

# ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ БИТУМОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ УФИМСКОГО И КАЗАНСКОГО ЯРУСОВ

В статье приводятся данные, свидетельствующие о различии геохимических и других гидрогеологических размещений залежей природных битумов в отложениях уфимского яруса на западном склоне Южно-Татарского свода и казанского яруса на восточном борту Мелекесской впадины. Рассмотрены возможные поисковые показатели для выявления залежей битумов в уфимских и казанских отложениях.

*Ключевые слова:* гидрогеологические условия, залежи битумов, поисковые показатели.

На территории Республики Татарстан основные залежи природных битумов приурочены к уфимскому ярусу нижнего и казанскому ярусу среднего отделов пермской системы, в тектоническом отношении они распространены, соответственно, на западном склоне Южно-Татарского свода и восточном борту Мелекесской впадины (Абдуллин и др., 1979; Муслимов и др., 1995).

На западном склоне Южно-Татарского свода залежи битумов связаны с песчаной пачкой шешминского горизонта уфимского яруса. Пачка сложена мелко- и среднезернистыми песками и песчаниками разной степени цементированности с маломощными пропластками алевролитов. В кровле пачки, на контакте с перекрывающими их «лингуловыми глинами» нижнеказанского подъяруса, отмечаются прослой сильно известковистого песчаника. Ниже этого прослоя песчаная пачка сложена слабощементированными и рыхлыми песчаниками и песками. К

этому интервалу приурочены основные продуктивные битумонасыщенные части залежей.

На восточном борту Мелекесской впадины залежи битумов приурочены к карбонатным и терригенным пластам-коллекторам казанского яруса средней перми, переслаивающимися с глинистыми и сульфатными породами. Основные скопления природных битумов выявлены в камышлинском и барбашинском горизонтах нижнеказанского подъяруса и серии «ядрёный камень» верхнеказанского подъяруса. Кроме того, битумы встречены в породах вышезалегающих серий верхнеказанского подъяруса. Камышлинский горизонт (нижнекамышлинские слои) сложен в основном органогенно-обломочными карбонатными породами, а также песчаниками и алевролитами. В междуречье Большого и Малого Черемшана нижнекамышлинские слои сложены известковистыми глинами и доломитами. Барбашинский горизонт (верхнекамышлинские слои)

Окончание статьи А.М. Джамикешова, И.К. Керимовой «Глубинное строение подсолевых отложений северо-востока Прикаспийской впадины»

тау-Соркольской 5.5 – 6.0 км. В Ново-Алексеевском прогибе глубина до кровли подсолевых составляет 6.3 – 7.0 км, увеличиваясь в южном направлении. Во всех зонах прогнозируются органогенные постройки и перспективы нефтегазоносности оцениваются как высокие.

## Литература

Юдахин Ф.Н., Шукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН. 2003. 300.

Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Пилифосов В.М. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. *Нефть и Газ*. Т.3. 2002. 248.

Клещев К.А., Шейн В.С. Современное состояние геодинамических основ прогноза поисков и разведки нефти и газа. *Геология нефти и газа*. 2002. №4. 2-9.

Волчегурский А.Ф., Космогеологическая характеристика типовых регионов СССР, Прикаспийская впадина. *Космогеология СССР*. Под редакцией Брюханова В.Н., Межеловского Н.В. М: Недра. 1987. 138-155.

Науки о земле в Казахстане. Казахстанское геологическое общество «КазГео». *Доклады МГК-33*. Алматы. 22. 2008. 264-269.

A.M. Jamikeshov, I. K. Kerimova. **Deep structure of the northeast pricaspian basin pre-salt deposits.**

The studies conducted resulted in refinement of deep geologic framework of the region, which tectonically is located within the northeast part of the Pricaspian basin inner near the side zone. By

structural position and tectonic and pre-salt section features, the region being studied is separated into Koblandinski-Tamdinski, Shirakski, Bestau-Sokrolski uplifted zones and Novo-alexeevski embedded structure. All zones are expected to carry biogenic structures and to be of high petroleum potential.

*Key words:* Pricaspian basin, deep structure, pre-salt section, biogenic structures, structures, tectonics, geologic section, Koblandinski-Tamdinski, Bestau Sorkolski, Shirakski, zones, Novo-Alexeevski embedded structure, Pre-Ural downfold.

*Арман Мухитович Джамикешов*

Ген. директор ТОО «Каспиан Энерджи Ресерч». Научные интересы: внедрение новых информационных технологий в области геологии, разведки и разработки.

060000, Республика Казахстан, г Атырау, ул.Хакимова, д.4. Тел.: 8(7122)35-51-33/35-59-23.

*Ираида Корнельевна Керимова*

к.г.-м.н., начальник тематической группы комплексной интерпретации ОП «Спецгеофизика». Научные интересы: глубинное строение и перспективы нефтегазоносности Прикаспийской впадины.

125481, Москва, ул. Фомичевой, д.7, корп.1, кв.51.  
Тел.: (495)492-79-63.

представлен глинами, известняками и песчаниками. Серия «ядренный камень» в бассейне рек Малый Черемшан и Большая Сульча сложена известняками и песчаниками. Вышезалегающие серии (пачки) верхнеказанского подъяруса представлены терригенно-карбонатными породами.

Геологические исследования, проведенные в Татарстане, показали преимущественное совпадение площадей распространения залежей тяжелых нефтей в каменноугольных отложениях и залежей битумов в пермских отложениях (Рис. 1). Большая часть пермских битумоскоплений сопровождается залежами нефти в карбоне. Это обстоятельство указывает на то, что битуминозность пермских отложений обеспечивалась за счет вертикальной миграции углеводородов из каменноугольных пород (Муслимов, Войтович, 1999). Залежи битумов представляют собой разрушенные нефтяные, поэтому пермские битумы и каменноугольные нефти принадлежат к одному геохимическому типу.

В пространственном распределении битумоскоплений существенную роль сыграл гидрогеологический фактор.

Прежде всего – наличие в пермских отложениях плотных пород, являющихся водоупорами и нефтеупорами, а значит, покрывками, контролирующими положение залежей битумов в геологическом разрезе.

Первым серьезным препятствием на пути вертикальной миграции нефти из каменноугольных отложений в пермские на территории западного склона Южно-Татарского свода и восточного борта Мелекесской впадины являлись плотные доломиты, ангидриты и гипсы, залегающие в тастубском горизонте сакмарского яруса нижней перми. Тастубский горизонт у гидрогеологов традиционно считается региональным водоупором, разделяющим зоны активного и затрудненного водообмена. Однако по материалам бурения более чем 9 тысяч структурных скважин на востоке Татарстана в 41% скважин в нижнепермских отложениях отмечаются закарстованные породы (Хисамов и др., 2007). Тастубская толща сильно закарстована, нередко до самой подошвы, в пределах обширных площадей Южно-Татарского свода и восточного борта Мелекесской впадины. Особенно сильная закарстованность пород тастубского горизонта зафиксирована в бассейне р. Шешмы (Геология Татарстана, 2003). На некоторых участках в тастубском горизонте встречаются спорадически

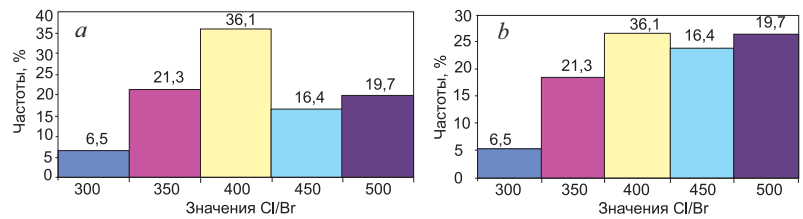


Рис. 2. Гистограмма распределения частоты значений коэффициента CI/Br: а – для подземных вод верхне-, среднекаменноугольных и окско-сертуховских отложений, б – для подземных вод казанского яруса, Мелекесская впадина, восточный борт.

рассеянные водоносные линзы (Афанасьев, 1956). Таким образом, трещиноватые зоны и карстовые каналы в галогенных и карбонатных породах тастубского горизонта могли служить путями для вертикальной миграции глубинных рассолов и нефти в верхние горизонты разреза.

Выше тастубского горизонта выдержанные в пространстве водоупоры отсутствуют вплоть до плотных «лингуловых глин» в нижней части нижнеказанского подъяруса. В силу значительной литофациальной изменчивости отложений уфимского яруса, в них имеются лишь невыдержанные по разрезу и в пространстве слои и линзы глин и алевролитов. Шире распространены «лингуловые глины», отсутствующие лишь на территории западного борта Мелекесской впадины и западнее её (Хисамов и др., 2007). «Лингуловые глины» служат покрывкой для залежей битумов в уфимском ярусе, приуроченных к западному склону Южно-Татарского свода. В то же время они не явились препятствием для миграции углеводородов в отложения казанского яруса на территории восточного борта Мелекесской впадины, где размещение залежей битумов контролируется в основном мощными глинистыми толщами уржумского и татарского ярусов. Плотные сульфатно-карбонатные глинистые породы серий «подбой» и «шиханы» верхнеказанского подъяруса являются покрывками только локального значения.

То обстоятельство, что «лингуловые глины» на западном склоне Южно-Татарского свода являются покрывкой для залежей битумов, а на восточном борту Мелекесской впадины они эту роль не выполняют, представляет собой интерес, и этот факт требует аргументированного объяснения. Для этого необходимо детальное изучение «лингуловых глин» (минеральный состав, мощность, литологические «окна» и др.) на всей территории распространения залежей битумов.

Отсутствие значительных скоплений битумов в отложениях казанского яруса на западном склоне Южно-Татарского свода, возможно, объясняется и чисто гидрогеологическими факторами. В отличие от восточного борта Мелекесской впадины казанские отложения в этом районе находятся в зоне активного водообмена, которая является неблагоприятной для сохранения залежей битумов. Зона активного водообмена находится преимущественно выше эрозионного вреза местной речной сети и характеризуется высокими скоростями движения подземных вод в сторону рек и небольшой их минерализацией. Полоса сильно разрушенных битумоскоплений прослежена в юго-восточной части Ашалычинской битуминозной зоны, где они часто обнажаются по берегам рек Шешма и Зай, и залегают на 20 – 50 м выше местных базисов эрозии, а у дневной поверхности (в районе Шугурово) встречаются



Рис. 1. 1 – Месторождения нефти в карбоне; 2 – Месторождения природных битумов; 3 – Границы тектонических элементов 1 порядка.

вязкие и полутвердые битумы (Хисамов и др., 2007). Эти примеры относятся к залежам битумов в уфимском ярусе. В вышезалегающих казанских отложениях условия для сохранения залежей битумов, естественно, еще более неблагоприятные.

Химический состав подземных вод, сопутствующих залежам битумов, в уфимском ярусе (западный склон Южно-Татарского свода) и казанском ярусе (восточный борт Мелекесской впадины) резко различен.

Воды битумных залежей, приуроченных к уфимским отложениям, являются гидрокарбонатными натриевыми, реже – сульфатными натриевыми, с минерализацией 2 – 6 г/л, высоким содержанием сероводорода (до 335 – 640 мг/л), органических веществ (в пересчете на общий углерод до 40 – 55 мг/л), аммония (до 6 – 11 мг/л). Появление гидрокарбонатных натриевых (содовых) вод исследователи (Анисимов, Ибрагимов, Гилязова, 1996; Хисамов и др., 2007) связывают с процессами биохимического взаимодействия сульфатных вод с углеводородами, в результате которых образуется сероводород и выпадает кальцит. Окислителем служат сульфаты пластовых вод нижнепермских отложений. По данным Казанского университета, содержание кальцита в продуктивных песчаниках увеличивается сверху вниз. Выпадение кальцита в результате сульфатредукции приводит к запечатыванию битумной залежи снизу и, в результате, к её гидродинамической изолированности от более минерализованных подземных вод нижезалегающих отложений.

Отмеченные выше особенности подземных вод битумных залежей в уфимских отложениях – содовый тип внутренних вод, высокое содержание сероводорода, обогащённость органическим веществом и аммонием, могут служить поисковыми признаками при выявлении скоплений битумов, но не во всех случаях. При залегании битумных залежей выше уреза местных рек сероводород, а, соответственно, и содовые воды не образуются. С другой стороны, гидрокарбонатные натриевые (содовые) воды могут образовываться под влиянием полевошпатовых песчаников (Афанасьев, 1956). Гидрокарбонатные натриевые воды встречены также в неогеновых отложениях в районе г. Казани, где залежи битумов заведомо отсутствуют (Малышева и др., 1965). В то же время внутриконтурные воды ряда битумных залежей (Кармалинская, Шешминская и др.), связанных с песчаниками шешминского горизонта, являются не содовыми, а сульфатно-натриевыми. Повышенное содержание органических веществ и аммония может быть связано не только с близким расположением залежей битумов, но и обусловлено литолого-геохимическими особенностями пород и другими геологическими факторами. На участках слабой защищенности пермских отложений от загрязнения сверху повышенное содержание органических веществ и аммония может быть связано с антропогенными факторами.

Более надежными поисковыми показателями для выявления битумных залежей в отложениях уфимского яруса на западном склоне Южно-Татарского свода являются наличие в разрезе пермских отложений гидрохимической инверсии и высокое содержание сероводорода. По данным автора (Гилязов, 2007), на территории распространения залежей битумов воды вышезалегающего казанского яруса являются более минерализованными (до 14,2 г/л) и

Геологический возраст	Средние значения			
	Минерализация, г/л	Хлор-ион, г/л	Бром, мг/л	Коэффициент хлор/минерализация
Казанский ярус средней перми	33,9	17,3	42,8	0,43
Сакмарский ярус нижней перми	34,8	17,3	48,0	0,36

Табл. 1. Некоторые гидрохимические характеристики казанского и сакмарского ярусов.

содержащими повышенное количество хлоридов (до 6,4 г/л) и брома (до 19,8 г/л) по сравнению с водами битумных залежей уфимского яруса (минерализация до 5 – 6 г/л, содержание хлоридов до 0,8 г/л, брома до 2,1 г/л в среднем). Это противоречит общей закономерности, выявленной на территории Татарстана и заключающейся в увеличении сверху вниз по разрезу степени минерализации подземных вод, содержания в них хлоридов и брома. Наличие гидрохимической инверсии в разрезе пермских отложений на территории западного склона ЮТС может служить поисковым показателем для выявления в этом районе залежей битумов. В связи с этим рекомендуется проводить гидрохимическое опробование водоносных горизонтов казанского и уфимского ярусов при осуществлении буровых работ любого назначения.

Вторым поисковым показателем является очень высокое содержание сероводорода в водах уфимского яруса, которое на порядок выше, чем в водах нижезалегающего сакмарского яруса. Так, в районах нахождения битумных залежей (Ашальчинская, Чегодайская, Южно-Ашальчинская площади) количество сероводорода в водах битумосодержащих уфимских отложений достигает 450 – 640 мг/л, а в сакмарских отложениях тех же площадей оно не превышает 21 – 23,5 мг/л. Такая аномалия объясняется интенсивными процессами сульфатредукции, происходящими при взаимодействии сульфатных вод с углеводородами, в результате которых образуется значительное количество «вторичного» сероводорода.

Иными гидрогеологическими условиями характеризуются залежи битумов, приуроченные к отложениям казанского яруса на восточном борту Мелекесской впадины. На Арбузовской, Горской, Узеевской и других площадях, где битумные залежи приурочены к отложениям казанского яруса в центральной части и на восточном борту Мелекесской впадины, отмечены хлоридные натриевые воды с минерализацией до 40 – 50 г/л и выше (Анисимов и др., 1996). Концентрация сероводорода здесь меньше (не более 50 мг/л) чем в битумоносных отложениях уфимского яруса западного склона ЮТС, содержание гидрокарбонатов мало, процессы сульфатредукции менее интенсивны. Запечатанность битумных залежей снизу вторично кальцитизированными водонепроницаемыми песчаниками отсутствует.

По всем гидрогеологическим данным на территории восточного борта Мелекесской впадины существует активная гидродинамическая связь между водоносными горизонтами в казанских и нижезалегающих сакмарских отложениях. Средние значения величин минерализации, хлоридов, брома, коэффициента хлор/минерализация для вод казанского и сакмарского ярусов практически совпадают (Табл. 1). Величины хлорбромного коэффициента для подземных вод казанского яруса аналогичны таковым для под-

земных вод не только сакмарского яруса, но и каменноугольных отложений (Рис. 2,3). Таким образом, на восточном борту Мелекесской впадины, характеризующимся повышенной тектонической активностью, наличием разломов и путей для вертикального перераспределения нефти, осуществляется активная гидродинамическая связь между водоносными горизонтами карбона и перми. Здесь происходит внедрение рассолов хлоркальциевого типа с повышенным содержанием брома из каменноугольных отложений в пермские. В результате количество брома в водах казанских отложений может достигать 63 – 69 мг/л (Узеевская, Горская битумные залежи), тогда как в подземных водах зоны активного водообмена фоновое значение брома обычно не превышает 0,5 – 1,0 мг/л. На рассматриваемой территории имеются благоприятные условия для миграции углеводородов из каменноугольных отложений в пермские.

Наличие битумов в казанском ярусе указывает на ненадежность в некоторых случаях водонефтеупора «лингуловые глины». В связи с этим на территории восточного борта Мелекесской впадины в качестве наиболее перспективных для выявления залежей битумов следует рассматривать участки, в геологическом разрезе которых отмечается меньшая мощность, более высокие фильтрационные характеристики и повышенная трещиноватость «лингуловых глин», что могло привести к возможности миграции углеводородов из каменноугольных отложений в среднепермские. Поэтому при осуществлении буровых работ любого назначения рекомендуется проводить всестороннее изучение пачки «лингуловых глин», залегающих в нижней части нижнеказанского подъяруса.

Что касается сероводорода, то данные по его содержанию в водах казанских и сакмарских отложений малочисленны, и поэтому для территории Мелекесской впадины его вряд ли можно считать прямым поисковым показателем для залежей битумов. Единичные анализы, выполненные для района Горской битумной залежи, показали, что количество сероводорода в битумоносных казанских отложениях ненамного выше, чем в нижезалегающих сакмарских образованиях (31-41 мг/л против 22 мг/л). На территории Мелекесской впадины сероводород в подземных водах казанского яруса может, вероятно, служить в качестве поискового признака в случаях существенного превышения (на порядок выше) содержания сероводорода в водах казанского яруса над его количеством в водах нижезалегающих отложений. В этой связи представляет интерес район г. Булгара, на западном борту Мелекесской впадины, где в маломинерализованных хлоридно-сульфатных водах верхнеказанского подъяруса (скв. 1 М), на глубине 120 – 180 м обнаружен сероводород в количестве 96,7 – 134 мг/л.

## Выводы

1. Различия в гидрогеологических условиях размещения залежей битумов в отложениях уфимского и казанского ярусов связаны прежде всего с различной степенью гидродинамической связи водоносных горизонтов нижне- и среднепермских отложений на западном склоне Южно-Татарского свода и восточном борту Мелекесской впадины.

2. Гидродинамические условия определили специфические особенности химического состава подземных вод уфимского и казанского ярусов и протекающих в них био-

химических процессов на участках распространения битумных залежей.

3. На западном склоне Южно-Татарского свода поисковыми показателями для выявления залежей битумов в уфимских отложениях являются наличие в разрезе пермских отложений гидрохимической инверсии и высокое (на порядок выше, чем в нижезалегающих отложениях) содержание в водах сероводорода.

4. Для восточного борта Мелекесской впадины наиболее благоприятными для выявления залежей битумов в казанском ярусе будут участки, на которых по геолого-геофизическим данным (характеристика керна, данные каротажа) «лингуловые глины» не являются надежным водонефтеупором.

## Литература

Абдуллин Н.Г., Аминов Л.З. и др. *Закономерности размещения и условия формирования залежей нефти и газа Волго-Уральской области*. Том III. Татарская АССР. М. Недр. 1979.

Анисимов Б.В., Ибрагимов Р.Л., Гилязова Ф.С. Подземные воды пермских битумных месторождений Республики Татарстан. *Сборник: «Пермские отложения Республики Татарстан»*. Казань. «Экоцентр». 1996. 236-241.

Афанасьев Т.П. Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. Изд. АН СССР. М. 1956.

Геология Татарстана. Стратиграфия и тектоника. Колл. авт. Москва. GEOS. 2003.

Гилязов Т.Р. Гидрохимические особенности залежей битумов западного склона Южно-Татарского свода и восточного борта Мелекесской впадины. *Мат-ы науч.-практ. конф.: «Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов»*. Казань. «ФЭН». 2007. 175-176.

Мальшева О.Н., Нелидов Н.Н., Соколов Н.Н., Каштанов С.Г. Геология района г. Казани. Изд. Казанского университета. 1965.

Муслимов Р.Х., Тахаутдинов Ш.Ф., Васясин Г.И. и др. Мониторинг природной среды при разработке битумных залежей. Казань. «Мониторинг». 1995.

Муслимов Р.Х., Войтович Е.Д. Геологические условия размещения пермских природных битумов на территории Татарстана. *Труды науч.-практ. конф.: «Высоковязкие нефти, природные битумы и остаточные нефти разрабатываемых месторождений»*. Том II. Казань. Экоцентр. 1999. 20-24.

## T.R. Gilyazov. Hydrogeological conditions of bitumen accumulation disposition in the Ufimian and Kazanian stage deposits.

The article provides information on the difference of geochemical and other hydrogeological disposition of natural bitumen accumulations in the Ufimian stage on the western slope of the South - Tatarian dome and of the Kazanian stage and on the eastern bead of Melekes depression. The article also considers possible exploration indicators for the discovery of bitumen accumulations in the Ufimian and Kazanian deposits.

*Key words:* hydrogeological conditions, bitumen accumulations, exploration indicators.

*Тимур Рустамович Гилязов*

Геолог-геофизик филиала ОАО «Татнефть» в Ливии, аспирант Казанского федерального университета. Научные интересы: геологическое моделирование, интерпретация данных скважинной геофизики, поиск и разведка битумных месторождений.



Ливия, Триполи, ул. Абу Мишмаша. Тел.: +218 (21)444-29-58, 333-39-46, 333-79-58. Факс: +218 (21) 333-76-67.