

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ПЛАСТОВ-КОЛЛЕКТОРОВ ТУЛЬСКОГО ГОРИЗОНТА НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА**

В работе по новым данным выявлены закономерности пространственного развития пластов-коллекторов тульского горизонта нижнего карбона на западном склоне Южно-Татарского свода. Знание характеристик пластов и их пространственной изменчивости является основой при постановке геологоразведочных работ и обосновании технологической схемы разработки. По результатам исследований сделаны выводы о пространственной изменчивости пластов-коллекторов и выявлены некоторые закономерности их залегания, показана зависимость появления и развития тульских пластов от наличия визейских врезов.

*Ключевые слова:* тульский горизонт, пласт-коллектор, корреляция, визейский врез.

В настоящее время накоплен большой геологический и промыслово-геофизический материал по одному из продуктивных горизонтов терригенной нижнекаменноугольной толщи отложений – тульскому горизонту, которые требуют обобщения и систематизации. Закономерности размещения залежей нефти в нижнем карбоне обусловлены рядом геологических факторов, для выявления которых проводятся целенаправленные исследования в области стратиграфии, литологии, палеогеографии.

Изучение тульских отложений нижнего карбона западного склона Южно-Татарского свода позволило получить принципиально новую картину о пространственном развитии пластов-коллекторов. Характер пространственного развития пластов-коллекторов важен с точки зрения как постановки геологоразведочных работ, так и обоснования технологической схемы разработки. Знание характеристик пластов и их пространственной изменчивости имеет значение на всех этапах работ. Следует отметить, что в настоящее время информация о пространственном развитии пластов тульского горизонта в литературных источниках крайне скудна.

В процессе проведения геологоразведочных работ для проектирования и оперативного управления исследованиями в скважинах необходимо правильное прогнозирование того или иного пласта тульского горизонта. При составлении технологических схем тульский и бобриковский пласты рассматриваются как один объект разработки при условии, что между ними имеется гидродинамическая связь. Но в том случае, если мощность флюидоупора между ними составляет более 10 метров, пласты не имеют гидродинамической связи, и их следует рассматривать как самостоятельные объекты разработки.

Зачастую из четырёх продуктивных пластов тульского горизонта и их пропластков чаще всего встречается один пласт, либо два, крайне редко три и никогда четыре. Каждый из четырёх пространственно развит на определённых участках западного склона Южно-Татарского свода. Рост общей мощности тульского горизонта происходит за счёт увеличения количества пластов и их мощности, что зависит от палеогеографических условий осадконакопления, существовавших в тот период времени.

Отложения тульского горизонта имеют довольно широкое распространение на территории Республики Татарстан. В тульском горизонте выделяются четыре пласта (снизу вверх): Стл-1, Стл-2, Стл-3, Стл-4. В региональном плане общая толщина тульских карбонатно-терригенных отложений изменяется от 4 до 45 метров. Увеличение толщины горизонта связано с общим увеличением мощности, которая в свою очередь наращивается как за счёт увеличения мощности верхней части тульского горизонта, так и за счёт нижней (Данилова, 2008). Региональное увеличение толщины отложений происходит в направлениях от современных сводов Южно-Татарского и Северо-Татарского сводов в сторону осевых зон Камско-Кинельской системы прогибов – Нижнекамского, Усть-Черемшанского и Актамыш-Чишминского прогибов.

Тульские отложения формировались в мелководно-морских условиях, которым свойственна сложная предшествующая обстановка. Территория Республики Татарстан к концу турнейского времени испытывала общий подъём, за исключением Камско-Кинельской системы прогибов. На наиболее возвышенных участках рельефа происходило денудационное разрушение турнейских карбонатных пород. Мелководно-морские условия елховского (косвинского) времени сменились на континентально-прибрежные условия бобриковского времени (Ларочкина, 2008). Неустойчивый тектонический режим радаевско-бобриковского периода способствовал локальному перерыву в осадконакоплении с характерным для этого времени размывом и сносом пород в эрозионно-карстовые ложбины. Строение кровли тульского горизонта несёт в себе основные черты поверхности бобриковского горизонта.

Изучаемая территория условно разделена на три части: северную, центральную и южную. В зависимости от местоположения скважин разрезы тульского горизонта представлены в различных комбинациях и с разнообразной характеристикой продуктивных пластов.

Пласты тульского горизонта относятся к коллекторам сложного строения и характеризуются чрезвычайной изменчивостью на локальном уровне – в пределах поднятий

III-IV порядка. В то же самое время зоны отсутствия пластов-коллекторов распространяются как на малые, так и обширные территории.

Общая мощность тульского горизонта в центральной части западного склона (Рис. 1) от кровли бобриковского горизонта до кровли тульского горизонта составляет 10 метров. По направлению на север западного склона мощность тульского горизонта увеличивается до 14-16 метров, в зоне Камско-Кинельской системы прогибов происходит общий рост и его мощность может возрастать до 35 метров.

Пласт Стл-1 на исследуемой территории имеет крайне ограниченное распространение, он часто замещён глинистыми породами, либо выклинивается. Пласт Стл-1 выделяется в самой нижней части тульского горизонта над аргиллитовой перемычкой залегающей над бобриковским горизонтом, либо сливается с верхним пластом бобриковского горизонта. Распространение пласта прослеживается избирательно на востоке центральной и северной частей западного склона Южно-Татарского свода.

Пласт Стл-2 в региональном плане имеет развитие в центральной части западного склона и на северо-западном склоне (Рис. 2). Пласт-коллектор повсеместно отсутствует в южной части западного склона, занимающей довольно обширную территорию, около трети территории западного склона. По мере продвижения в северном направлении пласт Стл-2 появляется в центральной части склона и северной, а зоны его отсутствия приобретают локальный характер развития.

Залегает пласт над непроницаемой пачкой аргиллитов тульского горизонта, разделяющих пласт Стл-1 от пласта Стл-2. Выше по разрезу пласт Стл-2 отделён пачкой аргиллитов от пласта Стл-3. В случаях

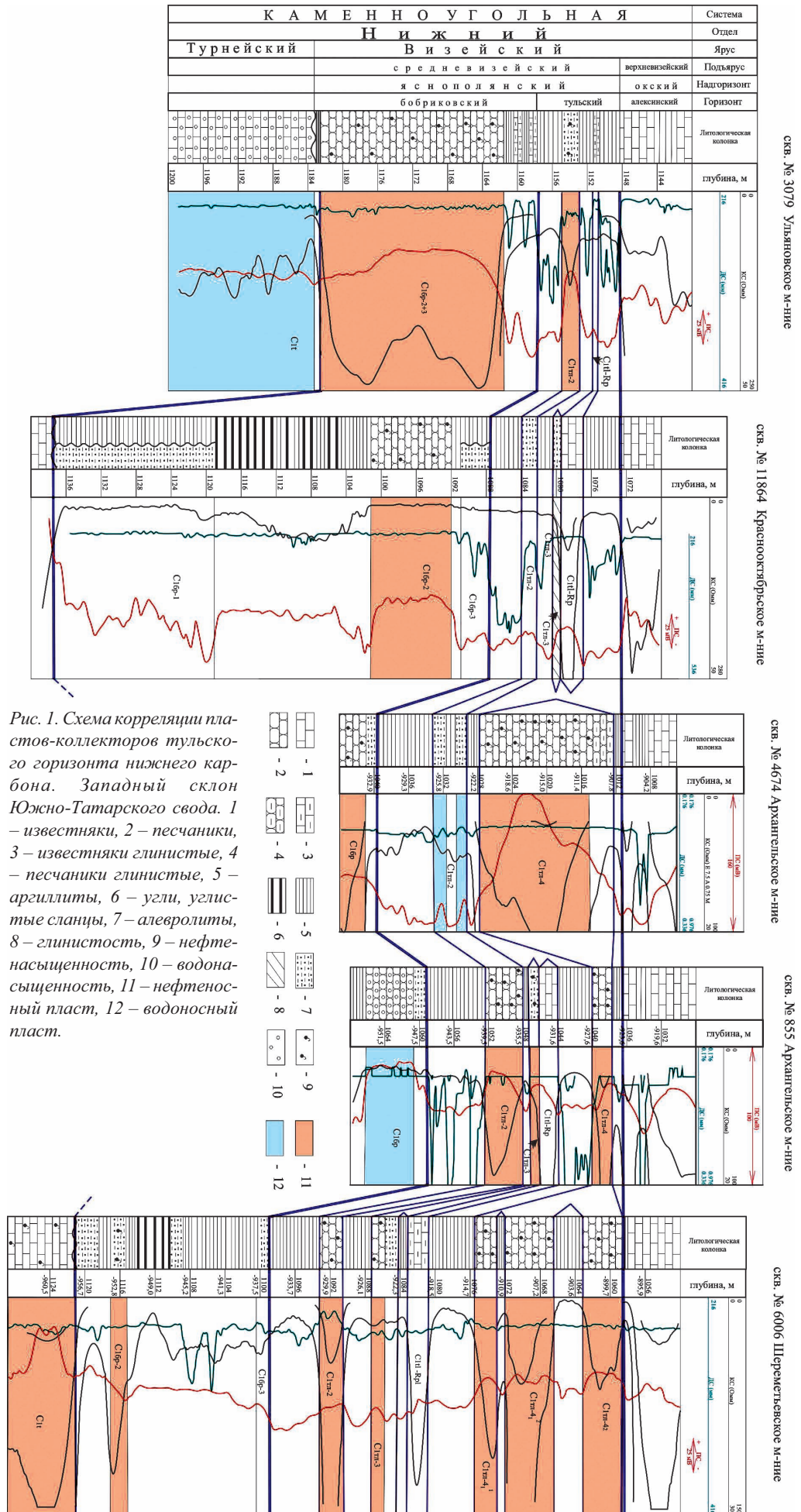


Рис. 1. Схема корреляции пластов-коллекторов тульского горизонта нижнего карбона. Западный склон Южно-Татарского свода. 1 – известняки, 2 – песчаники, 3 – известняки глинистые, 4 – песчаники глинистые, 5 – аргиллиты, 6 – угли, углестые сланцы, 7 – алевролиты, 8 – глинистость, 9 – нефтенасыщенность, 10 – водонасыщенность, 11 – нефтеносный пласт, 12 – водоносный пласт.

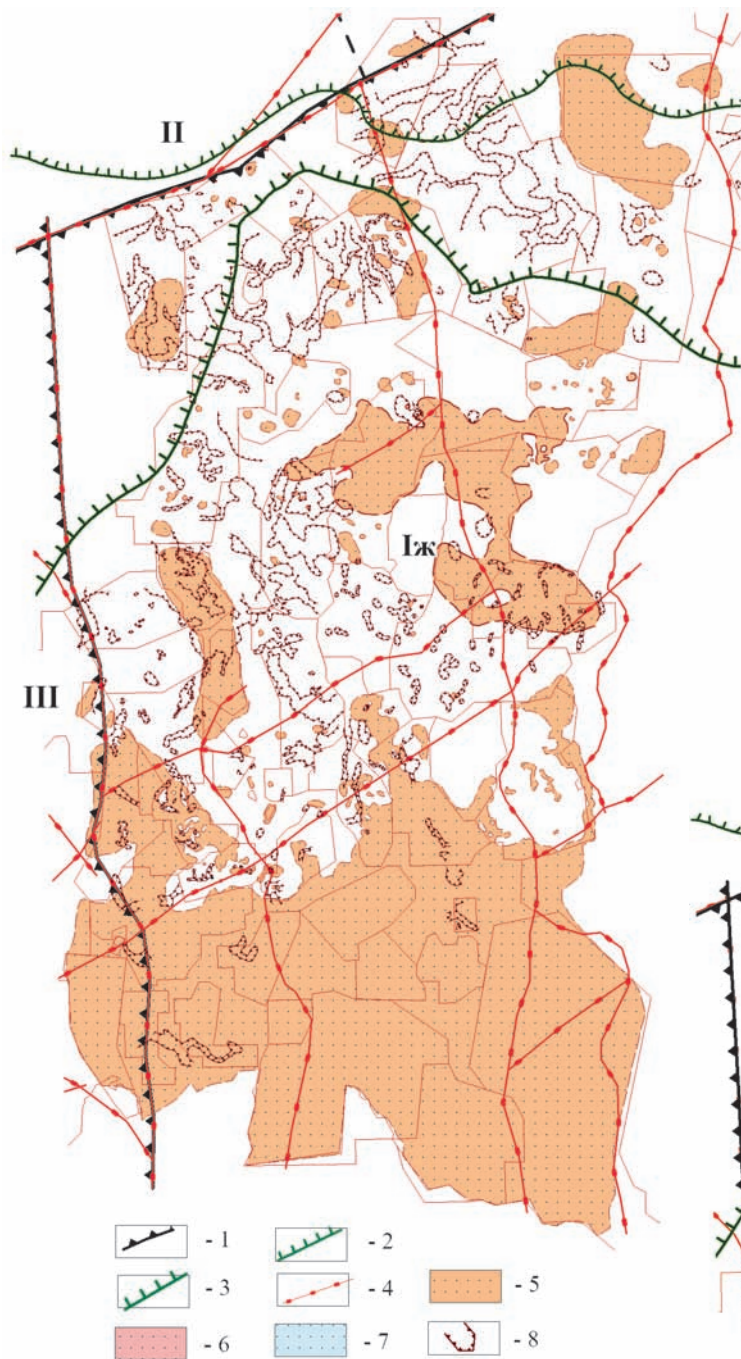


Рис. 2. Схема отсутствия зон пласта-коллектора Стл-2. 1 – граница структур первого порядка (Юж – Западный склон). Границы зон Камско-Кинельской системы прогибов: 2 – внутренняя бортовая, 3 – внешняя бортовая, 4 – осевые зоны разломов кристаллического фундамента, 5 – зоны отсутствия пласта-коллектора Стл-2, 6 – зоны отсутствия пласта-коллектора Стл-3, 7 – зоны отсутствия пласта-коллектора Стл-4, 8 – визейские врезы.

отсутствия пласта Стл-3 пласт Стл-2 залегает ниже репера «тульский известняк» и также отделён более мощной пачкой алевролитов. Пласт состоит из песчаников и алевролитов и характеризуется неустойчивым литолого-фациальным составом. В основном пласт представлен одним пропластком, однако часто встречается разделение на два пропластка Стл-2<sub>1</sub> и Стл-2<sub>2</sub>, характеристики которых различаются между собой по степени глинистости. Последняя характеристика пласта свойственна участкам, где в радаевско-бобриковских отложениях развиты эро-

зионно-карстовые врезы. Мощность отложений пласта Стл-2 в центральной части западного склона изменяется в диапазоне от 1,2 до 2,2 метров. В северном направлении она увеличивается и варьирует уже в пределах от 2,2 до 3,6 метров. В области развития Камско-Кинельской системы прогибов мощность пласта может достигать 5,2 метра.

На локальном уровне также наблюдаются чёткие закономерности в развитии пластов-коллекторов тульского горизонта. В данном случае на его изменчивость оказывают влияние размер и амплитуда локальных поднятий. Размеры поднятий в тульском горизонте очень разнообразны: от 0,8 км×0,5 км до 14 км×8 км, но в среднем они составляют 2,0 км×1,5 км.

На северо-западном склоне Южно-Татарского свода зоны пласта-коллектора присутствуют почти повсеместно, а зоны его отсутствия носят в основном локальный характер. Лишь на участках, где изученность территории низкая, выделяются довольно обширные зоны замещения пласта Стл-2, но, очевидно, что в дальнейшем, при

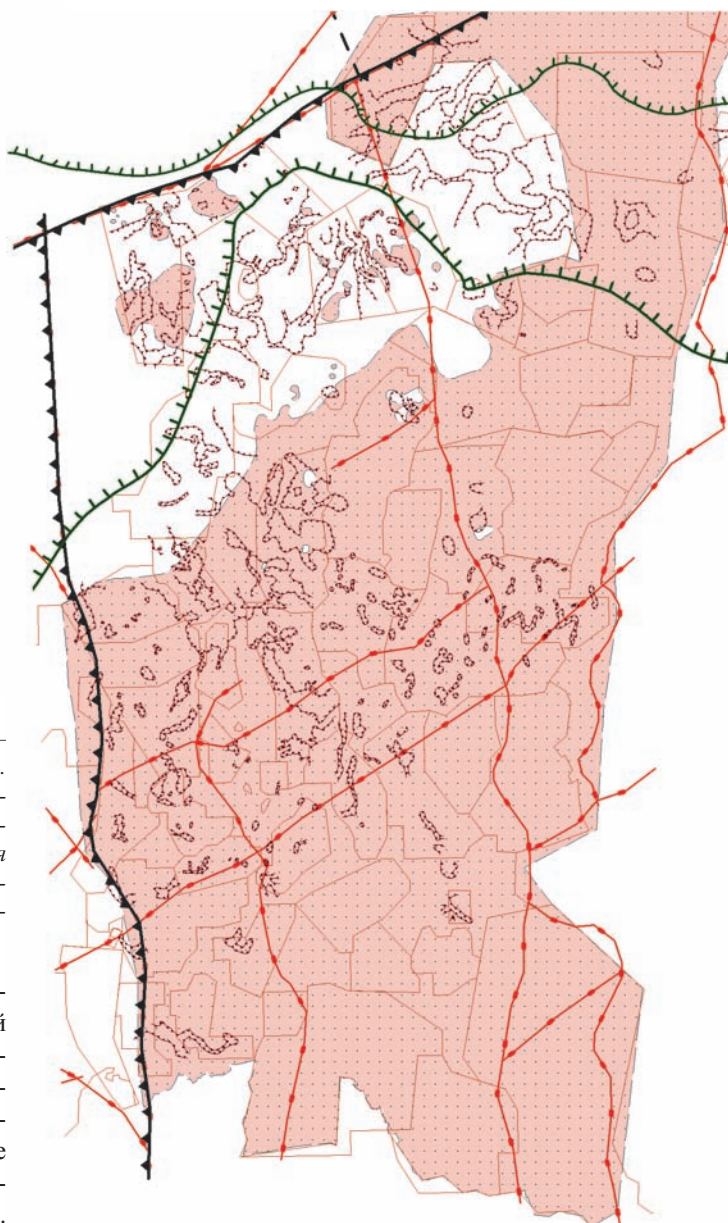


Рис. 3. Схема отсутствия зон пласта-коллектора Стл-3. Условные обозначения. см. рис. 2.

появлении новой информации, эти зоны сократятся. Особое внимание недропользователям необходимо уделять областям развития посттурнейских врезов, где, как правило, появляются описываемые пласты-коллекторы тульского горизонта.

Отложения пласта Стл-3 тульского горизонта имеют локальное избирательное распространение, он развит исключительно на северо-западном склоне Южно-Татарского свода (Рис. 3). Залегает пласт под прослоем тульского известняка и может отделяться от него маломощной непроницаемой пачкой аргиллитов, но иногда реперная пачка «тульский известняк» ложится на терригенный пласт. Литологически пласт Стл-3 представлен неодинаково: пласт не выдержан по разрезу и в пространственном развитии, часто замещается на глинисто-аргиллитовые разности. Нефте вмещающими породами пласта Стл-3 являются алевролиты и песчаники. Мощность пласта в целом небольшая и может варьировать от 0,8 до 2,2 метра.

Пласт Стл-4 также характеризуется избирательным распространением и представлен лишь на северо-западном склоне Южно-Татарского свода, и ограниченно встречается в зоне Баганинского прогиба (Рис. 4). Залегает он в верхней части тульского горизонта под карбонатными породами алексинского горизонта. Нами выявлена парагенетическая связь Стл-4 с эрозионно-карстовыми врезами в турнейских карбонатных породах, именно в связи с ними он наиболее часто встречается.

Итак, общее увеличение мощности пласта Стл-4 и улучшение свойств коллекторов происходит в скважинах, вскрывших эрозионно-карстовые врезы в радаевско-бобриковских отложениях. В разрезах, в которых присутствует пласт Стл-4, тульский горизонт в целом характеризуется увеличенной мощностью. Представлен пласт Стл-4 песчаниками, алевролитами, мощностью 1,5-3,0 метра, нередко достигая 5,0-16,0 метров. В основном пласт представлен одним пропластком, но в отдельных случаях пласт делится на два пропластка Стл-4<sub>1</sub> и Стл-4<sub>2</sub>, изредка наблюдается развитие трёх пропластков Стл-4<sub>2</sub> и Стл-4<sub>1</sub><sup>2</sup>, Стл-4<sub>1</sub><sup>1</sup> (сверху-вниз), в последнем случае нижний пропласток Стл-4<sub>1</sub> разделяется на два. Пропласток Стл-4<sub>1</sub> имеет весьма ограниченное распространение и встречается в единичных случаях.

Характерной особенностью строения тульских продуктивных горизонтов является определённая изолированность его пластов. Непроницаемые пачки, представленные глинистыми и глинисто-карбонатными разностями, являются локальными флюидоупорами. Участки слияния одного пласта-коллектора с другими редки и приурочены к ограниченной территории. Пласты Стл-3 и Стл-2 могут быть гидродинамически связаны между собой, пласт Стл-4 всегда изолирован. Отмечаются редкие случаи, когда отложения репера «тульский известняк» замещаются и происходит слияние пласта Стл-4, Стл-3 и Стл-2. Уникальное явление – слияние трёх верхних пластов тульского горизонта, зафиксировано в границах эрозионно-карстового вреза радаевско-бобриковского возраста. Пласт Стл-1 может иметь гидродинамическую связь с бобриковским горизонтом.

Таким образом, результаты исследований позволили выявить особенности пространственного развития пластов-коллекторов. В частности, в южной части западного

склона Южно-Татарского свода пласты-коллекторы тульского горизонта отсутствуют полностью. В центральной части чётко прослеживается пласт Стл-2, в северной части западного склона Южно-Татарского свода появляется пласты Стл-3 и Стл-4.

Проведённый анализ показывает, что пласты тульского горизонта чрезвычайно изменчивы на небольших расстояниях, характеризуются литологической неоднородностью и невыдержанностью коллекторов. Изменения мощностей пластов тульского горизонта происходит как в нижней части горизонта (пласты Стл-3, Стл-2, Стл-1), так и в верхней части тульского горизонта (пласт Стл-4). Мощность отложений тульского горизонта возрастает в основном за счёт увеличения мощности коллекторов.

Общая мощность тульского горизонта и мощность каждого из пластов отдельно в пределах западного склона Южно-Татарского свода возрастает в направлении с юга на север. Максимальная мощность отложений приурочена к зоне Камско-Кинельской системы прогибов и составляет 29-35 метров. В направлении с запада на восток наблюда-

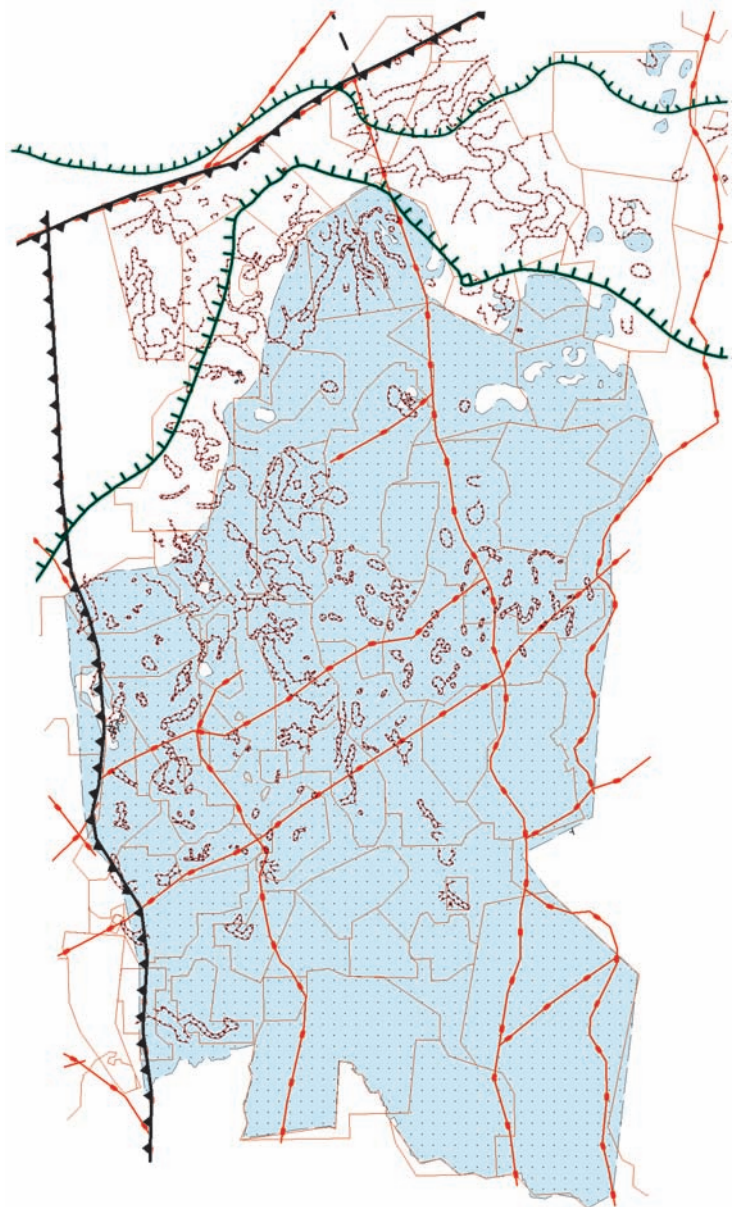


Рис. 4. Схема отсутствия зон пласта-коллектора Стл-4. Условные обозначения. см. рис. 2.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КАШИРСКИХ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРСТАНА

Каширский горизонт – один из первоочередных возвратных горизонтов, являясь потенциально нефтеносным, требует более детального изучения. Ввиду такой особенности его строения, как залегание водоносных пропластков гипсометрически выше нефтеносных в пределах одного пласта, необходима детальная слоистая корреляция эффективных прослоев для исключения ошибочного объединения разновозрастных пропластков в один подсчетный объект. Тщательность корреляции каширских отложений будет способствовать более точной оценке запасов нефти в этих отложениях и выработке в дальнейшем более оптимальной системы их разработки.

*Ключевые слова:* каширский горизонт, коллектор, корреляция, залежь, подсчет запасов.

Каширские отложения – локально нефтеносный горизонт осадочной толщи, который в настоящее время слабо изучен. Нефтеносность его доказана опробованием в колонне, данными испытания пластов на трубах в процессе бурения скважин и прогнозируется по комплексу геофизических исследований скважин (ГИС). На ряде месторождений (Зюлеевском, Степноозерском и др.) в керне из каширских отложений отмечается нефтенасыщенность различной интенсивности.

Из этого следует, что необходимо всестороннее изучение каширской толщи: ее литологии, петрографии, положения эффективных прослоев, их коллекторских свойств

и разделяющих эти прослои перемычек, физико-химических свойств флюидов, насыщающих эффективные прослои, в первую очередь нефти (Ларочкина, 2008; Муслимов, 2007).

По своему строению каширские отложения резко отличаются от подстилающих их отложений верейского горизонта.

Одна из наиболее важных и характерных особенностей строения – наличие в разрезе продуктивных пластов (все-го их 5, реже 6) водоносных прослоев, залегающих гипсометрически выше нефтенасыщенных по данным опробования и ГИС. Разделяющая их перемычка из плотных изве-

Окончание статьи И.А. Ларочкиной, С.П. Новиковой, Р.Р. Садреевой, Р.Р. Исламовой «Закономерности пространственного развития пластов-коллекторов...»

ется незначительный и равномерный рост мощности пластов-коллекторов.

Появление и развитие тульских пластов, в первую очередь Стл-2 и Стл-4, находится в прямой зависимости от наличия визейских врезов на участке. Общая мощность тульского горизонта в скважинах, пробуренных в зонах развития посттурнейских врезов, увеличена по сравнению со скважинами, находящимися вне врезных зон.

### Литература

Данилова Т.Е. Терригенные породы девона и нижнего карбона. Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ. 2008. 436.

Ларочкина И.А. Геологические основы поисков и разведки нефтегазовых месторождений на территории республики Татарстан. Казань: изд-во ООО ПФ «Гарт». 2008. 210.

I.A. Larochkina, S.P. Novikova, R.R. Sadreeva, R.R. Islamova.  
**Regularity of Spatial Development of the Tula Horizon Reservoir Bed on the Western Slope of the South-Tatar Arch (Russia).**

In the work we have revealed regularity of spatial development of the Tula horizon of the Lower Carboniferous reservoir bed on the western slope of the South-Tatar Arch. Knowledge of formations characteristics and their spatial variability is the basis for geological exploration setting and technological development plan. As a result of researches, conclusions regarding the reservoir bed spatial variability are made, some regularities of the reservoir

bed occurrence are found, as well as dependence of the Tula formations appearance and development on the Visean downcuttings presence is shown.

*Key words:* Tula horizon, reservoir layer, correlation, Visean incision.

*Рафия Рамильевна Садреева*

Младший научный сотрудник лаборатории запасов и ресурсов углеводородного сырья и проектов геологоразведочных работ. Научные интересы: геофизические методы поиска и разведки нефтяных месторождений, интерпретация данных геофизических исследований скважин, изучение особенностей корреляции пластов-коллекторов нижнекаменноугольных отложений.

*Руфина Рафаильевна Исламова*

Инженер-исследователь лаборатории подготовки и сопровождения программного обеспечения. Научные интересы: геологические особенности строения и формирования нефтяных залежей, методы поиска и разведки нефтяных месторождений.

Институт проблем экологии и недропользования  
Академии наук Республики Татарстан  
420087, Казань, ул. Даурская, 28.  
Тел.: (843) 299-35-03, 298-16-17.