



УДК 553.981:553.048

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ РЕСУРСОВ УВ РАЗВЕДОЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

STATISTICAL ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF RESERVOIR ROCKS TO CLARIFY THE RESOURCES OF HYDROCARBONS OF EXPLORATION AREAS

Шкирман Наталья Петровна

кандидат геолого-минералогических наук, доцент
доцент кафедры геофизических методов поиска и разведки,
Кубанский государственный университет
nshkirman2012@ya.ru

Викулов Георгий Евгеньевич

магистрант,
Кубанский государственный университет

Аннотация. В данной статье на примере терригенного разреза Чапаевского участка (Краснодарский край) приведена методика и результаты статистической обработки основных подсчетных параметров терригенных коллекторов верхне-среднеюрского возраста. Показано, что использование статистически обоснованных параметров пластов-коллекторов – средневзвешенной толщины и коэффициента пористости – при подсчете ресурсов углеводородов позволяет получить более достоверные оценки.

Ключевые слова: Чапаевский участок, средневзвешенная толщины, гистограммы распределения, коэффициент пористости, коэффициент сжимаемости, подсчет ресурсов.

Shkirman Natalia Petrovna

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geophysical Methods of Search and Exploration, Kuban State University
nshkirman2012@ya.ru

Vikulov Georgy Evgenievich

Master's Student,
Kuban State University

Annotation. In this article, on the example of a terrigenous section of the Chapayevsky site (Krasnodar Territory), the methodology and results of statistical processing of the main counting parameters of terrigenous collectors of the Upper Middle Jurassic age are given. It is shown that the use of statistically justified parameters of reservoir formations - weighted average thickness and porosity coefficient - in the calculation of hydrocarbon resources allows to obtain more reliable estimates.

Keywords: Chapayevsky site, weighted average thickness, histogram distribution, porosity coefficient, compressibility coefficient, resource calculation.

Проведенные на Чапаевском участке в предыдущие годы тематические исследования позволили выделить ряд перспективных объектов и показали, что участок является недоразведанным и обладает высокими перспективами нефтегазоносности. Основные перспективы возможного обнаружения залежей связываются с выклинивающимися песчаными горизонтами верхней-средней юры и органогенными постройками в толще верхнеюрских известняков.

К выклинивающимся песчаным горизонтам терригенной юры приурочены ловушки литолого-стратиграфического и структурно-литологического типов, основным критерием выделения которых является сочетание «заливообразной» линии выклинивания горизонта со структурным планом его поперечности. Промышленная продуктивность аналогичного типа объектов установлена на ряде сопредельных участков, таких как Восточно-Чамлыкский, Северо-Вознесенский, Южно-Советский, Ново-Алексеевский. В некоторых скважинах, выведенных из бурения с отрицательными результатами, слабые признаки нефтегазоносности верхне-среднеюрских пластов отмечены по результатам испытаний и обработки данных ГИС.

В отложениях терригенной юры работами прошлых лет выявлены и околонтурены Рыбасовская, Раздольная, Восточно-Чапаевская и Ереминская литолого-стратиграфические ловушки. Наиболее перспективными в нефтегазоносном отношении представляются Рыбасовский и Восточно-Чапаевский объекты, в пределах которых возможно обнаружение залежей как в «заливообразных» ловушках юбилейной свиты, так и в «заливах», образованных выклинивающимися песчаными горизонтами средней юры (рис. 1). Отложения верхнего бата – нижнего и среднего келловея (юбилейная свита), залегают на среднеюрских отложениях с признаками несогласия.

Промышленная продуктивность аналогичного типа объектов установлена на Восточно-Чамлыкском, Северо-Вознесенском, Восточно-Вознесенском, Западно-Вознесенском, Южно-Советском и Ново-Алексеевском месторождениях. В скважинах Хлебодаровская 2, Восточно-Чапаевская 1, Западно-Чапаевская 1, выведенных из бурения с отрицательными результатами, слабые признаки нефтегазоносности верхне-среднеюрских пластов отмечены по результатам испытаний и обработки данных ГИС.



Рыбасовский объект был паспортизирован по отложениям юбилейной свиты с выдачей рекомендаций на бурение трех скважин. Рекомендации остались невыполненными. Единственная пробуренная в пределах ловушки скважина Рыбасовская 1 попала в неблагоприятные структурные условия и была выведена из бурения с отрицательными результатами.

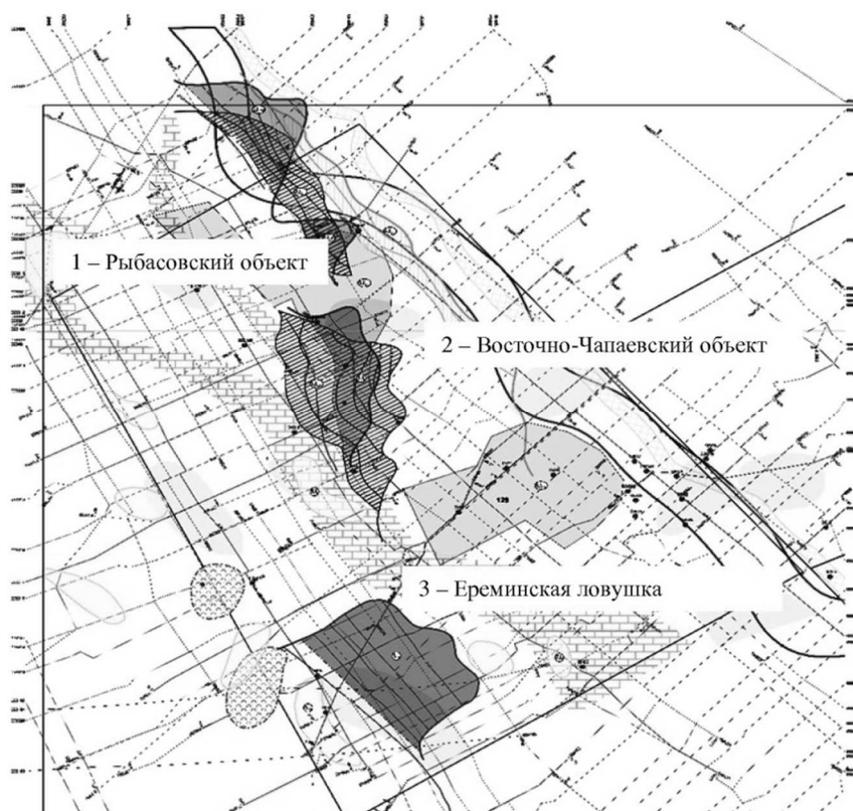


Рисунок 1 – Сводная схема перспективных объектов. Чапаевский участок

Высокими перспективами с позиций возможного обнаружения залежей характеризуется Восточно-Чапаевский объект, в котором прогнозируется промышленная продуктивность коллекторов юбилейной свиты. Ловушка паспортизирована с выдачей точек под бурение двух поисковых скважин. В скважине №1, пробуренной согласно Паспорта, целевые горизонты испытаны ИП в большом интервале, включающем пласты с различным характером насыщения. Наиболее оптимальная в структурном отношении часть ловушки бурением не изучена. Выявленный в терригенной толще среднеюрских отложениях Ереминский объект оценивается как объект с невыясненными перспективами. Ловушка считается недоизученной. Благоприятным фактором возможного УВ-насыщения объекта является слабая нефтегазонасыщенность среднеюрских пластов по результатам испытания и обработки данных ГИС близ расположенной скважины Хлебодаровская 2.

В рамках подготовки исходной базы данных, необходимостью для уточнения оценки ресурсов УВ, был проведен статистический анализ ФЕС терригенных продуктивных коллекторов юрской системы. Информационной основой для выполнения статистического анализа послужили результаты переобработки данных ГИС глубокого бурения скважин (результативные материалы партии интерпретации промыслово-геофизической информации ОАО «Краснодарнефтегеофизика»).

Результатом выполненной статистической обработки было получение ранжированной информации о характеристиках терригенных коллекторов среднеюрского возраста в интервале глубин 3351–4461 м, соответствующих глубинам залегания пород целевого интервала. Были определены пределы изменения и наиболее вероятные мощности терригенных продуктивных пластов, а также диапазон значений коэффициентов пористости для этих же отложений. Терригенные коллектора в этом районе представлены преимущественно алеволитами и песчаниками разнозернистыми, слабо или крепко сцементированными. Состав цемента образцов керна разнообразен: глинистый, карбонатный, доломитовый. Тип коллекторов преимущественно – поровый.

Было установлено, что толщины терригенных коллекторов в разрезах отмеченных скважин находятся в диапазоне 0,5–14,0 м. Для детального анализа и ранжирования отдельных пластов-коллекторов весь массив данных был разбит на 14 классов с шагом 1,0 м. Аналогичная процедура была выполнена и для массива коэффициентов пористости.



Анализируя гистограмму распределения толщин (рис. 2) и накопленную кривую для терригенных коллекторов, полученные для Чапаевского участка, можно заметить, что:

- 1) распределение мощностей по всей выборке является одномодальным, при этом основной объем мощностей (91,1 %) расположен в диапазоне от 0,5 до 6,0 м;
- 2) из 204 пластов, представленных в выборке, 196 пластов (96,1 %) имеют толщину до 8,0 м, это говорит о том, что анализируемые коллектора можно отнести к тонкослоистым.

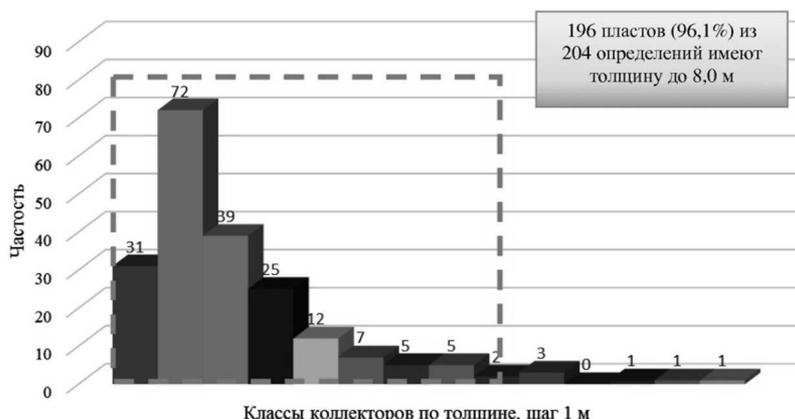


Рисунок 2 – Гистограмма распределения толщин терригенных коллекторов

Анализ гистограммы распределения коэффициента пористости (рис. 3) для терригенных коллекторов Чапаевского участка позволяет утверждать, что:

- 1) распределение коэффициента пористости по всей выборке является нормальным, одномодальным;
- 2) из 199 пластов, представленных в выборке, 188 пластов (~ 92,0 %), имеют пористость от 2,0 до 16,0 %. По классификации А.А. Ханина (1969 г.), такие породы можно отнести к классам: V, IV, III [1].

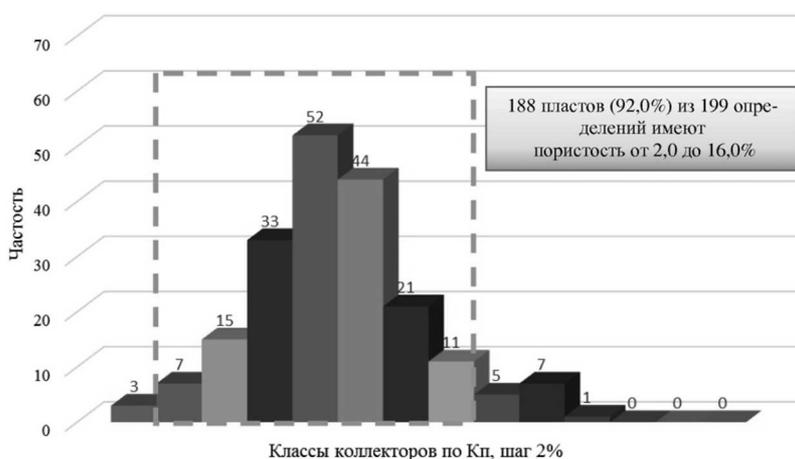


Рисунок 3 – Гистограмма распределения пористости терригенных коллекторов

В результате выполненной работы, на основе статистического анализа данных переинтерпретации данных ГИС по скважинам Чапаевского участка, были уточнены следующие характеристики пластов-коллекторов:

- средневзвешенная толщин терригенных пластов составляет ~ 2,40 м, а не 6,0 м как было принято при первоначальном расчете;
- диапазон средних значений коэффициента пористости для терригенных пластов равен 8,0–16,0 %, а средневзвешенное значение 15,53 %.

Именно эти значения были использованы при уточнении ресурсов газа выделенных перспективных объектов.

Остановимся еще на одном моменте. Оценка геологических запасов и ресурсов газа выполнена на основе широко известного объемного метода.

В формулу подсчета ресурсов и запасов газа объемным методом входит параметр, который учитывает отклонение свойств реального газа в пластовых условия от идеального, так называемая поправка Бойля-Марриотта или $a_0 = 1 / Z$.



Достоверные значения этого параметра, обратно пропорционального коэффициенту сверхсжимаемости Z , можно получить на основе лабораторных исследований пластовых проб газов. Однако, зачастую в реальных случаях, в случае отсутствия данных таких исследований прибегают к упрощению, принимая значение коэффициента сверхсжимаемости равным единице. Тем не менее, рядом авторов, в том числе Окуловским С.Н. [2], для месторождений Азово-Черноморского региона практически было установлено, что недоучет поправочных коэффициентов за отклонение объема УВ-газов под воздействием пластовых давлений и температур ведет к значительному искажению (обычно завышению) величины ресурсов.

На территории Чапаевского участка опробование в скважинах в полной мере проведено не было, поэтому для уточнения реального состава газа были проанализированы два месторождения, на прилегающих площадях: Северо-Вознесенское и Южно-Советское. Используя характеристики свободных газов, полученных для месторождений ВКВ, включающей данные о РТ-условиях пластов и их компонентном составе [3], были выполнены расчеты псевдокритических давлений и температур. Далее, использовалась известная палетка зависимости коэффициента сверхсжимаемости Z углеводородного газа от приведенных псевдокритических давления и температуры (по Г. Брауну) [4].

В результате выполненной оценки, было получено среднее значение $Z = 1,054$, обратная величина которого $a_0 = 1 / Z$ была использована при расчете ресурсов свободного газа объемным методом.

Площадь нефтеносности, коэффициент газонасыщенности, температурная поправка и величина $R_{пл}$ при уточнении ресурсов УВ газа остались без изменения; а в качестве газонасыщенной мощности и коэффициента пористости приняты средневзвешенные значения этих параметров, полученные по результатам статистического анализа. Кроме того, как указано выше, при уточнении оценки ресурсов свободного газа предполагаемых залежей учитывалось вновь полученное значение коэффициента сверхсжимаемости.

В результате выполненных ранее оценок, перспективные ресурсы газа для Рыбасовского и Восточно-Чапаевского объектов в отложениях юбилейной свиты оценены в 1792 млн м³; извлекаемые – 1715 млн м³.

В рамках представленных исследований выполнена статистическая обработка и ранжирование характеристик терригенных коллекторов среднеюрского возраста в интервале глубин 3351–4461 м. Анализируя полученные характеристики пластов-коллекторов, учитывая ярко выраженную тонкослоистость разреза, малые толщины и низкие значения пористости представленных пород, можно полагать, что седиментация происходила в условиях окраины шельфа. Снос материала был в небольшом, ограниченном объеме количестве и сильно растянут по времени. В результате чего образовались маломощные коллектора со средней пористостью.

На основании полученных результатов показано, что использование среднестатистических значений параметров позволило уточнить ранее предоставленные оценки для выделенных в пределах разведочного участка перспективных объектов. При этом, уточненные оценки привели к снижению величины прогнозных ресурсов примерно вдвое (~ на 49,4 %).

Основной вклад в изменение величины ресурсов связан с уменьшением среднестатистического значения газонасыщенной мощности по сравнению с ее средним значением; учет уточненного коэффициента сжимаемости приводит к корректировке величины ресурсов примерно на 13–15 %.

Уточненные оценки прогнозных ресурсов, при сохранении разведочного потенциала перспективных объектов, помогут освоить их с минимальными рисками и избежать необоснованных экономических затрат.

Литература:

1. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа и их изучение. – М. : Недра, 1969. – 368 с.
2. Окуловский С.Н. Влияние поправочных коэффициентов на величину ресурсов газа при их оценке. – М. : Геология нефти и газа. – 1991. – № 7. – С. 29–31.
3. Левшунова С.П., Подкорытов Н.Г. Гидрогеология и нефтегазоносность Восточно-Кубанской впадины. – М. : Георесурсы, геознергетика, геополитика. – 2011. – № 2. – 8 с.
4. Алиев З.С., Самуйлова Л.В., Мараков Д.А. Газогидродинамические исследования газовых пластов и скважин: учебное пособие для вузов. – М. : МАКС Пресс, 2011. – 220 с.

References:

1. Khanin A.A. Rocks-reservoirs of oil and gas and their study. – M. : Nedra, 1969. – 368 p.
2. Okulovsky S.N. Influence of correction coefficients on the value of gas resources in their assessment. – M. : Geology of oil and gas. – 1991. – № 7. – P. 29–31.
3. Levshunova S.P., Podkorytov N.G. Hydrogeology and oil and gas content of the East Kuban Depression. – M. : Georesources, Geoenergy, Geopolitics. – 2011. – № 2. – 8 p.
4. Aliyev Z.S., Samuilova L.V., Marakov D.A. Gas-hydrodynamic studies of gas reservoirs and wells: A textbook for universities. – M. : MAKS Press, 2011. – 220 p.