

УДК 550.8
AGRIS P06

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/15>

ЗАЛЕЖИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ В КОЛЛЕКТОРАХ ТЮМЕНСКОЙ СВИТЫ

©**Бирюкова О. Н.**, SPIN-код: 8227-1720, Югорский государственный университет,
г. Ханты-Мансийск, Россия, on-birukova@mail.ru

©**Нанишвили О. А.**, SPIN-код: 8482-1528, Югорский государственный университет,
г. Ханты-Мансийск, Россия, olgayugu@yandex.ru

DEPOSITS OF HARD-TO-RECOVER OIL RESERVES IN RESERVOIRS OF THE TYUMEN FORMATION

©**Biryukova O.**, SPIN-code: 8227-1720, Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia, on-birukova@mail.ru

©**Nanishvili O.**, SPIN-code: 8482-1528, Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia, olgayugu@yandex.ru

Аннотация. В работе обобщена геолого-геофизическая информация в пределах исследуемого участка недр по среднеюрским отложениям тюменской свиты. По результатам исследований керна представлена физико-литологическая характеристика продуктивных пластов тюменской свиты. По данным ГИС проведена детальная корреляция отложений в разрезе площади, выделены продуктивные пласты среднеюрских отложений тюменской свиты: ЮК₂₋₃, ЮК₄, ЮК₅, ЮК₆, ЮК₇, ЮК₈. Обоснованы факторы, обуславливающие объединение пластов тюменской свиты в общий эксплуатационный объект ЮК₂₋₈.

Abstract. The paper summarizes the geological and geophysical information on the Middle Jurassic deposits of the Tyumen Formation within the study area. Based on the results of core studies, the physical and lithological characteristics of the productive strata of the Tyumen Formation are presented. Based on GIS data, a detailed correlation of sediments in the section of the area was carried out, and productive strata of Middle Jurassic deposits of the Tyumen Formation were identified: J₂₋₃, J₄, J₅, J₆, J₇, J₈. The factors justifying the unification of the Tyumen Formation formations into a common production facility J₂₋₈ were substantiated.

Ключевые слова: тюменская свита, трудноизвлекаемые запасы нефти, фациально-изменчивые породы, исследование керна, ГИС, корреляции отложений, подсчетные параметры, отбор от НИЗ.

Keywords: Tyumen formation, hard-to-recover oil reserves, facies-altered rocks, core studies, GIS, correlations of sediments, calculation parameters, sampling from initial recoverable reserves (IRR).

Исследуемый участок расположен в пределах Краснотенинского свода — крупнейшей структуры I порядка в платформенном чехле в западной части плиты. Промышленная нефтеносность связана с отложениями юрского и нижнемелового возраста. Юрские

нефтеносные отложения подразделяются на шеркалинскую, тюменскую и абалакскую свиты. Более 50% запасов Красноленинского месторождения сосредоточено в тюменской свите. Месторождение разрабатывается с 80-х годов 20 века. С 2000-х годов территория месторождения распределена на несколько участков недр. Запасы тюменской свиты относят к ТРИЗам – трудноизвлекаемым запасам. Такие запасы формировались в сложных геологических условиях, характеризуются очень низкой проницаемостью и продуктивностью [1]. Отбор от НИЗ ничтожно мал и составляет не более 5%.

Одним из важнейших методов изучения геологического строения тюменской свиты является палеоседиментационный и палеотектонический анализы. Под палеотектоническим анализом обычно понимают анализ изменения толщин между основными стратиграфическими границами. Изменение толщин свидетельствует об изменении скорости осадконакопления. Для условий компенсированного осадконакопления изменение толщин указывает на скорости тектонических движений.

В основе палеоструктурных построений лежит предположение, что выбранная граница выравнивания в момент накопления вышележащей толщи залегала субгоризонтально [2]. Этим требованиям практически полностью отвечают опорные сейсмические горизонты «А», «Т1», «Б», «М», «М1», «Г», карты которых и использовались в палеоструктурных построениях на изучаемом участке (Рисунок 1).

Нижнеюрский цикл на изучаемой территории отсутствует, что свидетельствует о том, что структура, являлась источником сноса. Осадки этого мегацикла развиты на западе и севере от данной структуры [2].

Среднеюрский цикл преимущественно континентальный, озерно-болотистая равнина, не способствовал формированию мощных песчаных тел. Цикл соответствует стадии меандрирующих речных долин. Наибольший интерес представляют центральные части линейно вытянутых депрессионных зон, где возможно существовали относительно более благоприятные палеогеографические условия для развития палеодренажной системы и, соответственно, накопления грубообломочного материала руслового генезиса. Сложно изрезанные склоны выступов доюрского основания создавали предпосылки для формирования плохо сортированных фаций делювиально-пролювиального ряда. Потоки со склонов имеют в основном временный характер. Диапазон изменения толщин от 31 до 240 м (Рисунок 1).

В юрском мегацикле существовали три этапа развития.

Накопление отложений тюменской свиты сопровождается постепенным уменьшением областей сноса и расширением зоны накопления отложений речных долин (старением) до развития озерно-болотной равнины. Руслу рек и временных потоков постоянно меняют направления, образуя старицы. Песчаные тела в таких условиях практически не предсказуемы. Для каждого пласта были построены карты предполагаемого распространения песчаных пород. Полученные принципиальные геологические модели являются основой для построения цифровых геологических моделей и подсчетных планов. Элементом для построения карт прогноза развития коллекторов были использованы структурные карты и морфология выступов фундамента, которые имеют решающее значение особенно для нижних пластов тюменской свиты [3].

Залежь пластов Ю₂₋₈ открыта в 1981 году. Промышленные притоки нефти получены в двух скважинах. Испытание в обеих скважинах проводилось открытым забоем всей толщи тюменской свиты до забоя. Дебиты нефти составили, соответственно, 5,2 м³/сут на 6 мм штуцере и 8,5 м³/сут с небольшим притоком воды 0,92 м³/сут на среднем динамическом уровне 487,5 м. Оперативный подсчет запасов по тюменской свите выполнен в 1993 году по

результатам геологоразведочных работ, на площади было пробурено 11 поисково-разведочных скважин, которые вскрыли отложения юры вплоть до фундамента.

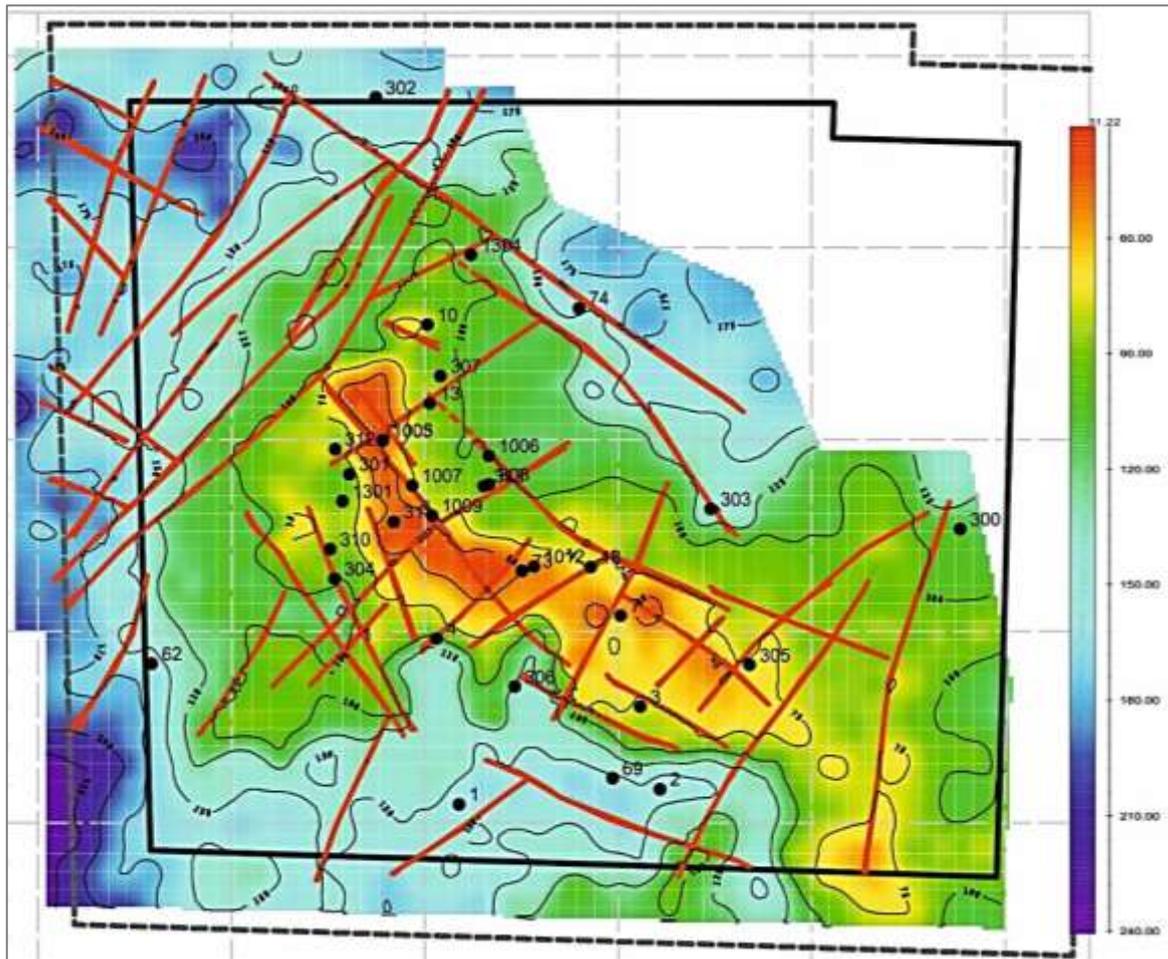


Рисунок 1. Толщины отложений между отражающими горизонтами «А» и «Т»

В начале 2000-х получены новые данные на основании новых данных поисково-детальных 2Д-сейсморазведочных работ МОГТ масштаба 1:50000, проведенных в 2000–2002 гг., а также материалов бурения новых разведочных скважин, которые способствовали уточнению подсчетных параметров, положения водонефтяных контактов и границ распространения залежей нефти тюменской свиты. Проведено разделение пачки ЮК₂₋₈ на отдельные объекты подсчета запасов. В результате детальной корреляции отложений (Рисунок 2) в разрезе площади были выделены следующие продуктивные пласты среднеюрских отложений тюменской свиты: ЮК₂₋₃, ЮК₄, ЮК₅, ЮК₆, ЮК₇, ЮК₈ [2].

В пласте ЮК₂₋₃ выделена одна залежь литологического типа тектонически экранированная. Залежь чистонефтяная. Отдельно пласт ЮК₂₋₃ испытан в колонне в 2 скважинах. В обеих скважинах притока практически не получено (получен фильтрат с нефтью дебитом $Q_{ж}=0,7 \text{ м}^3/\text{сут}$, и приток нефти дебитом $Q_{н}=0,06 \text{ м}^3/\text{сут}$ при депрессии 7,7 МПа). Уровень подсчета запасов в пласте ЮК₂₋₃ условный, принятый по самой глубокой а. о. подошвы нефтяного и составляет — 2475 м. Эффективные нефтенасыщенные толщины изменяются от 3 м до 12,8 м. Наивысшая отметка кровли коллектора по залежи — 2340 м. Высота залежи около 135 м, размер залежи 17×10,5 км. Средние значения коэффициентов пористости и нефтенасыщенности по залежи соответственно равны 0,133 д. ед. и 0,562 д. ед.

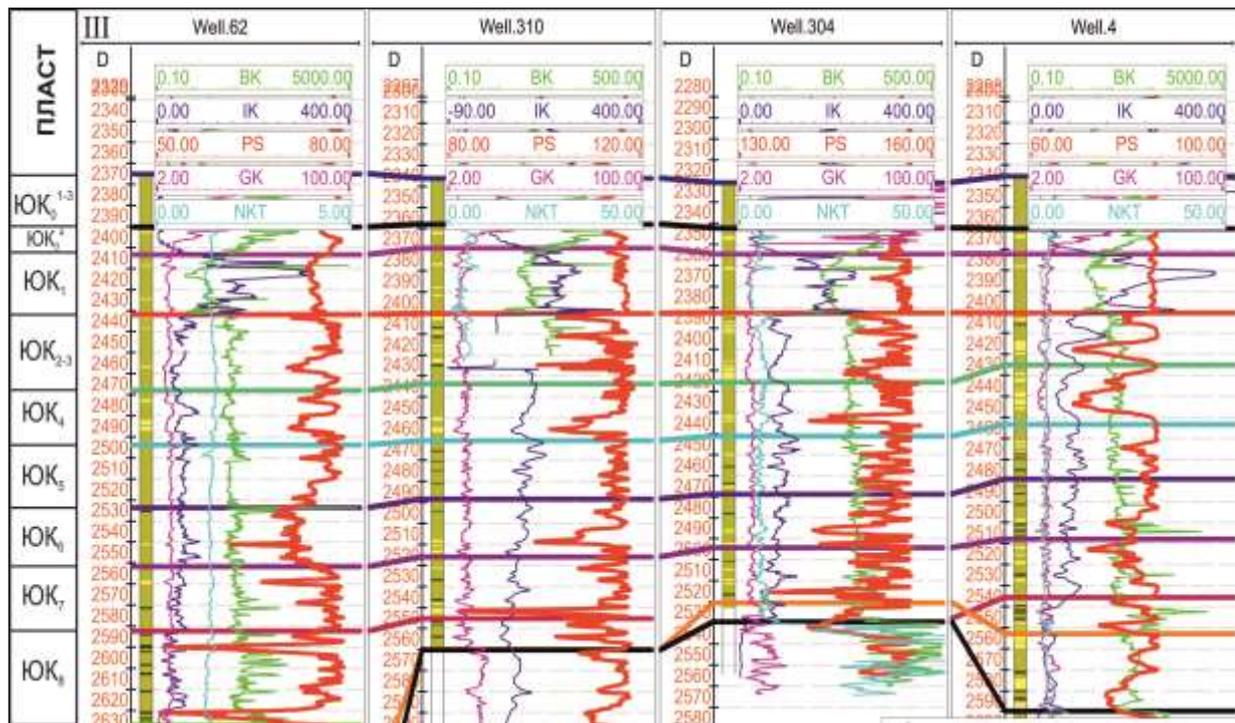


Рисунок 2. Схема корреляции юрских отложений тюменской свиты. Пласты ЮК₂₋₈

Пласт ЮК₄ представлен песчаниками и алевролитами с межзерновой пористостью и глинами. Количество прослоев коллекторов по скважинам варьирует от 1 до 7, а их мощность от 0,4 до 3,8 м. Коллекторы распространены как на поднятии, так и в погруженных частях структуры. Значительная часть коллекторов замещаются непроницаемыми разностями. К зонам отсутствия коллекторов эффективные толщины уменьшаются до 0 м, пористость до граничного значения (для пластов ЮК₂₋₉ $K_{п.гр}=0,105$ д. ед.). Нефтеносность пласта подтверждена результатами обработки ГИС и совместными испытаниями с выше- и нижележащими пластами. Раздельных испытаний на пласт ЮК₄ не проводилось [1].

В пласте ЮК₅ выделены две самостоятельные литологически-ограниченные залежи нефти. Нефтеносность установлена по данным ГИС и результатам испытаний совместно с другими пластами тюменской свиты. Пласт испытан в одной скважине самостоятельно. Из интервала с а. о. — 2441–2453 м получен незначительный приток безводной нефти дебитом 0,65 м³/сут. Высота залежи около 40–70 м. Эффективные нефтенасыщенные толщины меняются от 2,2 до 8,2 м. Среднее значение коэффициента пористости по залежи 0,128 д. ед., нефтенасыщенности 0,481 д. ед.

В пределах исследуемого участка в пласте ЮК₆ выделены две залежи нефти, разделенные зоной отсутствия коллекторов (Рисунок 3). Как самостоятельный объект, пласт ЮК₆ не испытывался. Основная залежь расположена в центральной части лицензионного участка. Размеры залежи 12,2×5,4 км. Залежь тектонически экранирована с северо-запада. Наивысшая отметка кровли коллектора в залежи — 2420 м. Высота залежи до условного ВНК составляет 94 м, эффективные толщины изменяются от 1,4 до 8,6 м. Среднее значение коэффициента пористости по залежи 0,136 д. ед., нефтенасыщенности 0,542 д. ед.

В пласте ЮК₇ коллекторы распространены в центральной и северо-западной частях исследуемого участка. В самой высокой части поднятия отложения пласта ЮК₇ отсутствуют, т. к. здесь находятся выступы пород доюрского основания. Зона развития коллекторов распространена от зоны выхода фундамента к северу, западу и юго-западу. В северо-

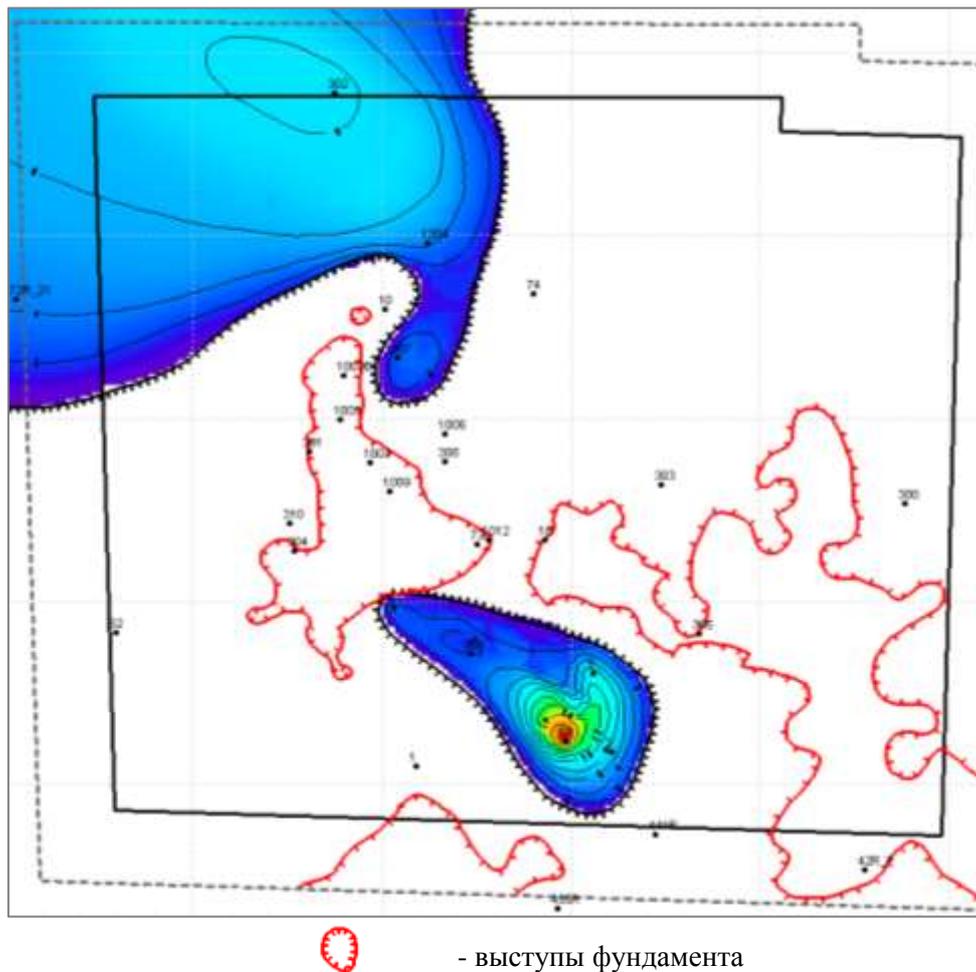


Рисунок 4. Фрагмент карты эффективных толщин по пласту ЮК₈ тюменской свиты

Физико-литологическая характеристика продуктивных пластов тюменской свиты исследуемого участка представлены незначительным количеством образцов керна. По результатам исследований породы-коллекторы тюменской свиты характеризуются песчано-алевритовыми отложениями с подчиненными по мощности прослоями глин [4].

Песчаники мелкозернистые, алевритистые с преобладающей песчаной (0,12–0,30 мм) и алевритовой (0,05–0,10 мм) размерностью. Степень сортировки средняя и плохая (в наиболее алевритистых разновидностях). По составу породы полимиктовые, обломочный материал составляет 80–90% и представлен, главным образом, кварцем (35–50%), щелочными полевыми шпатами (15–35%) и обломками пород (20–35%). В качестве примеси присутствуют лейсты слюд (3–5%). Зерна кварца прозрачные, с небольшой примесью включений, нередко с хорошо развитой регенерацией граней (Рисунок 5).

По результатам исследований на основании данных испытаний, исследований керна, ГИС и детальной корреляции в отложениях тюменской свиты, пласты ЮК₂₋₃, ЮК₄, ЮК₅, ЮК₆, ЮК₇, ЮК₈ обладают схожими фильтрационно-емкостными свойствами, степенью неоднородности, физико-химические свойства флюидов. К факторам, обуславливающим объединение пластов тюменской свиты в общий эксплуатационный объект ЮК₂₋₈, относятся:

- значимое совпадение пластов в плане,
- небольшие расстояния между пластами;
- низкие нефтенасыщенные толщины каждого из пластов (2,4–5,9 м);
- сложное геологическое строение (тонкослоистость, высокая неоднородность);
- несущественное различие средних значений ФЕС пластов (пористость 12,9–13,4 %);

- низкая проницаемость коллекторов (среднее значение 13,7 мД);
- практически одинаковые режимы и термобарические условия залежей пластов.

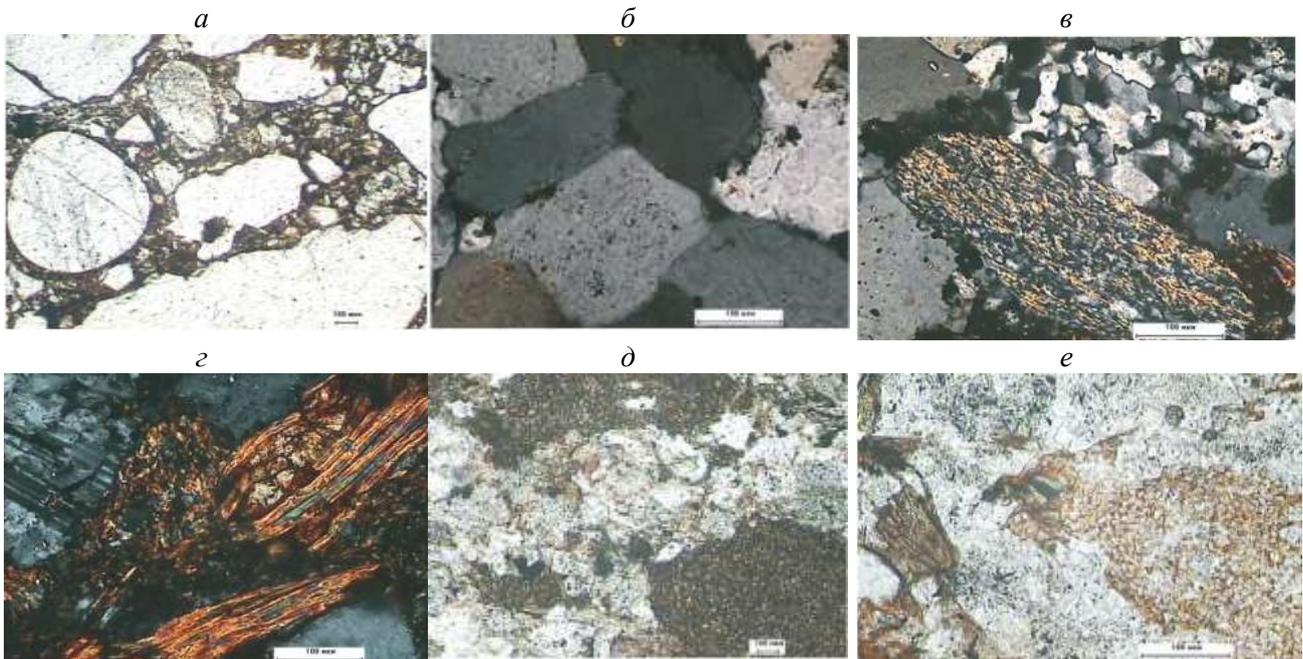


Рисунок 5. Снимки петрофизических шлифов отобранных из скважин исследуемого участка в проходящем (а, д, е) и в поляризованном (б, в, г) свете

Запасы нефти в отложениях пластов тюменской свиты отнесены к трудноизвлекаемым по стратиграфической принадлежности. Основным фактором при обосновании залежей пластов тюменской свиты как объектов с трудноизвлекаемыми запасами (ТРИЗ) нефти является низкая проницаемость коллекторов и незначительные значения нефтенасыщенных толщин пластов, сложность геологического строения [3]. Распределение запасов нефти в пластах ЮК₂₋₈ представлено на Рисунке 6.

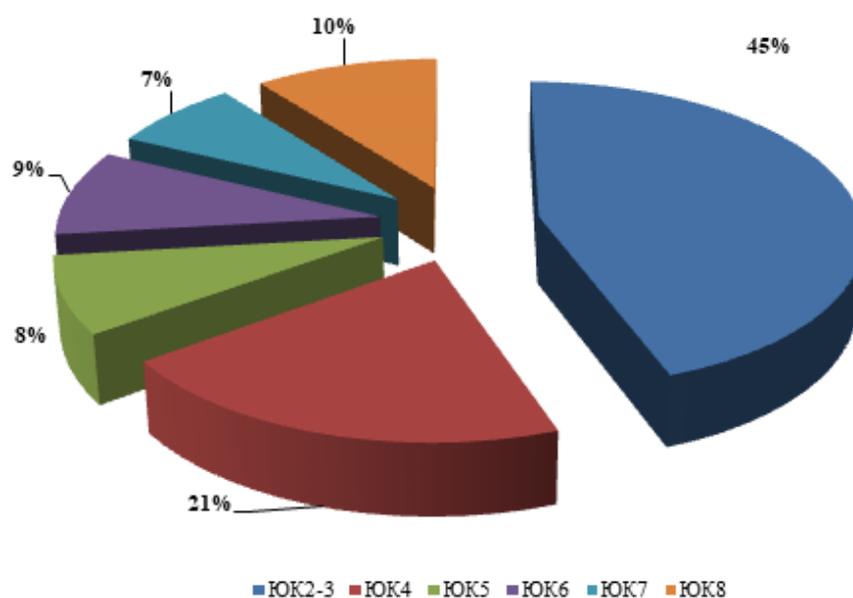


Рисунок 6. Распределение запасов нефти тюменской свиты по пластам ЮК2-3, ЮК4, ЮК5, ЮК6, ЮК7, ЮК8

Отбор от НИЗ по нефтяным пластам тюменской свиты (ЮК2-8) на дату исследования составляет менее 1%. Максимальный уровень добычи нефти составил 0,4 тыс. т при темпе отбора 0,01%.

Для повышения эффективности освоения тюменской свиты исследуемого участка необходимо выполнить задачи, направленные на достижение целей повышения эффективности геологоразведочных работ (ГРП) и разработки трудноизвлекаемых запасов [5]:

1. Разработать программу геологического изучения недр для уточнения модели геологического строения. Запланировать проведение сейсморазведочных работ 3D, интерпретацию новых материалов и переинтерпретацию материалов прошлых лет. При бурении разведочных и эксплуатационных скважин выполнение полного комплекса ГИС, отбор керн в разрезе тюменской свиты.

2. По результатам геологоразведочных работ актуализировать геологическую модель, выполнить подсчет запасов, подготовить проект пробной эксплуатации.

3. При пробной эксплуатации объектов разработки тюменской свиты пластов ЮК₂₋₈ рекомендовать проводку скважин с ГС, проектирование МГРП.

Список литературы:

1. Проект комплексного геологического изучения и доразведки Лебяжьего участка недр. Тюмень, 2006. 123 с.

2. Результаты поисково-детальных сейсморазведочных работ МОГТ 2Д масштаба 1:50000, проведенных в 2000-2002 гг. в пределах Лебяжьего участка недр. Новосибирск, 2003. 210 с.

3. Смагина Т. Н., Волков М. А., Рыбак В. К., Кузнецов А. Г., Новопашина В. Л. Проблемы изучения залежей нефти в отложениях тюменской свиты Красноленинского месторождения // Нефтяное хозяйство. 2010. №11. С. 24-27. EDN: NCUNZB.

4. Кудряшова Л. К. Гранулометрический анализ как основной метод обоснования условий формирования пластов коллекторов ЮК₂₋₅ Ем-Еговской площади (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. Т. 326. №10. С. 143-149. EDN: VOQZHV.

5. Патраков Д. П., Плиткина Ю. А., Глебов А. С., Лиходед И. А., Емельянов Д. В. Опыт разработки низкопроницаемых коллекторов тюменской свиты Красноленинского месторождения в АО "РН-Няганьнефтегаз" // Нефтяная провинция. 2019. №2. С. 72-100.

References:

1. Proekt kompleksnogo geologicheskogo izucheniya i dorazvedki Lebyazh'ego uchastka neдр (2006). Tyumen', (in Russian).

2. Rezul'taty poiskovo-detal'nykh seismorazvedochnykh rabot MOGT 2D masshtaba 1:50000, provedennykh v 2000-2002 gg. v predelakh Lebyazh'ego uchastka neдр (2003). Novosibirsk. (in Russian).

3. Smagina, T. N., Volkov, M. A., Rybak, V. K., Kuznetsov, A. G., & Novopashina, V. L. (2010). Problemy izucheniya zalezhei nefti v otlozheniyakh tyumenskoi svity Krasnoleninskogo mestorozhdeniya. *Neftyanoe khozyaistvo*, (11), 24-27. (in Russian).

4. Kudryashova, L. K. (2015). Granulometricheskii analiz kak osnovnoi metod obosnovaniya uslovii formirovaniya plastov kollektorov YuK₂₋₅ Em-Egovskoi ploshchadi (Zapadnaya Sibir'). *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 326(10), 143-149. (in Russian).

5. Patrakov, D. P., Plitkina, Yu. A., Glebov, A. S., Likhoded, I. A., & Emel'yanov, D. V. (2019). Опыт разработки низкопроницаемых коллекторов тюменской свиты Крсноленинского месторождения в АО "РН-Ныган'нефтегаз". *Нефтяная провинция*, (2), 72-100. (in Russian).

Работа поступила
в редакцию 12.04.2024 г.

Принята к публикации
19.04.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Бирюкова О. Н., Нанишвили О. А. Залежи трудноизвлекаемых запасов нефти в коллекторах Тюменской свиты // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №5. С. 118-126. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/15>

Cite as (APA):

Biryukova, O., & Nanishvili, O. (2024). Deposits of Hard-to-Recover Oil Reserves in Reservoirs of the Tyumen Formation. *Bulletin of Science and Practice*, 10(5), 118-126. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/102/15>