

DOI: 10/31660.0445-0108-2018-6-9-15

УДК 553.98(571.12)+551.762

**ПРОГНОЗ ПАРАМЕТРОВ ЗОН ПРОМЫШЛЕННОЙ
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Я. И. Гладышева

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Аннотация. Промышленная продуктивность юрских отложений на севере Западной Сибири подтверждена открытием залежей углеводородов на ряде месторождений. Большая часть их находится в среднеюрских отложениях, из нижнеюрских пластов получены лишь признаки углеводородов, из верхнеюрских — единичные залежи. Такое неравномерное распределение залежей в юрском нефтегазоносном объекте связано со сложностью его строения. Следовательно, необходимы комплексный анализ геологического строения юрских отложений, выявление геологических параметров для прогнозирования зон промышленной значимости на исследуемой территории.

По результатам изучения данных глубокого бурения, сейсморазведочных работ севера Западной Сибири в юрском нефтегазоносном мегакомплексе построены схематические карты зон глубин кровли юрских отложений, определены параметры зон промышленной продуктивности. Наиболее значимым является наличие аномально высокого пластового давления. Исходя из проведенных исследований, отмечены предполагаемые зоны промышленной нефтегазоносности для юрских отложений в пределах Надым-Пурского междуречья.

Ключевые слова: залежи углеводородов; глубокое бурение; коэффициент аномальности пластового давления

**PREDICTION OF PARAMETERS FOR COMMERCIAL OIL-AND-GAS CONTENT
ZONES OF JURASSIC SEDIMENTS IN THE NORTH OF WESTERN SIBERIA**

Ya. I. Gladysheva

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. Discovered hydrocarbon deposits in a number of fields are the characteristic of the industrial productivity of Jurassic sediments in the north of Western Siberia. Most of the deposits are in the Middle Jurassic sediments, the signs of hydrocarbons have been obtained in the Lower Jurassic sediments, single deposits have been obtained in the Upper Jurassic sediments. This uneven distribution of deposits in the Jurassic oil and gas bearing facility is associated with the complexity of its structure. Therefore, there is a need to conduct a comprehensive analysis of the geological structure of Jurassic sediments, to identify geological parameters to predict commercial oil-and-gas content zones in the investigated territory.

Based on the results of the study of deep drilling data, seismic survey in the north of Western Siberia, schematic maps of the depth zones of Jurassic sediments have been constructed, the author of the article determines the parameters of industrial productivity zones. The most significant parameter is abnormally high formation pressure. Based on the conducted researches, the author notes the prospective commercial oil-and-gas content zones for Jurassic sediments within Nadym-Pur watershed.

Key words: hydrocarbon deposits; deep drilling; formation pressure anomaly ratio

Развитие ресурсной базы углеводородного сырья в нашей стране связано с поиском перспективных объектов углеводородов (УВ), в том числе и в юрских отложениях. Важной составляющей в изучении этого объекта является комплексный подход с использованием разных методов исследований.

Юрский нефтегазоносный мегакомплекс подразделен на три комплекса: нижнеюрский, среднеюрский, верхнеюрский [1]. От нижезалегающих пород юрские отложения отделены поверхностью стратиграфического несогласия, от верхних отделены региональным репером, флюидоупором — аргиллитами баженовской свиты.

Нижнеюрский нефтегазоносный комплекс на территории Надым-Пурского междуречья исследован единичными глубокими скважинами. На Восточно-Уренгойской площади нижнеюрские породы вскрыты сверхглубокой скв. СГ6 на глубине 4 710 м, на Уренгойской площади — глубокой скв. 414 (гл. 4 321 м), на Ен-Яхинской площади — сверхглубокой скв. СГ7 (гл. 4 810 м), на Юбилейной площади — глубокой скв. 200 (гл. 4 386 м), на Медвежьей площади — скв. 1 001 (гл. 3 805 м), на Надымской площади — скв. 7 (гл. 4 000 м), на Ямсовейской площади — скв. 98 (гл. 3 762 м). Глубина кровли нижнеюрских отложений на большей части исследуемой территории находится в диапазоне от 3,0 до 5,0 км.

Минимальная глубина залегания нижнеюрских отложений установлена в южной части исследуемой территории на Ямсовейской площади в скв. 98 (3 762 м), максимальная глубина — на северо-востоке Ен-Яхинской площади в скв. СГ7 (4 810 м). Перепад глубин кровли нижнеюрских отложений составил около 1 148 метров. Толщина нижнеюрских отложений изменяется от 462 м на юго-западе (Надымская площадь, скв. 7) до 1 302 м на востоке (Восточно-Уренгойская площадь, скв. СГ6) и 1 340 м на северо-востоке (Ен-Яхинская площадь, скв. СГ7), разница максимальных и минимальных общих толщин составляет 878 метров.

По данным бурения и интерпретации сейсморазведочных работ автором статьи была построена схематическая карта зон глубин кровли нижнеюрских отложений севера Западной Сибири. По современным глубинам кровля нижнеюрских отложений представляет собой сложную расчлененную поверхность, чередование более приподнятых блоков с опущенными, при общей тенденции погружения с запада на северо-восток. Значительное изменение общей толщины нижнеюрских отложений подтверждает сложное блоковое строение изучаемой территории, где для каждого блока характерен свой тектогенез [2]. Увеличение толщины нижнеюрских отложений в северо-восточной части изучаемой территории обусловлено большей амплитудой опускания и близостью источника сноса, где скорость накопления осадков была выше, чем в западной части.

Отложения нижнеюрского нефтегазоносного комплекса на изучаемой территории Надым-Пурского междуречья представлены неравномерным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, в нижней части разреза встречаются прослои гравелитов и конгломератов. В нижнеюрском разрезе толщина пропластков коллекторов изменяется от 0,4 до 4,8 м и в среднем составляет 1,2 м, в разрезе преобладают глинистые разности. Пласты-коллекторы характеризуются значи-

тельной неоднородностью и не выдержаны. Фильтрационно-емкостные параметры низкие, пористость изменяется от 10 до 16 % и в среднем равна 13 %, проницаемость изменяется от $1 \cdot 10^{-3}$ до $20 \cdot 10^{-3}$ мкм². В большинстве скважин при испытании нижеюрских отложений выявлены лишь признаки УВ. Исключение — Медвежье месторождение, где в скв. 1 001 из пласта Ю₁₃ получен приток газа. Отсутствие промышленных притоков флюидов из нижеюрских отложений связано с низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) коллекторов, их значительной глинизацией и качеством вскрытия пород. Последний фактор значительно влияет на изучение глубокозалегающих горизонтов.

Пластовая температура нижеюрского комплекса изменяется от 100 до 120 °С. Общая минерализация пластовой воды на территории Надым-Пурского междуречья составила в среднем 16,0 г/л, тогда как на полуострове Ямал она в среднем около 12,5 г/л. В нижеюрских отложениях залежи УВ открыты на полуострове Ямал (Бованенковское и Новопортовское месторождения). На этих месторождениях отложения вскрыты на глубинах от 2 490 до 3 130 м, общая толщина их составляет около 450 м, коэффициент аномальности пластового давления в среднем 1,5.

С учетом фактических данных по нижеюрскому нефтегазоносному комплексу на изучаемой территории отмечены определенные закономерности. Промышленная продуктивность выявлена при наличии основных факторов: первый фактор — приуроченность к антиклинальной структуре (глубина залегания в пределах от 2 000 до 3 000 м) со значительной амплитудой (по отражающему сейсмическому горизонту Т₄ более 200 м); второй фактор — литологический состав нижеюрских отложений (наличие эффективных коллекторов преимущественно порово-трещинного типа и надежных покрышек); третий фактор — аномальное пластовое давление, где коэффициент аномальности пластового давления более 1,5.

В пределах Надым-Пурского междуречья с большей долей вероятности прогнозируются промышленные скопления УВ в нижней юре в юго-западной части изучаемой территории. Район территории Ямала (Бованенковское и Новопортовское месторождения) автор связывает с тектонически активной зоной. К северо-востоку наблюдается погружение нижеюрских отложений, где возможны поиски сложных структурно-литологических и тектонически экранированных ловушек УВ.

Среднеюрские отложения (тюменская свита) изучены бурением и сейсморазведочными работами на большей части Надым-Пурской территории, но неравномерно. Вскрыта в основном верхняя часть разреза — пласты Ю₂–Ю₃. С учетом материалов глубокого бурения и интерпретации сейсморазведочных работ также была построена схематическая карта зон глубин кровли среднеюрских отложений севера Западной Сибири.

Минимальное значение глубины кровли тюменской свиты (3 108 м) фиксируется на юге исследуемой территории на Ямсовейско-Юбилейном валу (скв. 98 Ямсовей) и на западе — на Медвежьей структуре (скв. 31 Медвежья). На востоке — на Уренгойской площади кровля тюменской свиты установлена на глубинах от 3 600 до 3 850 м, севернее — на Песцовой и Ен-Яхинской площадях диапазон глубин составляет 3 800–3 950 м. Между Медвежьим и Уренгойским мегавалами расположена Нерутинская впадина (структура I порядка), где глубина кровли тюменской свиты варьирует в пределах 3 900–4 200 м, амплитуда — около 300 метров [3].

Максимальное значение глубины залегания кровли тюменской свиты отмечается на севере изучаемой территории на Ямбургской структуре — 4 314 м (скв. 183 Ямбургская). Перепад глубин кровли тюменской свиты с юга на север составляет около 1,2 км. Амплитуды положительных структур второго порядка Медвежьего и Ямсовейского валов составляют в среднем около 200 метров. Тогда как для Уренгойского мегавала амплитуда в среднем около 100 м, для Ямбургского вала — около 60 м. Общая мощность тюменской свиты по данным скважин изменяется

от 400 м на северо-западе (скв. 7 Новопортовская) и 520 м на юго-западе (скв. 7 Надымская) до 860 м на севере (скв. СГ7 Ен-Яхинская).

Как и по нижеюрским отложениям, в среднеюрском разрезе сохраняется тенденция увеличения мощности отложений с запада на северо-восток, с увеличением глубины залегания кровли тюменской свиты увеличивается и общая толщина. Однако для среднеюрских отложений разница между минимальными и максимальными толщинами варьирует в пределах 30 %, тогда как для нижеюрских отложений это 50–70 %.

При сравнении схематических карт зон глубин кровли нижеюрских и среднеюрских отложений было выявлено, что основные структурные элементы I и II порядка развивались унаследовано. Медвежий и Ямсовейско-Юбилейный крупные валы приурочены к наиболее приподнятым блокам. Контраст их по сравнению с Уренгойским мегавалом (структура I порядка) в ниже- и среднеюрский периоды составил по современным глубинам около 500 метров.

Геологический разрез тюменской свиты представлен неравномерным переослаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов с преобладанием последних. В керне отмечены мелкие стяжения пирита, встречаются сидерит, глауконит, обрывки углефицированной флоры, ходы донных животных, многочисленные прослои угля, достигающие толщины 90 см.

В среднеюрском разрезе толщина пропластков коллекторов изменяется от 0,4 до 12,0 м и в среднем составляет 1,4 м, в разрезе преобладают глинистые разности. Фильтрационно-емкостные параметры в большинстве низкие, пористость изменяется от 11 до 20 % и в среднем около 15 %, проницаемость — от $1 \cdot 10^{-3}$ мкм² до $60 \cdot 10^{-3}$ мкм².

Необходимо отметить, что промышленные притоки УВ из среднеюрских отложений получены из коллекторов различных фаций, в том числе из пород с низкими ФЕС.

Пластовое давление в залежах изменяется от 31 до 80 МПа и в среднем составляет 70 МПа. Коэффициент аномальности пластового давления изменяется от 1,4 до 2,1 и в среднем равен 1,9. Пластовая температура изменяется от 88 до 120 °С [4].

Автором отмечено, что промышленные притоки УВ залежей пластов Ю₂–Ю₃ получены там, где коэффициент аномальности пластового давления более 1,8. В диапазоне, где коэффициент аномальности составляет 1,7–1,8, притоки УВ значительно меньше. В зонах, где коэффициент аномальности пластового давления менее 1,6, на исследуемой территории по результатам бурения были получены лишь признаки УВ.

Анализ термобарических параметров позволил выделить на исследуемой территории Надым-Пурского междуречья три зоны с максимальными значениями коэффициента аномальности пластового давления. Основная зона аномальности, где коэффициент аномальности превышает 1,9, приурочена к северной и центральной частям территории (Песцовая, Ен-Яхинская, Западно-Песцовая, Ямбургская площади), где открыты залежи УВ в пластах Ю₂–Ю₃. Зона коэффициента аномальности более 1,7 охватывает Юбилейное и Уренгойское месторождения на юго-востоке, на северо-западе — Северо-Парусовое.

Между коэффициентом продуктивности (отношение дебита УВ к депрессии) и коэффициентом аномальности пластового давления отмечена связь, где коэффициент продуктивности возрастает при значениях коэффициента аномальности более 1,9 (рисунок).

В среднеюрских отложениях на исследуемой территории залежи УВ открыты на Уренгойском, Песцовом, Ямбургском, Юбилейном и Восточно-Медвежьем месторождениях. Максимальный этаж нефтегазоносности в среднеюрском разрезе выявлен на Уренгойском месторождении (открыто около семнадцати залежей УВ

в пластах Ю₂–Ю₄), по насыщению залежи преимущественно нефтяные. Тогда как на Песцовом и Ямбургском месторождениях залежи пласта Ю₂ газовые, на Юбилейном и Восточно-Медвежьем — газоконденсатно-нефтяные.

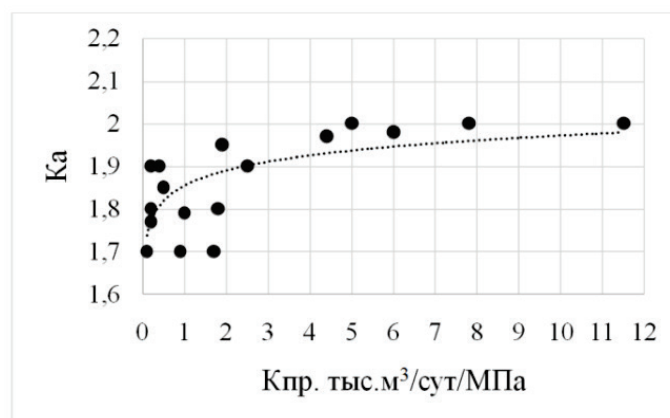


Рисунок. Зависимость коэффициента аномальности от коэффициента продуктивности среднеюрских залежей углеводородов севера Западной Сибири

Верхнеюрские отложения (баженовская и абалакская свиты) исследованы более детально сейсморазведочными работами и бурением.

С учетом данных интерпретации сейсморазведочных работ, материалов бурения, структурных карт В. А. Галунского по отражающему горизонту Б автором статьи построена схематическая карта кровли глубин баженовской свиты, где центральную часть изучаемой территории занимает структура I порядка — Нерутинская впадина, максимальная глубина которой фиксируется на Падинской площади — 4 036 м (скв. 5 400). Большая часть Нерутинской впадины оконтуривается изогипсой глубины кровли баженовской свиты 4 000 метров.

С запада Нерутинская впадина граничит со структурой II порядка — Медвежьим валом, который по изогипсе глубины 3 300 м разделяется на два купола. На севере — это Ныдинское поднятие, а в центральной и южной частях — Медвежье куполовидное поднятие. На юге последнего фиксируется минимальная глубина залегания кровли баженовских отложений на Медвежьей площади — 3 069 м (скв. 31).

Контраст современных глубин кровли баженовской свиты между Медвежьим валом и Нерутинской впадиной — около 500 метров. Наименьшее значение глубины кровли баженовской свиты на исследуемой территории отмечается на Ямсовейско-Юбилейном крупном валу (структура II порядка), в центральной части Ямсовейского вала — 3 033 м (скв. 98). По изогипсе глубины кровли баженовской свиты 3 700 м Ямсовейский вал на северо-востоке переходит в Юбилейное куполовидное поднятие, где минимальная глубина кровли баженовской свиты составляет 3 388 м (скв. 1 001). По изогипсе глубины кровли баженовских отложений 3 600 м на Ямсовейском валу амплитуда составила 567 м, тогда как на Юбилейной структуре амплитуда — около 210 метров.

По современным глубинам кровли баженовской свиты наибольшие значения амплитуд антиклинальных поднятий связаны с юго-западной частью изучаемой территории (центр Ямсовейского вала и юг Медвежьего локального поднятия). С востока Нерутинская впадина граничит со структурой I порядка — Уренгойским мегавалом, который по изогипсе глубины 3 600 м разделяется на три купола (Северо-Уренгойское, Центральное-Уренгойское I, Центральное-Уренгойское II куполовидные поднятия). По замыкающей изогипсе глубины 3 800 м амплитуды ло-

кальных поднятий Уренгойского мегавала составляют около 200 метров. Контраст глубин кровли баженовской свиты между Уренгойским мегавалом и Нерутинской впадиной около 200 метров.

На севере Нерутинской впадины расположены Песцовое и Ен-Яхинское куполовидные поднятия, которые по изогипсе глубины кровли баженовской свиты 3 900 м объединены в одну антиклинальную структуру. На Песцовом поднятии минимальная глубина залегания кровли бажена составляет 3 724 м (скв. 208), на Ен-Яхинском — 3 744 м (скв. 610). Амплитуды этих локальных поднятий по изогипсе глубин 3 800 м — около 60–80 м. Такие же значения амплитуды фиксируются на Харвутинском куполовидном поднятии, где минимальная глубина кровли баженовских отложений — 3 740 м (скв. 253). Севернее, на Ямбургском куполовидном поднятии амплитуда по изогипсе кровли 3 800 м составила около 200 метров.

Максимальная глубина кровли баженовских отложений фиксируется на северо-востоке изучаемой территории — 4 177 м (скв. 102 Северо-Самбургская). Анализ современных глубин кровли баженовских отложений показал, что значения глубин на исследуемой территории варьируют в диапазоне от 3,0 до 4,2 км, с общей тенденцией погружения на северо-востоке.

По схематической карте общей толщины баженовских отложений максимальные значения (более 60 м) фиксируются на северо-западе исследуемой территории в пределах Ныдинского локального поднятия Медвежьего вала. Изопахита 50 м охватывает как Ныдинский участок, так и соседний Южно-Падинский. На северо-востоке в скв. СГ7 Ен-Яхинской площади мощность баженовских отложений составляет 52 метра. На Песцовом и Ен-Яхинском куполовидных поднятиях общая толщина бажена изменяется в диапазоне от 15 до 28 м, в среднем — около 19 метров. На севере в пределах Ямбургского куполовидного поднятия общая толщина баженовской свиты изменяется от 26 (скв. 503) до 36 м (скв. 183), в среднем — 30 метров. Такие же значения общей толщины отмечены в пределах большей части Нерутинской впадины, на юге Медвежьего вала и в пределах Юбилейного поднятия. На Уренгойской площади значения общей толщины баженовских отложений характеризуются наименьшими величинами и изменяются от 8 (скв. 805) до 20 м (скв. 414), в среднем — около 15 метров. В пределах Ямсовейского вала общая толщина баженовских отложений выдержана по площади и разрезу, в среднем составляет 17 метров. Тогда как на соседнем Западно-Ягнетском участке, прилегающем на востоке, в скв. 10 отмечено увеличение общей толщины баженовской свиты до 42 метров.

Анализируя схематическую карту общей толщины баженовских отложений, можно отметить, что большую часть Надым-Пурского междуречья занимают зоны общих толщин от 10 до 30 м. Зоны общих толщин более 30 м расположены локально, на отдельных участках.

Максимальные значения общей толщины баженовских отложений более 50 м, как отмечено выше, расположены на северо-западе. Значительное увеличение общей толщины бажена ряд ученых называют «аномальным баженом». Генезис такого разреза связывают с опесчаниванием разреза за счет внедрения песчанистого материала в битуминозные глинистые осадки при позднеюрских и раннемеловых тектонических движениях [3].

Формирование баженовских отложений на изучаемой территории проходило в глубоководном бассейне, при относительно выравненном палеорельефе, но с различной скоростью накопления на разных участках. Большие мощности палеоосадков накапливались на пониженных участках, меньшие — на приподнятых.

По верхнеюрским отложениям автором была построена схематическая карта общей толщины, где параметр общей толщины изменяется в диапазоне от 31 (скв. 5 011 Медвежья) до 186 м (скв. 183 Ямбургская) и в среднем составляет 94 метра.

Максимальные значения общей толщины верхнеюрских отложений более 130 м отмечены на отдельных участках.

Большой по площади участок картируется на севере изучаемой территории в пределах Ямбургской и Южно-Парусовой площадей. На Падинском, Северо-Самбургском и Западно-Ягнетском участках зоны максимальных толщин имеют локальное распространение в пределах отдельных скважин. Минимальные значения общей толщины фиксируются в центральной и восточной частях Медвежьей площади. Северная часть Нерутинской впадины характеризуется толщинами в пределах 90–110 м, в южной ее части — 70–90 м. На территории Уренгойского мегавала отмечается тенденция увеличения общей толщины в северной части по сравнению с южной на 20–30 метров.

На момент, когда сформировались верхнеюрские отложения на Медвежьей и Уренгойской площадях, южные части этих структур были более приподняты относительно северных частей, где формировались осадки меньшей толщины, а опущенные зоны-блоки располагались на Ямбургском, Южно-Парусовом, между Ныдинским и Песцовым участками, на Северо-Самбургском и Западно-Ягнетском участках.

Верхнеюрские отложения по литологическому составу представлены аргиллитами с редкими прослоями алевролитов, реже песчаников. На исследуемой территории из этих отложений получены непромышленные притоки углеводородов. Только на Западно-Юбилейном участке из отложений абалакской свиты пласта Ю₁⁰ получен фонтанный приток нефти. Южнее изучаемой территории, на площадях, где развиты отложения васюганской свиты (горизонт Ю₁), открыты залежи углеводородов, газовая залежь — на Северо-Губкинском месторождении, нефтяные залежи на Яранейрском, Суторминском, Губкинском, Етыпурском, Апакопурском, Новогоднем, Вынгапурском и Вынгаяхинском месторождениях.

То есть для верхнеюрских отложений важным параметром является наличие прослоев коллектора, поиск которых возможен с применением 3D-сейсморазведочных работ. А для нижезалегающих юрских отложений важным параметром является коэффициент аномальности пластового давления.

Библиографический список

1. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинклизы в мезозое и кайнозое / В. А. Конторович [и др.] // Геология и геофизика. – 2001. – № 11–12. – С. 1832–1845.
2. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции / Ф. Г. Гулари [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2005. – 197 с.
3. Нежданов А. А., Скрылев С. А., Огибенин В. В. Нерутинская впадина — новый нефтегазоносный район Западной Сибири. Перспективы и проблемы // Материалы XIV координационного геологического совещания. – М.: ООО «Газпром эксп», 2009. – С. 14–29.
4. Гладышева Я. И. Проблемы поисковых работ севера Западной Сибири // Нефтепромысловое дело. – 2009. – № 8. – С. 21–32.

Сведения об авторе

Гладышева Яна Игоревна, к. г.-м. н., доцент кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, e-mail: gladyshvej@tyuiu.ru

Information about the author

Gladysheva Ya. I., Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, e-mail: gladyshvej@tyuiu.ru