв. Кичкасская 255. Обр. 12; инт. 3291-3293 м; 0,2 нк; ув. 2,5х6,3; николи II.

В средней части пачки Dk₃ (скв. 251) породы представлены известняками водорослевыми с органогенным детритом (фото 4, 5), известняками строматолитовыми. В верхней части пачка Dk₃ (скв. 252) представлена алевролитами и песчаниками мелкозернистыми кварцевыми с глинисто-карбонатным и кальцитовым цементом контактового, базального типа. Песчаники перекрываются аргиллитами и мергелями с крупными обломками органогенного детрита. Заканчивается разрез пачки Dk₃ водорослевыми известняками. Сине-зеленые водоросли слагают основную массу породы (фото 6).

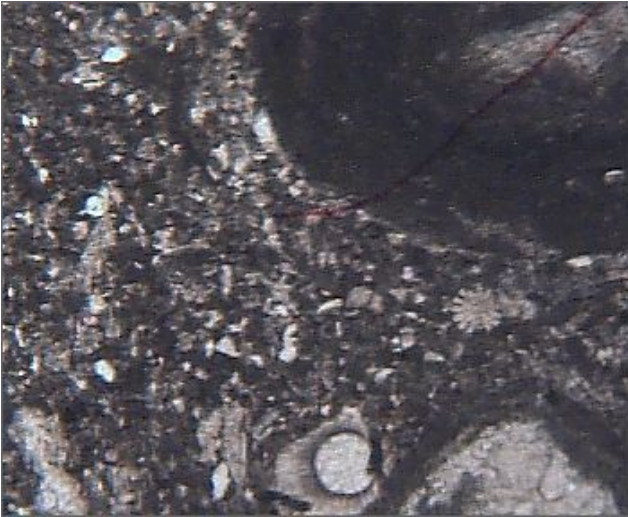


Фото 4. Известняк органогенно-водорослевый
Скв. Кичкасская 251. Обр. 2; инт. 3200-3206;
ув. 2,5х6,3; николи II.

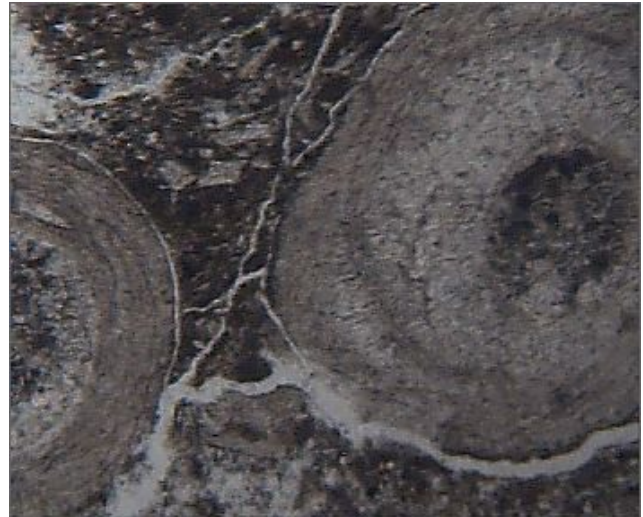


Фото 5. Известняк с сине-зелеными
водорослями желвакового строения
Скв. Кичкасская 251. Обр. 3; инт. 3200-3206;
ув. 2,5х6,3; николи II



Фото 6. Известняк сгустково-комковатый (водорослевый) с редкими органическими остатками
(фораминиферами)
Скв. Кичкасская 252. Обр. 3; инт. 3077-3085; 0,5нк; ув. 2,5х6,3; николи II.

В процессе геологической истории карбонатные отложения колганской толщи испытали следующие постседиментационные преобразования: уплотнение, перекристаллизацию, кальцитизацию, доломитизацию, стилолитизацию, трещиноватость и выщелачивание, которые вместе с первичными условиями осадконакопления оказали существенное влияние на формирование коллекторских свойств пород.

Уплотнение. Под влиянием геостатического давления карбонатные породы уплотняются, но слабо, т.к. карбонатные илы быстро литифицируются и на давление

реагируют растворением, перекристаллизацией, стилолитизацией и под влиянием тектонических напряжений в них образуются трещины разных генераций.

Перекристаллизация. Известняки колганской толщи испытали слабую перекристаллизацию. Более интенсивно перекристаллизованы вторичные доломиты.

Кальцитизация. Наиболее интенсивно развита в строматолитовых, сферово-сгустково-комковато-узорчатых водорослевых (биогермных) известняках и проявилась в запечатывании пор, каверн, трещин мелко-средне-крупнозернистым кальцитом и в образовании кальцитового цемента базального типа. Процесс кальцитизации происходил в стадию эпигенеза в породе и был связан с осаждением кальцита из подземных гидрокарбонатно-кальциевых вод. Пористость кальцитизированных известняков, определенная по шлифам, не превышает 5 – 6 %. Поры вторичные, выщелачивания.

Доломитизация. В исследуемых отложениях, как показывает фактический материал, наиболее интенсивно проявилась в скв. 255 в метасоматическом замещении кальцитового ила доломитом и в заполнении пор, каверн и трещин вторичным мелко-средне-крупнозернистым доломитом. На более поздних этапах литогенеза происходила перекристаллизация диагенетического доломита. Заполнение пор, каверн и трещин вторичным доломитом было связано с осаждением, кристаллизацией его из пересыщенных Mg глубинных растворов или пластовых вод, которые поступали по разрывным нарушениям в породу (в стадию эпигенеза). Иногда в зернах эпигенетического доломита отмечаются вкрапления светло-коричневого битума или отмечается пигментация зерен доломита светло-коричневым битумом, что свидетельствует о содержании в глубинных растворах углеводов. В биогермных известняках, как и в других, структурно-генетических разностях карбонатных пород колганской толщи широко развит процесс доломитизации.

Окремнение. В исследуемых карбонатных породах колганской толщи развито очень слабо и было отмечено в сгустковых известняках с заметным содержанием обломков строматолитов, брахиопод, криноидей (скв. 251, 252). Окремнение происходило в стадию диагенеза (в осадке) и было связано с частичным замещением кальцита в обломках брахиопод и криноидей халцедоном и микроагрегатным кварцем.

Стилолитизация. В известняках колганской толщи она развита очень широко. Стилолиты представляют собой своеобразные структурные образования. Их формирование происходило в твердой литифицированной породе в результате неравномерного растворения и неравномерного геостатического давления циркулирующими водами по трещинам или

плоскостям напластования. Морфология стилолитов связана с вещественным составом и структурой породы.

Трещиноватость. В карбонатных и глинисто-карбонатных породах часто встречаются открытые трещины и в редких случаях отмечены минеральные трещины, выполненные кальцитом. Открытые трещины принимают участие в фильтрации УВ, осуществляют гидродинамическую связь между нефтенасыщенными пластами, принимают участие в образовании вторичных пор выщелачивания. По своему происхождению открытые трещины являются тектоническими, их образование связано с неотектоническими движениями. Открытые трещины относятся к самой молодой (последней) генерации, т.к. секут стилолиты, минеральные трещины, породообразующие компоненты и цемент. Минеральные трещины являются также тектоническими, но образование их происходило раньше открытых трещин.

Выщелачивание. Процесс растворения и выщелачивания в карбонатных отложениях колганской толщи проявился очень слабо. Это объясняется тем, что данные отложения очень недолго пребывали или совсем не выходили в зону гипергенеза.

Терригенные отложения колганской толщи в виде песчаных тел залегают в толще карбонатных пород. В результате исследований, проведенных ранее [Танинская и др., 2005], установлено, что песчаные линзовидные тела колганской толщи формировались турбидитными потоками, поступающими в карбонатный бассейн в этапы активизации процессов размыва областей сноса – поднятий, с которых происходило обильное поступление обломочного материала в область относительно глубоководной седиментации Колгано-Борисовского прогиба.

Характеристика терригенной части разреза приводится по скважинам 250, 254, 256, 257, 258, 259, 260. Минералогические определения терригенных пород проведены в петрографических шлифах, в которых около 60 определений приходится на пачку Dk_3 , 2 - на пачку Dk_2 и 10 - на пачку $Dk_{2гл}$. Петрографический анализ терригенных пород позволил получить аналитическую информацию о вещественном составе пород и их структурных особенностях. В разрезах данных скважин широко развиты песчаники кварцевого состава, поэтому характеристика их будет представлена по разрезу в общих и в различающих их чертах.

Пачка $Dk_{2гл}$. Охарактеризована в скважинах 250, 256, 258, 260 – единичными шлифами. Породы представлены мергелями, иногда линзовидно-слоистыми. Карбонат представлен тонко-мелкозернистым кальцитом и мелкозернистым доломитом. Глинистое

вещество гидрослюдистого или хлорит-гидрослюдистого состава. Отмечаются редкие остракоды, хиолиты. Присутствует алевритовый материал (до 10%).

Пачка Dk₂. Пачка маломощна, максимальная мощность ее составляет 27,7 м. Представлена мелкозернистыми песчаниками, кварцевыми с линзовидными прослоями алевритисто-песчаной глины, косослоистые. Обломочный материал слабо отсортирован. Форма зерен неокатанная и окатанная. Цемент (до 50%) карбонатный и глинистый, иногда глинистый с карбонатом. Тип цемента контактово-базальный.

Плотность открытых трещин до 62 - 70 ¹/м, трещинная проницаемость 5,5 - 6,2 мд. В скв. 250 наблюдаются следы миграции легкого желтого битума. Встречаются зерна пирита от 3 до 10 %. В скв. 260 глинистое вещество слабо пигментировано гидроокислами железа.

Пачка Dk₃. Сложена кварцевыми песчаниками. В обломочной части породы зерна кварца составляют от 90 до 95 %, зерна полевых шпатов от 3 до 10 %, единичны обломки кремнистых пород-кварцитов и глинистых. Из аксессуарных минералов встречается: гранат, турмалин, циркон, амфибол, цоизит, анатаз, лейкоксен. Из аутигенных минералов отмечается: пирит, очень редко глауконит. Цемент по разрезу пачки Dk₃ не однороден. В процентном соотношении к обломочной части от скудного до базального (35 – 45%). Состав цемента преимущественно регенерационно-кварцевый (фото 7), реже кальцитовый (фото 8), глинистый. Тип цемента пленочно-поровый, редко контактовый, базальный. Достаточно широко распространен конформный цемент и соприкосновение зерен кварца по прямым, выпукло-вогнутым, иногда сутуровидным контурам.

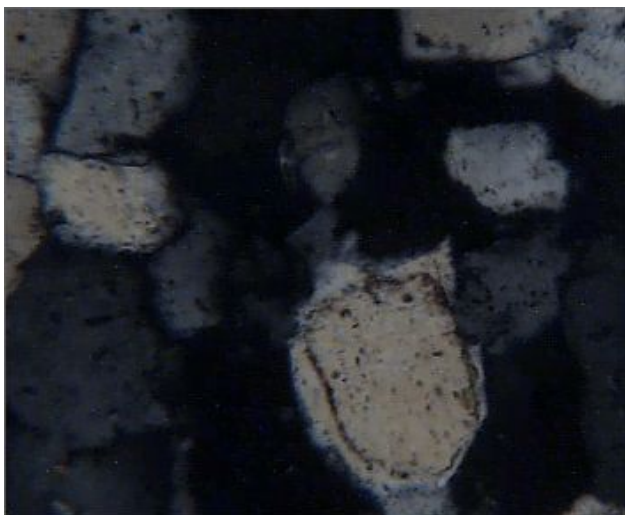


Фото 7. Песчаник кварцевый с регенерационно-кварцевым цементом
Скв. Кичкасская 260. Обр. 82; инт. 3207,9 - 3212,9м; 3,2 нк; ув. 10х6,3; николи Х.

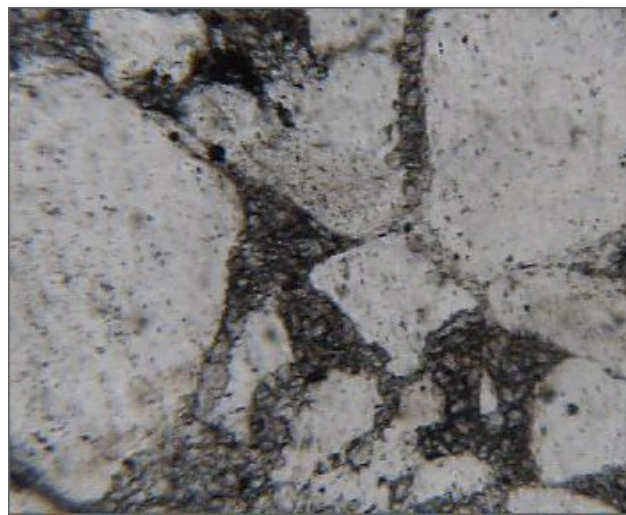


Фото 8. Песчаник с кальцитовым цементом
Скв. Кичкасская 254. Обр. 44; инт. 3158,5 - 3164,5 м; 0,4 нк; ув. 10х6,3; николи II.

Глинистый цемент наиболее распространен в скв. 257, карбонатный в скв. 254 (табл. 1). Регенерационно-кварцевый цемент имеет региональное распространение в песчаниках пачки Dk₃ Кичкасской площади и находится в прямой ассоциации с конформным цементом (соприкосновения), нередко данный тип цементации обеспечивает мозаичную структуру породы (фото 9).

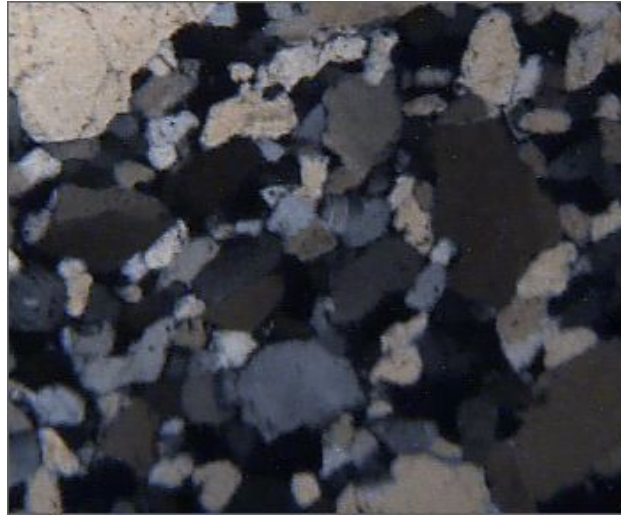


Фото 9. Песчаник кварцевый

Скв. Кичкасская 260. Обр. 78; инт. 3202,9-3207,9м; 0,5 нк; ув. 2,5х6,3; николи X.

Песчаники пачки Dk₃ разнозернистые: от мелко- до крупнозернистых, с гравийными зернами, встречаются гравелиты. Преобладают в разрезе песчаники мелко-среднезернистые. Гранулометрический состав песчаников пачки Dk₃ изучаемой территории имеет циклический, градационный характер (рис. 2). На рис. 2 видно, что отмечается направленное увеличение размера обломочных зерен от мелкозернистых до гравийных от подошвы к кровле пачки Dk₃. Такая закономерность характерна для регрессивного типа осадконакопления. Гранулометрические микроциклы в скважинах Кичкасской площади примерно совпадают, что опосредованно указывает на формирование отложений всей пачки Dk₃ в едином бассейне. В песчаниках встречаются фосфатные органические остатки (ихтиодетрит).

Несмотря на широко распространенный конформный тип цемента и регенерационно-кварцевый, песчаники нередко высокопористые. Открытая пористость по шлифам достигает 20%, зерна кварца растасканы, образуют фрагменты песка. В высокопористых песчаниках по стенкам зерен кварца отмечаются следы зерен карбоната, глины, встречаются регенерационные каёмки.

Таблица 1

Распределение минеральных компонентов цемента в песчаниках пачки Dk₃ колганской толщи Кичкасской площади

№ скв.		250	254	256	257	258	259	260
Интервал Dk ₃ кровля-подошва мощность, м		<u>3141,5-3237,0</u> 95,5	<u>3160,7-3276,0</u> 115,6		<u>3103,8-3230,4</u> 126,8	<u>3155,4-3248,5</u> 93,1	<u>3129,6-3252,1</u> 122,6	<u>3111,7-3241,3</u> 129,4
Интервал опред. шлифов количество шлифов		<u>3167-3179</u> 3	<u>3158-3213</u> 14	<u>3233-3236</u> 1	<u>3117-3180,0</u> 17	<u>3197,5-3197,9</u> 1	<u>3144-3252</u> 12	<u>3197-3218,9</u> 7
цементы	глинистый	Частота встречаемости от цем. породы	16		26	Преимущественно карбонатные породы с редкими прослоями песчаников в верхней части разреза	15	-
		<u>Min-max</u> Кол-во шлифов	<u>3-15</u> 4		ед.-30 10		<u>2-40</u> 4	
	регенерат. кварц	Частота встречаемости от цем. породы	25		39		33	41
		<u>Min-max</u> Кол-во шлифов	<u>4-10</u> 6	<u>ед.</u> 1	ед.-10 15		ед.-20 9	<u>3-10</u> 7
	карбонат.	Частота встречаемости от цем. породы	33		16		22	24
		<u>Min-max</u> Кол-во шлифов	<u>3-45</u> 8		ед.-5 6		<u>2-35</u> 6	ед.-4 4
	уплотне- ния	Частота встречаемости от цем. породы	25		13		30	35
		<u>Min-max</u> Кол-во шлифов	<u>не опр</u> 6	<u>не опр</u> 1	<u>не опр</u> 5		<u>не опр.</u> 8	<u>не опр.</u> 6
	битумный	Частота встречаемости от цем. породы	-	-	5		-	-
		<u>Min-max</u> Кол-во шлифов			ед.-30 3			

Продолжение табл. 1

Открытая пористость по шлифам	$\frac{2-3}{1}$	$\frac{2-15}{3}$	-	$\frac{2-20}{11}$	$\frac{10-15}{1}$	$\frac{4-10}{2}$	$\frac{2-6}{2}$
Примечание	В шлифах: известняки водорослевые, доломиты				В шлифах: доломит крупно-среднезернистый	Пирит $\frac{0,5-3}{6}$	

Примечание: Стратиграфические разбивки пачки Дк₃ по данным аналитического центра ТНК.. Все параметры минеральных компонентов представлены в процентах

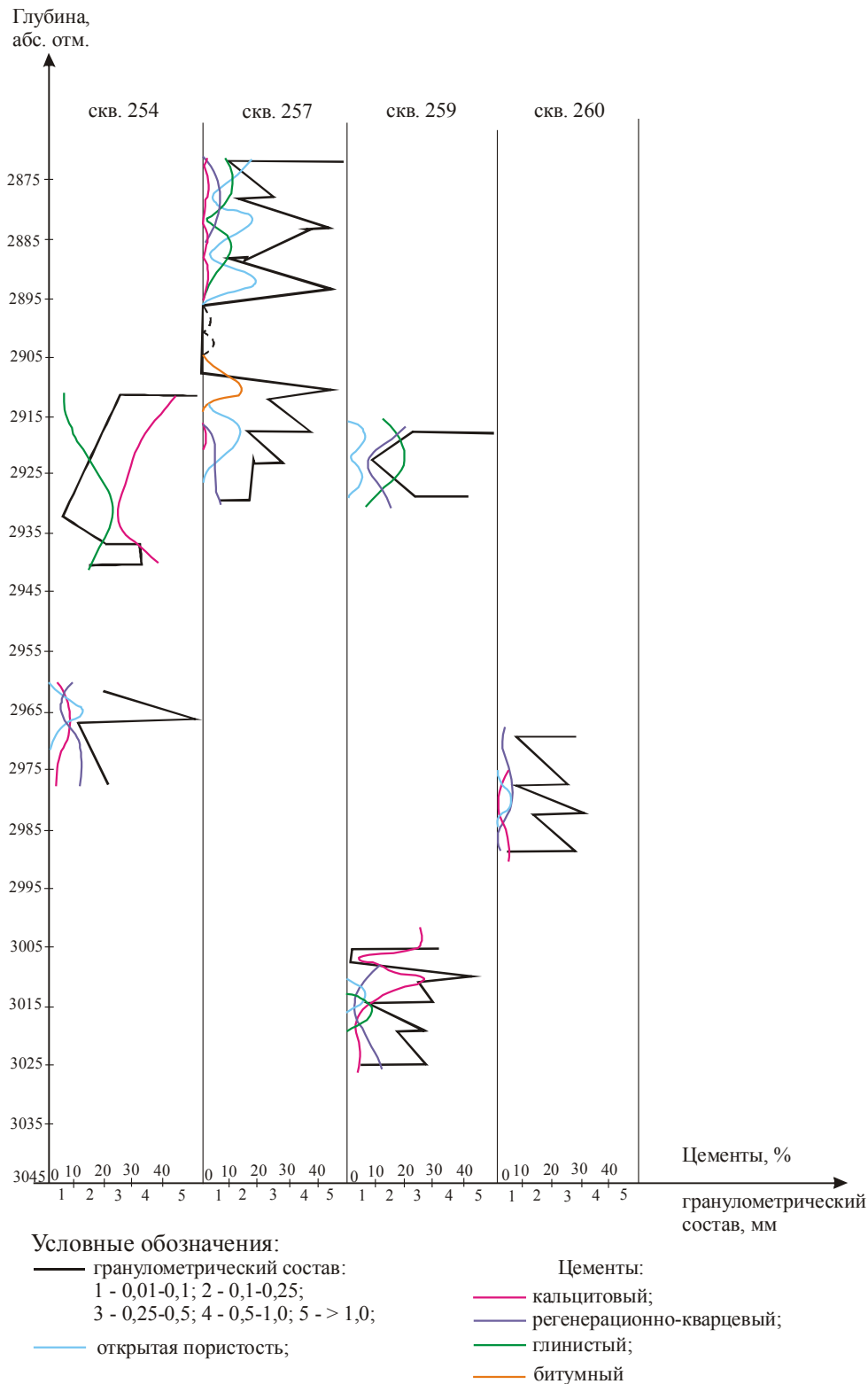


Рис. 2. Кривые распределения гранулометрического состава, минеральных компонентов цемента и открытой пористости по шифрам пачки Dk₃ колганской толщи Кичкасской площади

Пористые песчаники (по шифрам) наиболее часто встречаются в скв. 257, реже в скв. 254 и 259. Цемент в них преимущественно вторичный, растворы, обогащенные карбонатом и

кремнеземом, просачивались по проницаемым пластам песчаников, заполняя межзерновые пустоты кальцитом и кварцем, вместе с тем обеспечивали прослой песчаников, где эти же минеральные компоненты присутствуют в виде следов, породы пористые, впечатление неполнопорового заполнения цементом или растворения (выщелачивания) из пор этих минеральных компонентов.

В скважине 257 до 20 – 30 % наблюдается черный битум, выполняющий межзерновые поры (фото 10, 11). В скважинах 254, 259, 260 наблюдаются пути миграции черного битума, нередко пиритизированного. Наиболее часто процесс пиритизации отмечается в скважине 259 (до ~ 3%).

В скважинах 250 и 258 пачка Dk_3 представлена известняками органогенно-водорослевыми и доломитами крупно-среднезернистыми, однородными, пористыми до 10 – 15 %. В скв. 250 пачка Dk_3 по каротажной геофизической характеристике представлена карбонатными породами, а в скв. 258 в карбонатной толще в верхней части разреза отмечаются прослой песчаников. В скв. 254 среди песчаников наблюдаются прослой известняков, водорослевых, строматолитовых с обломками брахиопод, доломитизированных (фото 12). В скв. 257 и 259 среди песчаников наблюдаются прослой аргиллитов, трещиноватых. Плотность трещин от 48 до 80 $1/м$, трещинная проницаемость от 4,3 до 7,2 мд. По ходу открытых трещин развиты вторичные поры выщелачивания, составляющие 2-3%. Глинистое вещество гидрослюдистого состава. Глины нередко слабо известковистые (до 8%), битуминозные.

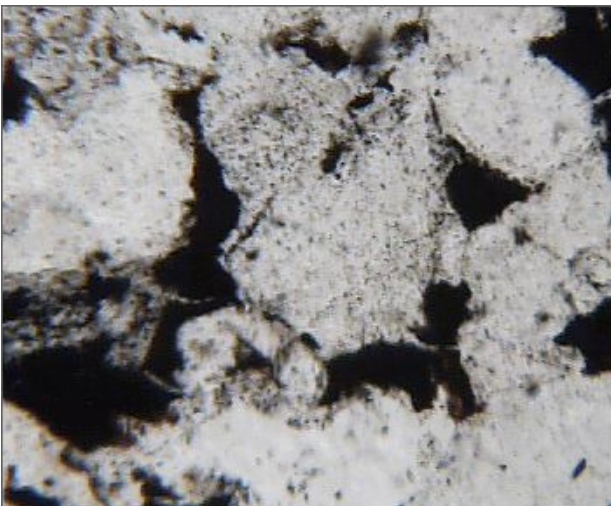


Фото 10. Песчаник с окисленным чёрным битумом в цементе

Скв. Кичкасская 257. Обр. 29; инт. 3157,56-3163,5 м; 2,24 нк; ув. 10х6,3; николи II.

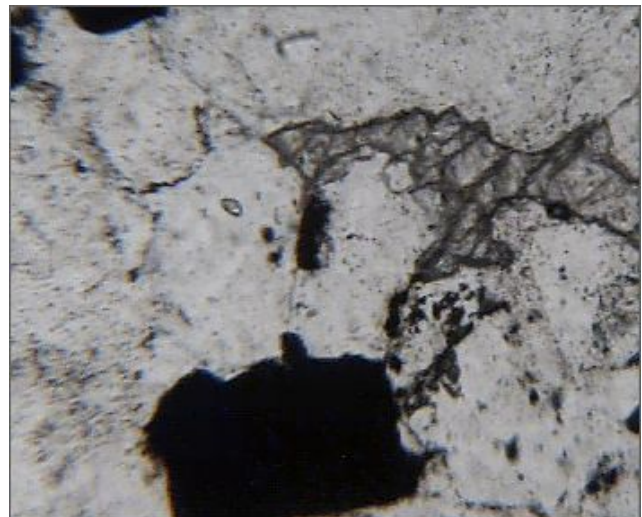


Фото 11. Песчаник с битумным и реликтовым кальцитовым цементом

Скв. Кичкасская 257. Обр. 28; инт. 3157,56-3163,5 м; 0,4 нк; ув. 10х6,3; николи II.

Результаты петрографических исследований пород пачки Дк₃ показали, что в разрезе Дк₃ преобладают песчаники, подчиненное значение имеют глины и известняки. Структуры песчаников псаммитовые, редко неясно слоистые, достаточно часты мозаичные структуры, текстуры взмучивания и зерновых потоков. Песчаники образуют контакты с известняками водорослевыми, строматолитовыми, отмечаются фрагменты обрастания зерен кварца онколитами и строматолитами (фото 12).

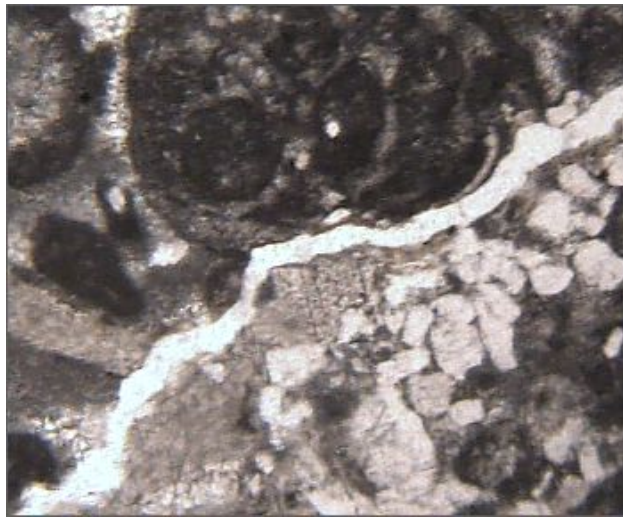


Фото 12. Открытая трещина, проходящая по контакту водорослевого известняка и песчаника
Скв. Кичкасская, 254, обр. 45, инт. 3158,5-3164,5 м, 2,0 нк., ув. 2,5х6,3, николи II

Исследования коллекторских свойств образцов в шлифах и по данным физики пласта позволили выделить проницаемые участки в отложениях колганской толщи Кичкасской площади.

Коллекторские свойства карбонатных отложений колганской толщи были обусловлены не только первичными, седиментационными условиями осадконакопления, но и вторичными постседиментационными преобразованиями. Положительную роль в формировании полезной емкости пород и путей фильтрации оказали такие вторичные процессы как доломитизация, трещиноватость, выщелачивание, частично стилолитизация, отрицательно влияли – кальцитизация, окремнение и в ряде случаев доломитизация.

В карбонатных породах колганской толщи Кичкасской площади выделены порово-трещинный, трещинно-поровый и поровый типы коллекторов (табл. 2). Низкую пористость водорослевых (биогермных) известняков можно объяснить широко развитым в них процессом кальцитизации и тем, что они не выходили в зону гипергенеза и не испытали заметного растворения (выщелачивания).

Таблица 2

Параметры коллекторских свойств карбонатных отложений колганской толщи Кичкасской площади

Типы пород	Параметры, определенные по шлифам						Данные лабор. физики пласта		Форма зерен доломита	Тип коллектора
	Пористость, %		Открытые трещины		Т _м ^{1/м}	Т _{ст} ^{1/м}	m _o %	К 1·10 ⁻³ мкм ²		
	m _{шо}	m _{шб}	To ^{1/м}	Кт 1·10 ⁻³ мкм ²						
I. Известняки строматолитовые, сферо-сгустково-комковато-узорчатые (водорослевые) биогермные	2-6 (Вв)	15-20 (Д-П)	38-50	3,2-4,2	-	-	5-10	0,08-5,1	Ромбо-эдрическая	Порово-трещинный, трещинно-поровый
II. Известняки органо-генно-детритовые	3-5 (Вв)	-	40-52	3,4-4,5	27	37-80	1,4-4,9	0,03-0,06	-	Порово-трещинный
III. Известняки тонкозернистый и тонко-мелкозернистые	2-3 (Вв)	15 (Д-П)	20-40	1,5-3,5	43	38	2,5-4,3	0,14-3,93	Ромбо-эдрическая	Порово-трещинный, трещинно-поровый
IV. Известняки органо-генные, - амфиборо-криноидные	2-3 (Вв)	15 (Д-П)	-	-	-	-	-	-	Ромбо-эдрическая	Поровый низкого класса
V. Доломиты мелко-зернистые	2-3 (Вв)	15-18 (Д-П)	-	-	-	-	-	-	Ромбо-эдрическая	Поровый низкого класса
VI. Доломиты среднезернистые	2-3 (Вв)	-	18-23	1,2-1,8	-	-	-	-	-	Порово-трещинный
VII. Доломиты средне-крупнозернистые	2-3 (Вв) 20-25 (Д-П)	-	-	-	-	-	-	-	Ромбо-эдрическая	Поровый низкого класса

Условные обозначения: m_{шо} - открытые поры, определенные по шлифам, %; m_{шб} - поры, выполненные светло-коричневым битумом, %; To - плотность открытых трещин, ^{1/м}; Т_м - плотность минеральных трещин, заполненных кальцитом, ^{1/м}; Т_{ст} - плотность стилолитов, ^{1/м}; m_o - открытая пористость по данным лаб. физики пласта., %; К - газопроницаемость, 1·10⁻³ мкм² (мд); Кт - трещинная проницаемость, определенная по шлифам, 1·10⁻³ мкм² (мд); Вв - вторичные поры выщелачивания; Д-П – вторичные поры доломитизации-перекристаллизации.

Таблица 3

Коллекторские свойства песчаников пачки Dk₃ колганской толщи Кичкасской площади по данным физики пласта

Интервал определений Кол-во определений	Скв. 257			Скв. 260			Скв. 254			
	Пористость открытая, %	Проница- емость, мд	Класс коллектора по А.А. Ханину	Пористость открытая, %	Проницаемость, мд	Класс коллектора по А.А. Ханину	Интервал определени я Кол-во опр.	Пористость открытая, %	Проница- емость, мд	Класс коллектора по А.А. Ханину
<u>3117-3123</u> 14	<u>7,58-14,23</u> 10,94	<u>0,9-507,55</u> 132,55	III-IV	Нет данных				Нет данных		
<u>3123-3129</u> 3	<u>10,12-13,86</u> 11,44	<u>0,11-199,25</u> 100,7	III-IV	Нет данных				Нет данных		
<u>3129-3133</u> 36	<u>11,71-18,15</u> 14	<u>154,03-2040,02</u> 1035,89	I-II	Нет данных				Нет данных		
<u>3137-3140</u> 10	<u>5,37-16,64</u> 12,25	<u>0,23-697,01</u> 413,8	II-IV	Нет данных				Нет данных		
<u>3140-3147</u> 5	<u>8,14-13,64</u> 11,34	<u>47,98-235,91</u> 147,77	III-IV	Нет данных				Нет данных		
<u>3147-3152</u> 1	15,99	505,86	III	Нет данных				Нет данных		
<u>3197-3202</u> 1	Нет данных			6,6	1,42	V	<u>3184-3187</u> 32	<u>1,3-8,9</u> 4,7	<u>0,02-5,35</u> 0,78	V-VI
<u>3202-3207</u> 15	Нет данных			<u>7,9-9,9</u> 9,12	<u>6,11-91,93</u> 32,36	IV-V	<u>3187-3193</u> 75	<u>0,9-8,1</u> 4,1	<u>0,02-1,0</u> 0,095	VI
<u>3207-3212</u> 11	Нет данных			<u>8,6-10,7</u> 9,9	<u>10,81-82,77</u> 41,24	IV	<u>3211-3213</u> 11	<u>0,7-6,9</u> 4,7	<u>0,01-0,29</u> 0,05	VI
<u>3212-3218</u> 4	Нет данных			<u>4,1-7,1</u> 6,2	<u>0,03-23,28</u> 5,9	V-VI	<u>3213-3217</u> 23	<u>2,6-8,6</u> 5,7	<u>0,03-11,04</u> 2,05	V-VI
<u>3225-3231</u> 28	Нет данных			Нет данных			<u>3225-3231</u> 28	<u>1,3-9,5</u> 7,46	<u>0,02-12,43</u> 2,68	V-VI

Исследование петрофизических свойств, полученных лабораторными методами в аналитическом центре ТНК-ВР терригенных пород отражены в табл. 3. Анализ данных физики пласта показал, что в нижней части пачки Dk_3 отмечаются коллекторы V - VI класса (по А.А. Ханину), в средней части разреза отмечается тенденция улучшения коллекторских свойств, развиваются коллекторы III - IV класса, в верхней части разреза пачки Dk_3 отмечаются породы-коллекторы I - II класса с проницаемостью до 2040,02 мд, а в кровле пачки Dk_3 наблюдается тенденция ухудшения коллекторских свойств до III - IV класса (табл. 3).

Тип коллектора поровый и трещинно-поровый. Наиболее высокие значения коллекторских свойств в песчаниках отмечаются в скв. 257. Можно предполагать в верхних частях песчаников пачки Dk_3 развитие высокочемкого коллектора и в скв. 254, 260 и в других скважинах Кичкасской площади. Пористость пород обеспечивается фактором их цементации и эпигенетическими изменениями пород. Влияние состава цементирующего материала отражено кривыми на рис. 2. Анализ фактического материала показывает, что процесс кальцитизации и окремнения оказывает как отрицательное влияние на пористость пород, уменьшая их полезную емкость, так и положительную роль в формировании емкостных и фильтрационных свойств породы. Например, в скв. 254 средне-крупнозернистый кальцит залечивает межзерновые поры до 45%, а новообразованный кварц в виде регенерационных каёмок в условиях уплотнения породы обеспечивает развитие плотных кварцитовидных песчаников. В высокопористых песчаниках и гравелитах скв. 257 кальцит в цементе отмечается в виде следов. В разрезе колганской толщи пачки Dk_3 встречаются не уплотненные песчаники с регенерационно-кварцевым цементом, в которых открытая пористость достигает 5 - 7%. Следует отметить, что кальцитизация и окремнение придают хрупкость породам и при воздействии на них тектонических напряжений, всестороннего давления они легко растрескиваются, в них образуются трещины, являющиеся путями фильтрации УВ. По трещинам может происходить образование вторичных пор выщелачивания, но их количество не превышает 2 - 3%. Глинистый цемент запечатывает пустотное пространство, но при уплотнении песчаников глинистый цемент способствует образованию трещин.

По разрезу пачки Dk_3 хорошо видна химическая дифференциация минеральных компонентов цемента. В нижних частях пачки Dk_3 распространен регенерационно-кварцевый цемент. Выше по разрезу вместе с кварцем осаждается кальцит, в верхних частях разреза пачки Dk_3 преимущественно развит кальцитовый цемент. Проведенные исследования пачки

Dk₃ позволили ее разделить на две подпачки Dk₃₋₁ и Dk₃₋₂, отличающиеся между собой литологическим составом и петрофизическими свойствами.

Фашии колганской толщи определены нами ранее [Танинская и др., 2005]. Фашиальные условия формирования пачки Dk₃, как наиболее благоприятной по литологическим признакам для поисков УВ скоплений, отражены на рис. 3 и 4. На рис. 3 видно, что пачка Dk₃₋₁ имеет региональное распространение. Предполагаемые биогермы отмечаются в скважинах 253 и 256. Фашии относительно глубоководного бассейна представлены темно-серыми до черного аргиллитами с прослоями тонкозернистых известняков, доломито-известковых мергелей, вторичных доломитов и редких прослоев темно-серых кварцевых песчаников.

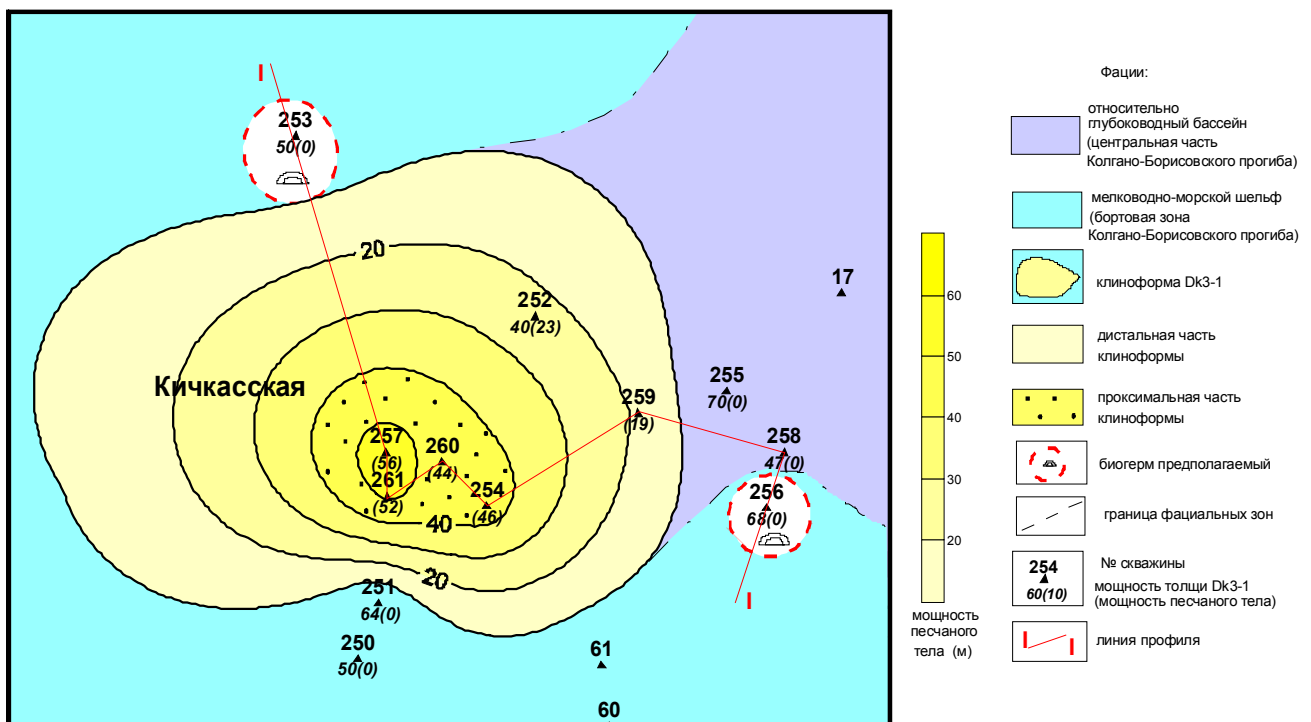


Рис. 3. Фашиальная карта на время накопления Dk₃₋₁

Клиноформа песчаников отмечается в скважинах 252, 254, 257, 259, 260, 261. Пачка Dk₃₋₂ имеет также региональное развитие, размещение фашиальных зон практически не меняется по сравнению с пачкой Dk₃₋₁. Наряду с биогермами в скв. 253 и 256 на период формирования пачки Dk₃₋₂ строматолитовые биогермы получили развитие в скв. 251 и 252. Фашии турбидитного потока слагают клиноформу, которая занимает практически ту же площадь, что и нижележащая клиноформа пачки Dk₃₋₁, но характеризуется линзовидной формой, несколько сплюсненной в субмеридиональном направлении. Наиболее высокими коллекторскими свойствами характеризуются отложения проксимальных частей клиноформ,

расположенных в центральной части песчаных линз пачек Dk₃, к которым приурочено Вахитовское нефтяное месторождение Кичкасской площади.

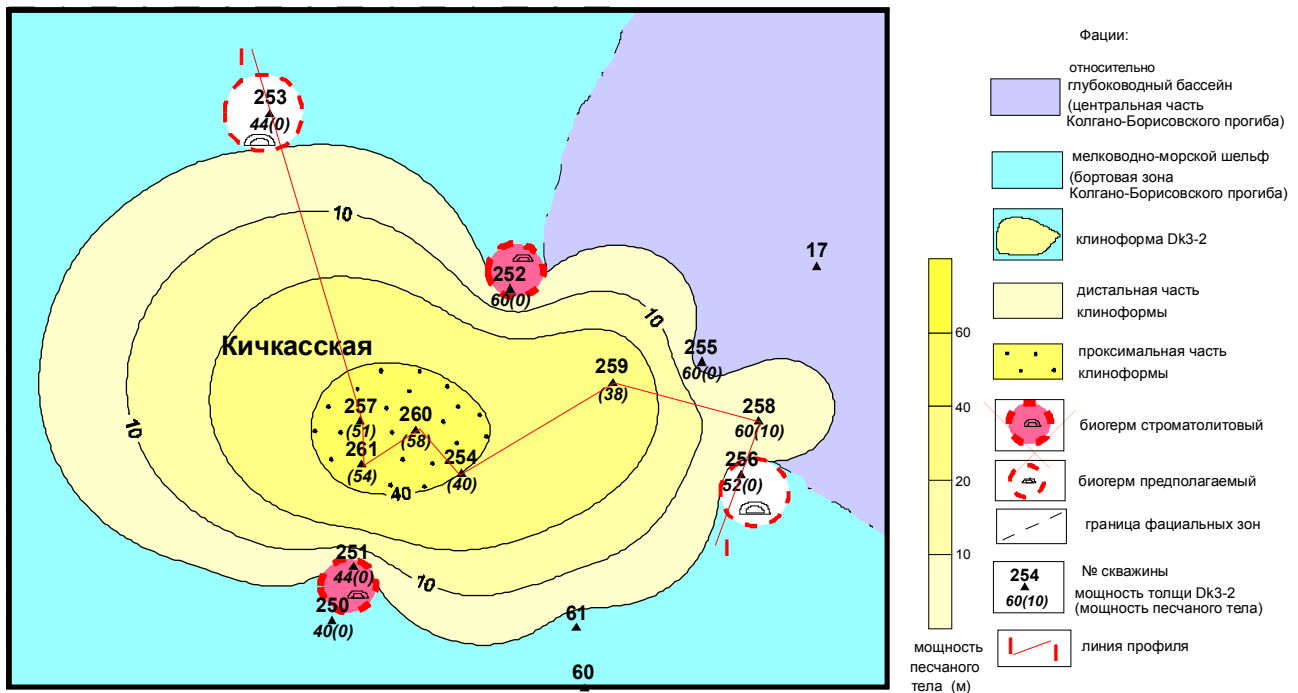


Рис. 4. Фациальная карта на время накопления Dk_{3.2} (по [Танинская и др., 2005])

Анализ распространения фации песчаных тел конусов выноса турбидитных потоков в пластах колганской толщи позволил выделить несколько прогнозных зон развития литологических ловушек (рис. 5). На рис. выделена наиболее перспективная зона развития литологических резервуаров с мощностью песчаников более 30 метров с проницаемостью более 1000 мд.

Выводы:

- дана детальная литолого-петрографическая характеристика и выделены основные типы пород в литологических пачках колганской толщи;
- установлено, что верхняя пачка Dk₃ самая мощная в разрезе, представлена известняками и терригенными породами (песчаниками, редко алевролитами и глинами): известняки органогенно-водорослевые, нередко строматолитовые; песчаники преимущественно мономинеральные, имеют кварцевый состав;
- вторичные процессы, такие как доломитизация, трещиноватость, выщелачивание, частично стилолитизация сыграли положительную роль в формировании полезной емкости карбонатных пород и путей фильтрации, а кальцитизация и окремнение оказали отрицательное влияние на формирование коллекторских свойств рассматриваемых пород;

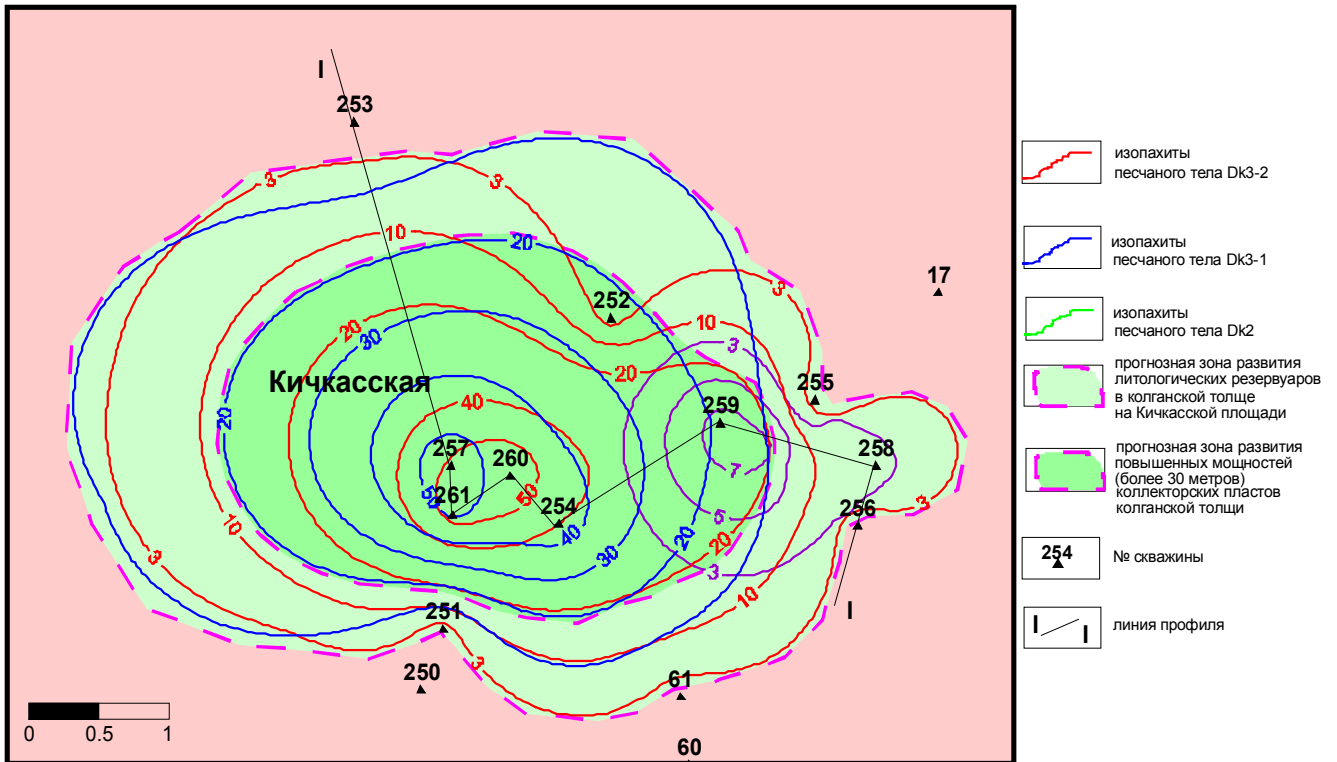


Рис. 5. Зона развития прогнозных литологических ловушек в колганской толще на Кичкасской площади

- в карбонатных породах колганской толщи Кичкасской площади выделены порово-трещинный, трещинно-поровый и поровый типы коллекторов.

- в терригенных породах в разрезе пачки Dk₃ в нижней ее части распространены регенерационно-кварцевый и конформный цементы, которые ухудшают открытую ёмкость породы; в верхней части разреза породы уплотнены, и широко развит кальцитовый цемент, который преимущественно обеспечивает открытую пористость породы за счёт растворения и выщелачивания под воздействием углекислых вод;

- в верхней части разреза пачки Dk₃ выделены песчаные породы-коллекторы I-II класса с проницаемостью до 2040 мд;

- на основе комплексного литолого-петрографического, петрофизического анализа и электрометрических моделей фаций построены литолого-фациальные карты;

- выделены и оконтурены песчаные тела-конусы выноса турбидитных потоков для пластов колганской толщи, в частности для пластов Dk₃₋₁ и Dk₃₋₂;

- определены зоны развития прогнозных пород-коллекторов, что делает возможным произвести оценку перспектив возможных поисков УВ на малоизученных площадях.

Литература

Белонин М.Д., Шиманский В.В., Танинская Н.В., Кос И.М., Хафизов С.Ф. Неструктурные ловушки УВ в юрских и нижнемеловых продуктивных комплексах Западно-Сибирской провинции – основной резерв развития ресурсной базы углеводородного сырья // Неструктурные, сложнопостроенные ловушки – основной резерв прироста углеводородного сырья России. СПб. 2005. С. 5 - 13.

Методические рекомендации по изучению и прогнозу коллекторов нефти и газа сложного типа // под ред. М.Х. Булач и Л.Г. Белоновской. Л.: ВНИГРИ, 1989, 103 с.

Танинская Н.В., Шиманский В.В., Остапенко С.В., Шибина Т.Д., Еганьянц Р.Т. Условия формирования клиноформных комплексов колганской толщи Вахитовского месторождения юга Оренбургской области // Неструктурные, сложнопостроенные ловушки – основной резерв прироста углеводородного сырья России. СПб. 2005. С. 74 - 81.

Рецензент: Жарков Александр Михайлович, доктор геолого–минералогических наук.