Перспективы нефтегазоносности региональных резервуаров юрских отложений Енисей-Хатангской и смежной территории Гыданской НГО

Г. Г. Шемин¹*, Н. В. Первухина¹, П. А. Глазырин¹

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: SheminGG@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Приведены методика и результаты количественной оценки перспектив нефтегазоносности региональных резервуаров нефти и газа юрских отложений Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской нефтегазоносных областей (НГО), структура ресурсов углеводородов (УВ), распределение начальных суммарных ресурсов УВ по резервуарам, нефтегазоносным областям, категориям запасов и ресурсов. Количественная оценка перспектив нефтегазоносности выполнена геологическим способом по удельным плотностям запасов на единицу площади на базе комплексного анализа тектонических, литолого-фациальных и геохимических критериев нефтегазоносности. Согласно авторской оценке начальные суммарные ресурсы УВ юрских отложений Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской НГО составляют 12505 млн т УУВ, из них газа прогнозируется 10935 млрд м³ (87,5 %), конденсата - 1570 млн т (12,5 %).

Ключевые слова: резервуар, перспективы нефтегазоносности, газ, конденсат, запасы, ресурсы

Petroleum potential of Jurassic regional reservoirs in the Yenisei-Khatanga and adjacent Gydan petroleum-bearing areas

G. G. Shemin¹*, N. V. Pervukhina¹, P. A. Glazyrin¹

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk,
Russian Federation

* e-mail: SheminGG@ipgg.sbras.ru

Abstract. The paper discusses methods and results of the petroleum potential quantification in regional Jurassic reservoirs within the Yenisei-Khatanga petroleum-bearing area (PBA) and eastern Gydan PBA. The structure and distributions of initial in-place hydrocarbons in reservoirs, petroleum-bearing regions, and by categories of reserves and resources are presented. The petroleum potential was assessed by a geological method from specific densities of HC reserves per unit area, on the basis of comprehensive analysis of tectonic, lithologic-facies and geochemical criteria for determination of petroleum potential. According to the author's estimates, the prognosed initial hydrocarbon resources in Jurassic reservoirs within the Yenisei-Khatanga and eastern Gydan PBR amount to 12505 million tons total hydrocarbon equivalent, which includes 10935 billion m³ (87.5%) gas, and 1570 million tons (12.5%) condensate.

Keywords: reservoir, petroleum potential, gas, condensate, reserves, resources

Введение

Исследуемый регион ограничен на севере и юге Таймырской складчатой областью и Сибирской платформой с выклиниванием сплошного распространения мезозойских и кайнозойских отложений, на востоке - Анабаро-Хатангской сед-

ловиной, граница с которой проводится по зоне резкого сокращения мощностей мезозойских отложений. Западная его граница условная, проходит по появлению пликативных структур, имеющих поперечное простирание к другим структурам региона [1]. В тектоническом отношении район включает Енисей-Хатангский прогиб и смежную территорию Западно-Сибирской плиты; в нефтегазогеологическом - Енисей-Хатангскую и восточную часть Гыданской НГО. Степень изученности региона сейсморазведкой и бурением весьма низкая и неравномерная. На площади 345 тыс. км² выполнено 109 тыс. км сейсмических профилей и пробурено 240 скважин, 118 из которых вскрыли юрские отложения и только 23 доюрские.

Юрские отложения, по аналогии с северной и арктической частями Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП), подразделяются на шесть региональных резервуаров: геттанг-синемюрский, плинсбахский, тоарский (нижняя юра), аален-байосский, батский (средняя юра) и оксфордский (верхняя юра). Названия резервуаров соответствуют стратиграфическим объемам их проницаемых комплексов. Низкая степень изученности этих отложений и значительные глубины залегания (от 3-4 до 5-7 и более км) обусловили невысокие результаты проведения геолого-разведочных работ: в этих отложениях открыто всего пять месторождений (Тазовское, Тагульское, Зимнее, Хабейское и Балахнинское).

При количественной оценке перспектив нефтегазоносности региональных резервуаров использовались результаты анализа тектонических (структурные планы, построенные по кровлям проницаемых комплексов резервуаров, и, отчасти, интенсивность проявления дизъюнктивной тектоники), литолого-фациальных (качества проницаемых комплексов и флюидоупоров резервуаров) и геохимических (катагенетическая превращенность органического вещества и масштабы генерации газообразных углеводородов) критериев.

Методы и материалы

Количественная оценка перспектив нефтегазоносности выполнена геологическим способом по удельным плотностям запасов УВ на единицу площади методом геологических аналогий [2]. В качестве эталонных участков (ЭУ) для средне-верхнеюрских отложений выделены: для оксфордского резервуара — Тагульский, батского – Зимний и Тазовский, аален-байосского – Балахнинский ЭУ. Один из эталонов приведен на рис. 1. Нижнеюрские отложения (тоарский, плинсбахский и геттанг-синемюрский резервуары) характеризуются глубоким залеганием и весьма низкой степенью изученности бурением. Промышленные запасы УВ, необходимые для составления эталонных участков, в них не выявлены, поэтому для оценки перспектив нефтегазоносности использовалась закономерность уменьшения плотности начальных суммарных ресурсов УВ сверху вниз по разрезу, выявленная на многочисленных ЭУ, использованных при количественной оценке перспектив нефтегазоносности юрских отложений северных и арктических районов Западно-Сибирской НГП [3]. На основании этой закономерности осуществлен прогноз нефтегазоносности тоарского, плинсбахского и геттанг-синемюрского резервуаров с использованием Тазовского ЭУ.

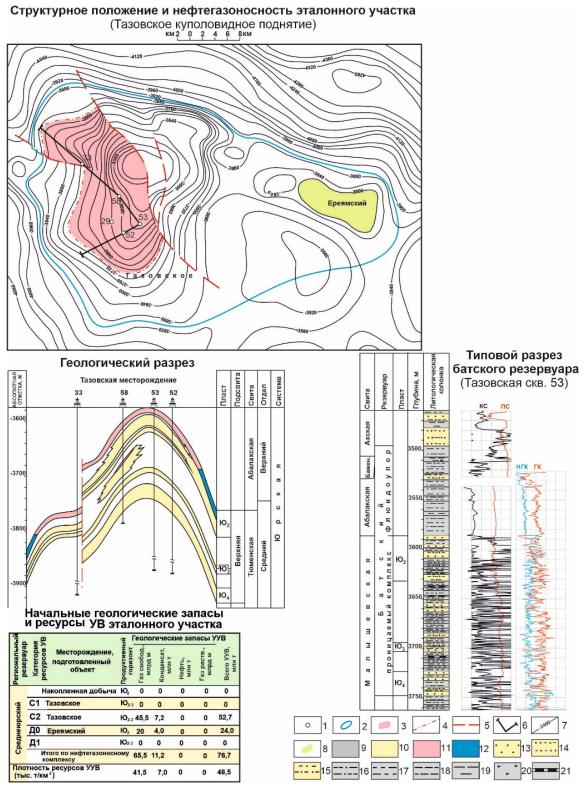


Рис. 1. Геологическое строение и основные параметры Тазовского эталонного участка (батский региональный резервуар)

К структурной карте: 1 - скважины; 2 - контур эталонного участка; 3 - газовые залежи; 4 - внешний контур ГВК; 5 — разломы; 6 - линии геологического разреза; 7 - изогипсы по кровле проницаемого комплекса резервуара (пласт Θ_2); 8 - подготовленные объекты для постановки поисково-оценочных работ.

К геологическому разрезу: 9 - глинистые породы межпластовых перемычек; 10 - непроницаемые алевролиты и песчаники; 11 - 12 насыщение песчаных пластов: 11 - газовое, 12 - водяное.

К литологической колонке: 13 - 21 породы: 13 - песчаники, 14 - песчаники алевролитистые и алевритовые, 15 - алевролито-песчаники, 16 - алевролиты глинистые и песчанистые, 17 - алевролиты глинистые, 18 - глины алевритистые, 19 - глины (аргиллиты), 20 - аргиллиты высокоуглеродистые, 21 - углистые породы

При выделении расчетных участков (РУ) использовались тектоническая карта юрского структурного яруса Западно-Сибирской НГП; структурные карты по кровле проницаемых комплексов региональных резервуаров; карты толщин коллекторов проницаемых комплексов резервуаров; карты качества флюидоупоров; схематические карты масштабов генерации газообразных УВ нефтегазоматеринских пород; схематические карты катагенеза органического вещества нефтегазоматеринских пород.

Сравнение контролирующих перспективы нефтегазоносности тектонических, литолого-фациальных и геохимических параметров каждого РУ с ЭУ осуществлялось по гипсометрии современного структурного плана, качеству флюидоупоров, толщинам коллекторов, нефтегазоносному потенциалу нефтематеринских пород и степени интенсивности проявления катагенеза содержащегося в них органического вещества. Оценка этих параметров производилась как экспертным путем, так и с использованием непосредственных значений толщин коллекторов. Эти показатели являлись поправочными коэффициентами РУ. Общие коэффициенты аналогий расчетных участков Ka, устанавливающие соответствие между плотностями начальных суммарных ресурсов углеводородов на эталонном q9 и расчетных qp участках, вычисляются как произведения поправочных коэффициентов:

$$Ka = K_1 \times K_2 \times K_3 \times ... \times Kn, \qquad (1)$$

где n — количество оцениваемых параметров.

Тогда плотности начальных суммарных ресурсов УВ на РУ равны:

$$qp = q \ni \times Ka \ . \tag{2}$$

Результаты

Результаты количественной оценки перспектив нефтегазоносности представлены в сводных таблицах распределения начальных суммарных ресурсов УВ, газа и конденсата по НГО, резервуарам и категориям запасов, а также на картах перспектив нефтегазоносности, построенных для каждого регионального резервуара (рис. 2), нижнеюрских, среднеюрских, верхнеюрских, а также юрских отложений в целом (рис. 3). Согласно выполненной количественной оценке, начальные суммарные ресурсы УВ юрских отложений Енисей- Хатангской и во-

сточной части Гыданской НГО составляют 12505 млн т УУВ, из них газа - 10935 млрд $м^3$ (87,5%) и конденсата - 1570 млн т (12,5%). Запасы и ресурсы УВ юрских отложений В1, В2, С1, С2, D0, D1, D2 соответственно равны: 11,9 (0,09%), 75,1 (0,60%), 10,0 (0,08%), 64,10 (0,51%), 24,0 (0,19%), 6297,9 (50,50%) и 6006,8 (48,03%). Полная характеристика структуры прогнозируемых УВ исследуемого региона приведена в табл. 1.

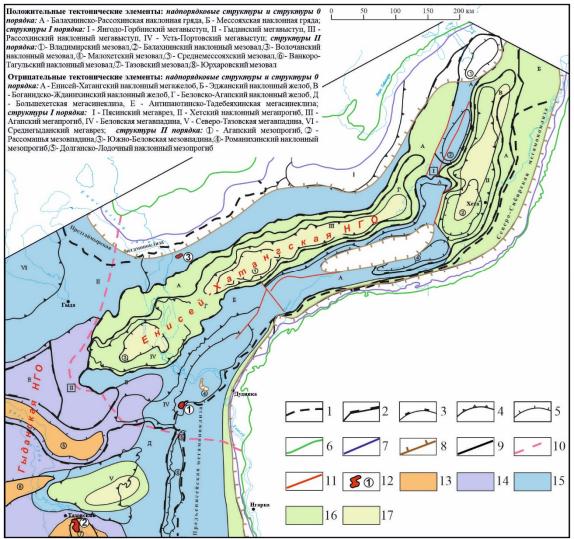


Рис. 2. Карта перспектив нефтегазоносности батского регионального резервуара Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской НГО

1-10 границы: 1 - Внешнего пояса, 2 - надпорядковых структур, 3 - структур нулевого порядка, 4 - структур I порядка, 5 - структур II порядка, 6 - Енисей-Хатангского прогиба и смежной территории Западно-Сибирской плиты, 7 - распространения юрских отложений, 8 - распространения рассматриваемых отложений, 9 - земель различных перспектив, 10 - нефтегазоносных областей; 11 – разломы; 12 - месторождения: 1 - Зимнее, 2 - Тазовское, 3 - Хабейское; 13-17 категории перспективных земель: 13 - перспективные земли II категории (уд. пл. 30-50 тыс.т УУВ/км²), 14 - среднеперспективные земли I категории (уд. пл. 20-30 тыс.т УУВ/км²), 15 - среднеперспективные земли II категории (уд. пл. 10-20 тыс.т УУВ/км²), 16 - земли пониженных перспектив (уд. пл. 5-10 тыс.т УУВ/км²), 17 - земли низких перспектив (уд. пл. 1-5 тыс.т УУВ/км²)

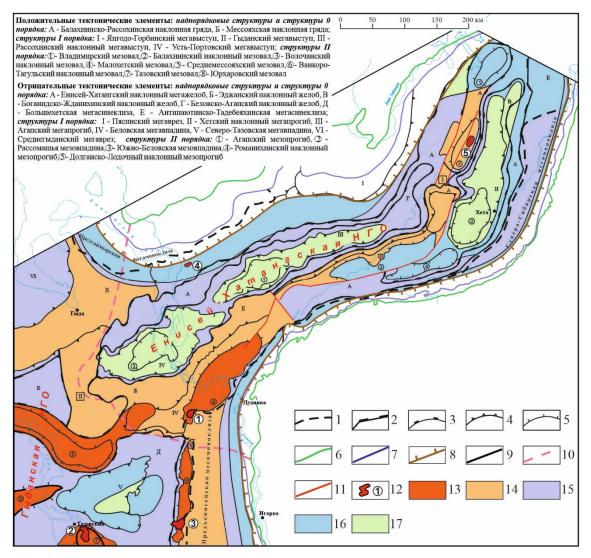


Рис. 3. Карта перспектив нефтегазоносности юрских отложений Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской НГО

1-10 границы: 1 - Внешнего пояса, 2 - надпорядковых структур, 3 - структур нулевого порядка, 4 - структур I порядка, 5 - структур II порядка, 6 - Енисей-Хатангского прогиба и смежной территории Западно-Сибирской плиты, 7 - распространения юрских отложений, 8 - распространения рассматриваемых отложений, 9 - земель различных перспектив, 10 - нефтегазоносных областей; 11 – разломы; 12 - месторождения: 1 - Зимнее, 2 - Тазовское, 3 - Тагульское, 4 - Хабейское, 5 - Балахнинское; 13-17 категории перспективных земель: 13 - перспективные земли I категории (уд. пл. 30-50 тыс.т УУВ/км²), 14 - перспективные земли II категории (уд. пл. 20-30 тыс.т УУВ/км²), 15 - среднеперспективные земли II категории (уд. пл. 10-20 тыс.т УУВ/км²), 17 - земли пониженных перспектив (уд. пл. 5-10 тыс.т УУВ/км²)

Обсуждение

Результаты последней утвержденной количественной оценки перспектив нефтегазоносности Хатангско-Вилюйской НГП и ее составной части Енисей-Хатангской НГО не опубликованы и авторам не доступны. Ниже приведен сравнительный анализ количественных оценок перспектив нефтегазоносности юрских

отложений Енисей-Хатангской НГО, выполненных авторами и А.П. Афанасенковым методом бассейнового моделирования [4].

Таблица 1 Распределение начальных суммарных ресурсов УВ (млн т УУВ), газа (млрд м³) и конденсата (млн т) юрских отложений Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской НГО по резервуарам, фазовому составу и категориям запасов

Резервуар	Фаз. состав УВ	Промышленные запасы УВ				Персп. ресурсы УВ	Прогнозные ре- сурсы УВ		Нач. сум. ресурсы
		B1	B2	C1	C2	D0	D1	D2	УВ
Верхнеюрские отложения									
Окс- форд.	Газ	9,40	59,50	0	0	0	595,45	389,99	1054,34
	Конд.	2,50	15,60	0	0	0	175,30	116,80	310,20
	Всего	11,90	75,10	0	0	0	770,75	506,79	1364,54
Среднеюрские отложения									
Бат-	Газ	0	0	2,00	56,50	20,00	3979,94	0	4058,44
	Конд.	0	0	0	7,20	4,00	517,64	0	528,84
	Всего	0	0	2,00	63,70	24,00	4497,58	0	4587,28
Аал	Газ	0	0	7,20	0,40	0	1427,14	992,48	2427,22
	Конд.	0	0	0,80	0	0	75,88	52,69	129,37
	Всего	0	0	8,00	0,40	0	1503,02	1045,17	2556,59
Итого	Газ	0	0	9,20	56,90	20,00	5407,08	992,48	6485,66
	Конд.	0	0	0,80	7,20	4,00	593,52	52,69	658,21
	Всего	0	0	10,00	64,10	24,00	6000,60	1045,17	7143,87
Нижнеюрские отложения									
Тоар-	Газ	0	0	0	0	0	0	1756,50	1756,50
	Конд.	0	0	0	0	0	0	309,97	309,97
	Всего	0	0	0	0	0	0	2066,47	2066,47
Пли-	Газ	0	0	0	0	0	0	1121,42	1121,42
	Конд.	0	0	0	0	0	0	195,60	195,60
	Всего	0	0	0	0	0	0	1317,02	1317,02
Гет	Газ	0	0	0	0	0	0	517,31	517,31
	Конд.	0	0	0	0	0	0	96,25	96,25
	Всего	0	0	0	0	0	0	613,56	613,56
Итог	Газ	0	0	0	0	0	0	3395,23	3395,23
	Конд.	0	0	0	0	0	0	601,82	601,82
	Всего	0	0	0	0	0	0	3997,05	3997,05
Итого юрских отложений в целом									
Газ		9,40	59,50	9,20	56,90	20,00	5553,06	5212,36	10935,23
Конденсат		2,50	15,60	0,80	7,20	4,00	744,85	794,50	1570,23
Всего		11,90	75,10	10,00	64,10	24,00	6297,91	6006,86	12505,46

Перспективы нефтегазоносности юрских отложений в целом и четырех резервуаров из шести (геттанг-синемюрского, аален-байосского, батского и оксфордского) А.П. Афанасенковым оценены выше соответственно на 56, 187, 38, 60 и 309%, а плинсбахского и тоарского - ниже на 10 и 32%. По мнению авторов,

начальные суммарные ресурсы УВ оксфордского и геттанг-синемюрского резервуаров А.П. Афанасенковым завышены по следующим причинам. Проницаемый комплекс оксфордского резервуара представлен в Енисей-Хатангской НГО нижнесиговской подсвитой, распространение которой закартировано скважинами лишь в виде узкой полосы вдоль ее южной границы [5, 6]. Низкая степень изученности бурением геттанг-синемюрского резервуара не позволяет достоверно оценить его перспективы нефтегазоносности, однако он существенно лучше изучен на смежной территории Западно-Сибирской НГП, где обладает наименьшими перспективами среди юрских отложений.

Благодарности

Работа выполнена в рамках базового проекта НИР №FWZZ-2022-0009 «Цифровые геолого-геофизические модели и оценка перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Арктической зоны Сибири и республики Саха (Якутия); усовершенствование геолого-геофизических методов исследований».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1. Deev E.V., Shemin G.G., Vernikovsky V.A., Bostrikov O.I., Glazyrin, P.A., Matushkin N.Y. The Yenisei-Khatanga Composite Tectono-Sedimentary Element, Northern Siberia. In S.S. Drachev, H. Brekke, E. Henriksen, T. Moore (eds.) Sedimentary Successions of the Arctic Region and their Hydrocarbon Prospectivity // Geological Society. London, Memoirs. 2021. Vol. 57. https://doi.org/10.1144/M57-2021-15
- 2. Методическое руководство по количественной и экономической оценке ресурсов нефти, газа и конденсата России. М.: ВНИГНИ, 2000. 189 с.
- 3. Шемин Г.Г. Региональные резервуары нефти и газа юрских отложений севера Западно-Сибирской провинции. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. — 362 с.
- 4. Афанасенков А.П. Геология и перспективы нефтегазоносности севера Сибирской платформы: диссертация ... доктора геолого-минералогических наук: 25.00.12. М.: 2019. 375 с.
- 5. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 114 с.
- 6. Шемин Г.Г., Первухина Н.В., Вахромеев А.Г., Деев Е.В., Глазырин П.А., Смирнов М.Ю., Сапьяник В.В., Москвин В.И. Модели строения и условия образования региональных резервуаров средне-верхнеюрских отложений Енисей-Хатангской и восточной части Гыданской нефтегазоносных областей сибирского сектора Арктики // Геология нефти и газа. 2020.-N = 6.-C.53-75.

© Г. Г. Шемин, Н. В. Первухина, П. А. Глазырин, 2022